

УДК 595.7:637

© 2017

КОМАХИ — ДЖЕРЕЛО ПОЖИВНИХ І БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

О.І. Метлицька,

доктор сільсько-
господарських наук

Інститут розведення
і генетики тварин
імені М.В. Зубця НААН

С.Д. Мельничук,

академік НААН,
доктор
біологічних наук

Київський
національний університет
імені Тараса Шевченка

В.Г. Спиридонов,

доктор сільсько-
господарських наук

Інститут ветеринарної
медицини НААН

Мета. Проаналізувати результати вітчизняних і зарубіжних досліджень останніх років щодо можливостей використання комах як джерела збалансованих поживних речовин для тваринницької галузі, біологічно активних компонентів для потреб медицини і ветеринарії. **Методи.** Аналітичні, теоретичного узагальнення. **Результати.** Наведено результати аналізу вітчизняних і зарубіжних джерел відносно можливостей вирощування комах певних видів на промисловій основі за використання відходів харчової промисловості і тваринницьких ферм для отримання дешевих поживних компонентів кормів сільськогосподарських тварин. **Визначено** перспективність промислової ентомології у розв'язанні проблем гуманної і ветеринарної медицини. **Висновки.** Створення нового економічного сектору промислової ентомології для отримання харчових продуктів і кормів потребує розробки багатопрофільних внутрішньо- та міждисциплінарних підходів для забезпечення ефективної співпраці між органами державної влади, спеціалістами різних галузей промисловості і науки.

Ключові слова: комахи, поживні речовини, конверсія корму, протеїн, органічні відходи, хітозан, антимікробні пептиди.

Комахи — найпоширеніший клас тваринного світу. У цій біорізноманітності є величезний потенціал для широкого спектра використань на потребу людства. Медоносних бджіл (*Apis mellifera*) здавна використовують для виробництва меду, отримання воску, перги, пилку, маточного молочка, трутневого гомогенату та бджолоїної отрути. Небезпечний шкідник для бджолоїних сімей — воскова міль (*Galleria mellonella*) виявилася майже панацеєю від ряду тяжких хвороб людини — туберкульозу, артрозу, онкологічних захворювань, імунодефіцитних станів та аутоімунних порушень [1]. Шовковичний шовкопряд (*Bombux mori*) є джерелом натурального шовку-сирцю, а його найпотужніші промислові виробництва

розташовані у Китаї, де задіяно понад 1 млн робочих місць. Ця технологічна галузь тваринництва є основним джерелом доходу для 700 тис. сімей у Індії та понад 20 тис. у Таїланді.

Комах можна використовувати для пригнічення різних шкідників інших видів, насамперед для забезпечення певних ланок органічного виробництва рослинницької продукції. Крім цього, комахи є частиною раціонів істотної частини населення світу, особливо країн Азії, Африки, Центральної та Південної Америки, оскільки є важливим джерелом сезонних білків. Причому, їх використання як харчових продуктів не має прямої залежності від рівня доходів населення [2].

Останнім часом низка літературних джерел містить докази того, що комахи є не тільки «аварійним ресурсом» поповнення нестачі поживних речовин у раціонах людини, а й мають приємні смакові якості, оцінені як делікатесні, їх популярність зростає у країнах західної Європи як нового цікавого екзотичного харчового продукту [3].

Зростання матеріальних статків населення, збільшення купівельної спроможності та стрімка урбанізація країн світу, що розвиваються, насамперед країн Азії, створюють «зсуви» у складі світового попиту на продукти харчування [4]. Ці чинники є головною детермінантою підвищення світового попиту на м'ясні продукти. У країнах з високим рівнем доходу до 2030 р. очікується збільшення споживання м'яса на 9% (у Китаї — на 50%), що, у свою чергу, призведе до підвищення потреби у зернових культурах для годівлі сільськогосподарських тварин [4]. Потреба у збільшенні виробництва м'ясних продуктів і зростання цін на корми спонукають до пошуку альтернативних джерел білка, серед яких можуть бути технології вирощування м'яса у культуральних середовищах [5], збільшення вилову і штучне вирощування морських водоростей [6], генетично модифікованих овочевих культур і грибів, міні-сільськогосподарських тварин [7] та, можливо, комах.

Мета досліджень — проаналізувати результати вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень останніх років щодо можливостей використання комах як джерела збалансованих поживних речовин для годівлі сільськогосподарських тварин і біологічно активних компонентів для потреб гуманної і ветеринарної медицини.

Методи досліджень. Аналітичні, теоретичного узагальнення.

Результати досліджень. Результати статистичного аналізу стану економічного

розвитку провідних країн світу свідчать про нагальну потребу пошуку інших джерел білка, альтернативних традиційним. Комахи як один із перспективних резерватів поживного протеїну, жирів (зокрема ненасичених омега-3), вітамінів, мінералів і біологічно активних речовин розглядаються ФАО як можливе вирішення питання продовольчої безпеки вже з 2010 р. [3]. «Холоднокровність» комах робить їх ефективними переробниками органічних відходів у біомасу з високою поживною цінністю. Вони у процесі росту не витрачають метаболічну енергію, необхідну для підтримки постійної температури тіла, яка у ссавців вища за температуру навколишнього середовища. Крім того, комахи мають високу ефективність перетворення (conversion efficiency, що визначається значенням коефіцієнта конверсії корму — ККК) кормів порівняно з іншими тваринами сільськогосподарського призначення — птицею, свинями, вівцями та великою рогатою худобою.

Через обмеженість результатів досліджень, присвячених визначенню конверсії корму у ріст біомаси комах, наводимо порівняльну характеристику ефективності перетворення кормів для курей, свиней, великої рогатої худоби і цвіркуна домашнього (*Acheta domestica*) (табл. 1).

Згідно з наведеними даними, ККК становить: для цвіркунів — 1,7; курей — 2,5; свиней — 5; великої рогатої худоби — 10. Відсоток їстівних частин тіла у порівнюваних тварин також істотно відрізняється і становить від 40% у великої рогатої худоби, 55% у курей і свиней — до 80% у домашніх цвіркунів [10].

При порівнянні ККК тварин традиційного сільськогосподарського призначення і цвіркунів, виходячи із нескладних розрахунків, стає зрозумілим, що споживання цвіркунів

1. Ефективність перетворення кормів у цвіркунів порівняно із сільськогосподарськими тваринами

Показник	Цвіркуни	Кури [8]	Свині [8]	Велика рогата худоба [8]
Коефіцієнт конверсії корму (1 кг корму: 1 кг приросту живої маси)	1,7 [9]	2,5	5	10
Їстівна частина тіла, %	80 [10]	55	55	40
Поживність їстівної частини тіла, кг/кг	2,1 [4]	4,5	9,1	25

удвічі ефективніше використання м'яса курей, в 4 рази ефективніше свинини і у 12 разів економічно вигідніше яловичини.

Крім того, розведення комах менш впливає на зміну клімату, порівняно із сектором традиційного тваринництва. Комахи, яких використовують у їжу, створюють набагато меншу кількість парникових газів, ніж переважна частина сільськогосподарських тварин. Вирощування комах за використання наявних сучасних технологій не потребує застосування великих земельних площ і додаткового їх розчищення, а коефіцієнти відтворення їх чисельності у десятки разів перевищують коефіцієнти інших свійських тварин. І, насамперед, у економічному і соціальному плані ентомофагія підвищує рівень життя багатьох людей [11]. Позитивні зрушення у бік «комахівництва» може вирішити у майбутньому дефіцит білка в результаті зростання чисельності населення як альтернатива звичайним продуктам тваринного походження в межах нашого суспільства.

З огляду на зміну економічних умов, швидку урбанізацію та демографічні зміни людство також стикається з такими новими питаннями, як забезпечення належної системи управління відходами та забезпечення умов для економічного зростання. Хоча в багатьох розвинених країнах частково стійкі рішення вже знайдено й інтегровано у великі підприємства з утилізації, велика частина твердих побутових відходів, як передбачається, глобально збільшиться від поточної кількості від 1,3 до 2,2 млрд т на рік у 2025 р. [12].

У країнах з низьким рівнем доходу, до яких належить і Україна, де сучасні технології з утилізації відходів не впроваджено, існує істотна загроза виникнення екологічної кризи. Уміст органічних речовин у твердих побутових відходах таких країн може сягати понад 90%. У країнах Східної Азії та Тихоокеанського регіону, наприклад, побутові відходи в середньому містять 62% органічних сполук [12]. Відсутність інфраструктури для поводження з відходами призводить до їх генерації і накопичення на звалищах, де, у кращому випадку, їх спалюють.

Майже катастрофічна екологічна ситуація, пов'язана із відсутністю технологічної

схеми утилізації твердих побутових відходів, уже склалася на Львівщині. Внаслідок цього терміново була створена «Програма поводження з твердими побутовими відходами у м. Львові на 2014–2018 роки» на виконання Законів України «Про відходи». Ключовими постулатами цієї програми визначено, що «розрив між прогресуючим накопиченням відходів і заходами, спрямованими на запобігання їх утворенню, розширення утилізації, знешкодження та видалення, загрожує не тільки поглибленням екологічної кризи, а й загостренням соціальної ситуації загалом. Звідси — необхідність подальшого удосконалення та розвитку з врахуванням вітчизняного та світового досвіду всієї правової, нормативно-методичної та техніко-економічної системи поводження з відходами за умови фінансування заходів на місцевому та державному рівнях».

Однією з низьковитратних і екологічно безпечних технологій під час вирішення важливого питання переробки органічних відходів може бути їх переробка комахами, що використовують як джерело корму поживні речовини побічних продуктів харчової промисловості, супермаркетів, великих тваринницьких ферм, сміттєзвалищ, тощо, створюючи при цьому біомасу з високим умістом поживного білка. Утилізація органічних залишків із отриманням добрив може бути економічно привабливим проектом, спрямованим на отримання речовин для підвищення родючості ґрунтів України, істотно збіднених тривалим вирощуванням технічних культур і недбалим користуванням орними землями. Політика багатьох держав під час вирішення цього важливого питання ґрунтується або на зниженні утилізації органічних відходів, або на можливості їх біоконверсії живими організмами для подальшого використання у сільському господарстві. Перетворення органічних відходів у компост за допомогою дощових або каліфорнійських черв'яків і різних мікроорганізмів є давно відомою біоорганічною технологією [13].

Останнім часом з'являються відомості про використання інших видів комах для переробки органічних відходів у промислових масштабах, серед яких найперспективніші:

личинки мухи чорний солдат (*Hermetia illucens*), звичайної домашньої мухи (*Musca domestica*) [14] і деяких видів борошняних хрущаків [15]. Муха чорний солдат є особливо цікавим «кандидатом» для перетворення органічних відходів [4, 14]. Її личинки можуть конвертувати зіпсовані молочні продукти, м'ясо, гній тваринницьких ферм у масу тіла з ефективністю до 58% і перетворювати азот і фосфор органічних відходів у доступну форму на 61–70 та 30–50%, відповідно [16].

Розведення личинок комах для біоконверсії органічних відходів наразі поставлено на промислову основу лише в Китаї та США, а переважна кількість проведених експериментів для створення власних технологій в інших країнах, зокрема і в Україні, потребує дослідження біотичних та абіотичних чинників, визначення оптимальних умов вирощування з урахуванням специфіки кожного виду комах, автоматизації та безпеки цього процесу, пов'язаного із наявністю патогенів, важких металів і брудних речовин в органічних відходах.

Ентомологічна біотехнологія дає змогу з високою ефективністю утилізувати органічні відходи за короткий період (2–4 тижні), водночас зменшити потенційні ризики забруднення навколишнього середовища. В основі розробленої технології лежить метаболічна утилізація органічних відходів, у процесі якої відбувається їх біоконверсія в екологічно чисті продукти — протеїново-ліпідний концентрат (вихід близько 20%) і біогумус (вихід близько 50%).

Успішним прикладом біоконверсії органічних відходів у кормовий протеїн є компанія з Південно-Африканської Республіки «AgriProtein». Після інвестування 11 млн \$

від стратегічних партнерів для комерціалізації і глобалізації компанія вийшла на потужності, які дають змогу щодня утилізувати 40 т органічних відходів із виробництвом: протеїну — 7 т, олії — 3, біодобрив — 20 т. У благодійному фонді Біла та Мелінди Гейтс (The Bill & Melinda Gates Foundation) — найбільшому інвесторі цього проекту вважають, що через кілька років розведення комах має стати великим прибутковим бізнесом, оскільки розв'язує дві головні світові проблеми — отримання білка і утилізація органічних відходів. Використання екологічних біотехнологій має велике значення для країн, що розвиваються.

Вартість виробництва комерційних кормів для потреб світового тваринництва останніми роками становить 350 млрд \$, причому спостерігається негативна тенденція до її щорічного зростання, що еквівалентно відбивається і на вартості кінцевої тваринницької продукції. Важливими білковими інгредієнтами кормів для тварин є рибне і м'ясо-кісткове борошно, а також соєвий шрот. Проте в Європейському Союзі використання оброблених тваринних білків у кормах для тварин заборонено чинним законодавством. Наявність земель, придатних для вирощування сої, обмежена, виллов пелагічної кормової риби для отримання кормового риб'ячого борошна і жиру постійно знижується. Наразі пошук альтернативних джерел білка тваринного походження і аквакультури перетворилося в нагальну справу.

Низкою досліджень установлено, що комахи містять близько 30–70% якісного протеїну. Установлено кількісний уміст протеїну та жиру в личинках трьох видів комах порівняно з рибо-кістковим і знежиреним

2. Уміст протеїну та жиру в личинках комах і компонентах тваринницьких кормів [3, 15], %

Джерело протеїну	Сирий протеїн	Сирий жир
Муха чорний солдат (<i>Hermetia illucens</i>)	35–57	35
Звичайна домашня муха (<i>Musca domestica</i>)	43–68	4–32
Жовтий борошняний хрущак (<i>Tenebrio molitor</i>)	44–69	23–47
Борошно:		
рибо-кісткове	61–77	11–17
соєве знежирене	49–56	3
м'ясо-кісткове	30–50	13–20

соєвим борошном (табл. 2). За вмістом сирого протеїну (57–69%) личинки наведених у таблиці комах незначно поступаються показниками щодо рибо-кісткового борошна, проте перевищують ці значення для знежиреного соєвого та м'ясо-кісткового борошна. За вмістом сирого жиру личинки мухи чорний солдат і жовтого борошняного хрущака перевищують показники поживного за цим компонентом м'ясо-кісткового борошна на 15 та 27%, відповідно.

Протеїни, отримані із комах, є легкодоступними для засвоєння із значеннями якості, подібними або навіть кращими, ніж м'ясо риби або соєвого борошна завдяки збалансованому складу незамінних амінокислот: аргініну, лізину і метіоніну. Експерименти з додаванням до раціону корму личинок домашніх мух (*Musca domestica*), личинок мухи чорний солдат (*Hermetia illucens*), домашніх цвіркунів (*Gryllus assimilis*), жовтого борошняного хрущака (*Tenebrio molitor*) і різних видів лускокрилих свідчать про підвищення середньодобових приростів щурів, курей і деяких видів риб у аквакультури [17]. Використання для годівлі у складі стартерних кормів для курчат личинок борошняного хрущака збільшило рівень вітаміну D у крові вирощеної птиці, доведено високий вміст і гарну біодоступність кальцію з личинок для курей [18]. Раціони курчат-бройлерів, що містили 10–15% личинок хрущаків, забезпечують інтенсивний приріст живої маси і підвищення забійних властивостей туш птиці [19]. Застосування личинки мухи чорний солдат як інгредієнта білкового корму виявилось ефективним під час вирощування тилапій, каналних сомів і райдужної форелі [3, 4] без зниження смакових якостей їх м'яса для споживачів.

Установлено, що личинки мухи чорний солдат є придатним інгредієнтом корму для годівлі свиней завдяки сприятливому складу амінокислот, ліпідів і вмісту кальцію [20]. Проте під час балансування раціонів свиней слід зважати на відносний дефіцит незамінних амінокислот: метіоніну+цистеїну і треоніну. Найкращий ефект виявився за годівлі рано відлучених поросят за раціонами, в яких на 50% заміняли м'ясо-кісткове борошно на сухі передялячки мухи чорний солдат — спостерігалось збільшення

середньодобових приростів поросят, порівняно із групою контролю на 4% за поліпшення показників конверсії корму на 9% [21]. Інформація щодо результатів експериментів з годівлі свиней за використання личинок комах є обмеженою. У Таїланді під час годівлі відлучених поросят за раціонами з додаванням 10% личинок мух чорний солдат замість рибного борошна не виявлено негативного впливу на показники приросту живої маси і ефективності використання корму в усі періоди вирощування [22].

Отже, застосування комах як інгредієнтів кормів сільськогосподарських тварин є перспективним напрямом і може бути технічно здійснене за умов відпрацювання відповідних технологій, здатних максимально здешевити вартість отримуваної продукції, зробити її конкурентоспроможною порівняно із традиційними білковими компонентами кормів — соєвим, м'ясо-кістковим і риб'ячим борошном. Підґрунтям для таких технологій може бути використання низькосортних органічних відходів для вирощування личинок комах за умов гарантування безпечності і поживності для свиней і домашньої птиці. Амінокислотний профіль личинок жовтого борошняного хрущака, звичайної домашньої мухи і мухи чорний солдат близький до складу соєвого шроту, проте не завжди вдале співвідношення метіоніну і цистину є певним обмежувальним чинником щодо годівлі сільськогосподарських тварин без відповідної корекції раціонів [23].

На особливу увагу заслуговують перспективи використання біологічно активних речовин, джерелом яких є комахи різних видів, для потреб легкої промисловості, сільського господарства, а також гуманної і ветеринарної медицини. Насамперед, уже доведено необмежені можливості застосування у різних сферах науки і практики речовини, що є побічним продуктом переробки комах, для годівлі сільськогосподарських тварин — хітин (8–20% від загальної маси тіла). Показано позитивний вплив хітину на зниження рівня холестерину у крові людини. Хітин діє як кровоспинний, протиопіковий та ранозагойний засіб, є гіпоалергенним транспортним засобом для інших лікарських речовин, забезпечує високу міцність органічного пластику, має властивості сорбенту

для очищення стічних вод, є інгібітором патогенної мікрофлори і нематод ґрунту, чим забезпечує підвищення врожайності зернових і бобових культур майже на 20% [17].

Хітозан є похідним від хітину, що отримують способом лужного деацитування. Останнім часом хітозану приділяють особливу увагу як речовині, завдяки якій можна вирішити багато питань у галузі ветеринарії. Хітозан застосовують як лікувальний засіб для припинення кровотеч, загоєння інфікованих ран завдяки його високим протимікробним властивостям [17].

Антимікробні пептиди є ключовими елементами вродженого імунного захисту проти бактеріальних і грибкових інфекцій. Серед великого списку таких пептидів більш ніж половину виявлено у представників класу комах [4]. Найкраще описані механізмами дії пептидів, вилучених із організму медоносних бджіл (*Apis mellifera*), шовкопряда (*Bombix mori*), борошняного хрущака (*Tenebrio molitor*) і личинок великої воскової молі (*Galleria mellonella*). Інгібітори металопротеїназ комах і антимікробних пептидів воскової молі можуть стати перспективними компонентами за раціональної розробки нових лікарських

препаратів, оскільки сполучення антибіотиків з інгібіторами протеолітичних ферментів дає синергічний терапевтичний ефект [24]. Властивості певних біологічно активних речовин, виділених із організму лялечок тутового шовкопряда (інгібітори ангіотензинперетворювального ферменту), відкривають перспективи лікування гіпертонічної хвороби людини і наркозалежності, проводяться дослідження можливості використання ендопептидаз, виділених із личинок *Tenebrio molitor* у схемах лікування целиакії. Бджолина отрута є найвідомішим лікувальним засобом запальних і аутоімунних захворювань, зокрема розсіяного склерозу, артрити, ревматизму, неврологічних і дерматологічних захворювань.

Підводячи підсумки щодо аналізу основних можливостей і стратегій промислового розведення комах для потреб сільськогосподарства, легкої промисловості, медицини і ветеринарії, потрібно зазначити, що поряд із безперечними перевагами існує ряд невирішених питань, які потребують тривалих наукових досліджень не тільки відносно оцінки економічних прибутків, а й розрахунку фінансових, ринкових, екологічних та етичних ризиків.

Висновки

Актуальним і своєчасним завданням, зокрема в Україні, є розробка і впровадження наукоємних технологій промислової ентомології для забезпечення автоматизованого розведення комах, отримання від них протеїну та інших біологічно активних безпечних речовин. Створення нового

економічного сектору промислової ентомології для отримання харчових продуктів і кормів потребує розробки багатопрофільних внутрішньо- та міждисциплінарних підходів для забезпечення ефективної співпраці між органами державної влади, спеціалістами промислових галузей і науки.

Бібліографія

1. Поліщук В.П. Воскова міль/В.П. Поліщук, О.В. Корбут//Пасіка. — 2014. — Т. 4. — № 252. — С. 23–27.
2. *Entomophagy: A key to space agriculture*/ N. Katayama, Y. Ishikawa, M. Takaoki et al.//Adv. Space Res. — 2008. — V. 41. — P. 701–705.
3. *A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe — a review*/J. Mlcek, J. Rop, M. Borkovcova et al.//Pol. J. Food Nutr. Sci. — 2014. — V. 64. — № 3. — P. 147–157.

4. *Van Huis A. Insects as food in sub-Saharan Africa*/A. Van Huis//Insect Science and its Application. — 2003. — V. 23. — № 3. — P. 163–185.
5. *Fayaz B.Z. Prospectus of cultured meat — advancing meat alternatives*/B.Z. Fayaz, H. Fayaz//J. Food Sci. Technol. — 2011. — V. 48. — P. 125–140.
6. *Fleurence J. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses*/J. Fleurence//Trends Food Sci. Technol. — 1999. — V. 10. — P. 25–28.

7. Paoletti M.G. Ecological Implications of Mini-livestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails/M.G.Paoletti//Enfield. — 2010. — NH: Science. — 648 p.
8. Smil V. Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins/V. Smil//Enzyme Microb. Technol. — 2002. — V. 30. — P. 305–311.
9. House cricket small-scale farming/A. Collavo, R.H. Glew, Y.S. Huang et al.//See Ref. — 2005. — V. 115. — P. 519–544.
10. Nakagaki B.J. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock/B.J. Nakagaki, G.R. de Foliar/J. Econ. Entomol. — 1991. — V. 84. — P. 891–896.
11. *Insects as food and feed*/P.J. Anankware, K.O. Fening, E. Osekre, D. Obeng-Ofori//International J. of Agricultural Research and Review. — 2015. — V. 3. — № 1. — P. 143–151.
12. Hoornweg D. What a waste: a global review of solid waste management/D. Hoornweg, P. Bhada-Tata. — 2012. — World Bank: Washington, DC 20433, USA. — № 15. — 100 p.
13. *Potentiality of earthworms for waste management and in other uses: a review*/S. Sharma, K. Pradhan, S. Satya, P. Vasudevan//J. Am. Sci. — 2005. — V. 1. — № 1. — P. 4–16.
14. Ocio E. Housefly larvae meal grown on municipal organic waste as a source of protein in poultry diets/E. Ocio, R. Vinaras, J.M. Rey//Anim. Feed Sci. Technol. — 1979. — V. 4. — P. 227–231.
15. *Despins J.L. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the Darkling beetle, *Alphitobius diaperinus**/J.L. Despins, R.C. Axtell//Poult. Sci. — 1995. — V. 74. — P. 331–336.
16. *Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure*/H.M. Myers, J.K. Tomberlin, B.D. Lambert, D. Kattes//Environ. Entomol. — 2008. — V. 37. — P. 11–15.
17. *Mlcek J. Biologically active substances of edible insects and their use in agriculture, veterinary and human medicine — a review*/J. Mlcek, M. Borkovcova, M. Bednarova//J. of Central European Agriculture. — 2014. — V. 15. — № 4. — P. 225–237.
18. *Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks*/K.C. Klasing, P. Thacker, M.A. Lopez, C.C. Calvert//J. of Zoo and Wildlife Medicine. — 2000. — V. 31. — P. 512–517.
19. *Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens*/J. Hwangbo, E.C. Hong, A. Jang et al.//J. of Environmental Biology. — 2009. — V. 30. — P. 609–614.
20. *State of the art on use of insects as animal feed*/H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, P. Ankers//Anim. Feed Sci. — 2014. — V. 197. — P. 1–33.
21. **Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine*/G.L. Newton, C.V. Booram, R.W. Barker et al.//J. Anim. Sci. — 1977. — V. 44. — P. 395–400.
22. *Viroje W. Effects of fly larval meal grown on pig manure as a source of protein in early weaned pig diets*/W. Viroje, S. Malin//Thurakit Ahan Sat. — 1989. — V. 6. — P. 25–31.
23. *Veldkamp T. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets*/T. Veldkamp, G. Bosch//Published March. — 2015. — V. 5. — № 2. — P. 45–50.
24. *Vilcinskas A. Anti-infective therapeutics from the lepidopteran model host *Galleria mellonella**/A. Vilcinskas//Current Pharmaceutical Design. — 2011. — V. 17. — P. 1240–1245.

Надійшла 10.03.2017.