



Сумський
Національний
Аграрний
Університет

ВІСНИК

Сумського національного
аграрного університету

СЕРІЯ:
ТВАРИННИЦТВО



Видається з 1996 року

Засновник і видавець –
Сумський національний аграрний
університет

Реєстраційне свідоцтво
КВ № 23690-13530 Р від 21.11.2018

ВІСНИК СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
Виходить 4 рази на рік

Серія «Тваринництво»
Випуск 1 (56), 2024

ЗМІСТ

<i>Редакційна колегія серії</i>	
Ладика В. І. , д.с.-г.н., професор, академік НААН України, редактор, СНАУ (Україна)	Khmelnychy L. M., Borshchenko V. V., Karpenko B. M., Suprun I. O. The first-calf cows of dairy breeds estimation by udder measurements and their use in index breeding of udder linear traits..... 3
Хмельничий Л. М. , д.с.-г.н., професор, заступник редактора, СНАУ (Україна)	Бірта Г. О., Бургу Ю. Г., Котова З. Я., Лешко Н. В. Вплив генотипу і передзабійної маси на хімічний склад м'яса свиней..... 11
Полупан Ю. П. , д.с.-г.н., професор, чл.-кор. НААН України, Інститут розведення і генетики тварин ім. М. В. Зубця НААН України (Україна)	Вечорка В. В., Козир В. С., Шпетний М. Б., Мироненко О. І., Кузьменко Л. М., Панасова Т. Г., Желізняк І. М. Ефективність використання рідких заміників молока в годівлі підсисних поросят..... 16
Бордунова О. Г. , д.с.-г.н., професор, СНАУ (Україна)	Волошинов В. В., Повод М. Г., Михалко О. Г., Усенко С. О., Шаферівський Б. С., Шостя Г. М., Шпірна І. Г. Продуктивні якості та ефективність відгодівлі гібридних свиней данського та канадського походження в умовах промислової технології..... 25
Повод М. Г. , д.с.-г.н., професор, СНАУ (Україна)	Вощенко І. Б., Повод М. Г. Ефективність різних методів розведення свиней материнських та батьківських ліній в умовах індустріального підприємства..... 33
Павленко Ю. М. , к.с.-г.н., доцент, СНАУ (Україна)	Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Ветеринарно-санітарна оцінка меду та інших продуктів бджільництва за показниками якості і безпечності..... 48
Вечорка В. В. , д.с.-г.н., професор, СНАУ (Україна)	Ладика В. І., Тимченко О. Л., Кисельов О. Б., Опара В. О., Михалко О. Г. Особливості росту та відгодівельні якості бичків різних генотипів, вирощених за інтенсивною технологією..... 59
Тіщенко В. І. , к.с.-г.н., доцент, СНАУ (Україна)	Павленко Ю. М., Компанець І. О. Залежність ознак продуктивного довголіття молочної худоби від спадкового впливу бугаїв-плідників..... 69
Луговий С. І. , д.с.-г.н., професор, МНАУ (Україна)	Почукалін А. Є., Прийма С. В. Активність племінної частини молочних порід України у часовій динаміці..... 78
Крамаренко С. С. , д.б.н., професор, МНАУ (Україна)	Разанов О. С., Капріца В. О., Тесля Д. М. Особливості накопичення свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя та перги..... 86
Лихач В. Я. , д.с.-г.н., професор, НУБіП (Україна)	
Лихач А. В. , д.с.-г.н., професор, НУБіП (Україна)	
Черненко О. М. , д.с.-г.н., професор, ДДАЕУ (Україна)	
Повозніков М. Г. , д.с.-г.н., професор, НУБіП (Україна)	
Кайсин Л. Г. , д.с.-г.н., професор, Державний аграрний університет Молдови (Республіка Молдова)	
Бабич М. Г. , д.с.-г.н., професор, Університет наук про життя в Любліні (Республіка Польща)	



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво» внесений до переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва») на підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 1188 від 24.09.2020 (додаток 5).	Разанова О. П., Безносюк А. М. Перспективи використання у годівлі свиней борошна з личинок комах чорна львинка.....	91
	Самохіна Є. А. Дослідження впливу генотипових чинників на якісні характеристики молока.....	100
	Сарнавська І. В. Вплив цинку на якість спермопродукції кнурів-плідників за дії теплового стресу.....	105
	Тіщенко О. С., Михалко О. Г., Мироненко О. І., Кузьменко Л. М., Панасова Т. Г., Желізняк І. М., Плечко О. С. Ріст, збереженість та ефективність відгодівлі свиней за незмінної та змінної систем годівлі в підсисний період, на дорощуванні та відгодівлі.....	111
	Чернявська Т. О. Порівняння якісних показників молока корів української чорно-рябої молочної породи різного походження.....	122
Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету» індексується в міжнародній наукометричній базі Index Copernicus.		

Матеріали журналу перебувають
у вільному доступі на сайті
<https://snaubulletin.com.ua/index.php/ls>

Усі статті проходять процедуру
таємного рецензування. До
публікації в журналі не допускаються
матеріали, якщо є досить підстав
вважати, що вони є плагіатом.
Відповідальність за точність
наведених даних і цитат
покладається на авторів.
Матеріали друкуються українською
та англійською мовами.
У разі цитування посилання на
«Вісник Сумського національного
аграрного університету» обов'язкове.

Друкується згідно з рішенням
вченої ради
Сумського національного
аграрного університету
(протокол № 9 від 29.01.2024)

Видавництво і друкарня –
Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса,
вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +38 (048) 709 38 69,
+38 (095) 934-48-28,
+38 (097) 723-06-08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 7623 від 22.06.2022

Тираж 300 пр.
Зам. № 0324/198

© Сумський національний
аграрний університет, 2024

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ У ГОДІВЛІ СВИНЕЙ БОРОШНА З ЛИЧИНОК КОМАХИ ЧОРНА ЛЬВИНКА

Разанова Олена Петрівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна
ORCID: 0000-0001-5552-9356
olenaop0205@ukr.net

Безносьук Анатолій Миколайович

аспірант
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна
ORCID: 0009-0003-8010-5813
anatoliibeznosniukvin@gmail.com

У статті узагальнено відомості зарубіжних і вітчизняних досліджень з використання борошна з комах як інгредієнт у раціоні кормів для вирощування тварин і птиці, відзначаючи його харчову цінність та перспективи використання. Білковий концентрат, отриманий із різних комах, таких як чорна львинка, борошняні черв'яки, підмор бджіл та інші, виготовляється у вигляді борошна. Склад поживних речовин у такому борошні різниться в залежності від виду комах, субстрату, на якому їх вирощують, та методів виробництва. Личинка мухи володіє унікальною здатністю до поглинання різних біологічних відходів, таких як органічні залишки та продукти переробки. Ця характеристика робить процес вирощування мухи екологічно чистою альтернативою, при цьому значно зменшуючи викиди парникових газів та аміаку. Метою дослідження було проведення аналізу існуючих досліджень та перспективи використання білкового корму з комах у свинарстві. Борошно з комах є джерелом білка, амінокислот (лізину, метіоніну) і мінералів (кальцію, фосфору, цинку), маючи високу засвоюваність, що робить його цінним компонентом кормів для тваринництва. Використання цього борошна в раціоні тварин і птиці позитивно впливає на мікробіоту кишківника і покращує біохімічні показники крові тварин, сприяє покращенню продуктивності росту та якості м'яса, а також зниженню собівартості виробництва та впливу промисловості на навколишнє середовище. Борошно з личинок мухи чорна львинка багате на незамінні амінокислоти (16,08%), зокрема, на лейцин (3,53%), валін (3,41%) та лізин (3,37%). Олія з личинок *Hermetia illucens* містить лауринову, лінолеву, пальмітинову, олеїнову і міристинову кислоти. Борошно і жир із комах чорна львинка є перспективною альтернативою для часткової заміни традиційних високобілкових інгредієнтів у раціонах свиней без негативного впливу на темпи росту, якість свинини та здоров'я тварин. Згодовування поросяттам борошна з комах чорна львина змінює імунний статус і морфологію кишківника, підвищує засвоюваність білків і перетравність сухої речовини, збільшує середньодобові прирости тварин та має економічну ефективність виробництва продукції на одиницю приросту, а також покращує показники забою і якість свинини.

Ключові слова: комах, годівля, свині, птиця, тварини, інтенсивність росту, білок, жир, поживність, якість, продуктивність

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.11>

Вступ. Тваринництво вносить значний внесок в економіку країни, що є важливою підтримкою для багатьох людей, особливо в сільських районах. Цей сектор відіграє ключову роль у забезпеченні засобів до існування, зокрема шляхом надання людям доступу до необхідних продуктів. Споживання продуктів тваринництва, таких як м'ясо та яйця, є невід'ємною частиною їхнього раціону і визначається як важливий спосіб забезпечення організму тваринним білком.

В Україні за період з 2022 до 2023 року спостерігалось зростання споживання м'ясних продуктів, зокрема свинини, яловичини та м'яса птиці на душу населення, з 54,1 кг у 2022 році до 54,7 кг у 2023 році. Проте, варто відзначити, що споживання свинини скоротилося з 20,3 кг у 2022 році до 19,8 кг у 2023 році. Прогнозується, що до 2050 року в Україні спостерігатиметься ще більше зростання споживання продуктів тваринництва, на 60-70%. Цей зростаючий попит буде вимагати

значних ресурсів, особливо у кормах, через обмежену доступність природних ресурсів, постійні кліматичні зміни та конкуренцію з енергетичними та харчовими секторами (Makkar et al., 2014). Вартість традиційних кормових білкових ресурсів, таких як соєве та рибне борошно, надто висока, і прогнозується, що буде зростати, тому існує ймовірність обмеження можливостей збільшення сільськогосподарських угідь, а також зменшення світових рибних ресурсів. Це може вплинути на стратегії виробництва та споживання продуктів тваринництва, вимагаючи від галузі пошуку більш стійких і ефективних рішень у використанні ресурсів. У цьому контексті вирощування комах може стати частиною вирішення проблеми.

Забезпечення збалансованої годівлі є ключовим для ефективного росту, розвитку та високої продуктивності тварин і птиці. Для досягнення цих цілей необхідно, щоб складові корму вирізнялися високим вмістом білка, оптимальним амінокислотним профілем, легкою засвоюва-

ністю та привабливими смаковими характеристиками. Використання комах як джерела високоякісного білка та жиру з унікальними властивостями у годівлі сільськогосподарських тварин є перспективним напрямком, який може призвести до численних позитивних результатів у сільському господарстві та екології. Це зменшить залежність від імпортованих білкових джерел для виробництва кормів, що економічно вигідно і забезпечуватиме стабільність виробництва.

Дані Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН вказують на те, що головною метою тваринництва є забезпечення уникнення надмірного тиску на екосистеми, біорізноманіття, земельні та лісові ресурси, а також забезпечення високої якості води. Українські виробники продукції тваринництва приділяють особливу увагу цьому підходу, фокусуючись на зменшенні впливу галузі на навколишнє середовище. Вони вдосконалюють використання ресурсів та ефективно керують викидами, сприяючи збереженню клімату. Значну роль у впливі тваринництва на навколишнє середовище відіграє забезпечення джерел кормового протеїну для тварин. З огляду на зростання попиту на білки тваринного походження, проблема нерівноваги між пропозицією та попитом на кормовий білок продовжує збільшуватися. Це підкреслює необхідність пошуку сталіших та більш екологічно ефективних рішень у виробництві та використанні ресурсів.

Ще багато сільськогосподарських підприємств з обмеженою бюджету стикаються з необхідністю утримуватися від використання високоартисних кормів, таких як рибне та кров'яне борошно, різні шроти і макуха. Використання таких кормів, з низьким вмістом білка, спричиняє незбалансованість раціону тварин, що, в свою чергу, може вести до фінансових втрат для підприємств. Для вирішення цієї проблеми важливим є пошук альтернативних джерел білка. Це може включати дослідження та впровадження нових технологій для виробництва доступних та ефективних кормових добавок з мінімальними витратами. Такий підхід не тільки допоможе забезпечити більш збалансований раціон для тварин, але й дозволить сільськогосподарським підприємствам зменшити фінансові витрати на корми, зберігаючи при цьому ефективність виробництва.

На сьогодні серед доступних джерел рослинного білка для тварин і птиці використовують соєвий, соняшниковий та ріпаковий шроти і макуха, бобові та різні зернові субпродукти. Проте, амінокислотний склад рослинних білків поступається білкам тваринного походження. Рибне борошно через надмірний вилів риби стало дуже обмеженим ресурсом, що позначилося на зростанні ціни на даний білковий корм. Комбікормова промисловість потребує нових джерел високозасвоєного протеїну з бажаним амінокислотним складом, щоб замінити інші білкові джерела тваринного походження, особливо рибне борошно.

Розведення комах виявляє значний потенціал у виробництві білкових кормів, і промисловість, яка базується на використанні комах, стрімко розширюється в багатьох країнах світу. Хоча науковцями про-

водилися деякі дослідження з використання комах, їх личинок як компонентів у раціонах тварин, проте, але ця сфера є ще на стадії розвитку, тому потрібно проводити більше досліджень та впроваджень для ширшого застосування у тваринництві. Ряд дослідників висвітлюють важливі аспекти дослідження використання комах та їхніх личинок в якості альтернативних джерел білка та інших поживних речовин у кормах для тварин (Метлицька та ін., 2017). Отримані результати, зокрема про високий вміст сирого протеїну та ліпідів, свідчать про потенціал цих продуктів для використання у раціонах птиці, свиней, риб і жуйних тварин. Окрім того, важливо враховувати дефіцит метіоніну, лізину та кальцію у деяких кормах комах та їхнє вплив на ріст та продуктивність тварин. Доповнення раціону цими необхідними складовими може вирішити дефіцит білку та покращити якість кормів (Makkar et al., 2014; Józefiak et al., 2016; Tran et al., 2015).

На сьогоднішній день головною основою світового ринку комах є муха чорної львинки (*Hermetia illucens*) та борошністі черв'яки. Але для того, щоб комахи склали значну частину раціонів тварин, виробництво та переробка їх повинні проводитися у великих обсягах і бути доступними протягом усього року. Наразі розведення комах проводиться на обмежених площах, і існує потреба у створенні економічно ефективних та оптимізованих установок для масового вирощування комах. Це відповідно вимагає створення виробничих систем, які забезпечують постійне та ефективне виробництво комах на великій площі. Крім того, важливо визначити оптимальні субстрати для вирощування комах і забезпечити високу якість отриманих продуктів. Вирішення цих завдань дозволить використовувати комахи як ефективне джерело білка у кормах для тварин та покращити якість і доступність цього ресурсу (Gałęcki et al., 2021).

За даними учених личинки мухи чорна львинка залежно від стадії розвитку і субстрату містять корисні органічні сполуки, які мають комерційну та промислову цінність: 35-45% білка, 25-40% жиру, 34,8% ліпідів, 7,0% сирого клітковини, 7,9% вологи, 14,6% золи, 5,0% кальцію, 1,5% фосфору, 5-9% хітину (Alvarez, 2012; Diener et al., 2009; Tschirner and Simon, 2015 Liu та ін., 2017). Значення засвоєності амінокислот білка комах вражає високими показниками – 91–95%. Амінокислотний склад білка личинки характеризується широким спектром амінокислот і відносно високим вмістом лізину. Важливо відзначити, що засвоєний лізин у борошні з личинок чорна львинка прирівнюється до соєвого, кров'яного та рибного борошна (Crosbie et al., 2020).

Значний інтерес представляє меланін комах, який є потужним природним антиоксидантом (Wang et al., 2011). Наявність меланіну в кормах сприяє їх тривалому збереженню, частково функціонує як ентеросорбент, нормалізує склад кишкової мікрофлори, ефективно виводить токсини з харчового тракту (Meredith P. and Sarna, 2006). Разанова та Чудак (2018) у годівлі м'ясних перепелів використовували борошно підмору бджіл, який містить меланін-хітозановий комплекс. Застосування добавки з комах прискорює ріст і розвиток птиці,

підвищує їх збереженість, забезпечивши організм найважливішими харчовими елементами, оскільки личинки мухи містять повноцінні білки та збалансоване співвідношення мінеральних речовин (van Huis et al., 2013).

Личинки комах представляють собою відмінне джерело енергії в порівнянні із злаками і бобовими культурами. Крім того, до складу комах входять ліпіди, які мають вигідний профіль жирних кислот (Siemianowska et al., 2013). Додатково до високої харчової цінності відноситься також й те, що вони володіють важливими характеристиками, такими як антиоксиданти та імуномодулятори, що робить їх потенційним сировинним матеріалом для створення нових лікарських засобів.

Знищення відходів за допомогою личинок мухи чорна львинка представляє унікальний метод утилізації, оскільки дозволяє уникнути обов'язкового механічного подрібнення органічних залишків. Личинки мухи ефективно подрібнюють органічні відходи в процесі свого харчування та перетравлення. Після переробки личинками мухи відходів вони перетворюються на високоцінне та екологічно чисте добриво для рослин (зоогумус). Такий підхід сприяє ефективному використанню ресурсів та покращує екологічні характеристики утилізації органічних відходів. Для того, щоб забезпечити економічно ефективне виробництво білка з комах потрібно, щоб її цикл розмноження був коротким. Муха чорна львинка здатна впродовж року розвиватися у чистій культурі у замкнутому просторі штучних умов і це дозволяє використовувати її у біотехнологічних цілях. Можливість утримання деяких видів комах у культурі у штучних умовах визначається як важливий чинник. Такий підхід відкриває широкі перспективи для використання комах як нових промислових продуцентів. Утримання комах у контрольованих умовах дозволяє отримувати детальну інформацію про їхню фізіологію, біохімію та генетичні характеристики, що важливо для подальших досліджень та виробництва. Крім того, цей підхід дозволяє контролювати процеси біоконверсії субстратів, на яких розвиваються комахи. Це важливо для ефективного використання їх біомаси у виробництві кормів, ветеринарії та фармакології. Спеціально утримувані культури комах також дозволяють експериментувати з оптимізацією умов утримання для отримання максимального виходу цінних продуктів з біомаси комах (Tran et al., 2015).

Українські вчені розробили схему для підприємства з переробки відходів, яка включає чотири ключові етапи: отримання личинок першого віку: на цьому етапі проводиться вирощування та отримання личинок першого віку, які є ключовим елементом для ефективної переробки відходів; підготовка відходів: відходи піддаються попередній обробці та підготовці для оптимального використання личинками наступного етапу; переробка відходів личинками: на цьому етапі відбувається активний процес переробки відходів за допомогою личинок, які ефективно розкладають матеріали та знижують їх об'єм; отримання гумусу та личинок: завершальний етап передбачає отримання якісного гумусу та додаткового вирощування личинок для подальшого використання чи продажу. Ця схема не лише спрощує процес переробки

відходів, але й сприяє виробництву корисних продуктів, таких як гумус, та підтримує екологічно сталий підхід до управління відходами (Молчанова та ін., 2021). За результатами досліджень продемонстрована важливість врахування впливу типу поживного середовища на темпи розвитку личинок (Пахуча, 2023). Здійснені дослідження щодо впливу температури на біологічні показники мухи чорна львинка свідчать про можливість вирощування *H. illucens* в штучних умовах на території України за умови врахування оптимальних параметрів для даного виду (Маркіна та ін., 2021). Автори наголошують, що температуру потрібно використовувати як ключовий фактор для оптимізації біоматеріалу. Встановлено, що існує взаємозв'язок між температурою утримання та масою личинок та лялечок і за низьких температур спостерігається значне зменшення їхньої маси. Підтримання температури від +7 °C позитивно впливає на швидкість переходу передлялечки на наступну стадію розвитку та загальну життєздатність комах.

Результати досліджень свідчать, що найкращі показники життєздатності, харчової активності та приросту біомаси личинок чорна львинка спостерігалися у випадку, коли вигодовування личинок здійснювалося за участю органічних відходів рослинного походження (залишки овочів). Також варіант з вигодовуванням на відходах тваринного походження (залишки їжі) відзначився високими показниками приросту біомаси личинок. Важливою перевагою цього методу біодеструкції є швидкий приріст біомаси личинок чорної львинки, який залежить від типу харчового субстрату (Демчинська та Демчинська, 2022).

Бачинська (2023) рекомендує розробити відповідні стандарти і правила для виробництва та використання комах у складі кормів для тварин. Ці стандарти мають охоплювати вимоги до безпеки харчових продуктів, систему контролю якості, правила маркування та сертифікації продуктів, отриманих із комах. Lalander et al. (2013) наголошують на важливості обробки біомаси личинок перед їхнім використанням у виробництві кормів для тварин, що зменшить вологу в біомасі личинок і сприятиме кращому зберіганню та підвищуватиме безпечність виробленого корму для тварин. Diener et al. (2015) рекомендують для забезпечення безпечності продукту та здоров'я тварин проводити моніторинг концентрації важких металів у личинках комах, що буде використовуватися у виробництві білкового борошна, та обмежувати використання деяких відходів для годівлі личинок з надмірним вмістом шкідливих речовин.

Метою дослідження було проведення аналізу існуючих досліджень та перспективи використання білкового корму з комах у свинарстві.

Методи досліджень. Монографічний – для узагальнення літературних даних зарубіжних і вітчизняних авторів щодо забезпеченості сільськогосподарських тварин білковими кормами; порівняльні – для проведення порівняльної оцінки ефективності; абстрактно-логічний – для формування висновків щодо використання білкового корму з комах у тваринництві.

Результати. Борошно з комах є багатим джерелом протеїну, амінокислот (лізину, метіоніну) і мінералів

(кальцію, фосфору, цинку) з високою засвоюваністю, що робить його цінним кормовим інгредієнтом для птахівництва (табл. 1). Крім того, використання борошна з комах у кормах для тварин і птиці має потенціал для покращення продуктивності росту та якості м'яса птиці і може знизити собівартість виробництва та вплив промисловості на навколишнє середовище.

Борошно з личинок мухи чорна львинка багате на незамінні амінокислоти (16,08%) (табл. 2). Найбільша кількість із незамінних амінокислот припадає на лейцин (3,53%), валін (3,41%) та лізин (3,37%).

Значну популярність одержала муха чорна львинка (*Hermetia illucens* L.) за рахунок високоефективної біоконверсії різних твердих органічних відходів, стічних вод та відходів від переробки риби та м'яса, фруктів, овочів, кухонних відходів (Sheppard et al., 2002; Fusco et al., 2021; Баркар В.П., Трібунцова, 2022), а також високої поживності личинок з можливістю переробки їх на борошно та жир та використання зазначених продуктів переробки у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці та аквакультури (Kroesckel et al., 2012; Stamer et al., 2014). Личинка мухи відрізняється здатністю до поглинання будь-яких біологічних відходів, таких як органічні залишки та продукти переробки, що робить процес екологічно чистою альтернативою, виробляючи при цьому набагато менше парникових газів та аміаку (Fitriana et al., 2022). У результаті в організмі личинки накопичується комплекс органічних речовин, вміст яких залежить від раціону годівлі.

Spranghers et al. (2016, 2017) проводили дослідження на відлучених поросятах віком 21 день з живою масою 6,18 кг за згодовування раціонів із заміною соєвого шроту борошном личинок чорної львинки (4 і 8%) і знежиреної добавки (5,4%). Ними не виявлено суттєвих відмінностей за середньодобовим приростом, споживанням кормів та засвоюваністю білків. Засвоюваність білків у поросят, яким згодовували 4 % борошна з комах, вища на 5,2 п.п. Також Nekrasov et al. (2018) вивчався вплив добавок з борошна личинок *Hermetia illucens* в раціонах кормів для відгодовування дорослих свиней. Зокрема, вивчався вплив малих дозувань (0,3%, 0,9%) борошна з личинок комах на ріст і розвиток помісних свиней. Результати дослідження показали збільшення середньодобового приросту тварин на 8,2 і 9,1%. Важливо відзначити, що результати дослідження Choi et al. (2019) свідчать про те, що включення 1%, 2% і 3% шроту *H. Illucens* на заміну соєвого шроту у раціонах свиней покращує середньодобовий приріст і перетравність сухої речовини та має економічну ефективність виробництва продукції на одиницю приросту.

Driemeyer H. (2016) стверджує, що відгодівля чистопорідних поросят порід велика біла і ландрас у віці від 10 до 28 днів раціоном, що містить у своєму складі 3,5% від загальної маси борошна з личинок чорної львинки, вирощених на кухонних відходах, є безпечним джерелом білка, яке можна використовувати для часткової заміни інших традиційних джерел у здатності підтримувати

Таблиця 1

Поживна цінність різних комах

Вид комах	Протеїн, %	Жир, %	Кальцій, %	Фосфор, %
Личинка мухи чорна львинка	41,1–43,6	15,0–34,8	1,21–4,39	0,74–0,95
Личинка кімнатної мухи	42,3–60,4	9,0–26,0	0,49	1,09
Личинка борошнистого жука	47,2–60,3	31,1–43,1	0,04	0,7
Дошовий черв'як	41,42–65,68	2,25–18,5	0,04–6,3	0,15–2,75
Підмор бджіл	53,1	15,3	0,004	0,09

Джерело: сформовано за даними Makkar et al. (2011) and EFSA (2015), Belhadji Slimen I., et al. (2023), Razanova O.P. and Chudak (2018)

Таблиця 2

Амінокислотний склад борошна з личинок мухи чорна львинка *Hermetia illucens* L., вирощеної на свинячому гною

Замінні амінокислоти		Незамінні амінокислоти	
назва	%	назва	%
Аспарагінова кислота	4,56	Валін	3,41
Серин	0,12	Лейцин	3,53
Глутамінова кислота	3,81	Ізолейцин	1,96
Пролін	3,26	Лізин	3,37
Гліцин	2,88	Метіонін	0,86
Аланін	3,69	Треонін	0,55
Цистин	0,06	Триптофан	0,2
Тирозин	2,51	Фенілаланін	2,2
Гістидин	1,91		
Аргінін	2,24		
Всього	25,04		16,08

Джерело: сформовано за даними Newton et al., 1977

продуктивність поросят без побічних ефектів. Заміна рибного борошна (6 і 10%) на таку ж кількість борошна з личинок чорної львинки у раціоні відгодівельних свиней в період від 4 до 8 тижнів не мала істотного впливу на приріст живої маси та ефективність перетравності кормів (Wanasithchaiwat and Saesakul, 1989). Під час відгодівлі гібридних помісних свиней (велика біла і ландрас) масою 18,25 кг раціонами, в яких рибне борошно на 25, 50, 75 і 100% замінювали відповідною кількістю борошном з личинок *Hermetia illucens*, виявлено, що середньодобове споживання і коефіцієнт конверсії кормів, приріст живої маси не залежали від заміни рибного борошна (Chia et al., 2019). Заміна 20% соєвого шроту відповідною кількістю борошна з комах у раціоні свиней сприяла кращій засвоюваності сухої речовини, азоту, кальцію та фосфору (Newton et al., 1977).

Корейськими дослідниками (Choi et al., 2019) вивчався вплив малих доз (1, 2 і 3%) добавок борошна з личинок *Hermetia illucens* у раціоні тригібридних поросят (ландрас × йоркшир × дюроч) масою 6,51 кг протягом 28 днів. Ними виявлено, що зі збільшенням вмісту борошна з личинок комах лінійно збільшувався середньодобовий приріст живої маси поросят. На кінець досліду добавка 3% борошна з личинок чорної львинки сприяє збільшенню маси поросят на 4%. Attivi et al. (2022) стверджують, що рибне борошно можна замінити борошном з личинок до 100% у раціоні несучок для покращення маси тіла та яєчної продуктивності. Заміна рибного борошна борошном у курчат яєчного типу підвищила живу вагу, швидкість несучості, масу яєць і коефіцієнт конверсії корму вміст трийодтироніну, загального білку, загальний холестерин. Дослідження Crosbie et al. (2021) вказують на те, що заміна до 50% білка борошном з личинок чорна львинка протягом 42 днів може бути так само ефективною, як і додавання стимулятора росту антибіотиків.

Олія з личинок *Hermetia illucens* містить лауринову, лінолеву, пальмітинову, олеїнову і міристинову кислоти. Nekrasov et al. (2022) повідомляють, що личинки комах *Hermetia illucens* містять велику кількість білка і жиру, який багатий лауриноювою кислотою. Отримані дані вказують на можливість використання жиру комах у годівлі дійних корів, поліпшуючи їх здоров'я та продуктивність. Про вміст лауринової кислоти з антимікробною дією у борошні з комах підтверджує Finke (2013), особливо проти грамозитивних бактерій. Комахи та личинки комах також містять хітин, харчовий полісахарид, який може функціонувати як пребіотик та імуностимулятор (Song et al., 2014). Уведення до раціону 21-денних поросят масою 6,9 кг у дозуванні 2, 4 і 6% олії з личинок комах замість кукурудзяного борошна впродовж 40 днів стимулювало тварин до інтенсивнішого росту і інтенсивність залежала від збільшення вмісту ліпідної фракції у складі кормів. Не виявлено змін у біохімічних показниках крові, за виключенням холестерину, вміст якого лінійно збільшувався кількості введеного жиру до раціону (van Neugten et al., 2019). У поросят включення в раціон личинок чорна львинка підвищувало концентрацію ліпопротеїнів високої щільності в сироватці крові

поросят (Kawasaki et al., 2023), що свідчить про вплив личинок на ліпідний обмін.

Håkenåsen et al. (2021) досліджували вплив борошна личинок чорної львинки у раціонах свиней після відлучення вагою 10,6 кг на продуктивність росту, засвоюваність поживних речовин, морфологію кишківника. Свиней годували протягом чотирьох тижнів і виявили, що борошно личинки містить хітин, середньоланцюгові жирні кислоти та антимікробні пептиди, які покращують роботу шлунково-кишкового тракту та здоров'я поросят після відлучення. У дослідженнях Yu et al., 2020 показано, що згодовування протягом 14 днів 2% борошна з личинок *H. illucens* за часткової заміни рибного борошна змінило метаболізм в організмі, імунний статус і морфологію кишківника відлучених поросят. Це відповідно позначилося на лінійному збільшенні відносної маси печінки, підшлункової залози та тонкої кишки тварин. Введення до раціону помісних свиноматок (дюроч × ландрас × велика біла) з початковою масою 76,0 кг борошна з личинок комах у кількості 4% сприяло збільшенню кінцевої маси тварин і зменшенню кількості на одиницю приросту, а також поліпшенню мармуровості м'яса (Yu et al., 2019).

Результати Xiong et al. (2014) свідчать, що застосування добавок з антимікробними пептидами протягом 32-денного періоду сприяє позитивному впливу на продуктивність росту, зменшує частоту діареї та підвищує рівень виживання відлучених поросят. Комплекси антимікробних пептидів комах мають переваги перед окремими пептидами та антибіотиками з малими молекулами (Chernysh et al., 2015).

Мікробіологічний аналіз показує, що наявність 2% борошна з личинок комах у складі раціонів збільшує кількість мікроорганізмів, таких як *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*, у кишківнику поросят. В той же час, спостерігається зменшення кількості кишкових паличок (*Escherichia coli*). У сліпій кишці поросят також виявляється підвищення кількості мікроорганізмів *Firmicutes*, *Ruminococcus*, *Clostridium cluster IV* і *Prevotella* із зростанням дози сухої біомаси личинок комах (Yu et al., 2020). Yu et al. (2019) вказують про вплив уведення борошна з личинок *H. illucens* на мікробіоту шлунково-кишкового тракту відлучених поросят у товстій кишці, у клубовій кишці спостерігається збільшення популяції *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*.

Altmann et al. (2019) стверджують, що додавання борошна з личинок мухи чорна львинка позитивно впливає на якість м'яса свинини, збільшуючи вміст поліненасичених жирних кислот та зменшуючи насичені жири і мононенасичені жирні кислоти, а також поліпшуючи загальний запах і соковитість. При цьому не виявлено негативного впливу на забійний вихід. Chia et al. (2021) використовували борошно личинок мухи *H. illucens* як альтернативу рибному борошну, що покращило живу масу та вагу туші, а також збільшило вміст жиру в поперекових м'язах. Дослідження Yu et al. (2019) також вказують на підвищенні концентрації макроелементів, таких як K і P, та мікроелементів (Fe або Zn) у тканинах відгодівельних свиней. Введення до раціону помісних свинома-

ток (дюрок × ландрас × велика біла) з початковою масою 76,0 кг борошна з личинок комах у кількості 4% сприяло збільшенню кінцевої маси тварин і зменшенню кількості на одиницю приросту, а також поліпшенню мармуровості м'яса (Yu et al., 2019).

Взагалі можна стверджувати, що відмінності у результатах між дослідженнями науковців пов'язані із використанням різних видів комах та їхніх життєвих стадій, різницею у поживній цінності продуктів із комах, рівнем

їх включення в раціон, застосовуваними технологіями обробки, впливом на смакові якості раціону, віком залучених тварин у дослідах (Veldkamp and Vernooij, 2021; Khan et al., 2018; Jin et al., 2016).

Висновки. Продукти із комах чорна львинка (борошно і жир) є перспективною альтернативою для часткової заміни традиційних високобілкових інгредієнтів у раціонах свиней без негативного впливу на темпи росту, якість свинини та здоров'я тварин.

Бібліографічні посилання:

1. Altmann, B.A., Neumann, C., Rothstein, S., Liebert, F., Mörlein, D. (2019). Do dietary soy alternatives lead to pork quality improvements or drawbacks? A look into micro-alga and insect protein in swine diets. *Meat Sci*, 153, 26–34. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.03.001.
2. Alvarez, L. (2012). The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climate. Electronic Theses and Dissertations, 402.
3. Attivi, K., Mlaga K.G., Agboka K., Tona K., Kouame Y.A.E., Lin H., Tona K. (2022). Effect of fish meal replacement by black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal on serum biochemical indices, thyroid hormone and zootechnical performance of laying chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 31 (3), 100275. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100275>
4. Bachynska, Ya. (2023). Perspektyvy promysloвого rozvedennia komakh yak dzherela bilka ta biolohichno aktyvnykh rehovyn [Prospects of industrial breeding of insects as a source of protein and biologically active substances]. *Materialy vseukrainskoi naukovoї konferentsii «Stan i bioriznomanittia ekosystem Shatskoho natsionalnogo pryrodnoho parku ta inshykh pryrodookhoronnykh terytorii», prysviachenoi 100-y richnytsi vid dnia narodzhennia Nadii Stepanivny Yalynskoi (m. Lviv – smt Shatsk, 7–10 veresnia 2023)*, 9-12. (in Ukrainian)
5. Barkar, V., Tribunsova, O. (2022). Vykorystannia vidkhodiv entomolohichnoho vyrobnytstva dlia vyroshchuvannia mukhy chorna lvyinka [The use of entomological production waste for the cultivation of the black lionfish fly]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12 (837), 48–53. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202212-07> (in Ukrainian)
6. Belhadj Slimen, I., Yerou, H., Ben Larbi, M., M'Hamdi N., Najar, T. (2023). Insects as an alternative protein source for poultry nutrition: a review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1200031. doi: 10.3389/fvets.2023.1200031
7. Chernysh, S., Gordya, N., Suborova, T. (2015). Insect antimicrobial peptide complexes prevent resistance development in bacteria. *PLoS One*, 5, 10 doi: 10.1371/journal.pone.0130788.
8. Chia S.Y., Tanga, C.M., Osuga, I.M., Alaru, A.O., Mwangi, D.M., Githinji, M., Dubois, T., Ekesi, S., van Loon, J.J.A., Dicke, M. (2021). Black soldier fly larval meal in feed enhances growth performance, carcass yield and meat quality of finishing pigs. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2, 1–16. doi: 10.3920/jiff2020.0072.
9. Chia, S.Y., Tanga, C.M., Osuga, I.M., Alaru, A.O., Mwangi, D.M., Githinji, M., Subramanian, S., Fiaboe, K.K.M., Ekesi, S., van Loon, J.J.A., Dicke, M. (2019). Effect of dietary replacement of fishmeal by insect meal on growth performance, blood profiles and economics of growing pigs in Kenya. *Animals*, 9, 705. doi: 10.3390/ani9100705.
10. Choi, Y., Yoon, S., Jeon, S., Lee, J., Oh, S., Lee, S., Kim, J. (2019). Effects of different levels of *Hermetia illucens* on growth performance and nutrient digestibility in weaning pigs. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20, 9, 255–261 <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.9.255>
11. Crosbie, M., Zhu, C., Karrow, N.A., Huber, L. (2021). The effects of partially replacing animal protein sources with full fat black soldier fly larvae meal (*Hermetia illucens*) in nursery diets on growth performance, gut morphology, and immune response of pigs. *Translational Animal Science*, 5, 1–11. DOI:10.1093/tas/txab057
12. Crosbie, M., Zhu, C., Shoveller, A.K., Huber, L.A. (2020). Standardized ileal digestible amino acids and net energy contents in full fat and defatted black soldier fly larvae meals (*Hermetia illucens*) fed to growing pigs. *Translational Animal Science*, 4, 1–10. doi: 10.1093/tas/txaa104
13. Demchynska, R.O., Demchynska, M.I. (2022). Komakhy yak instrument biodestruktsii ta ratsionalnoi utylizatsii orhanichnykh kharchovykh vidkhodiv [Insects as a tool of biodestruction and rational disposal of organic food waste]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: Biolohiia*, 53, 37–40. (in Ukrainian)
14. Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. *Waste Management & Research*, 27, 603–610. DOI: 10.1177/0734242X09103838
15. Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2015). Bioaccumulation of heavy metals in the black soldier fly, *Hermetia illucens* and effects on its life cycle. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4), 261–270.
16. Driemeyer, H. (2016). Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae as an alternative protein source in pig creep diets in relation to production, blood and manure microbiology parameters. Thesis for the degree of Master of Science. Stellenbosch: Stellenbosch University (Norway), 114
17. European Food Safety Authority Scientific Committee. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, 13 (10), 4257. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4257
18. Finke, M.D. (2013). Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*, 32(1), 27–36. DOI: 10.1002/zoo.21012
19. Fitriana, E.L., Laconi, E.B., Astuti, D.A., Jayanegara, A. (2022). Effects of various organic substrates on growth performance and nutrient composition of black soldier fly larvae: A meta-analysis. *Bioresource Technology Reports*, 18, 101061. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101061>

20. Fuso, A., Barbi, S., Macavei, L.I., Luparelli, A.V., Maistrello, L., Montorsi, M., Sforza, S., Caligiani, A. (2021). Effect of the Rearing Substrate on Total Protein and Amino Acid Composition in Black Soldier Fly. *Foods*, 10, 1773. <https://doi.org/10.3390/foods10081773>
21. Galecki, R., Zielonka, Ł., Zasepa, M., Gołebiewska, J., Bakula, T. (2021). Potential Utilization of Edible Insects as an Alternative Source of Protein in Animal Diets in Poland. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 675796. doi: 10.3389/fsufs.2021.675796
22. Håkenåsen, I.M., Grepperud, G.H., Hansen, J.Ø., Øverland, M., Ånestad, R.M., Mydland, L.T. (2021). Full-fat insect meal in pelleted diets for weaned piglets: Effects on growth performance, nutrient digestibility, gastrointestinal function, and microbiota. *Animal Feed Science and Technology*, 281, 115086. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115086>
23. Jin, X.H., Heo, P.S., Hong, J.S., Kim, N.J., Kim, Y.Y. (2016). Supplementation of dried mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on growth performance, nutrient digestibility and blood profiles in weaning pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29, 979. doi: 10.5713/ajas.15.0535
24. Józefiak, D., Józefiak, A., Kierończyk, B., Rawski, M., Świątkiewicz, S., Długosz, J., Engberg, R.M. (2016). Insects – a natural nutrient source for poultry – a review. *Annals of Animal Science*, 16 (2), 297–313. DOI:10.1515/aoas-2016-0010
25. Kawasaki, K., Zhao, J., Takao, N., Sato, M., Ban, T., Tamamaki, K., Kagami, M., Yano, K. (2023). Sustenance trial to analyze the effects of black soldier fly larvae meal on the reproductive efficiency of sows and the hematological properties of suckling and weaning piglets. *Animals*, 13, 3410. <https://doi.org/10.3390/ani13213410>
26. Khan, S., Khan, R. U., Alam, W., Sultan, A. (2018). Evaluating the nutritive profile of three insect meals and their effects to replace soya bean in broiler diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102, e662–e668. doi: 10.1111/jpn.12809
27. Kroeckel, S., Harjes, A.-G. E., Roth, I., Katz, H., Wuertz, S., Susenbeth, A., Schulz, C. (2012). When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute – Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 364-365:345–352. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.041>
28. Lalander, C., Diener, S., Magri, M. E., Zurbrugg, C., Lindström, A., Vinnerås, B. (2013). Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) – from a hygiene aspect. *Science of the Total Environment*, 458–460, 312–8. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.04.033.
29. Liu, X., Chen, X., Wang, H., Yang, O., Rehman, K., Li, W., Cai, M., Li, Q., Mazza, L., Zhang, J., Yu, Z., Zheng, L. (2017). Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. *PLoS One*, 12, 8, e0182601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182601>
30. Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuze, V., Ankers, P. (2014). State-of-the art on use of insects in animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
31. 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. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
32. Markina, T.Yu., Bachynska, Ya.O., Molchanova, O. D, Barkar, V.P. (2021). Vplyv temperatury utrymannia na biolohichni pokaznyky *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) za umov shtuchnoho kultyvuvannia [Influence of temperature on the biological parameters of *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) under artificial cultivation]. *Bioriznomanitia, ekolohiia ta eksperymentalna biolohiia*, 2, 87–93. <https://doi.org/10.34142/2708-5848.2021.23.2.07> (in Ukrainian)
33. Meredith, P., Sarna, T. (2006). The physical and chemical properties of eumelanin. *Pigment Cell Research*, 19, 572-594. doi: 10.1111/j.1600-0749.2006.00345.x
34. Metlytska, O.I., Melnychuk, S.D., Cpyrydonov, V.H. (2017). Komakhy – dzherelo pozhyvnykh i biolohichno aktyvnykh rechovyv [Insects are a source of nutrients and biologically active substances]. *Visnyk ahrarnoi nauky, cherven*, 29-35. (in Ukrainian)
35. Molchanova, E., Markina, T., Barkar, V., Tribuntsova, E. (2021). Pererobka vidkhodiv roslynnoho pokhodzhennia lychnyamy mukhy chorna lvyvka (*Hermetia illucens* L.) [Processing of plant waste by larvae of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.)]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 3, 66–74. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111) (in Ukrainian)
36. Nekrasov, R., Zelenchenkova, A., Chabaev, M., Ivanov, G., Antonov, A., Pastukhova, N. (2018). Dried Blacksol-dier fly larvae as a dietary supplement to the diet of growing pigs. *Journal of Animal Science*, 96, 3, 314. DOI: 10.1093/jas/sky404.691
37. Nekrasov, R.V., Ivanov, G.A., Chabaev, M.G., Zelenchenkova, A.A., Bogolyubova, N.V., Nikanova, D.A., Sermyagin, A.A., Bibikov, S.O., Shapovalov, S.O. (2022). Effect of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) fat on health and productivity performance of dairy cows. *Animals*, 12, 2118. <https://doi.org/10.3390/ani12162118>
38. Newton, G.L., Booram, C.V., Barker, R.W., Hale, O.M. (1977). Dried *Hermetia Illucens* larvae meal as a supplement for swine. *Journal of Animal Science*, 44, 3, 395-400
39. Pakhucha, M.Ie. (2023). Osoblyvosti pozhyvnoho seredovyscha pry vyroshchuvanni *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) v shtuchnykh umovakh [Peculiarities of the nutrient medium during the cultivation of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) in artificial conditions]. *Kharkivskiy pryrodnychiy forum [Elektronne vydannia] : VI Mizhnar. konf. molydykh uchenykh, Kharkiv, 18–19 trav. 2023 r. / Kharkiv. nats. ped. un-t im. H. S. Skovorody [ta in. ; redkol.: Yu.D. Boichuk, I.A. Ionov, D.V. Leontiev ta in.]*. Kharkiv : KhNPU im. H.S. Skovorody, 366–369. (in Ukrainian)
40. Papadoyianis E.D. (2007). Insects offer a promising solution to the protein bottleneck. *Feed Technology Update*, 2 (6), 158.
41. Povod, M. H., Kondratiuk, V. M., Lykhach, V. Y., Mykhalko, O. H., Izhboldina, O. O., Povochnikov, M. H., Hutyi, B. V. (2022). Efektyvnist vykorystannia innovatsiynykh proteinovykh komponentiv v hodivli svynei [Efficiency of using innovative protein components in pig feeding]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu (Tvarynytstvo)*, 2 (49), 24-35. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.2.5> (in Ukrainian)

42. Razanova O.P., Chudak R.A. (2018). Efektyvnist vykorystannia u tvarynnystvi biolohichno aktyvnykh dobavok na osnovi pidmoru bdzhil [Effectiveness of using biologically active additives based on bee pollen in animal husbandry]: monohrafiia. Vinnytsia : RVV VNAU.
43. Razanova, O.P., Chudak, R.A. Efektyvnist vykorystannia u tvarynnystvi biolohichno aktyvnykh dobavok na osnovi pidmoru bdzhil [Effectiveness of using biologically active additives based on bee hives in animal husbandry]: monohrafiia. Vinnytsia : RVV VNAU (in Ukrainian)
44. Sheppard, D.C., Tomberlin, J.K., Joyce, J.A., Kiser, B.C., Sumner, S.M. (2002). Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in a colon Journal of Medical Entomology, 39(4), 695–8. DOI: 10.1603/0022-2585-39.4.695
45. Siemianowska, E., Kosewska, A., Aljewicz, M., Skibniewska, K. A., Polak-Juszczak, L., Jarocki, A., Jędras, M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural Sciences, 4 (6), 287–291 doi: 10.4236/as.2013.46041
46. Song, S.K. Beck, B.R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H.D., Ringø, E. (2014). Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. Fish & Shellfish Immunology, 40 (1), 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.06.016>
47. Spranghers, T., Ingels, K., Michiels, J., De Clercq, P., De Smet, S., Van der Borght, M., Spaepen, R., Verbinnen, B., Heylen, T., Eeckhout, M. (2016). Black soldier fly larvae as a novel feed source for monogastric farm animals. 2016 XXV International Congress of Entomology «Entomology without borders», Orlando, Florida, 22-29.
48. Spranghers, T., Michiels, J., Vrancx, J., Obyn, A., Eeckhout, M., De Clercq, P., De Smet, S. (2018). Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets. Animal Feed Science and Technology, 235, 33-42. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012.
49. Stamer, A., Wessels, S., Neidigk, R., Hoerstgen-Schwark, G. (2014). Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae-meal as an example for a new feed ingredients' class in aquaculture diets // Rahmann G., Aksoy U. (Eds.). Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13–15 Oct. Istanbul, Turkey, 1043–1046.
50. Tran, G., Gnaedinger, C., Melin, C. (2015). Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO // Last updated on October, 20. URL: <http://www.feedipedia.org/node/16388>.
51. Tschirner, M., Simon, A. (2015). Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. Journal of Insects as Food and Feed, 1, 3, 1–12. DOI:10.3920/JIFF2014.0008
52. van Heugten, E., Martinez, G., McComb, A., Koutsos, E. (2019). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil improves growth performance of nursery pigs. Journal of Animal Science, 97 (3), 118. doi: 10.1093/jas/skz258.244
53. van Huis, A., van Isterbeek, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. (2013). FAO Forestry Paper 171. Edible insects: future prospects for food and feed security. FAO, Rome, Italy.
54. Veldkamp, T., Vernooij, A.G. (2021). Use of insect products in pig diets. J Journal of Insects as Food and Feed, 7(5), 781-793. doi: 10.3920/JIFF2020.0091
55. Wanasithchaiwat V., Saesakul M. Effects of fly larval meal grown on pig manure as a source of pro-teiin in early weaned pig diets // Thurakit Ahan Sat. 1989. Vol. 6. P. 25-31.
56. Wang, J.-M., Ao, A.-H., Qiao, C.-S., Zhong, Y., Zhang, Y.-Y. (2011). The research progress of melanin. Advanced Materials Research, 204-210: 2057-2060. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.204-210.2057.
57. Xiong, X., Yang, H.S., Li, L., Wang, Y.F., Huang, R.L., Li, F.N., Wang, S.P., Qiu, W. (2014). Effects of antimicrobial peptides in nursery diets on growth performance of pigs reared on five different farms. Livestock Science, 167, 206–210. doi: 10.1016/j.livsci.2014.04.024.
58. Yu, M., Li, Z., Chen, W., Rong, T., Wang, G., Li, J., Ma, X. (2019). Use of *Hermetia illucens* larvae as a dietary protein source: effects on growth performance, carcass traits, and meat quality in finishing pigs. Meat Science, 158, 107837. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.05.008.
59. Yu, M., Li, Z., Chen, W., Rong, T., Wang, G., Ma, X. (2019). *Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs. Journal of Animal Science and Biotechnology, 10, 50. doi: 10.1186/s40104-019-0358-1
60. Yu, M., Li, Z., Chen, W., Rong, T., Wang, G., Rong, T., Liu, Z., Wang, F., Ma, X. (2020). *Hermetia illucens* larvae as a fishmeal replacement alters intestinal specific bacterial populations and immune homeostasis in weanling piglets. Journal of Animal Science, 98 (3), skz395. doi: 10.1093/jas/skz395
61. Yu, M., Li, Z., Chen, W., Rong, T., Wang, G., Wang, F., Ma, X. (2020). Evaluation of full-fat *Hermetia illucens* larvae meal as a fishmeal replacement for weanling piglets: effects on the growth performance, apparent nutrient digestibility, blood parameters and gut morphology. Animal Feed Science and Technology, 264, 114431. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114431.

Razanova O. P., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

Beznosyuk A. M., post graduate student, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

Prospects for use in pig feeding flour from black lion insect larvae

The article summarizes the information of foreign and domestic research on the use of insect flour as an ingredient in the diet of fodder for growing animals and poultry, noting its nutritional value and prospects for use. Protein concentrate obtained from various insects, such as black lionfish, mealworms, midge bees and others, is made in the form of flour. The composition of nutrients in such flour varies depending on the type of insect, the substrate on which they are grown, and the production methods. The fly larva has a unique ability to absorb various biological wastes, such as organic residues and processing products. This feature makes the fly farming process an environmentally friendly alternative, while

significantly reducing greenhouse gas and ammonia emissions. The purpose of the study was to analyze existing research and prospects for the use of protein feed from insects in pig farming. Insect meal is a source of protein, amino acids (lysine, methionine) and minerals (calcium, phosphorus, zinc), having high digestibility, which makes it a valuable component of feed for livestock. The use of this flour in the diet of animals and poultry has a positive effect on the intestinal microbiota and improves the biochemical parameters of the blood of animals, contributes to the improvement of growth productivity and meat quality, as well as to the reduction of production costs and the impact of industry on the environment. Black lionfly larvae meal is rich in essential amino acids (16.08%), in particular, leucine (3.53%), valine (3.41%) and lysine (3.37%). Oil from the larvae of *Hermetia illucens* contains lauric, linoleic, palmitic, oleic and myristic acids. Meal and fat from the black lionfish insect is a promising alternative for partial replacement of traditional high-protein ingredients in pig diets without negative effects on growth rates, pork quality and animal health. Feeding piglets meal from black lion insects changes the immune status and intestinal morphology, increases protein digestibility and digestibility of dry matter, increases average daily gains of animals and has economic efficiency of production per unit of gain, and also improves slaughter performance and pork quality.

Key words: insects, feeding, pigs, poultry, animals, growth intensity, protein, fat, nutrition, quality, productivity.