



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9806

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.59.087

Inclusion of vermiculture biomass grown on a substrate of accelerated fermentation into combined feeds for broiler chickens

I. S. Osipenko[✉], S. V. Merzlov

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 26.01.2023

Received in revised form

27.02.2023

Accepted 28.02.2023

Osipenko, I. S., & Merzlov, S. V. (2023). Inclusion of vermiculture biomass grown on a substrate of accelerated fermentation into combined feeds for broiler chickens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(98), 34–39. doi: 10.32718/nvlvet-a9806

Bila Tserkva National Agrarian
University 09117, 8/1 Soborna sq.,
Bila Tserkva, Ukraine.
Tel.: +38-096-084-93-85
E-mail: innaosipenko1987@gmail.com

As the population increases, the problem of meat production will grow. An alternative method of solving this problem is growing broiler chickens; however, with this technology, the question of protein content and available amino acids in poultry feed remains open. Vermiculture biomass can be an inexhaustible source of protein for broiler chickens feeding. Under the vivarium of the Bila Tserkva National Agrarian University, worms were grown on a substrate containing poultry droppings with litter fermented by an accelerated method with the participation of a destructor. Therefore, the work aims to establish the effect of such vermiculture biomass on productivity and protein metabolism in the body of broiler chickens. For this purpose, the broiler chickens of the research groups were fed with compound feed with a content of 1.5, 3.0, and 4.5 % of vermiculture biomass. Poultry compound feed from the control group did not contain worm biomass. At the end of the experiment, the bird's body weight was recorded, the absolute and average daily gains were determined, and the indicators of protein accounting in the liver of broiler chickens were determined. It has been established that the body weight of broiler chickens varies depending on the content of vermiculture biomass in compound feed. Using a low dose of worms in the feed did not make it possible to obtain a statistically significant increase in the body weight of broiler chickens. By adding 3.0 and 4.5 % vermiculture biomass to the compound feed, the body weight of broilers increases by 3.5 and 3.7 % compared to the index of birds that were not fed worms. It was found that the absolute and average daily growth of broiler chickens that consumed compound feed containing 3.0 and 4.5 % vermiculture biomass increased by a statistically significant amount. It has been proven that using vermiculture biomass affects the protein metabolism indicators in broiler chickens' livers. In the liver of broiler chickens, which were fed with compound feed with a content of 3.0 and 4.5 % of vermiculture biomass, a tendency to an increase in the total protein content and a statistically significant increase in the activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase was established. In the liver of broilers, which were fed with compound feed with a content of 3.0 and 4.5 % of worm biomass, a tendency to increase the content of total and protein total groups was revealed.

Key words: alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, thiol groups, average daily growth, protein content.

Ведення у склад комбікормів для курчат-бройлерів біомаси вермикультури вирощеної на субстраті прискореної ферментації

I. С. Осіпенко[✉], С. В. Мерзлов

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Зі збільшенням чисельності населення проблема виробництва м'яса буде зростати. Альтернативним методом вирішення цієї проблеми є вирощування курчат-бройлерів, проте за цієї технології завжди відкритим питанням залишається питання вмісту білка та доступних амінокислоти у комбікормах для птиці. Невичерпним джерелом білка для годівлі курчат-бройлерів може

статі біомаса вермикультури. В умовах віварію Білоцерківського національного аграрного університету вирошено черв'яків на субстраті, який містив послід птиці з підстилкою, ферментований прискореним методом за участі біодеструктора. Тому метою роботи є встановлення впливу такої біомаси вермикультури на продуктивність та білковий обмін у організмі курчат-бройлерів. З цієї метою курчатам-бройлерам дослідних груп згодовували комбікорми із вмістом 1,5 ; 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури. Комбікорм для птиці із контрольної групи не містив біомаси черв'яків. По закінченні досліду обліковували масу тіла птиці, встановлювали абсолютні та середньодобові прирости, визначали показники білкового обліку в печінці курчат-бройлерів. Встановлено, що маса тіла курчат-бройлерів змінюється залежно від вмісту в комбікормах біомаси вермикультури. Використання низької дози черв'яків у кормі не дало можливості отримати статистично значущого підвищення маси тіла курчат-бройлерів. За додавання до комбікорму 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури маса тіла бройлерів збільшується на 3,5 та 3,7 % щодо показника птиці, якій не згодовували черв'яків. Встановлено, що на статистично значущу величину зростають абсолютні та середньодобові прирости курчат-бройлерів, які споживали комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури. Доведено, що застосування біомаси вермикультури впливає на показники білкового обміну в печінці курчат-бройлерів. У печінці курчат-бройлерів, яким згодовували комбікорм із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури встановлено тенденцію до зростання вмісту загального білка та підвищення активності аспаратамінотрансферази і аланінамінотрансферази на статистичну значущість. У печінці бройлерів, яким використовували комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків, виявлено тенденцію щодо збільшення вмісту загальних і білкових толових груп.

Ключові слова: аланінамінотрансфераза, аспаратамінотрансфераза, тіолові групи, середньодобові прирости, вміст білка.

Вступ

Глобальна світова системи виробництва харчових продуктів постійно відчуває проблеми забезпечення населення якісною продукцією тваринного походження. На це впливають екологічні умови, антропогенні фактори. Птахівництво є важливим резервом забезпечення населення харчовими продуктами. За останні десятиріччя відбулись значні зміни щодо складу комбікормів і нарощування маси тіла спеціалізованих м'ясних порід та кросів і над цими змінами продовжують працювати дослідники (Makkar et al., 2014).

Щоб реалізувати генетичний потенціал сучасних кросів курчат-бройлерів, необхідно забезпечувати збалансовану годівлю. Особливу увагу необхідно приділяти вмісту білків у комбікормах та їх амінокислотному складу. Білок є головним лімітуючим чинником для забезпечення високої продуктивності. Для підвищення конверсії корму у продукцію та точнішого прогнозування продуктивності курчат-бройлерів важливо балансувати комбікорми за вмістом засвоєваних амінокислот, а не за загальним їх вмістом (Lemme et al., 2004). Корми тваринного походження мають білки, які за амінокислотним складом є більш повноцінними для годівлі птиці порівняно з білками рослинного походження.

Важливим резервом забезпечення сільськогосподарської птиці кормами тваринного походження може бути біомаса вермикультури (Veldkamp et al., 2012; Van Huis et al., 2013).

У біомасі вермикультури міститься від 60,0 до 72,9 % сирого протеїну від сухої речовини, від 3,5 до 18,5 % вуглеводів. Тому біомаса вермикультури є цінною кормовою добавкою до раціонів сільськогосподарської птиці. За рядом амінокислоти борошно із біомаси вермикультури переважає показники рибного борошна або кров'яного борошна. Біомаса черв'яків містить вітаміни А, D₃, B₁, B₂ (Ghatnekar et al., 2000; Lieberman, 2002; Dynes, 2003; Dedeke et al., 2010; Pathma & Sakthivel 2012; Hatti Shankerappa, 2013; Chmil, 2018).

Використання біомаси черв'яків або біомаси черв'яків, збагаченої йодом у складі комбікормів для

птиці дозволяє підвищити її м'ясну та яєчну продуктивність і не впливає негативно на смакові якості продукції (Hatti Shankerappa, 2013; Vovkohon & Merzlov, 2014). Проведені дослідження (Prayogi, 2011) заміни рибного борошна на борошно із біомаси вермикультури у комбікормах для перепелів згідно з якими встановлено, що за використання 10,0 % борошна із вермикультури продуктивність і поїдання корму покращуються. Son & Jo (2013) стверджують, що включення у комбікорми для курчат-бройлерів 0,4 % борошна із біомаси вермикультури сприяє підвищенню поїдання корму, приростів і засвоєнню поживних речовин.

У Білоцерківському національному аграрному університеті удосконалено технологію вирощування черв'яків на субстраті з вмістом посліду курчат-бройлерів ферментованого прискореним методом. Невивченим питанням є встановлення ефективності використання біомаси вермикультури у складі комбікормів бройлерів на їхню продуктивність і біохімічні показники у їх організмі.

Мета дослідження

Метою роботи є дослідження впливу різних доз біомаси вермикультури, отриманої на субстраті, ферментованого прискореним методом, на продуктивність і показники білкового обміну курчат-бройлерів.

Матеріал і методи досліджень

Науково-господарські експерименти щодо встановлення ефективності використання біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці з підстилкою, ферментованого прискореним методом, проводились на базі віварію Білоцерківського національного аграрного університету. Дослідження було виконано із використанням методу груп-аналогів згідно зі схемою, наведеною у табл. 1 (Kononenko et al., 2000).

Із ретельно відібраних 400 голів однодобових курчат (крос Кобб-500) сформовано 4 групи по 100 голів у кожній (контрольна і 3 дослідні).

Таблиця 1

Схема досліді

Група	Кількість птиці у групі, гол.	Показник, що досліджується
Контрольна	100,0	Повнораціонні комбікорми для курчат-бройлерів (ПК)
I дослідна	100,0	ПК із 1,5 % біомаси черв'яків
II дослідна	100,0	ПК із 3,0 % біомаси черв'яків
III дослідна	100,0	ПК із 4,5 % біомаси черв'яків

Для курчат-бройлерів усіх груп було забезпечено однакові умови мікроклімату, які задовольняли чинні зоогігієнічні норми. Експеримент тривав 42 доби.

Для годівлі курчат-бройлерів використовували повнораціонні комбікорми: передстартер, стартер, гровер і фінішер. Бройлери контрольної групи одержували комбікорми, які не містили біомаси черв'яків. Для курчат I, II та III дослідної групи корм був виготовлений із вмістом 1,5; 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків. Біомасу вермикультури додавали до основних компонентів комбікормів безпосередньо перед операцією гранулювання корму. Процес внесення біомаси вермикультури у комбікорм включав точне вагове дозування і багатоступеневе перемішування інгредієнтів.

Продовж облікового періоду досліджували витрати комбікормів, збереження курчат-бройлерів, інтенсивність їхнього росту. Розрахунковим методом визначали середньодобові та абсолютні прирости живої маси птиці.

Активність ензимів аспаратамінотрансферази (АсАТ) та аланінамінотрансферази (АлАТ) у гомогенаті, виготовленому із печінки курчат-бройлерів, визначали, користуючись стандартними наборами згідно з методикою (Reitman & France, 1957). Вміст загальних і білкових сульфгідрильних груп та HS-груп низькомолекулярних з'єднань у печінці бройлерів досліджували за методикою, описаною (Ellman, 1959). Вміст загального білка у гомогенаті печінки бройлерів досліджували згідно з методикою (Lowry et al., 1951).

Результати та їх обговорення

Основним показником, який може характеризувати ефективність комбікормів, є маса тіла курчат-бройлерів. Встановлено, що маса тіла птиці змінювалась в залежності від вмісту у комбікормі біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті прискореного ферментування (табл. 2).

У контрольній групі маса тіла бройлерів на кінець досліджень становила 2604 г. За внесення у комбікорми 1,5 % біомаси черв'яків маса тіла курчат зростає на 0,7 %. Встановлено позитивний вплив присутності у комбікормах 3,0 % біомаси черв'яків. Маса тіла курчат-бройлерів у II дослідній групі була вищою на 3,5 % ($P < 0,01$) щодо контролю. За вмісту в комбікормах 4,5 % біомаси вермикультури маса курчат зростає на статистичну значущість. Варто зазначити, що маса тіла бройлерів із II та III дослідної групи суттєво не відрізнялась між собою. Різниця у показнику була на рівні 0,25 %.

Таблиця 2

Показники продуктивності курчат-бройлерів ($M \pm m$, $n = 100$)

Група	Маса тіла на 42 добу, г	Показник збереженості, %
Контрольна	2604 ± 18,6	96
I дослідна	2622 ± 26,9	96
II дослідна	2695 ± 25,4**	97
III дослідна	2702 ± 27,3**	97

Примітка: ** – $P < 0,01$

У контрольній групі показник збереженості курчат був на рівні 96 %. Збереженість птиці, якій згодували комбікорми із вмістом біомаси вермикультури, була вищою, ніж у контролі, на 1,0 %.

Зростання маси тіла молодняка птиці із II та III дослідної групи обґрунтовується тим, що за рахунок використання біомаси вермикультури комбікорми збагачуються незамінними амінокислотами та біологічно активними речовинами. За оптимального надходження амінокислот метаболічні процеси в організмі курчат-бройлерів активуються.

Виявлено також вплив різних доз біомаси вермикультури у комбікормах на показники приростів бройлерів. Абсолютний приріст курчат у контрольній групі становив 2254 г (табл. 3).

На 42 добу експерименту абсолютний приріст у курчат-бройлерів із I дослідної групи був вищим, ніж у контролі, на 0,7 %, або 18,0 грамів. Різниця була в межах похибки. На статистичну значущість виявлено збільшення абсолютного приросту у птиці, яка споживала комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури. Показник переважав дані контролю на 3,6 %. Абсолютний приріст курчат-бройлерів III дослідної групи був вищим, ніж у птиці з контрольної групи, на 3,8 % ($P < 0,01$).

Таблиця 3

Прирости курчат-бройлерів ($M \pm m$, $n = 100$)

Група	Абсолютний, г	Середньодобовий, %
Контрольна	2554 ± 17,9	53,7 ± 1,83
I дослідна	2572 ± 23,1	61,2 ± 3,56
II дослідна	2645 ± 24,2**	62,9 ± 3,17*
III дослідна	2652 ± 26,7**	63,1 ± 3,87*

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

Середньодобові прирости курчат-бройлерів у контролі становили 53,7 г. Щодо дослідних груп спостерігалася закономірність: чим більше бройлери споживали біомаси вермикультури у складі комбікормів, тим середньодобові прирости були вищими. У II дос-

лідній групі різниця із контролем становила 17,1 % ($P < 0,05$). Найвищі показники середньодобових приростів було зафіксовано у птиці, якій згодовували 4,5 % біомаси вермикультури.

Серед показників білкового обміну досліджували активність амінотрансфераз та вміст загального білка у печінці курчат-бройлерів. За згодовування комбікорму із вмістом 1,5 % біомаси вермикультури вміст білка у печінці курчат був на рівні контролю (табл. 4).

Таблиця 4

Показники білкового обміну в печінці курчат, $M \pm m$, $n = 6$

Група	Вміст загального білка, г/кг	АсАт, мкмоль/год/г	АлАт, мкмоль/год/г
Контрольна	105,0 ± 2,18	12,6 ± 0,29	7,2 ± 0,33
I дослідна	105,9 ± 4,15	13,2 ± 0,45	8,2 ± 0,42
II дослідна	112,6 ± 3,85	14,9 ± 0,41**	8,9 ± 0,48*
III дослідна	111,7 ± 3,77	14,7 ± 0,51*	9,5 ± 0,55*

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

У II та III дослідних групах виявлено тенденцію щодо підвищення вмісту білка у печінці курчат-бройлерів. Зростання вмісту білка підтверджувалось підвищенням активності аспаргатамінотрансферази у печінці птиці, якій згодовували комбікорм із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури. Різниця із контролем становила відповідно 18,2 та 16,7 % і мала статистичну значущість. Також виявляли аналогічну закономірність щодо активності аланін амінотрансферази.

Тіолові групи в організмі сільськогосподарських тварин і птиці пов'язані із низкою метаболічних процесів і біохімічних реакцій. За вмістом HS-груп мож-

ливо судити щодо рівня обмінних процесів, а також ступеня токсичності кормових добавок.

У печінці бройлерів із контрольної групи вміст загальних тіолових груп був на рівні 902 мкг/г. У курчат із I дослідної групи вміст загальних сульфогідрильних груп був вищим, ніж у контролі, проте різниця була у межах похибки. За згодовування птиці комбікорму із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури вміст загальних тіолових груп у печінці бройлерів зростає на 3,4 % щодо контролю. Різниця не мала статистичної значущості. У III дослідній групі теж виявляли тенденцію щодо підвищення вмісту загальних HS-груп.

Таблиця 5

Концентрація сульфогідрильних груп у печінці ($M \pm m$, $n = 6$)

Група	Тіолові групи, мкг/г		
	загальні	білкові	вільні
Контрольна	902 ± 9,8	787 ± 8,7	115 ± 2,5
I дослідна	910 ± 15,4	799 ± 13,4	111 ± 3,6
II дослідна	933 ± 12,9	831 ± 14,4	102 ± 5,9
III дослідна	929 ± 10,9	830 ± 16,8	99 ± 5,5

Згодовування курчатам-бройлерам 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури у складі комбікормів супроводжувалось підвищенням вмісту білкових тіолових груп у печінці. Різниця мала характер тенденції. Встановлена закономірність: чим більше вводили до складу комбікормів біомаси вермикультури тим вміст вільних HS-груп у печінці бройлерів дослідних груп був меншим. У II та III дослідних групах різниця із контролем становила відповідно 11,3 та 13,9 %.

Отже, за вмістом загальних, білкових та вільних сульфогідрильних груп можливо стверджувати, що біомаса вермикультури, вирощена на субстраті, отриманому прискореним методом, сприяє синтезу сірковмісних амінокислот у печінці курчат-бройлерів і не містить токсичних сполук для птиці, які б блокували білкові HS-групи.

Експериментально нами доведено, що додавання до комбікормів біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці, ферментування якого проведено упродовж лише 160 діб має позитивний ефект на підвищення маси тіла курчат-бройлерів та їх збереження до 42-добового віку. За даними (Guerrero, 2005; Sinha et al., 2012), позитивний

вплив на підвищення приростів курчат-бройлерів мало включення до складу комбікормів 14,0 % біомаси вермикультури (*E. euginae*) порівняно з птицею, якій згодовували комбікорми, виготовлені за комерційними рецептурами без вмісту черв'яків. Позитивний ефект згодовування біомаси вермикультури, збагаченої йодом, висвітлено у наукових працях (Vovkohon & Merzlov, 2014), згідно з якими маса курчат-бройлерів збільшується на 6,9 % щодо птиці, якій до складу комбікорму не включали біомасу черв'яків. Крім того, використання вермикультури сприяє підвищенню збереженості бройлерів на 1,0 %.

Результати наших досліджень також підтверджуються даними (Stepchenko et al., 2017). За згодовування фазанятам сухої біомаси вермикультури у кількості 2,0 % від маси комбікорму до 7-добового віку та 3,5 % від маси комбікорму із 8 до 14-добового віку маса тіла птиці збільшується на 13,3 %.

Також підтвердження наших досліджень щодо позитивного впливу біомаси вермикультури на продуктивність курчат-бройлерів відображено у праці (Ton et al., 2009). Дослідники бройлерам, починаючи

із чотиририжневого віку до комбікорму, який був виготовлений на основі кукурудзи та рисових висівків, вводили від 1,0 до 2,0 % біомаси вермикультури. Вермикультуру вводили в комбікорм 2 рази на добу (вранці та ввечері) у натуральному вигляді. За використання 2,0 % кормової добавки маса тіла птиці збільшилась на 5,6 % стосовно бройлерів, які споживали стандартний комбікорм. Позитивний вплив згодовування комбікорму із біомасою вермикультури на збільшення приростів курчат-бройлерів також встановили (Son & Jo, 2003). Ними було доведено, що введення як у стартовий, так і фінішний комбікорм 0,4 % борошна із біомаси вермикультури збільшує прирости птиці та кількість спожитого нею корму. Ці показники збільшуються щодо груп, де комбікорм не містив досліджуваної добавки (контроль) і містив 0,2 % борошна із черв'яків. Водночас, за даними (Bollido, 2020), використання високих доз борошна із біомаси вермикультури не показало закономірності, що зі збільшенням досліджуваної добавки підвищується приріст птиці. Встановлено, що за згодовування курчат-бройлерам комбікорму без борошна черв'яків (контроль), комбікорму із 2,0; 3,0 та 5,0 % борошна із вермикультури найбільші прирости були встановлені у бройлерів, які споживали комбікорм із вмістом 2 та 3 % досліджуваної добавки. Таким чином, дослідженнями (Bollido, 2020) можливо пояснити результати наших досліджень щодо незначної різниці у масі тіла курчат-бройлерів із II та III дослідної групи.

Встановлені нами дані впливу згодовування у складі комбікормів біомаси вермикультури на підвищення низки показників білкового обміну в організмі курчат-бройлерів збігаються із даними дослідників (Heisun & Stepchenko, 2018). Згідно з їхніми дослідженнями – за згодовування фазанят комбікорму із вмістом борошна із вермикультури підвищується вміст загального білка у сироватці крові птиці на 28 та 35 добу на 9,0 та 9,4 %. Також виявлено підвищення вмісту альбуміну.

Таким чином, результати наших досліджень доповнюють дані ряду авторів і не розбігаються з ними.

Висновки

Згодовування комбікормів із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури сприяє підвищенню маси тіла курчат-бройлерів на 3,5 та 3,7 % щодо птиці, яка споживала комбікорми без вмісту черв'яків. За аналогічного вмісту біомаси черв'яків середньодобові прирости птиці зростають на 17,1 та 17,5 % ($P < 0,05$) щодо контролю.

Використання у складі комбікормів 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури підвищує на статичну значущість активність амінотрансфераз та в межах тенденції вміст загального білка у печінці курчат-бройлерів дослідних груп.

У печінці курчат-бройлерів, які споживали комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури, проявляється тенденція щодо підвищення концентрації у печінці загальних та білкових сульфгідрильних груп і зниження низькомолекулярних HS-груп.

ції у печінці загальних та білкових сульфгідрильних груп і зниження низькомолекулярних HS-груп.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

- Bollido, M. E. (2020). Growth Performance and Profitability of Broilers Chickens with Vermi meal Supplementation under Total Confinement Management *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(1), 8–14. DOI: 10.18343/jipi.26.1.8.
- Chmil, A. I. (2018). Doslidzhennia enerhetychnoi efektyvnosti protsesu vermykultyvuvannia. *Enerhetyka i avtomatyka*, 4, 83–98. DOI: 10.31548/energiya2018.04.083 (in Ukrainian).
- Dedeke, G. A., Owa, S. O., & Olurin, K. B. (2010). Amino acid profile of four earthworms species from Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1, 97–102. URL: <https://scihub.org/ABJNA/PDF/2010/2/1-2-97-102.pdf>.
- Dynes, R. A. (2003) Earthworms; Technology Info to Enable the Development of Eartworm Production; Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Govt. of Australia, Canberra, ACT. URL: <http://hdl.handle.net/102.100.100/190414?index=1>.
- Ellman, G. L. (1959). Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.*, 82(1), 70–77. DOI: 10.1016/0003-9861(59)90090-6.
- Ghatnekar, S. D., Kaviani, M. F., Ghatnekar, M. S., & Ghatnekar, S. S. (2000). Biomangement of wastewater from vegetable dehydration plant. In: Trivedy, R. K., Kaul, S. N. (Eds). *Advances in wastewater tratment Technologies*, Global Science Publications, U.P., India, 2, 19–26.
- Guerrero, R. (2005). Commercial Vermimeal Production; In Guerrero R. and Guerrero M (Eds.) *Vermitechnologies for Developing Countries; Proceedings of the International Symposium on Vermitechnologies for Developing Countries: Philippines*.
- Hatti Shankerappa, S. (2013). Chemical composition like protein, lipid and glycogen of local three species of earthworms of Gulbarga city, Karnataka- India. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2(7), 73–97. URL: https://www.academia.edu/4188138/Chemical_Composition_like_Protein_Lipid_and_Glycogen_of_Local_Three_Species_of_Earthworms_of_Gulbarga_Karnataka.
- Heisun, A. A., & Stepchenko, L. M. (2018). Bilkovy obmin fazaniv za vykorystannia u skladi kombikormiv biomasy vermykultury. *Theoretical and applied Veterinary Medicine*, 6(3), 7–11. DOI: 10.32819/2018.63002 (in Ukrainian).
- Kononenko, V. K., Ibatullin, I. I., & Patrov, V. S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzen u tvarynnystvi*. Kyiv (in Ukrainian).
- Lemme, A., Ravindran, V., & Bryden, W. (2004). Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 423–438. DOI: 10.1079/WPS200426.

- Lieberman, S. (2002). Worms, beautiful worms. *International Worm Digest*, 4, 11–18.
- Lowry, O. H., Rosenbrough, N. I., & Farr, A. L. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193(1), 265–275. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14907713>.
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuze, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.
- Pathma, J., & Sakthivel, N. (2012). Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. *SpringerPlus*, 1, 26. DOI: 10.1186/2193-1801-1-26.
- Prayogi, H. S. (2011). The effect of earthworm meal supplementation in the diet on quail's growth performance in attempt to replace the usage of fish meal. *International Journal of Poultry Science*, 10, 804–806. DOI: 10.3923/ijps.2011.804.806.
- Reitman, S., & Frankel, S. (1957). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer. J. Clin. Pthol.*, 28(1), 56–63. DOI: 10.1093/ajcp/28.1.56.
- Sinha, R. K., Herat, S., Soni, B. K., Ghosh, A., Pates, U., & Prabhune, M. (2012). Vermiculture biotechnology – socioeconomic development & protection of human health & environment by the use of earthworms. *International Journal of Environmental Science and Engineering Research*, 3(2), 85–106. URL: https://www.researchgate.net/publication/279846840_Vermiculture_biotechnology_-_socioeconomic_development_protection_of_human_health_environment_by_the_use_of_earthworms.
- Son, J. H., & Jo, I. H. (2003). Effects of earthworm meal supplementation on the performance of broiler chickens. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 79–90.
- Stepchenko, L. M., Heisun, A. A., & Haluzina, L. I. (2017). Efektyvnist zastosuvannya biomasy vermykultury, shcho otrymana z vykorystanniam Humilidu u hodivli molodniaku fazana myslyvskoho. *Problemy zootekhnologii ta veterynarnoi medytsyny: zb. nauk. prats Kharokivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii*. Kharkiv, 34(2), 105–109 (in Ukrainian).
- Van Huis, A. V., Itterbeek, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*, Wageningen, 171. URL: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>.
- Veldkamp, T., Van Duinkerken, G., Van Huis, A., Lakemond, C. M. M., Ottevanger, E., Bosch, G., & Van Boekel, M. A. J. S. (2012) Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. *Wageningen UR Livestock Research*, PO Box 65, 8200 AB Lelystad, The Netherlands. URL: https://www.wur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6_234247%5B1%5D.
- Vovkohon, A. H., & Merzlov, S. V. (2014). Efektyvnist zastosuvannya zbahachenoj Yodom biomasy vermykultury u skladi kombikormiv dlia kurchat-broileriv. *Naukovo-vyrobnychi zhurnal "Suchasne ptakhivnytstvo"*, 7(140), 8–10 (in Ukrainian).
- Ton, V. D., Hanh, H. Q., Linh, N. D., & Duy, N. V. (2009). Use of redworms (*Perionyx excavatus*) to manage agricultural wastes and supply valuable feed for poultry. *Livestock Research for Rural Development*, 21(11). URL: <http://www.lrrd.org/lrrd21/11/ton21192.htm>.