

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Міністерство освіти і науки України
Білоцерківський національний аграрний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГЕЙСУН АНАСТАСІЯ АНАТОЛІЇВНА

УДК 636.594:636.087.74:595.142.3

ДИСЕРТАЦІЯ

**БІОТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ БІОМАСИ ВЕРМИКУЛЬТУРИ ЗА
ВПЛИВУ ГУМІЛІДУ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ
МОЛОДНЯКУ ФАЗАНА МИСЛИВСЬКОГО**

03.00.20 – біотехнологія
сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А. А. Гейсун

Науковий керівник – **Степченко Лілія Михайлівна**, кандидат біологічних наук,
професор.

Біла Церква – 2019

АНОТАЦІЯ

Гейсун А.А. Біотехнологія одержання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.20 «Біотехнологія». – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2019.

У дисертаційній роботі на основі експериментальних даних обґрунтовано доцільність використання та встановлені оптимальні кількості Гуміліду у складі поживного субстрату за вермикультивування. Доведено, що гумінова добавка активує репродуктивну функцію вермикультури та загальну активність гідролітичних ензимів біомаси червоного каліфорнійського черв'яка. Вона також сприяє накопиченню біомаси вермикультури, підвищенню в ній вмісту білка та зниженню вмісту важких металів. Водночас збільшується кількість гумінових речовин у біогумусі в процесі вермикультивування за впливу Гуміліду. Доведено ефективність використання за вирощування молодняку фазана мисливського кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що вирощені на поживному субстраті з додаванням Гуміліду.

За результатами досліджень встановлено, що накопичення біомаси червоного каліфорнійського черв'яка за період дослідження (90 діб) у всіх групах відбувалося за рахунок приросту маси кожної особини. Активний ріст біомаси черв'яка спостерігався від першої до 30-ї доби дослідження як у контролі, так і у всіх дослідних групах. На початку спостереження кількість Гуміліду 20,0 мг/кг субстрату була найбільш ефективною у нарощуванні середньої маси однієї особини вермикультури, а на кінець дослідження найвищим, порівняно з контролем, її приріст був при застосуванні добавки у кількості 6,0 мг/кг. Отже, біологічно активна добавка гумінового походження «Гумілід» у діапазоні

концентрацій 6,0–20,0 мг/кг поживного субстрату сприяла активному росту особин черв'яків, що виражалось у нарощуванні біомаси.

За результатами модельних досліджень встановлено, що найвищими показники репродуктивної функції вермикультури були на 90-ту добу розвитку за концентрації Гуміліду 14,0 та 20,0 мг/кг, при цьому кількість коконів порівняно з контролем зросла на 315,7 та 284,9 %, відповідно. За весь період спостереження найбільша кількість коконів червоних каліфорнійських черв'яків була у групі, до поживного субстрату якої додавали Гумілід у кількості 14,0 мг/кг.

За результатами дослідження з'ясовано, що оптимальним діапазоном кількості Гуміліду, що викликає ріст активності ензимів гомогенату біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, є: для протеолітичних – 14,0–30,0 мг/кг; амілолітичних – 14,0–24,0 мг/кг; целюлозолітичних – 10,0–20,0 мг/кг.

Таким чином, оптимальний діапазон кількості Гуміліду у складі поживного субстрату, що сприяє росту активності цих гідролітичних ензимів становить від 14,0 до 20,0 мг/кг. Якщо врахувати оптимальні діапазони кількості Гуміліду, які впливають на ріст особин червоного каліфорнійського черв'яка, його репродуктивну функцію та загальну активність ензимів гомогенату біомаси вермикультури, то для подальших досліджень в умовах ферми можна додавати Гумілід до поживного субстрату у кількості 15,0 мг/кг сухого субстрату.

За результатами науково-господарських дослідів було встановлено, що на на 45-ту, 90-ту та 135-ту добу експерименту у групі, де застосовували біологічно активну добавку «Гумілід», кількість черв'яків у середньому зросла на 13,9 % ($p < 0,01$); 16,1 % ($p < 0,001$) та 19,7 % ($p < 0,001$), відповідно, порівняно з контролем. На 180-ту добу вермикультивування у групі з гуміновою добавкою кількість червоного каліфорнійського черв'яка була більшою на 21,1 % ($p < 0,001$) ніж у контролі. Водночас їх кількість у контрольній та дослідній групах зросла у 16,9 та 20,7 рази, відповідно, порівняно з початком дослідження. Встановлено, що на 135-ту добу експерименту у контрольній та дослідній групах розподіл червоних каліфорнійських черв'яків за масами 0,01–0,20; 0,21–0,40; 0,41–0,60; 0,61–0,80 г майже не відрізнявся. Щодо завершення кінця дослідження, то у

дослідній групі найбільша кількість особин була з середньою масою 0,21–0,40 г і становила 64,7 % від загальної кількості, а у контрольній – 44,7 %. Решта черв'яків у дослідній групі в інтервалах маси 0,01–0,20; 0,41–0,60; 0,61–0,80 г складала 35,3 %, а контрольній – 55,3 %. Ми вважаємо, що це пов'язано з активацією обміну речовин та процесів відтворення черв'яків, яке сприяє збільшенню щільності популяції на 1 м² за впливу Гуміліду.

Встановлено, що впродовж 6 місяців вермикультивування у біогумусі контрольних та дослідних варіантів відбулося накопичення гумінових речовин як водорозчинних, так і більш стійких, що екстрагуються лугами. Так, застосування Гуміліду у складі поживного субстрату сприяло більш активному накопиченню наприкінці дослідження у біогумусі дослідної групи водорозчинних гумінових речовин на 20,7 % ($p < 0,05$) та більш складних, лугорозчинних – на 15,1 % ($p < 0,01$) відносно контролю.

За результатами досліджень було встановлено, що використання біологічно активної добавки «Гумілід» у кількості 15,0 мг/кг сухого субстрату у процесі вермикультивування сприяло зниженню вмісту важких металів у біомасі вермикультури. Так, на 180-ту добу вермикультивування у біомасі черв'яків спостерігалось зниження Плюмбуму на 24,9 % ($p < 0,01$), Кадмію – на 26,1 % ($p < 0,01$) та Купруму – на 30,5 % ($p < 0,001$) порівняно з контролем.

Результатами досліджень встановлено, що використання Гуміліду у складі поживного субстрату сприяє підвищенню вмісту протеїну у біомасі вермикультури на 1,76 % ($p < 0,01$) відносно контролю. Слід зазначити, що вміст протеїну у кормовій добавці вермикультури, отриманої з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, вирощених на поживному субстраті із вмістом Гуміліду у дослідній групі, був вищим на 2,48 % ($p < 0,05$), ніж у контролі.

За результатами науково-господарського експерименту встановлено, що на тлі застосування біомаси вермикультури (1,5–2,5 %) у складі основного комбікорму фазанят, спостерігається приріст маси тіла птиці на 7,0 % ($p < 0,01$); 8,6 ($p < 0,01$); 8,2 ($p < 0,01$) та 11,9 % ($p < 0,01$) у вікові періоди 14, 21, 28 та 35 діб, відповідно, порівняно з контролем.

При додаванні до основного комбікорму дослідної групи фазанят кормової добавки вермикультури у кількості 1,5–2,5 % спостерігається підвищення концентрації гемоглобіну крові. Так, у 14-, 28- та 35-добовому віці вміст гемоглобіну зріс, відповідно, на 7,2 % ($p < 0,01$), на 6,5 % ($p < 0,01$) та 7,5 % ($p < 0,01$) порівнянно з показниками птиці контрольної групи. Встановлено, що після додавання кормової добавки вермикультури до комбікорму у крові фазанят у дослідної групи спостерігається підвищення кількості еритроцитів 28- та 35-добового віку на 7,6 ($p < 0,01$) та 5,6 % ($p < 0,05$), відповідно, відносно цього показника у птиці контрольної групи. Отже, зростання у межах фізіологічної норми вмісту гемоглобіну та кількості еритроцитів у крові дослідних фазанят може свідчити про те, що кормова добавка вермикультури у комбікормах сприяє активації транспорту кисню та більш активному використанню його в окисно-відновних процесах.

У сироватці крові фазанят 28- та 35-добового віку вміст загального білка збільшився на 9,0 ($p < 0,05$) та 9,4 % ($p < 0,01$) за рахунок альбумінової фракції без зміни глобулінової порівняно з контролем, що свідчить про активацію білоксинтезувальної функції печінки

За результатами досліджень доведено, що у сироватці крові фазанят 14-, 28- та 35-добового віку, які споживали кормову добавку вермикультури, спостерігається зниження вмісту глюкози на 15,76 % ($p < 0,01$); 18,35 ($p < 0,001$) та 12,25 % ($p < 0,05$), відповідно, порівняно з контролем за рахунок більш активної утилізації глюкози в процесі обміну речовин. Встановлено, що у фазанят дослідної групи 35-добового віку вміст сечової кислоти був вищий на 21,9 % ($p < 0,05$), ніж у контрольної птиці. У 28- та 35-добовому віці вміст креатиніну у крові дослідних фазанят зростає на 16,3 ($p < 0,05$) та 19,8 % ($p < 0,05$), відповідно, порівняно з показником у птиці контрольної групи, що свідчить про активацію обміну речовин.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено дослідження з використання біологічно активної добавки гумінового походження «Гумілід» у складі поживного субстрату за вермикультивування та встановлено її

оптимальний кількісний діапазон. Виявлено, що додавання до поживного субстрату оптимальної кількості Гуміліду сприяє активації репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка на тлі прискорення процесів трансформації субстрату за рахунок підвищення активності гідролітичних ензимів та більшого накопичення білка в біомасі вермикультури.

Уперше показано, що за впливу Гуміліду в процесі вермикультивування у біомасі вермикультури знижується вміст важких металів (Плюмбуму, Кадмію, Купруму) за рахунок утворення їх важкорозчинних, недоступних форм. Уперше біомасу червоного каліфорнійського черв'яка, яку отримали на поживному субстраті із додаванням Гуміліду, використовували як кормову добавку за вирощування фазана мисливського. Встановлено, що введення біомаси вермикультури у комбікорми птиці у кількості 1,5 % від маси корму у перший тиждень життя та 2,5 % – на другий позитивно впливає на морфофункціональні показники гомеостазу та збільшення живої маси фазанят за рахунок активації білкового обміну. Наукова новизна одержаних результатів підтверджена деклараційним патентом України на корисну модель (№ 120540).

Практичне значення одержаних результатів. За результатами досліджень обґрунтовано доцільність використання та встановлені оптимальні кількості Гуміліду у складі поживного субстрату за вермикультивування. Уведення біологічно активної добавки до поживного субстрату забезпечує підвищення репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка та збільшення кількості черв'яків на 21,1 % ($p < 0,001$). У біомасі вермикультури на 1,76 % ($p < 0,01$) більше синтезується білок та на 34,6 % ($p < 0,01$) і 21,7 % ($p < 0,01$) підвищується протеолітична і целюлозолітична активність за впливу Гуміліду. Крім того, виявлено здатність Гуміліду впливати на зниження вмісту важких металів: Плюмбуму на 24,8 % ($p < 0,01$), Кадмію – на 26,1 % ($p < 0,01$) та Купруму – на 30,5 % ($p < 0,001$) у біомасі вермикультури, що дає змогу використовувати її як кормову добавку. Використання кормової добавки вермикультури у складі комбікормів, одержаної з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що були отримані на субстраті з додаванням Гуміліду, сприяє підвищенню приростів

фазанят 35-добового віку на 11,9 % ($p < 0,001$) та покращенню показників гомеостазу.

На основі одержаних результатів розроблені рекомендації щодо отримання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання як кормової добавки у годівлі фазанят.

Матеріали наукової роботи впроваджені у навчальний процес Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровського (нині Дніпровського) державного аграрно-економічного університету, Сумського національного аграрного університету з дисциплін «Загальна біотехнологія», «Екобіотехнологія», «Фізіологія тварин», «Біотехнологія у ветеринарній медицині», «Фізіологія сільськогосподарських тварин», «Біотехнологія».

Результати досліджень впроваджені у виробництво у ПрАТ «Агро-Союз» Синельниківського району Дніпропетровської області та у ТОВ «Природні біотехнології», м. Запоріжжя.

Ключові слова: вермикультура, Гумілід, біомаса, репродуктивна функція, ензиматична активність, важкі метали, гумінові речовини, кров, фазан.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Статті у фахових наукових виданнях України

1. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М., Дослідження росту та розвитку вермикультури за впливу Гуміліду. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Науковий вісник НУБіП України. Київ, 2016. Вип. 236. С. 316–325. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

2. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Дослідження впливу Гуміліду на контамінацію важкими металами продуктів вермитехнології. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2016.

Вип.2(129). С. 68–74. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

3. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Динаміка розмноження вермикультури в промислових умовах за впливу Гуміліду. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2017. Вип.1(134). С. 41–47. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

4. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Ефективність застосування кормової добавки вермикультури при вирощуванні фазана мисливського. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2018. Вип.1(141). С. 38–45. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

5. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. (2018). Білковий обмін фазанів за використання у складі комбікормів біомаси вермикультури. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 6(3). 7–11. doi: 10.32819/2018.63002. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

Стаття у зарубіжному науковому виданні

6. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Общая активность гидролитических ферментов красного калифорнийского червя под действием Гумилида. Зоотехническая наука Беларуси. Технология кормов и кормления, продуктивность. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2017. Т. 52. Ч. 2. С. 106–113. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

Статті в інших наукових виданнях України

7. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Вплив Гуміліду на накопичення гумінових речовин у біогумусі. Вісник ДДАЕУ. Дніпро, 2017. №1(43). С. 17–20.

(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).

8. Степченко Л. М., **Гейсун А. А.**, Галузіна Л. І. Ефективність застосування біомаси вермикультури, що отримана з використанням Гуміліду у годівлі молодняку фазана мисливського. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: зб. наук. праць Харківської державної зооветеринарної академії. Харків, 2017. Вип. 34. Ч. 2. С. 105–109. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала статтю до друку).*

Патент на корисну модель

9. Склад раціону фазанів: пат. 120540. Україна: МПК А23К 10/00, А23К 10/12, А23К 50/75. № 120540. / Степченко Л. М., **Гейсун А. А.** заявл. 25.04.17; опубл. 10.11.17, Бюл. № 21. 4 с. *(Дисертантка брала участь у проведенні експериментальних досліджень та узагальненні одержаних результатів; оформлення матеріалів заявки виконано у співавторстві).*

Тези наукових доповідей

10. **Гейсун А. А.** Влияние препарата «Гумилид» на жизнедеятельность различных видов вермикультуры. Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве: сб. тез. X Междунар. конф. daRostim 2014. Москва, 2014. С. 120. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

11. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Дослідження впливу препарату «Гумілід» на приріст біомаси вермикультури. Хімія та сучасні технології: тези доп. VII Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Дніпропетровськ, 2015. Т.VII. С. 34–35. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

12. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Дослідження репродуктивної функції вермикультури «Русский Московский Гибрид» за впливу Гуміліду. Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2015. С. 364–365.

(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).

13. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Вплив Гуміліду на накопичення біомаси вермикультури. XIIth International Scientific and Practical Conference daRostim. 2016. Biotechnology for agriculture and environmental protection: Proceedings – Odessa: I.I. Mechnikov Odessa National University, 2016. P. 65–66.

14. **Гейсун А. А.**, Галузіна Л. І., Степченко Л. М. Вплив біомаси вермикультури, отриманої при застосуванні Гуміліду, на процеси росту фазана мисливського. Актуальні проблеми фізіології тварин: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Одеса, 2016. С.12–13. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

15. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Накопичення важких металів у тканинах гібрида червоного каліфорнійського черв'яка за впливу Гуміліду. Хімія та сучасні технології: тези доп. VII Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Дніпро, 2017. С. 85. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

16. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Накопичення біомаси вермикультури в умовах вермиферми за впливу Гуміліду. Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету та 110-річчю від дня народження проф. Л. А. Христевої. Дніпро, 2017. С. 39–40. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

17. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Накопичення гумінових речовин у біогумусі за впливу біологічно активних речовин. Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету та 110-річчю від дня народження проф. Л. А. Христевої. Дніпро, 2017. С. 40–41. *(Дисертантка виконала експериментальні дослідження, проаналізувала одержані результати та підготувала тези до друку).*

18. **Гейсун А. А.**, Степченко Л. М. Дослідження впливу біологічно активних речовин гумінової природи на фізіологічну активність вермикультури. Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Чернігів, 3–5 трав. 2018 р.). Київ, 2018. С. 20–21.

Методичні рекомендації

19. Степченко Л. М., **Гейсун А. А.** Використання біологічно активної добавки «Гумілід» для підвищення продуктивності вермикультури: метод. рекомендації. Дніпро: ДДАЕУ, 2017. 19 с. *(Дисертантка проаналізувала та узагальнила одержані результати досліджень, взяла участь у підготовці та написанні рекомендацій).*

20. Степченко Л. М., **Гейсун А. А.** Використання кормової добавки вермикультури, що отримана із застосуванням Гуміліду, для покращення фізіологічного стану та підвищення продуктивності молодняку фазана мисливського: метод. рекомендації. Дніпро: ДДАЕУ, 2017. 19 с. *(Дисертантка проаналізувала та узагальнила одержані результати досліджень, взяла участь у підготовці та написанні рекомендацій).*

SUMMARY

Heysun A. A. Biotechnology of obtaining vermiculture biomass under the influence of Humilid and its use for pheasant chicks raising. - Qualifying scientific paper printed as a manuscript.

Thesis for a candidate degree in Agricultural sciences, specialty 03.00.20. – Biotechnology. – Dnipro State Agrarian Economic University, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2019.

The dissertation is devoted to substantiating the feasibility of Humilid use and defining its optimal amounts in the nutrient substrate in verticulturing based on experimental data. It has been proved that the humic additive activates the reproductive

function of the vermiculture and the total activity of the red Californian worm biomass hydrolytic enzymes. It also contributes to the vermiculture biomass accumulation, to its protein content increase and the reduction of heavy metals content. Also, the amount of humic substances in a biohumus increases in the process of vermiculturing under the influence of Humilid. The efficiency of using the vermiculture in pheasants chicks feed additive, obtained from biomass of red Californian worms grown on a nutritious substrate with the addition of Humilid, has been proved.

The research results found that the accumulation of the red Californian worm biomass during the study period (90 days) in all groups occurred due to increase in each individual weight. The active growth of the worm biomass was observed from the first to 30th day of the study, both in the control and in all experimental groups. At the beginning of the observation, Humilide amounted to 20.0 mg/kg of the substrate which was the most effective in increasing the average weight of the vermiculture individual, and at the end of the study, the highest increase, compared to the control, was observed under applying an additive in the amount of 6.0 mg/kg. Thus, the «Humilid» biologically active additive of humic origin with the concentrations range of 6.0–20.0 mg/kg of the nutrient substrate contributed to the active growth of vermiculture individuals which resulted in the biomass growth.

The model studies results reveal that the highest values of the vermiculture reproductive function were on the 90th days of development under Humilid concentration of 14.0 and 20.0 mg/kg. The number of cocoons increased by 315.7 and 284.9 %, respectively, compared with the control. During the entire observation period, the largest number of red Californian worms cocoons was in the group, where 14.0 mg/kg of Humilid was added to the nutritional substrate.

According to the study, it was found that the optimal range of Humilid amount affecting the activity growth of biomass homogenate enzymes of red Californian worms is: for proteolytic enzymes – 14.0–30.0 mg/kg; for amylolytic ones – 14.0–24.0 mg/kg; for cellulolytic – 10.0–20.0 mg/kg.

Thus, the optimal range of Humilid content in the nutrient substrate contributing to these hydrolytic enzymes activity growth ranges from 14.0 to 20.0 mg/kg. In

consideration of the optimal ranges of Humilid that affect red Californian worms growth, its reproductive function and the general activity of vermiculture biomass homogenate enzymes, Humilid administration in a dose of 15.0 mg/kg of dry substrate to a nutrient substrate can be added for further studies in farm conditions.

According to the results of scientific and economic experiments, it was found out that the number of worms, on average, increased in the group where the biologically active additive «Humilid» was applied on the 45, 90 and 135 days of the experiment, by 13.9 % ($p < 0.01$); 16.1 % ($p < 0.001$) and 19.7 % ($p < 0.001$), respectively, compared with the control. On day 180 of vermicultivation the amount of red Californian worm was 21.1% higher ($p < 0.001$) in a group with the humic additive, than in the control. Also, their number in the control and the experimental groups increased by 16.9 and 20.7 times, respectively, compared with the beginning of the study. It was established that on the 135th day of the experiment, the frequency of red Californian worms weighing 0.01–0.20; 0.21–0.40; 0.41–0.60; 0.61–0.80 g cases almost did not differ in the control and experimental groups. Concerning the end of the study, the highest number of individuals in the experimental group was of an average weight of 0.21–0.40 g and made 64.7 % of the total, while in the control group it made 44.7 %. The weight of the rest of the worms in the experimental group ranged 0.01–0.20; 0.41–0.60; 0.61–0.80 g and made 35.3 %, in the control it made 55.3 %. We believe that this is due to the activation of the metabolism and the process of worms reproduction, which contributes to an increase in population density per 1 m² for the influence of Humilid.

It was established that within 6 months of vermicultivation in the control and experimental variants biohumus, accumulation of humic substances, both water-soluble and more persistent, extracted with alkalis took place. Therefore, the application of Humilid in the nutrient substrate contributed to a more active accumulation of water-soluble humic substances – by 20.7% ($p < 0.05$) and of more complex ones, alkaline solutions – by 15.1% ($p < 0.01$) at the end of the study in the biohumus of the experimental group relative to the control.

According to research results, the use of «Humilid» biologically active additive in the amount of 15.0 mg/kg of dry substrate in the process of vermicultivation contributed

to a decrease in the content of heavy metals in biomass of vermiculture. Thus, on the 180th day of vermicultivation in worm biomass there was a decrease in Plumbum by 24.9% ($p < 0.01$), Cadmium by 26.1% ($p < 0.01$) and Cuprum by 30.5% ($p < 0.001$) compared with the control.

The results of the research have shown that the use of Humilid in the nutrient substrate contributes to 1,76 % increase in protein content in vermicle biomass ($p < 0.01$) relative to the control. It should be noted that the protein content in the feed additive of vermiculture derived from the biomass of red Californian worms grown on a nutritional substrate containing Humilid in the experimental group was higher by 2,48 % ($p < 0.05$) than the control.

According to the results of the scientific and economic experiment, it was established that against the background of vermiculture biomass application (1.5–2.5%) in the composition of the basic fodder for pheasant chicks, there is an increase in the poultry body weight by 7.0 ($p < 0.01$); 8.6 ($p < 0.01$); 8.2 ($p < 0.01$) and 11.9 % ($p < 0.01$) in the age range of 14, 21, 28 and 35 days, respectively, in comparison with the control. An increase in the blood hemoglobin index is observed under adding the fodder additive of vermiculture in the amount of 1,5–2,5% to the basic fodder of the experimental group pheasants. Thus, at the 14, 28 and 35 day of age, the hemoglobin content increased by 7.2 % ($p < 0.01$), by 6.5 % ($p < 0.01$) and 7.5 % ($p < 0.01$) in comparison with the indicators of the control group poultry. It is established that adding vermiculture additive to fodder in the experimental group resulted in 7.6 ($p < 0.01$) and 5.6 % ($p < 0.05$) increase in the erythrocytes level in the blood of pheasants aged 28 and 35 days, respectively, relative to this indicator in the the control group birds. Consequently, the increase of hemoglobin content and the number of red blood cells in the experimental pheasants within the physiological norm may indicate that the vermiculture feed additive in the mixed fodder contributes to the activation of oxygen transport and its more active use in oxidation-reduction processes.

In the serum of 28- and 35 day old pheasants the total protein content increased by 9.0 ($p < 0.05$) and 9.4 % ($p < 0.01$), respectively due to the albumin fraction without

changing the globulin one compared with those of the control which testifies to the activation of the liver's protein synthesis function.

The results of the studies have shown that there is a decrease in glucose content by 15.76 ($p<0.01$); 18.35 ($p<0.001$) and 12.25 % ($p<0.05$), respectively, in the blood 14, 28 and 35-day-old pheasants consuming the vermiculture feed additive, in comparison with the control due to more active glucose utilization during metabolism.

It has been established that the uric acid index is 21,9 % ($p<0,05$) higher in the 35-day-old experimental group pheasants than that in the control group poultry. the creatinine content in the blood of 28 and 35-day-old experimental pheasants increases by 16.3 ($p<0.05$) and 19.8 % ($p<0.05$), respectively, as compared to the control in the control group birds which indicates metabolism activation.

Scientific novelty of the results obtained. For the first time a study on the use of a biologically active additive of humic origin «Humilid» as a component of the nutritional substrate for vermicultivation was conducted and its optimal quantitative range was established. It was found that the adding the optimal amount of Humilid to the nutritional substrate contributes to activation of the reproductive function of the Red Californian worm against the background of accelerating the transformation of the substrate owing to increasing the activity of hydrolytic enzymes and a larger accumulation of protein in the vermiculture biomass.

It has been shown for the first time that applying Humilid in the process of vermiculture biomass vermiculturing results in the decrease the heavy metals content (Plumbum, Cadmium, Cuprum) due to the formation of their sparingly soluble inaccessible forms. For the first time, the biomass of the Red Californian worm obtained on a nutrient substrate with Humilid addition was used as a feed additive for pheasant raising. It was established that the vermiculture biomass introduction into poultry feed in the amount of 1.5 % of the feed weight in the first week of life and 2.5 % in the second week positively affects morpho-functional indicators of the homeostasis and increase in live weight of pheasants due to the protein metabolism activating. The scientific novelty of the obtained results is confirmed by the declarative patent of Ukraine on the utility model (№. 120540).

The practical value of the results obtained.. According to the research results, the feasibility of using and the optimal amounts of Humilid as part of the nutrient substrate for vermiculture has been established. The introduction of the biologically active additive to the nutritional substrate provides for an increase in the reproductive function of the Red Californian worm and an increase in the number of worms by 21.1 % ($p < 0.001$). In the vermiculture biomass, the amount of protein synthesized is 1.76% ($p < 0,01$) higher and the proteolytic and cellulolytic activity increases by 34.6 % ($p < 0.01$) and 21.7% ($p < 0.01$) respectively, for the effect of Humilid. In addition, the ability of Humilid to influence the reduction of the heavy metals content has been found: Plumbum content – by 24.8 % ($p < 0.01$), Cadmium – by 26.1 % ($p < 0.01$) and Cuprum – by 30.5 % ($p < 0.001$) in the vermiculture biomass, which makes it possible to use it as a feed additive. The use of the vermiculture feed additive in feeds obtained from the biomass of Red Californian worms, obtained on the substrate with the addition of Humilid, contributes to an increase in 35-day-olds pheasants chicks live weight by 11.9 % ($p < 0.001$) and the homeostasis indices improved.

Based on the results obtained, recommendations for obtaining vermiculture biomass under the influence of Humilid and its use as a feed additive for feeding pheasant chicks has been developed.

Materials of the scientific research are implemented in the educational process of the State higher educational institution «Ukrainian State Chemical Technology University», of Dnipropetrovsk (currently Dnipro) State Agrarian and Economic University, Sumy National Agrarian University on the following disciplines: «General Biotechnology», «Ecobiotechnology», «Animal Physiology», «Biotechnology in Veterinary Medicine», «Farm Animals Physiology», «Biotechnology».

The research results are applied in the manufacturing process in «Agro-Soyuz» PJSC in the Synelnik district of Dnipropetrovsk region and in the «Natural Biotechnology» Ltd. in Zaporizhzhya.

Key words: vermiculture, Humilid, biomass, reproductive function, enzymatic activity, heavy metals, humic substances, blood, pheasant.

ЗМІСТ

ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	27
1.1. Червоний каліфорнійський черв'як як об'єкт біотехнології	27
1.1.1. Біологія та фізіологія представників родини <i>Lumbricidae</i>	27
1.1.2. Види черв'яків, які використовуються у вермітехнології	28
1.1.3. Особливості біотехнології вирощування черв'яків	30
1.2. Вплив субстрату на фізіологічний стан черв'яків родини <i>Lumbricidae</i>	34
1.3. Застосування кормових добавок вермикультури у тваринництві та птахівництві	42
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
2.1. Схема експерименту і напрями досліджень	50
2.2. Дослідження росту, розвитку вермикультури та загальної ензиматичної активності гомогенату її біомаси	52
2.3. Методи фізико-хімічних досліджень біомаси, кормової добавки вермикультури та біогумусу	53
2.4. Методи досліджень морфофункціональних показників крові та фізіологічного стану фазанят	55
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	58
3.1. Показники продуктивності вермикультури за впливу Гуміліду	58
3.2. Вплив Гуміліду на ензиматичну активність гомогенату біомаси вермикультури	65
3.3. Динаміка розмноження вермикультури за впливу Гуміліду	69
3.4. Ензиматична активність гомогенату біомаси вермикультури в умовах науково-господарського експерименту	73
3.5. Динаміка утворення гумінових речовин у біогумусі	75
3.6. Вплив Гуміліду на контамінацію важкими металами (Pb, Cd, Cu) біомаси черв'яків	82
3.7. Мікробіологічні дослідження субстрату та біогумусу	89

	18
3.8. Вплив Гуміліду на фізико-хімічні властивості біомаси вермикультури	91
3.9. Фізико-хімічні властивості кормової добавки вермикультури	93
3.10. Вплив кормової добавки вермикультури на живу масу фазанят	94
3.11. Морфофункціональні показники крові молодняка фазана мисливського за впливу кормової добавки вермикультури	103
3.12. Економічна ефективність використання Гуміліду у вермитехнології та кормової добавки вермикультури за вирощування фазанят	112
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	116
ВИСНОВКИ	131
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	135
ДОДАТКИ	165

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЛТ – аланінамінотрансфераза

АСТ – аспартатамінотрансфераза

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини

ГР – гумінові речовини

ГРв – гумінові речовини, розчинні у воді

ГРл – гумінові речовини, розчинні у лугах

ВРХ – велика рогата худоба

Д – дослід

К – контроль

ОСВ – осад стічних вод

Нь – гемоглобін

Чкч – червоний каліфорнійський черв'як

Са/Р – кальцій фосфорне співвідношення

БГКП – бактерії групи кишкової палички

КУО – колонієутворюючі одиниці

P_{Pb} – величина, яка показує відношення вмісту Pb у біомасі вермикультури до його вмісту у біогумусі

P_{Cd} – величина, яка показує відношення вмісту Cd у біомасі вермикультури до його вмісту у біогумусі

P_{Cu} – величина, яка показує відношення вмісту Cu у біомасі вермикультури до його вмісту у біогумусі

ВСТУП

Сьогодні у світі все більшу увагу приділяють застосуванню біотехнологічних прийомів та підходів у процесі переробки органічних відходів та їх раціонального використання як високоцінного ресурсу для отримання продуктів з метою використання їх у сільському господарстві.

Біотехнологія вермикультивування дає змогу біотрансформувати сільськогосподарські відходи з отриманням біомаси червоних каліфорнійських черв'яків та цінного біодобрива – біогумусу, що містить у своєму складі поживні речовини органічного і неорганічного походження та корисну мікрофлору. Біомаса черв'яків є джерелом повноцінного білка та інших важливих речовин, що дозволяє використовувати її як кормової добавки для сільськогосподарських тварин [1, 2] та птиці [3–5].

Однією з важливих проблем тваринництва є дефіцит кормового протеїну, що частково може вирішуватися за допомогою включення до раціону сільськогосподарських тварин біомаси червоного каліфорнійського черв'яка.

На жаль, незважаючи на велику користь вермикультури, її використання як кормової добавки до комбікормів для різних сільськогосподарських тварин, зокрема, фазанів мисливських, вивчено недостатньо. Для підвищення ефективності біотрансформації і виходу біомаси черв'яків необхідно вивчити можливість біологічно активних речовин природного походження, в тому числі, отриманих з торфу у складі поживного субстрату, впливати на ці процеси.

Актуальність теми. Однією з найважливіших проблем тваринництва та птахівництва є дефіцит білків у кормових раціонах, оскільки інтенсивні технології потребують більш високого забезпечення тварин поживними речовинами. Додавання до комбікорму кормової добавки біомаси червоного каліфорнійського черв'яка може забезпечити організм птиці природним повноцінним білком. Тому більш широке застосування біотехнологічних процесів [6], які дають змогу отримати біомасу черв'яків [7, 8], що накопичується шляхом біотрансформації органічних відходів, є актуальним.

Оскільки накопичення біомаси вермикультури відбувається за рахунок використання відходів сільськогосподарського виробництва, то цей процес сприяє утилізації цих відходів та додатково утворенню біогумусу [9, 10]. З метою підвищення ефективності цих процесів та реалізації генетичного потенціалу червоних каліфорнійських черв'яків [11] необхідно розробити такі біотехнологічні методи, що дозволять підвищити інтенсивність переробки органічних відходів та збільшити вихід кінцевих продуктів.

Включення біологічно активних речовин у біотехнологічний процес вермикультивування дає змогу позитивно впливати на репродуктивну функцію та ріст біомаси червоних каліфорнійських черв'яків [12–14].

Відомо, що гумінові речовини посідають особливе місце у кругообігу речовин у природі і можуть позитивно впливати на живі організми [15–18]. Кормові добавки гумінової природи беруть участь у перебудові метаболізму, підвищують природну резистентність, активують процеси адаптації та поліпшують якість продукції сільськогосподарської птиці [19–22]. Однак дані щодо впливу біологічно активних речовин, зокрема гумінової природи, на життєдіяльність та поведінку черв'яків є суперечливими [23–25].

Тому вивчення дії біологічно активної добавки гумінової природи «Гумілід» на репродуктивну функцію та ріст біомаси вермикультури, а також впливу отриманої біомаси як джерела повноцінного білка на процеси росту та розвитку фазана мисливського є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є розділом комплексних тем кафедри фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпропетровського (нині Дніпровського) державного аграрно-економічного університету «Вивчення особливостей фізіологічних функцій та метаболічних процесів у тварин за впливу біологічно активних речовин з метою підвищення їх резистентності та продуктивності» (номер державної реєстрації теми: 0111U009279) та «Вивчення фізіологічних та біохімічних механізмів корекції природної резистентності та метаболізму у свійських тварин на

тлі застосування біологічно активних речовин» (номер державної реєстрації теми: 0116U005360).

Мета та завдання дослідження. Метою науково-дослідної роботи є вивчення впливу Гуміліду у складі поживного субстрату на підвищення продуктивності вермикультури та встановлення ефективності її використання за вирощування фазана мисливського.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

– дослідити вплив біологічно активної добавки «Гумілід» на репродуктивну функцію червоного каліфорнійського черв'яка та визначити її оптимальну кількість у складі поживного субстрату;

– з'ясувати вплив оптимальної кількості Гуміліду на динаміку накопичення біомаси червоного каліфорнійського черв'яка у процесі вермикультивування;

– дослідити вплив біологічно активної добавки у складі поживного субстрату на протеолітичну, амілолітичну та целюлозолітичну активність біомаси вермикультури і вміст у ній білка;

– встановити вплив Гуміліду на накопичення важких металів у біомасі червоного каліфорнійського черв'яка і біогумусі, а також дослідити динаміку синтезу в ньому гумінових речовин;

– з'ясувати вплив біомаси черв'яків, отриманої із застосуванням Гуміліду, як кормової добавки на динаміку росту живої маси тіла та морфофункціональні показники крові фазанят.

– встановити економічну ефективність використання біомаси вермикультури у складі комбікормів для молодняку фазанів.

Об'єкт дослідження – біотехнологічний процес стимуляції нарощування біомаси черв'яків за впливу біологічно активних речовин гумінової природи і використання її як білкової добавки до комбікорму фазана мисливського.

Предмет дослідження – функціональні та кореляційні зв'язки показників біотехнологічного процесу вермикультивування, ензиматична активність біомаси вермикультури, фізико-хімічні характеристики біомаси черв'яків, склад

біогумусу, репродуктивна функція червоного каліфорнійського черв'яка, жива маса тіла молодняка фазанів, морфофункціональні показники крові фазанят.

Методи дослідження – біотехнологічні, фізіологічні (репродуктивна функція черв'яків); морфологічні (кількість еритроцитів і лейкоцитів, лейкограма); гематологічні (вміст гемоглобіну, гематокрит); біохімічні (рівень загального протеїну і його фракційний склад, активність гідролітичних ензимів, загальний вміст білків та жиру); хімічні (концентрація Pb, Cd, Cu, вміст гумінових речовин); мікробіологічні (кількісний склад мікрофлори біогумусу); зоотехнічні (маса тіла, середньодобові прирости маси фазанят); статистичні (обчислення середніх величин та вірогідності отриманих результатів).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено дослідження з використання біологічно активної добавки гумінового походження «Гумілід» у складі поживного субстрату за вермикультивування та встановлено її оптимальний кількісний діапазон. Виявлено, що додавання до поживного субстрату оптимальної кількості Гуміліду сприяє активації репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка на тлі прискорення процесів трансформації субстрату за рахунок підвищення активності гідролітичних ензимів та більшого накопичення білка в біомасі вермикультури.

Уперше показано, що за впливу Гуміліду в процесі вермикультивування у біомасі вермикультури знижується вміст важких металів (Плюмбуму, Кадмію, Купруму) за рахунок утворення їх важкорозчинних, недоступних форм. Уперше біомасу червоного каліфорнійського черв'яка, яку отримали на поживному субстраті із додаванням Гуміліду, використовували як кормову добавку за вирощування фазана мисливського. Встановлено, що введення біомаси вермикультури у комбікорми птиці у кількості 1,5 % від маси корму у перший тиждень життя та 2,5 % – на другий позитивно впливає на морфофункціональні показники гомеостазу та збільшення живої маси фазанят за рахунок активації білкового обміну. Наукова новизна одержаних результатів підтверджена деклараційним патентом України на корисну модель (№ 120540).

Практичне значення одержаних результатів. За результатами досліджень обґрунтовано доцільність використання та встановлені оптимальні кількості Гуміліду у складі поживного субстрату за вермикультивування. Уведення біологічно активної добавки до поживного субстрату забезпечує підвищення репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка та збільшення кількості черв'яків на 21,1 % ($p < 0,001$). У біомасі вермикультури на 1,76 % ($p < 0,01$) більше синтезується білок та на 34,6 % ($p < 0,01$) і 21,7 % ($p < 0,01$) підвищується протеолітична і целюлозолітична активність за впливу Гуміліду. Крім того, виявлено здатність Гуміліду впливати на зниження вмісту важких металів: Плюмбуму на 24,8 % ($p < 0,01$), Кадмію – на 26,1 % ($p < 0,01$) та Купруму – на 30,5 % ($p < 0,001$) у біомасі вермикультури, що дає змогу використовувати її як кормову добавку. Використання кормової добавки вермикультури у складі комбікормів, одержаної з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що були отримані на субстраті з додаванням Гуміліду, сприяє підвищенню приростів фазанят 35-добового віку на 11,9 % ($p < 0,001$) та покращенню показників гомеостазу.

На основі одержаних результатів розроблені рекомендації щодо отримання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання як кормової добавки у годівлі фазанят.

Матеріали наукової роботи впроваджені у навчальний процес Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпропетровського (нині Дніпровського) державного аграрно-економічного університету, Сумського національного аграрного університету з дисциплін «Загальна біотехнологія», «Екобіотехнологія», «Фізіологія тварин», «Біотехнологія у ветеринарній медицині», «Фізіологія сільськогосподарських тварин», «Біотехнологія».

Результати досліджень впроваджені у виробництво у ПрАТ «Агро-Союз» Синельниківського району Дніпропетровської області та у ТОВ «Природні біотехнології», м. Запоріжжя.

Особистий внесок здобувача. Автор самостійно здійснила пошук та аналіз наукової літератури за темою дисертації, організувала і виконала експериментальні дослідження. Аналіз, узагальнення та інтерпретацію одержаних результатів, формулювання висновків і пропозицій автор здійснила за науково-методичної допомоги керівника – кандидата біологічних наук, професора Степченко Лілії Михайлівни.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали позитивні відгуки на X Международной конференции daRostim 2014 «Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве» (Москва, 2014 г.); VII Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Хімія та сучасні технології» (Дніпропетровськ, 2015); міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ, 2015); на міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» (Одеса, 2016); XIIth International Scientific and Practical Conference daRostim 2016 Biotechnology for agriculture and environmental protection (Odessa, 2016); VIII Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Хімія та сучасні технології» (Дніпро, 2017); міжнародній науково-практичній конференції «Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві», присвяченій 95-річчю Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету та 110-річчю від дня народження проф. Л.А. Христевої (Дніпро, 2017); на міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology», присвяченій 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (Чернігів, 2018).

Публікації. Основні положення дисертації та результати досліджень висвітлені в повному обсязі у 20 публікаціях, у тому числі: 5 – у фахових наукових виданнях України; 1 – у зарубіжному виданні; 2 – в інших виданнях, 9 –

у матеріалах і тезах конференцій; 1 – патент України на корисну модель; 2 – методичні рекомендації.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, огляду літератури, основних методів досліджень, результатів досліджень, узагальнення результатів дослідження, висновків та пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Робота викладена на 187 сторінках комп'ютерного тексту, містить 17 рисунків і 26 таблиць. Список використаних джерел включає 264 найменування, у тому числі 60 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Червоний каліфорнійський черв'як як об'єкт біотехнології

1.1.1. Біологія та фізіологія представників родини *Lumbricidae*

Класифікація дощових черв'яків. Дощові черв'яки являють собою крупних безхребетних тварин. Вони належать до родини крупних ґрунтових малощетинкових черв'яків *Lumbricidae*, яких відносять до ряду вищих малощетинкових *Lumbricomorpha*, порядку *Opisthopora*, класу малощетинкових *Oligochaeta*, підтипу пояскових *Clitellata*, типу кільчатих *Annelida*, царству тварин *Animalia* [26, 27].

Трофічна класифікація поділяє дощових черв'яків на 3 категорії [28]: фітофаги (харчуються рослинним опадом або дебрисом), геофітофаги (харчуються рослинним опадом і ґрунтом) і геофаги (харчуються ґрунтом). Однак при класифікації за умовами середовища їх проживання дощових черв'яків поділяють на такі три категорії: епігеїки, анецики і ендегеїки [8].

Епігеїки (epigeic – дослівно з грецької «на землі») – ці черв'яки мешкають в органічних горизонтах ґрунту або на поверхні ґрунту в органічних відходах чи в рослинному опаді. Група черв'яків-епігеїків включає в себе такі види компостних черв'яків, як *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra* та ін. Черв'яки-епігеїки не будують взагалі постійних норок, мешкають у верхніх шарах ґрунту, багатих на органічну речовину, особливо в листі, а не в більш глибоких шарах мінерального ґрунту. Для цих компостних черв'яків можна відтворити оптимальні умови навколишнього середовища для підтримки і розмноження в штучних умовах популяції або вермикультури, і тому, саме черв'яки-епігеїки використовуються для систем вермикомпостування і вермикультивування у всіх країнах світу. До того ж вони є фітофагами і гумусоутворювачами [8].

Більшість досліджених представників роду *Eisenia* характеризуються базовим числом $x=18$, тоді як черв'як *E. fetida* має в гаплоїдному наборі 11 хромосом. Однак це не послугувало підставою для перегляду його систематичного статусу [29].

Біологічні особливості червоного каліфорнійського черв'яка як представника родини *Lumbricidae*. Морфологічна характеристика *Eisenia fetida*. Тіло олігохет довге, циліндричне завдовжки 40–130 мм та завширшки 2-4 мм з кількістю сегментів від 80 до 120 і більше. Черв'яки *Eisenia fetida* мають пурпурову пігментацію у вигляді широких поперечних смуг, розділених дещо вужчими непігментованими ділянками покривів. На першому сегменті у *Eisenia fetida* розташований ротовий отвір, над яким нависає виступ – головна лопать, яка має форму епілобічного типу. Перший сегмент позбавлений щетинок, на інших – щетинки сильно зближені попарно. Жіночі статеві отвори *Lumbricidae* дуже дрібні, розташовуються на 14-му сегменті. Чоловічі статеві отвори на 15-му сегменті оточені добре розвинутими залозистими полями. Пасок розташований з 26–27 по 31–32 сегмент. Пубертатні валики – з 28 (рідше з 29) по 30–31 сегмент, частково можуть заходити на 27 сегмент. Чотири пари сім'яних мішків розміщені у 9–12 сегментах. Дві пари сім'яприймачів відкриваються у міжсегментні борозенки 9/10, 10/11 у лінії спинних пор. Тип розташування м'язових волокон *Eisenia fetida* у поздовжній мускулатурі – перехідний [30].

1.1.2. Види черв'яків, які використовуються у вермітехнології

Для вермікомпостування використовують види дощових черв'яків, які здатні до високої швидкості споживання органічних відходів, травлення та засвоєння органічних речовин, стійкі до широкого спектра факторів навколишнього середовища, мають короткі життєві цикли та високий репродуктивний потенціал.

У різних державах світу як вермікультуру широко використовують з різною метою тільки 10–12 видів, головним чином, це ті, що мешкають на поверхні, компостні черв'яки-епігеїки. Вони дуже активні у вермікультурі і

швидко поглинають великі кількості органічних відходів, що знаходяться близько біля поверхні вермисистеми [31].

Широко використовують у вермикомпостуванні 5 видів *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, *Dendrobaena veneta*, менше використовують – *Perionyx excavatus* і *Eudrilus eugeniae*. Найчастіше використовують у вермикомпостуванні вид *Eisenia fetida*, оскільки він розповсюджений по всьому світу, витривалий у широкому діапазоні температури та вологості [4, 32, 33].

Оптимальна температура для вермикультури *Eisenia fetida* становить 25 °С, вологість – 85 %, рН – 5–9. У таких умовах тривалість їхнього життєвого циклу (від кокона до дорослої особини вермикультури) коливається від 45 до 51 доби. Період, за який настає статева зрілість вермикультури, коливається від 21 до 30 діб. Середня маса дорослої вермикультури – 0,55 г. Відкладення коконів відбувається через 48 год після спарювання, швидкість відкладення коконів – 0,35–0,5 день⁻¹. Середній розмір коконів – 4,85 мм × 2,82 мм. Життєздатність черв'яків, що з'явилися, становить 72 %–82 %, інкубаційний період коливається від 18 до 26 днів. Кількість молодих черв'яків від життєздатних коконів коливається від 2,5 до 3,8 залежно від температури. У контрольованих умовах середня тривалість життя дорівнює 594 дні при температурі 18 °С та 589 днів – при температурі 28 °С з максимально очікуваною тривалістю життя між 4,5 та 5 роками, хоча у природних умовах може бути меншою [32].

За іншими літературними джерелами [33], тривалість природного життя дощових черв'яків варіює від 3,5 до 10 років, їх присутність є показником якості ґрунту. Як правило, вони мешкають у верхньому шарі землі 30–45 см, проте влітку в пошуках вологи можуть піти вниз до 3-х метрів.

У роботі [34] наведені технологічні особливості червоних каліфорнійських черв'яків виду *Eisenia fetida*. Температурний режим впливає на репродуктивну активність черв'яків, екологічний оптимум становить від +20 до +25 °С, при низькій температурі (10–15 °С) не відбувається запліднення яйця або розвитку зародка, що уповільнює процес вермикомпостування. Найбільш придатним субстратом для життєдіяльності вермикультури є субстрат з умістом білка не

більше 9,0 %, рН середовища – 6,8–7,2 та щільністю заселення 250 тис. шт на м². Популяція черв'яків з низькою щільністю підсилює свою репродуктивність (утворюють більше коконів), на відміну від черв'яків, що знаходяться у групі.

1.1.3. Особливості біотехнології вирощування черв'яків

Перші системні наукові дослідження дощових черв'яків, що проводилися вченими в Англії, Франції та Німеччині, належать до першої половини ХІХ століття. Але основний внесок у розвиток цієї теми зробив Чарльз Дарвін, який зацікавився дощовими черв'яками ще в молоді роки і присвятив їх вивченню багато років життя [35]. У кінці ХХ століття в багатьох країнах світу почали впроваджувати вермітехнологію, що являє собою використання штучно виведених дощових черв'яків для переробки органічних відходів у біологічно активне та високоефективне біодобриво – вермикомпост, який сприяє відтворенню родючості ґрунтів [36]. Водночас у процесі вермікультивування накопичується значна кількість біомаси черв'яків, що є цінною сировиною для отримання білково-вітамінної добавки у тваринництві та птахівництві.

Схема вермітехнології розділена на дві самостійні біотехнологічні лінії: вермикомпостування, коли відбувається тільки активна переробка органічних відходів, та вермікультивування – інтенсифіковане відтворення біомаси черв'яків. Ці технологічні лінії різняться тільки біотехнологічними параметрами основних процесів і можуть здійснюватися на одних і тих же виробничих площах, при цьому набір необхідного технологічного обладнання не змінюється.

Переваги вермикомпостування порівняно зі звичайними способами компостування відходів полягають у тому, що з відходів, які заселені черв'яками, через 1–2 дні припиняється виділятися неприємний запах, а процес розкладання і мінералізації органічної речовини відбувається у 2–3 рази швидше. За присутності черв'яків створюються сприятливі умови для діяльності мікроорганізмів, що пригнічують розвиток патогенних бактерій [37].

За даними авторів відомо [38], що субстрат для вермикомпостування має наступні параметри: вологість – від 70 до 75 %; рН – 6,5–7,5; співвідношення С:N

– 20:1; уміст мінеральних речовин – не більше 10 %; сирого протеїну – не більше 25 %. При внесенні вермикультури із розрахунку 100 черв'яків на 1 м² площі поживного субстрату час культивування становить від 2 до 3 місяців при температурі від 16°C до 32°C (оптимальна – 24°C). Питома продуктивність вермикультивування для закритих приміщень така: з вихідної компостної суміші – 1,5 т/м², готового біогумусу – 0,7 т/м², біомаси вермикультури – 22 кг/м² на рік; для відкритих майданчиків: з вихідної компостної суміші – 0,7 т/м², готового біогумусу – 0,33 т/м², біомаси вермикультури – 10,5 кг/м² на рік.

За результатами дослідження вчених [10], ріст загальної біомаси вермикультури спостерігався за високої щільності заселення – 15–30 тис./м², але біомаса одного черв'яка була меншою, ніж за щільності заселення 5–10 тис./м². Автори наводять оптимальні умови процесу вермикомпостування лушпиння, який відбувається при вологості базового субстрату 70–80 %, температурі – 20–25 °C, рН субстрату – в межах 6,5–7,5; періодичність внесення свіжого субстрату 1 раз на 10 днів та щільність заселення 5–10 тис./м² – для прискореного нарощування біомаси, 15–30 тис./м² – для прискорення процесу вермикомпостування.

Існують наступні типи вермисистем: бурти (грядна технологія), ложа, контейнери і автоматичні реактори безперервної дії. Кожен тип вермитехнології має безліч варіантів. Основний принцип усіх систем вермикомпостування заснований на додаванні подрібнених органічних відходів, через певні інтервали часу, тонким шаром на поверхню системи, що дозволяє компостним черв'якам пересуватися до цих відходів, поглинати та перетравлювати їх. Компостні черв'яки завжди будуть концентруватися у верхньому шарі органічних відходів, який завтовшки 10–15 см [31].

Вермисистеми статичні – коли підготовлений базовий субстрат і кормовий субстрат змішуються, компостні черв'яки заселяються та вся система залишається до тих пір, поки процес вермикомпостування не закінчиться. Вермисистеми безперервної дії – це такі, в яких компостних черв'яків після заселення в базовий субстрат регулярно підкормлюють та нові порції кормового субстрату добавляють на поверхню, а кінцевий продукт регулярно видаляється з вермисистеми [8].

Вермикомпостування є біоокиснювальним процесом, в якому дощові черв'яки взаємодіють з мікроорганізмами та іншими організмами фауни, прискорюючи розкладання і стабілізацію органічної речовини і значно змінюють його фізичні та біохімічні властивості [39].

Мікрофлора та ензиматична активність вмісту кишечника дощових черв'яків. Процес перетравлювання поглинутого субстрату включає в себе секрецію різних ензимів і слизу всередині кишечника черв'яка, розкладання і травлення або безпосередньо, або за допомогою мікрофлори чи мікроорганізмів, що потрапили з субстрату [40]. Травна система дощових черв'яків може існувати в різних умовах ґрунту. У кишечника формуються сприятливі умови як для аеробних, так і анаеробних мікроорганізмів, тоді, як у ґрунті частіше створюються сприятливі умови для аеробних мікроорганізмів [41]. Бактерії у кишечника черв'яків допомагають перетравлювати часточки їжі, актиноміцети знищують хвороботворні мікроорганізми, виявляючи антагоністичну дію. Мікроорганізми, що містяться у кишечника черв'яка, споживають слиз, який підвищує їхню активність, і в свою чергу беруть участь у травних процесах дощових черв'яків. Незважаючи на дослідження вчених, питання щодо реального існування симбіонтів у кишечника дощових черв'яків залишається спірним [40].

У кишечника дощових черв'яків *Eudrilus eugienea* виявили такі бактерії: *Bacillus SPP.*, *Lactobacillus SPP* і *Flavobacterium SPP*, їх кількість становить 543×10^5 КУО/мл [42]. Вуглеводи, жири і білки розщеплюються у кишечника на більш прості сполуки, які потім можуть бути поглинуті через стінки кишечника в кровоносну систему тварини і сприяти виділенню енергії та впливати на ріст, розвиток і репродуктивну функцію черв'яків [40].

Целюлоза є найбільш поширеним у природі полімером і являє собою великий пул вуглецю для мікроорганізмів – основних агентів, що відповідають за розкладання органічної речовини ґрунту. Розщеплення целюлози виникає в результаті комбінованої дії грибів та бактерій з різними властивостями. Присутність дощових черв'яків у вермиреакторах [43] значно збільшила швидкість розкладання целюлози – майже у 1,7 раза. Проте, прямий внесок

E. fetida у деградацію целюлози не був значним, хоча її присутність збільшувала мікробну біомасу та активність ензимів – целюлази та β -глюкозидази.

Ензими з амілазною, целюлазною, хітиназною, протеазною, ліпазною, уреазною активністю та кислих і лужних фосфатаз були виявлені в кишечнику деяких черв'яків [44], а ензими з лактатдегідрогеназною активністю – у всіх тканинах дощових черв'яків [45]. На субстраті з високим умістом поживних речовин спостерігається зростання активності травних ензимів дощових черв'яків [42, 46–48]. До підвищення целюлозолітичної активності у гомогенаті кишечнику черв'яків (у 14 разів) також призводить інокуляція суспензією грибів *Trichoderma viride* [49]. Ензиматична активність кишечнику різних видів черв'яків на одних і тих же поживних субстратах може різнитися. Так, активність целюлази та ксиланази була вищою у *Eisenia fetida*, а активність амілази, целобіази та ендоглюконази – у *Eudrilus eugeniae* [50].

Крім того, ензими травної системи вермикультури відповідають за розкладання і гуміфікацію органічної речовини. Активність ґрунтових безхребетних спричиняє посилення процесів гуміфікації [51]. Під впливом дощових черв'яків процес гуміфікації приводить до накопичення малорухомих гумінових кислот і утворення гумусу, а без їх участі відбувається лише фрагментація опаду й утворення грубого гумусу типу модер [52].

Розкладання підстилки дощовими черв'яками відбувається швидше на ґрунтах з мулевим гумусом, ніж на ґрунтах з гумусом типу модер. Протягом п'яти місяців ці тварини на мулевій ділянці забезпечували розкладання 40 % ясеневої підстилки, тоді як на ділянках з гумусом модер – лише на 10 %. Дощові черв'яки розкладають коричну кислоту та ванілін – продукти розкладання лігніну – до діоксиду вуглецю. Подальші хімічні перетворення рослинних речовин за участю тварин чи їхніх виділень пов'язані з синтезом гумінових речовин за участю пероксидаз, які синтезуються безхребетними. Ці ензими відіграють роль у полімеризації ароматичних речовин при утворенні гумусу [53].

Найчастіше у вермикультивуванні використовують поживний субстрат на основі гною ВРХ, свиней та пташиного посліду [54]. Біохімічний склад біогумусу

формується залежно від взаємопов'язаних процесів біотичного і абіотичного характеру і залежить від інтенсивності їх проходження. За роботами авторів [33, 55–59], біогумус має наступні агрохімічні показники: рН 7,0–8,0; гумусу – 8,0–17,2 %; гумінових кислот – 3,3 %; фульвокислот – 2,3 %; органічних речовин – 20,0–45,7 %; органічного вуглецю 3,26–14,0 %; загального азоту – 0,51–3,16 %; загального фосфору – 0,5 %; а також містить всі необхідні для рослин інші мікроелементи живлення в збалансованому вигляді. Біогумус перевищує гній і компости за вмістом гумусу у 4–8 разів, а також має інші цінні властивості: вологоємність, вологостійкість, гідрофільність, механічна міцність гранул, відсутність насіння бур'янів, наявність великої кількості корисної мікрофлори [60], різних ензимів вітамінів, ґрунтових антибіотиків, гормонів росту і розвитку рослин [61–63], що значно знижують стрес рослин, прискорюють проростання насіння [64], підвищують стійкість до захворювань. Внесення біогумусу під сільськогосподарські культури забезпечує підвищення врожайності від 20 до 46 % [9], а також сприяє більшому росту надземної частини рослин [65, 66], підвищенню вмісту білка у них та зниженню вмісту нітратів [67].

Таким чином, для ефективного проведення процесу вермикультивування необхідно підтримувати оптимальні умови – відповідну температуру, вологість, рН, склад поживного субстрату та щільність заселення червоними каліфорнійськими черв'яками. А також необхідний вплив мікрофлори поживного субстрату та кишечника вермикультури, їхньої ензиматичної активності на процес гумусоутворення. Підсумовуючи дані огляду літератури, можна твердити, що вермикультивування є низькотехнологічним напрямом біотехнології.

1.2. Вплив субстрату на фізіологічний стан черв'яків родини *Lumbricidae*

Велику частину біовідходів, таких як: харчові відходи [68], гній [9, 69, 70], послід птахів [71–74], відходи гідролізного виробництва, целюлозно-паперових комбінатів [75, 76], біохімічних заводів, олійниць [1], м'ясопереробних

заводів [77] та інших, можна переробляти в органічне добриво чи отримувати кормовий білок за допомогою вермикультури. Отже, поживними субстратами для вермикультури можуть слугувати різні органічні відходи, які пройшли ферментацію та стабілізацію.

Дослідники [78] показали поживність субстрату на основі гною ВРХ для вермикультури, на якому спостерігався більш інтенсивний ріст дощових черв'яків, ніж на субстраті з листя. Перші кокони з'явилися через 3 тижні в обох поживних середовищах. За 6 місяців дослідження вермикультурою відкладено майже в 2 рази більше коконів на поживному субстраті гною ВРХ, ніж на субстраті з листя. Середня маса вермикультури у репродуктивний період коливалась у межах 0,85–0,92 г в обох групах. З коконів вермикультури, яка утримувалась на гною ВРХ, отримали майже в 2 рази більше особин черв'яків, ніж на субстраті з листя.

На суміші землі та гною ВРХ (50:50, 20:80) перші кокони вермикультури з'явилися на 22 день спостереження [79]. Через 4 місяці їх кількість зросла у 79 разів, а кількість особин – у 19 разів, порівняно з групою, яка утримувалась на садовій землі, що свідчить про активне відтворення.

Автори встановили [80], що на 60-й день дослідження максимальний приріст біомаси вермикультури *Eudrilus eugeniae* спостерігався на поживному субстраті на основі гною ВРХ та відходів цукрового виробництва з умістом твердих побутових відходів 40 % і становив 24,7 г. На кінець дослідження у цьому субстраті відкладено вермикультурою найбільша кількість коконів.

Результати досліджень [81] показали, що на поживному субстраті на основі гною ВРХ та суміші твердих побутових відходів за 150 днів культивування біомаса *P. sansibaricus* та *P. excavatus* збільшилась на 190,8 та 200,7 %, відповідно. Проте, загальна кількість коконів *P. excavatus* у субстраті була на 127,3 % більше, ніж у групі з *P. sansibaricus*.

У роботі [82] показана поживність субстратів на основі гною ВРХ з додаванням гною свиней та рисової соломи для червоних черв'яків (*Perionyx excavatus*) з 45-денною ферментацією. Результати показали, що гній

великої рогатої худоби був кращим субстратом для росту черв'яка *Perionyx excavatus*, оскільки за 45 днів біомаса їх збільшилася на 142 %. Приріст біомаси черв'яка залежить від умісту аміаку у субстраті: у гною ВРХ його менше майже в 3 рази, ніж у свинячому. Біотрансформація поживного субстрату на основі відходів ВРХ проходить на 15 діб швидше, ніж на основі відходів свинарства [83].

Авторами [84] доведено згубний вплив поживного субстрату на основі гною свиней, внаслідок чого утворилося кисле середовище, що призвело до загибелі 20 % черв'яків. На поживному субстраті, який складається з суміші гною ВРХ та свиней, зафіксовано експоненціальний ріст вермикультури – збільшилася кількість коконів та молодих особин. Приріст чисельності червоного каліфорнійського черв'яка дорівнював 357 %. У субстратах зменшилася кількість органічної речовини у середньому з 84 до 51 %, а наприкінці дослідження підвищився вміст фосфору, калію, кальцію, вміст азоту змінився незначно. Також у біогумусі спостерігається зниження вмісту Купруму у 5–7 разів та кумуляція важких металів у тілі черв'яків, особливо Плюмбуму.

При вермикультивуванні *Eisenia fetida* на поживному субстраті гною свиней з високим співвідношенням C:N (11 та 19) за 36 днів кількість черв'яків збільшилась у 7 разів, порівняно з субстратом з низьким співвідношенням, а середня маса особин дорівнювала 0,37 г [85].

На поживних [86] субстратах на основі сирого осаду після первинних відстійників з додаванням різних органічних відходів – листя, паперу – спостерігалася загибель черв'яків, а в суміші з гноєм ВРХ вермикультура довгий час пристосовувалась до субстрату, проте на кінець дослідження були отримані молоді особини черв'яків.

При температурі від 16 до 23 °C на субстраті з суміші ферментованого гною, побутових відходів та листя одна особина *E. fetida* в середньому відкладає $1,28 \pm 0,16$ коконів на тиждень [87]. Максимальна кількість коконів була на 7-й тиждень дослідження, вона дорівнювала 4 кокони. Кількість черв'яків в одному коконі коливається в межах від 1 до 6 екз., а середня – $3,86 \pm 0,47$ лич./кок. Інкубаційний період становив від 11 до 20 днів (середня $16,28 \pm 0,69$ днів). За

результатами інших авторів [88], середня продукція коконів одного червоного каліфорнійського черв'яка за добу максимально становить 0,4 у поживних субстратах на основі ґрунту та сфагнуму, а найнижча – 0,1 у суміші пісок–глина–сфагнум. Час інкубації коконів – 26 діб при температурі 23–25 °С, кількість черв'яків в одному коконі в середньому становила 2,3 особини.

У роботі [89] досліджено ефективність поживного субстрату на основі пташиного посліду з модифікованими органічними добавками для вермикультури. Ефективність субстратів оцінювали за тривалістю адаптаційного періоду, який коливався від 7 до 28 днів, інкубаційний період коконів – 14–21 діб. Результати досліджень показали, що найбільш швидко черв'яки адаптувалися до композиційних субстратів з пташиного посліду з соломою у співвідношенні 1: 1 та пташиного посліду з тирсою і листовим опадом у співвідношенні 1: 2: 1.

Поживний субстрат на основі верблюжої колючки (38 %), гною великої рогатої худоби, посліду птахів та соломи сприяв збільшенню кількості особин черв'яків у 5–6 разів [90].

У дослідженні [91] показано позитивний вплив поживних субстратів на основі гною корів, коней, овець і кіз на ріст і розмноження *Eisenia fetida*. Максимальна біомаса вермикультури була досягнута в гною овець (1294 ± 245 мг/черв'яка), а мінімальна (800 ± 137 мг/черв'яка) – гною коней. Через 15 тижнів максимум коконів вермикультури був у овечому гною ($155 \pm 18,36$) і мінімум ($62 \pm 23,57$) – на гною буйволів. На думку автора, зменшення біомаси черв'яків відбувалося через недоступність поживного субстрату. Найбільш сприятливим поживний субстрат для вермикультури є на основі гною або посліду птахів з іншими відходами у співвідношенні 1:1 або 2:1 [92]. Найкращою добавкою до субстрату є целюлозно-паперові відходи, в яких швидко розвивається вермикультура. Для прискорення процесу ферментації вихідного субстрату використовували ЕМ-препарати – концентрат 80-ти видів мікроорганізмів.

У соняшниковому лушпинні поживних речовин цілком достатньо для нормальної життєдіяльності *Eisenia fetida*. Крім того, соняшникове лушпиння має

майже найнижчий вміст зольних речовин, що підвищує його технологічну та біологічну якість для вермикультури [93]. Результати, наведені у роботах [94-96], свідчать про підвищення якості поживних субстратів на основі відходів біогазових установок [94] та суглинку і чорнозему [95], з додаванням органічних та побутових відходів [96], на яких виявлено ріст популяції представників *Lumbricidae*.

При вермикультивуванні муніципального активного мулу [97] у біогумусі вміст Cu знизився на 20,5 %; Zn – на 15,0 %; Pb – на 13,0 % і Cr – на 9,8 %. Автор вважає, що зниження вмісту важких металів пов'язано з їх накопиченням в органах *E. fetida*. Дощові черв'яки можуть асимілювати токсичні компоненти ОСВ від 10 до 40 % (Купрум, Цинк, Ферум, Кобальт, Нікель, Плюмбум, Кадмій) [98]. Цеоліт у дозі 6 % у складі поживного субстрату з умістом ВМ вище гранично допустимої концентрації має ентеросорбентні властивості та регулює метаболізм вермикультури, тобто приводить до підвищення в ній вмісту незамінних амінокислот [99].

За період вермикомпостування суміші активного мулу та кори дерев кількість вермикультури зросла на 46,0 %, а біомаса – на 20,6 %, порівняно з кількістю черв'яків, які споживали активний мул [100].

За експериментальними даними [101], останні генерації червоного каліфорнійського черв'яка *Eisenia andrei (Cellulatae)* лінії (SK-94), вирощеного на поживному субстраті зневодненого осаду очисних споруд і його суміші з активним мулом, мали характерні морфобіологічні параметри: потемніння забарвлення до темно-бурого кольору з вкрапленнями яскраво-жовтих жирових крапель, збільшення біомаси, досить високу швидкість утилізації субстрату, при цьому вони досягали високих продукційних характеристик.

Авторами [102] показано згубну дію поживного субстрату на основі ОСВ. При зменшенні у субстраті ОСВ до 250 г/кг спостерігається збільшення кількості черв'яків *Eisenia fetida* – у 26 разів, а *Eisenia andrea* – лише у 3 рази. Збільшення кількості сухого листя [98] та ферментованого гною ВРХ [86] у таких субстратах дозволяє адаптуватися вермикультури та забезпечити її активну життєдіяльність.

Дослідники [103] встановили, що на органічному субстраті стічних вод, який містить 40 % загальної органічної речовини, накопичення біомаси вермикультури відбувалося між 4 та 7 тижнями. Після 9 тижня вермикультивування загальна біомаса дощових черв'яків зменшилася, а деякі особини втратили репродуктивні властивості. Можливо це пов'язано зі збільшенням кількості особин вермикультури та нестачею поживних речовин у субстраті.

Науковці [104] показали перевагу поживних субстратів з різними домішками – відвари коренеплодів, дріжджі та екстракти рослин. Оптимальними кормовими домішками для черв'яків (*Oligochaeta, Lumbricidae*) виявилися відвари гречки, моркви, рису, а найменш привабливими виявилися відвар гороху та сухі дріжджі. Щодо екстрактів рослин, то кращими стали екстракти кропиви і конюшини, а найгіршим – гвоздики. У дослідженні було встановлено, що відвар гречки та екстракт кропиви у складі поживного субстрату сприятливо впливали на репродуктивну функцію черв'яків: кількість коконів у цих субстратах була на 207,5 та 347 %, відповідно, більше, ніж у контролі.

Біопрепарат «Байкал ЕМ1» у складі поживного субстрату сприяв підвищенню коефіцієнта приросту біомаси середньоволзької вермикультури *E.fetida* на 14,9 % та прибалтійської – на 8,2 % порівняно з контролем [105]. При використанні біоочисника спостерігалось найбільше зростання коефіцієнта приросту біомаси: середньоволзької вермикультури – на 27,6 %, прибалтійської – на 19,1 % відносно контролю. Дослідження показали, що при застосуванні біоочисника у двох популяцій кількість коконів дорівнювала 0,61–0,62 штук на тиждень. Але найбільший вихід черв'яків з коконів був у монокультурах: середньоволзької – 2,34 особин, у прибалтійської – 1,78 особин.

В експериментах [106] дослідників доведено, що інокуляція дощових черв'яків *T.viride* активувала антибіотичний імунітет тварин. При вільному вигодовуванні вермикультури грибом спостерігається зростання питомої целюлазної активності у кишечнику черв'яків. Таким чином, автор вважає, що можливо використовувати активні зоомікробні комплекси для збільшення

ефективної утилізації целюлозних відходів. Ферментація поживного субстрату *Trichoderma viride* [64] сприяла скороченню тривалості культивування та високому виходу вермикомпосту.

За даними автора [107], ціломічна рідина вермикультури, обробленої мікроорганізмами, проявляла антимікробні властивості до інокульованих штамів *Bacillus thuringiensis*. Науковець вважає, що під впливом деяких штамів мікроорганізмів можна посилити бактеріальні властивості препарату з дощових черв'яків.

Препарати стрептоміцетного походження у складі поживного субстрату позитивно впливають на приріст біомаси вермикультури [108]. Так, за вживання таких стимуляторів репродуктивна функція вермикультури була прискорена на 24 доби, а чисельність приплоду майже у два рази перевищувала контроль. Вага сирої біомаси черв'яків у дослідних групах була більшою, ніж у контролі на 20-28 %. Внесення у поживний субстрат культуральної рідини штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus* 2435, що містить $(6,3 \pm 0,03) \times 10^6$ КУО/мл, сприяє також стимуляції росту та одержанню біомаси *Eisenia fetida*.

Автори [109] дослідили вплив органічних речовин, які додавали до поживного субстрату, на репродуктивність дощових черв'яків. Так, порівняно з контролем, сполука аналог I - N-окис 2,6-диметилпіридину у складі поживного субстрату сприяє підвищенню приросту черв'яків: при нормі витрати препарату 10 мг/кг субстрату – у 4 рази, при цьому кількість відкладених коконів збільшилася в 1,72 рази; сполука (сіль N-окису 2,6-диметилпіридину та бурштинової кислоти) при концентрації 25 мг/кг, – відповідно, в 3,39 та 5,4 рази; сполука (сіль біс-(N-окису 2,6-диметилпіридину) та бурштинової кислоти) при концентрації 50 мг/кг, – відповідно, в 4,5 та 2,5 рази; сполука (сіль біс-(N-окису 2-метилпіридину) та бурштинової кислоти) при концентрації 5 мг/кг, – відповідно, в 5,6 та 9,5 рази; сполука (сіль (N-окису 2-метилпіридину) та бурштинової кислоти) при концентрації 5 мг/кг, – відповідно в 5,1 та 9,5 рази.

Розчини препарату «Powhumus» [25] 2,0 та 1,5 г/дм³ призвели до загибелі 50 % особин черв'яків. При концентрації «Powhumus» 1,0 г/дм³ виживало 100 %

черв'яків, але час заривання у субстрат був майже у 6 разів довшим за контроль. При подальшому зниженні концентрації зазначеного препарату до 0,1 і 0,5 г/дм³ спостерігалось виживання особин та час заривання був ближчим до контролю. «Гумат 80» у концентрації 2,0–1,0 г/дм³ справляв токсичну дію на дощових черв'яків, але при концентрації цього препарату 0,5 и 0,1 г/дм³ виживало 100 % особин, а час заривання не дуже відрізнявся від контролю. Ми вважаємо, що реакція дощових черв'яків на гумінові препарати залежить від концентрації препарату, походження гумінових речовин препарату та способу його одержання. Гумінові речовини мають гормоноподібний ефект [23, 24]. Вони впливають на підвищення репродуктивної функції нематод *Caenorhabditis elegans* (нематоди), що сприяє збільшенню кількості особин. Репродуктивний потенціал може бути пов'язаний з алкілароматичними сполуками ГР, які є основними структурними компонентами.

Крім того, біогумус та його екстракти, як джерело гумінових речовин, сприятливо впливають на ріст тварин, тому їх використовують при вирощуванні підсвинків [110], курей-несучок [111] та курчат-бройлерів [112].

Біологічно активні речовини гумінового походження активують різні процеси в організмі, тому їх широко використовують у тваринництві та птахівництві. Торф є одним із джерел сировини, з якої отримують біологічно активні речовини [113]. Препарати, отримані з торфу, містять у своєму складі гумінові, фульвокислоти та ін. [114].

Гумінові речовини – це сукупність біотермодинамічностійких сполук, які утворюються у процесі розкладу та трансформації рослинних і тваринних рештків під дією мікроорганізмів або кисню повітря. До функціональних властивостей гумінових речовин належать нестехіометричність складу, нерегулярність будови, гетерогенність структурних елементів, полідисперсність, висока молекулярна маса. Ці речовини містять великий набір функціональних груп як позитивно (азогрупи, аміни, іміни, пептидні), так і негативно (спиртові, фенольні, альдегідні, кетонні, карбоксильні, метоксильні й ін.) заряджених, що визначає широкий

спектр хімічної активності гумінових речовин за рахунок їхньої здатності до абсорбційної, іон-іонної та донорно-акцепторної взаємодії [115].

Значний внесок у вивчення гумінових речовин зробили видатні вчені, зокрема: Л. А. Христева [116, 117], І. В. Тюрін [118, 119], Д. С. Орлов [120–122], І. В. Пермінова [123–126] та Л. М. Степченко [15, 127–143]. Для ГР характерним є єдиний принцип будови: наявність каркасної частини, тобто ароматичного вуглецевого скелета, що заміщений алкільними і функціональними групами, серед яких переважають карбоксильні, гідроксильні і метоксильні, та периферичної частини, яка збагачена полісахаридними і поліпептидними фрагментами [144].

Таким чином, з даних проаналізованих джерел випливає, що на процес вермикультивування впливає багато різних фізичних та біологічних факторів, але праця, що вивчають біологічно активні добавки у складі поживного субстрату для червоних каліфорнійських черв'яків, знайдено досить мало.

1.3. Застосування кормових добавок вермикультури у тваринництві та птахівництві

Фізико-хімічна характеристика біомаси вермикультури. Хімічний склад організму олігохет залежить від складу поживного середовища. Так, уміст сирого протеїну у біомасі *Eisenia fetida* коливається в межах 51,9 – 68,9 % [99, 145, 146]. За даними іншого автора [147], кількість сирого протеїну у біомасі *Eisenia fetida* становить 71 %, *L. terrestris* – 78,7 %, а у *Lumbricus rubellus* – 63,06 % [148]. Результати досліджень показали [149, 150], що вміст білка та подібних речовин у біомасі дощових черв'яків коливається у межах від 60 до 85 %.

Щодо амінокислотного складу біомаси дощових черв'яків, то у *Eudrilus eugeniae* та *Libyodrilus violaceus* серин, глутамінова кислота, пролін, гліцин, аланін містилися в меншій кількості порівняно з *Eisenia fetida* [151]. За результатами іншого автора [99], уміст амінокислот у 1 г білка *Eisenia fetida* дорівнює, мг: ізолейцину – 97,5; лейцину – 130,4; лізину – 55,0; метіоніну та

цистеїну – 266,8; фенілаланіну та тирозину – 167,7; триптофану – 66,4; треоніну – 94,2 та валіну – 94,2, а у біомасі *Lumbricus rubellus* переважали незамінні амінокислоти, такі як: гістидин (0,63 %), ізолейцин (1,98 %), а також глютамінова кислота (1,52 %) [148].

За даними авторів [145, 146], уміст ліпідів у біомасі дощових черв'яків коливається в межах 5,6–17,5 %; ефірних екстрактивних речовин – 2,9–20,0 % [146, 147]; золи – 0,43–2,9 %; органічної речовини – 88 %; сухої речовини – 7,2 % [145, 147]. Інші автори [149, 150] встановили, що вміст білка у бобових, у водоростях та грибах нижче у 4,0; 5,7 та 2 рази, відповідно, порівняно з його вмістом у біомасі дощових черв'яків. Уміст білка у м'ясо-кістковому та рибному борошні майже у 2 рази менший, ніж у вермикультури [152].

Таким чином, за даними джерел, фізико-хімічна характеристика біомаси черв'яків залежить від складу поживного субстрату та виду вермикультури, але варіабельність вмісту протеїну є незначною. Біомаса вермикультури має вищий рівень протеїну, ніж рослинна сировина та гриби. Це дає підставу широко використовувати біомасу дощових черв'яків у годівлі сільськогосподарських тварин.

Біомаса дощових черв'яків є цінною сировиною для отримання високоякісних білково-вітамінних кормових добавок для птахівництва, тваринництва та рибництва.

Одним з основних факторів, що впливають на поліпшення фізіологічного стану та продуктивність сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінна годівля за рахунок достатньої кількості раціонів, збалансованих за протеїновим і амінокислотним складом [153–162]. В умовах спаду виробництва і зростання цін на високобілкові корми тваринного і рослинного походження пошук нетрадиційних кормів і можливість їх застосування для балансування та здешевлення раціонів має актуальне теоретичне і практичне значення, адже ресурси тваринного білка є обмеженими.

Результати досліджень [163] свідчать, що заміна 2,0 % комбікорму черв'ячною біомасою, вирощеною на живильному середовищі із вмістом 4,5 %

цеолітовмісного базальтового туфу, сприяє вірогідному збільшенню порівняно з контролем живої маси 2-місячних перепелів на 4,4 % ($p < 0,01$). Заміна 2,0 % комбікорму черв'ячною біомасою, вирощеною на живильному середовищі із 3,0 % цеоліту Сокирницького родовища, також приводить до невірогідного зростання живої маси на 1,9 %. Широке промислове застосування біомаси черв'яків у перепелівництві [164] очевидне, оскільки підвищується продуктивність перепелів. Використання збагаченої йодом біомаси дощових черв'яків як кормової добавки для курчат-бройлерів сприяло збільшенню приростів живої маси птиці на 6,9 % [3].

Додавання до основного раціону курчат-бройлерів (крос Смена) 60 % кормової добавки на основі вермикультури та вермикомпосту сприяло росту та розвитку курчат, на 38-й день дослідження їхня маса в середньому зросла на 4,06 % ($p < 0,05$) [165]. Біомаса черв'яків *Perionyx excavatus* (від 1,0 до 2,0 %) у складі [82] раціону курей сприяла високим темпам росту птиці з високим виходом туші, грудки та м'яса стегна без істотного впливу на якість м'яса. Велика маса курей у віці 10 тижнів була у групі, де до комбікорму додавали кормову добавку черв'яків у кількості 2,0 %, тут також спостерігалось зниження споживання корму на 6,8 % порівняно з контрольною групою.

Встановлено [111], що уведення до раціону курей-несучок біогумусу (від 5 до 20 г на голову) сприяло підвищенню їхньої продуктивності на 6–13,9 % (у середньому на 8,5 %), зменшенню частоти насічки яєць на 7,5 %, зниженню питомої витрати кормів (на 1000 яєць) – на 5,4 %. При включенні до основного раціону годівлі добових курчат-бройлерів 1,2 % компостних черв'яків (за дефіциту білка 6 %) спостерігався більш чіткий статевий диморфізм, ніж у курчат контрольної групи. Збереженість голів та приріст живої маси у дослідній групі були, відповідно, на 24,6 % та 16,2 % вищими, а витрата корму на 1 кг приросту – меншою на 24,0 % порівняно з контрольними показниками.

Кормові й гідролізні дріжджі є джерелом не тільки білка, а й незамінних амінокислот та вітамінів. Включення їх у раціон підвищує приріст маси птиці та поживну цінність і засвоюваність кормів [166].

Комплекс амінокислот, таких як лізин, метіонін, треонін, які додавали до основного раціону птиці, позитивно впливали на активність ензимів органів травлення перепелів; маса тіла перепелів дослідної групи була більшою на 10,3 % ($p < 0,001$), порівняно з птицею контрольної групи. Середньодобовий приріст маси тіла перепелів дослідної групи становив 5,02 г, а контрольної – 4,48 г. Краще засвоєння організмом птиці поживних речовин сприятиме їх активному використанню для нормального перебігу фізіологічних процесів і забезпечення більшої м'ясної продуктивності перепелів [167, 168]. Згодовування перепілкам комбікорму з комплексом амінокислот і вітаміну Е сприяло підвищенню яєчної продуктивності перепілок та покращенню морфологічного складу яєць. Інтенсивність несучості за дії комплексу амінокислот та вітаміну Е зросла на 13,4 % [169].

Встановлено позитивний кореляційний зв'язок між вмістом амінокислот у сироватці крові та м'язовій тканині перепелів. Додавання до раціону лізину, метіоніну та треоніну сприяє накопиченню як замінних, так і незамінних амінокислот у сироватці крові та м'язовій тканині перепелів, що підвищує біологічну цінність м'яса птиці [170].

Підвищення вмісту протеїну від 16 до 18 % супроводжувалося вірогідним зниженням величини споживання корму на 23 %. Встановлено, що залежність між рівнями протеїнового живлення та рівнями споживання корму має нелінійний характер й описується поліноміальною кривою із коефіцієнтом вірогідності апроксимації $R^2 = 1$. Використання комбікормів із різним умістом сирого протеїну помітно позначається на споживанні кормів та перетравності поживних речовин. Вплив рівнів протеїнового живлення на споживання корму описується поліноміальною кривою й характеризується зворотною залежністю ($r_s = -0,44$) [171]. Дослідженням [172] встановили, що при додаванні до основного раціону 2,5 % та 1% протеїнового комплексу курчатам денного віку та щурам, яких відлучили, середньодобовий приріст маси дорівнював 14,0 % та 15,0 %, відповідно. Результати досліджень [173] показали, що у кормах для риb при вмісті сухого порошку дощових черв'яків у кількості 15 та 25 % уміст білка у них

становив 28,76 та 35,87 %, відповідно. Годівля личинок сріблястого карася та коропа стартовим кормом, виготовленим за ступеневою технологією, сприяла збільшенню маси тіла, відповідно, на 39 і 42 % порівняно з рибами, що споживали гранули з сухих черв'яків, та на 13 і 35,4 %, відповідно, перевищували цей показник у риб, яким згодовували живий корм (коловертки) [174]. Кормову добавку отримували з дощових черв'яків і вермикомпосту [165] та додатково вносили каротиновмісну біомасу мукорового гриба *Blakeslea trispora* [175]. При додаванні кормової добавки РВД-ЕМ до раціону відлучених поросят у кількості 5 г та 10 г на 1 кг живої маси середньодобові прирости тварин збільшувалися на 23,4 % та 20,2 %, відповідно [175].

Крім використання дощових черв'яків у як кормових добавок, можна використовувати їх у медицині [172] як лікарські препарати [177, 178], оскільки вони мають ензиматичну активність [179], антимікробні властивості [180] та справляють біологічну дію [172, 181]. Також встановлено, що порошок з дощових черв'яків має сильні антиоксидантні та гепатопротекторні властивості [182].

Отже, при використанні кормових добавок вермикультури в основному раціоні тварин спостерігалась активація їх росту і розвитку та збільшення живої маси аквакультури, щурів, свиней та птиці. Проте, використання та вплив подібних кормових добавок за вирощування фазанів не досліджувалися.

Організація вирощування фазанів та їх годівля. Фазан (*Phasianus colchicus*). Фазанівництво, як галузь сільськогосподарського виробництва, у різних країнах останнім часом набуває все більших масштабів. Випуск фазанів на сільськогосподарські угіддя забезпечить зниження чисельності шкідливих комах [183].

В Україні перші фазанарії з'явилися на межі XIX–XX ст. у Київській, Волинській, Полтавській губерніях. У 70-ті роки минулого століття було розгорнуто серйозні наукові дослідження з розробки сучасних технологій штучного розведення фазанів, що включають в себе такі технологічні етапи, як: формування батьківського стада дичеферми, інкубація яєць, вирощування молодняку [184]. Тільки починаючи з 2000-х років у державі спостерігається

зростання кількості господарств із розведення фазана. Чисельність мисливського фазана у природних умовах весь час коливалась на досить низькому рівні [185]. За результатами роботи українських фазанаріїв у 2006 році в угіддя було інтродуковано менше 4,5 тис. фазанів [186].

Фазани належать до ряду куроподібних (*Galliformes*), який представлений двома родинami: Тетеревинні (*Tetraonidae*) та Фазанові (*Phasianidae*) [187]. Родина фазанових об'єднує 175 видів, які розподілені за 48 родами [188]. Окремі підвиди фазанів поширені від Чорного моря до Великого океану із заходу на схід, від дельти Волги, район Балхаша, північно-західна Монголія та долини Амуру, і навіть в східній частині Азії, Кавказу. Мисливський фазан розселився по півдню України, Молдови та завезений до Середньої Азії [189]. З комерційною ціллю часто розводять мисливського фазана, який є гібридною формою підвидів звичайного фазана. У США, Європі, Росії та Україні на спеціалізованих фермах з промислового вирощування фазанів для розведення та отримання біологічної продукції, насамперед м'яса, використовують мисливського фазана.

М'ясо фазанів є цінним дієтичним продуктом. Воно містить 68,87 % води; 28,49 % білка; 0,5 % азотистих екстрактивних речовин; 0,98 % жиру; 1,16 % золи. За хімічним складом, дієтичними та харчовими якостями вважається кращим за м'ясо домашньої птиці [190].

В Україні фазани є ще досить екзотичною сільськогосподарською птицею. Тим не менш, кількість підприємств і фермерських господарств, що займаються їх розведенням, з кожним роком збільшується. Найбільшою фермою з промислового вирощування фазанів в Україні є ПрАТ «Агро-Союз».

Фазани ведуть переважно наземний спосіб життя. Маса самців та самок варіює залежно від віку, підвидової приналежності та сезону, – у самців від 900 до 2000 г, а у самок – від 710 до 1350 г [189]. Статевий диморфізм у цих птахів проявляється в розмірах та забарвленні, а статевої зрілості дрібні види досягають до року, а крупні – на другому–третьому році життя [188]. Основним кормом у природних умовах для фазанів є переважно рослинна їжа: трава, квіти, ягоди, насіння, бруньки. Крім того, фазани поїдають різних комах, пауків та молюсків,

іноді дрібних ящірок, змії та мишоподібних гризунів [189]. В умовах промислового вирощування фазанам необхідна повноцінна годівля, збалансована за такими показниками: обмінна енергія, сирий протеїн, сира клітковина, що впливають на середні показники їх росту. Оптимальне збільшення маси тіла і ефективне зростання не може бути досягнуто без збалансованого за поживними речовинами раціону [191]. Всі необхідні поживні речовини (білки, амінокислоти, вітаміни, мінерали тощо) мають бути в кормах для птиці в прийнятній, засвоюваній формі протягом її вирощування, щоб досягти бажаних цілей виробництва. У раціоні фазанів уміст протеїну відіграє вагомую роль, проте його рівень у кормосумішах та кормах з віком фазанів поступово знижується. Велике значення має також амінокислотний склад протеїну, насамперед уміст незамінних амінокислот. Важливим є збалансоване надходження амінокислот з кормом, їх надлишок чи нестача призводить до порушення росту та розвитку молодняку. Так, дефіцит аргініна у раціоні фазанів призводить до канібалізму, а надлишок спричиняє захворювання кісток птиці [192]. Питання щодо рівня сирого протеїну в кормосуміші фазанів є одним із найсуперечливіших. Так, у віці з 1 до 30 днів уміст сирого протеїну у раціоні фазанят має бути 15–32 %, у віковий період після 30 днів – 22–27 %, у продуктивний період 17–25 %, у непродуктивний – 14–18 %. При цьому, упродовж промислового вирощування фазанів кількість обмінної енергії у їх раціонах становить у середньому 255–275 ккал [193–196].

Сьогодні залишається актуальним пошук оптимальних підходів до годівлі фазанів в Україні. Також недостатньо вивченим є використання кормових добавок за вирощування цієї птиці.

Незважаючи на те, що у літературних джерелах дуже багато інформації стосовно впливу різних поживних субстратів на накопичення біомаси вермикультури, активації її репродуктивної функції, нам не вдалося знайти даних щодо комплексного підходу до особливостей отримання біомаси червоних каліфорнійських черв'яків на тлі дії біологічно активних речовин. Вермитехнологія різними шляхами вирішує проблему максимального отримання продуктів для сільського господарства. Одним з напрямів у вирішенні цієї

проблеми є використання біологічно активних речовин гумінової природи. Саме тому виникла нагальна проблема щодо пошуку та впровадження нових високоефективних, екологічних та дешевих біологічно активних добавок, чому і присвячена ця робота.

Огляд літератури свідчить, що біомаса вермикультури багата на сирий протеїн, а за використання кормових добавок вермикультури в основному раціоні сільськогосподарських тварин спостерігалась активація їх росту і розвитку та збільшення живої маси. Одним з основних компонентів комбікорму у годівлі фазанят є сирий протеїн. Підвищити вміст білка у комбікормі птиці можливо за допомогою кормових добавок. Саме на вирішення цих питань спрямована розробка кормової добавки вермикультури, застосування якої сприятиме росту та розвитку птиці.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Схема експерименту і напрями досліджень

Дисертаційна робота виконувалась упродовж 2013–2017 років у Дніпропетровському (нині Дніпровському) державному аграрно-економічному університеті. Дослідження проводилися за загальною схемою (рис. 2.1).

Модельні дослідження проводились в умовах лабораторії з гумінових речовин ім. проф. Л. А. Христевої Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Науково-господарські експерименти з вивчення впливу Гуміліду на процеси вермикультивування проводили в умовах вермиферми ТОВ «Природні біотехнології», м. Запоріжжя. Науково-господарські експерименти з вивчення ефективності використання кормової добавки вермикультури за вирощування фазанят проводили в умовах ПрАТ «Агро-Союз».

У дослідженні використовували: вермикультуру червоного каліфорнійського черв'яка *E. fetida* з вермиферми ТОВ «Природні біотехнології»; органічні відходи агропромислового комплексу – гній великої рогатої худоби та відходи виробництва грибів *Pleurotus ostreatus*, які являють собою відпрацьовані субстратні блоки на основі соняшникового лушпиння після культивування гливи звичайної.

В експериментах використовували біологічно активну добавку гумінового походження «Гумілід» (ТУ У 15.7-00493675-004:2009), яка отримана шляхом двоступеневого гідролізу нетоксичного торфу з високою біологічною активністю, що була оцінена за скринінговою системою [197–199]. За органолептичними та фізико-хімічними показниками Гумілід являє собою в'язку рідину темно-коричневого кольору зі специфічним запахом з рН – 12, масовою часткою сухої речовини – 11 %, органічної речовини – 9 %, гумінових речовин – 50 %. У дослідженні також використовували молодняк фазана мисливського.

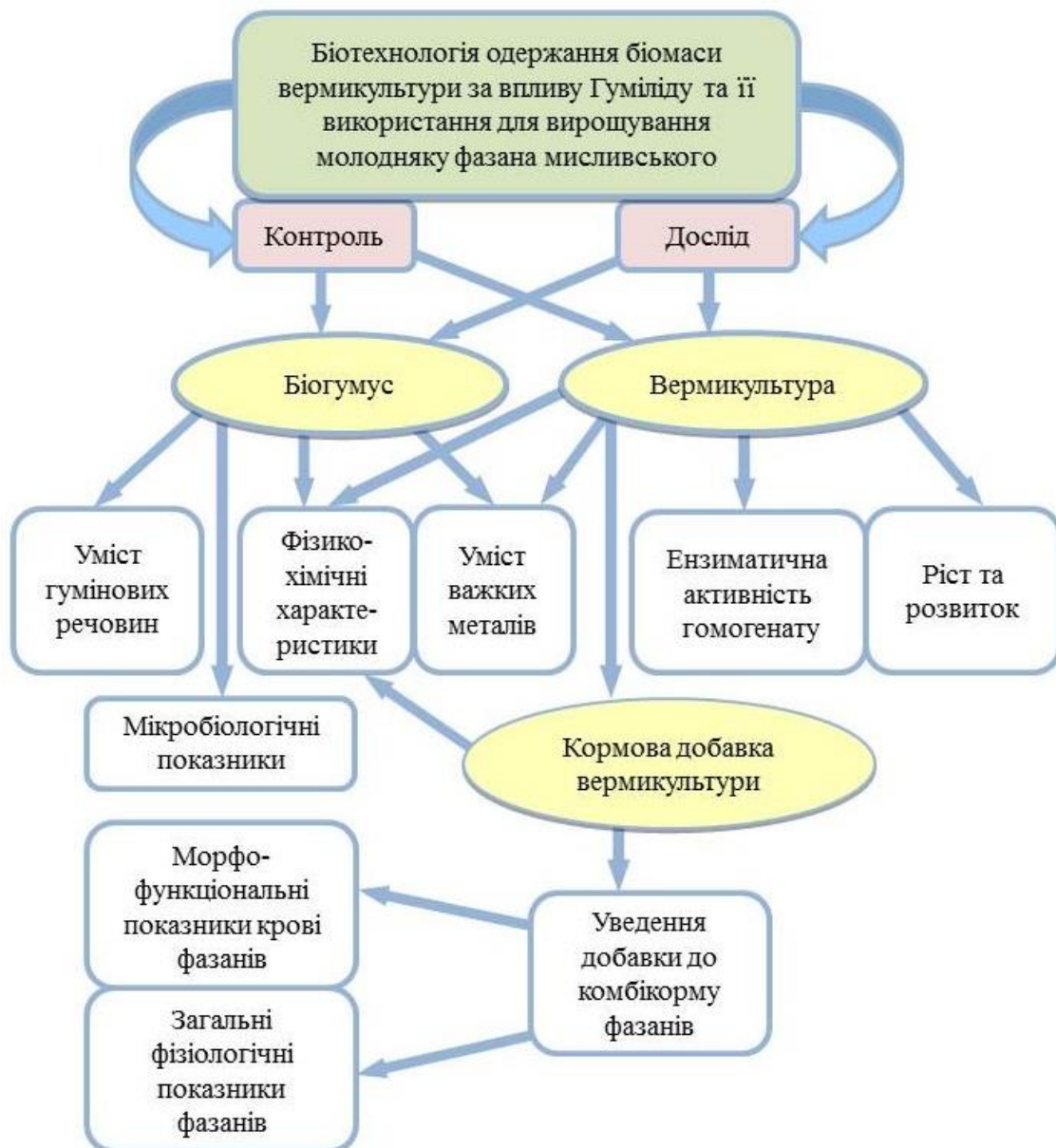


Рис. 2.1. Загальна схема досліджень

На першому етапі експерименту проведено модельні дослідження щодо вивчення впливу різної кількості Гуміліду на ріст, розвиток і репродуктивну функцію червоних каліфорнійських черв'яків, ензиматичну активність гомогенату їхньої біомаси, а також визначено оптимальну кількість біологічно активної добавки.

На другому етапі у науково-господарському експерименті досліджували вплив оптимальної кількості Гуміліду на процеси розмноження червоного

каліфорнійського черв'яка і гумусоутворення, а також мікробіологічні показники біогумусу, вміст важких металів у біогумусі і біомасі вермикультури, її загальну ензиматичну активність. Визначали фізико-хімічний склад біомаси червоних каліфорнійських черв'яків у контрольних та дослідних варіантах, отримували кормову добавку вермикультури.

На третьому етапі у науково-господарському експерименті вивчали ефективність використання кормової добавки вермикультури, її вплив на продуктивність, фізіологічний стан та морфофункціональні показники крові молодняка фазана мисливського.

2.2. Дослідження росту, розвитку вермикультури та загальної ензиматичної активності гомогенату її біомаси

У модельних дослідженнях проведена серія дослідів з вивчення оптимальних кількостей Гуміліду на ріст, розвиток, репродуктивну функцію червоних каліфорнійських черв'яків та ензиматичну активність гомогенату її біомаси. Концентрації Гуміліду розраховували за діючою речовиною в сумарній кількості гумінових і фульвових кислот у перерахунку на один кілограм сухої речовини субстрату.

У модельних експериментах були сформовані сім груп: одна контрольна (К) та шість дослідних (I, II, III, IV, V, VI) по 50 статевозрілих особин черв'яків у кожній групі. Повторність дослідів трикратна. Час спостереження за вермикультурою становив 90 діб. Поживним субстратом слугувала суміш з ферментованих гною ВРХ та відходів виробництва грибів гливи звичайної у співвідношенні 9:1. У контрольній групі до субстрату додавали дистильовану воду. У субстрати для дослідних варіантів I, II, III, IV, V, VI вносили розчини біологічно активної добавки «Гумілід» з інтервалом 1 раз на 30 діб з розрахунку, відповідно: 6,0 мг; 10,0; 14,0; 20,0; 24,0; 30,0 мг гумінових речовин на кілограм сухої речовини поживного субстрату. Вермикультивування проводили за температури 20–24 °С та вологості субстрату 65–75 %.

Масу червоних каліфорнійських черв'яків визначали один раз на 30 діб у контролі і досліді методом прямого зважування організмів на вагах моделі FR - H - 150 та одночасно підраховували кількість коконів.

На 90-ту добу дослідження червоних каліфорнійських черв'яків з дослідних груп швидко промивали дистильованою водою і зайву вологу видаляли фільтрувальним папером. З вермикультури з неочищеним кишечником отримували гомогенат, в якому визначали протеолітичну, амілолітичну та целюлозолітичну активність.

2.3. Методи фізико-хімічних досліджень біомаси, кормової добавки вермикультури та біогумусу

На другому етапі у науково-господарських дослідах як поживний субстрат використовували суміш з ферментованих гною ВРХ та відходів виробництва грибів гливи звичайної у співвідношенні 9:1. Поживний субстрат заселяли червоними каліфорнійськими черв'яками в середньому в кількості 14 тис. на ложе. Свіжий субстрат в однаковій кількості шаром 7–10 см розподіляли по всій поверхні бурта 1 раз на 7–10 діб та зволожували водою. У приміщенні підтримували температуру у діапазоні 20–24 °С та вологість субстрату в діапазоні 65–75 %, що відповідає технологічним умовам культивування. Виділяли контрольні та дослідні бурти, які відрізнялися тим, що у дослідні групи вносили біологічно активну добавку «Гумілід» з розрахунку 15,0 мг/кг сухого субстрату у вигляді розчину 1 раз на місяць, а у контрольні – тотожній об'єм води.

Упродовж 6 місяців вермикультивування з буртів відбирали точкові проби біогумусу разом з вермикультурою, з яких готували середні проби для визначення динаміки розмноження вермикультури та накопичення у біогумусі гумінових речовин – кожні 45 діб та вмісту важких металів – 90 діб.

На 135-ту та 180-ту добу експерименту з контрольних та дослідних буртів відбирали точкові проби вермикультури за допомогою щупа, з яких готували

середні проби для визначення маси особин черв'яків та ензиматичної активності їх біомаси.

Зразки біогумусу висушували у сушильній шафі за температури 105 ± 2 °C, потім подрібнювали на лабораторному млині та просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм.

Протеолітичну активність визначали за методом Вільштеттера і Вальдшмідт–Лейтца в модифікації [200], вимірювали в од/г. Метод заснований на визначенні вільних карбоксильних груп у спиртових розчинах амінокислот та поліпептидів.

Активність α -амілази визначали за методом Caraway [201, 202], який заснований на колориметричному визначенні концентрації крохмального субстрату до та після його ензиматичного гідролізу з утворенням синього забарвлення; вимірювали в г/(год*г_{біомаси}).

Целюлозолітичну активність визначали з використанням натрієвої солі карбоксиметилцелюлози [203], вимірювали в од/г. Метод заснований на кількісному визначенні цукрів, що відновлюються, які утворюються за дії ензимів целюлолітичного комплексу на натрієву сіль карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ).

Для визначення фізико-хімічного складу вермикультури її промивали дистильованою водою та вміст кишечника черв'яків очищали, витримуючи протягом 2-х діб на вологому фільтрувальному папері [204].

Для виготовлення кормової добавки вермикультури використовували біомасу черв'яків, окремо з контрольних та дослідних груп, висушували у потоці теплого повітря із досушуванням у сушильній шафі за температури 105 °C. Кормову добавку вермикультури оцінювали за вмістом золи, сирого протеїну, жиру та клітковини. Висушену біомасу черв'яків подрібнювали на лабораторному млині та просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм.

У біомасі та кормовій добавці вермикультури визначали вміст:

– золи – прожарюванням зразка у муфельній печі за ДСТУ ISO 5984: 2004 [205];

– сирого протеїну – за методом К'ельдаля [206];

- жиру – методом екстрагування зваженої проби розчинником та зваженням знежиреного залишку за ДСТУ ISO 6492: 2003 [207];
- сирі клітковини – за ДСТУ ISO 6865: 2004 [208];
- важких металів – атомно-абсорбційним методом за ГОСТ 30178-96 [209];
- кількість гумінових речовин у біогумусі визначали за ДСТУ 7083:2009 [210];
- мікрофлору поживного субстрату та біогумусу визначали за описаними методами [211].

2.4. Методи досліджень морфофункціональних показників крові та фізіологічного стану фазанят

На третьому етапі науково-господарський дослід з вивчення ефективності використання кормової добавки вермикультури за вирощування фазанят був проведений згідно зі схемою, наведеною у таблиці 2.1. Основним методичним прийомом постановки дослідів на птиці був прийнятий принцип аналогічних груп.

Таблиця 2.1

Схема постановки дослідів

Віковий період, діб	Група			
	контрольна	дослідна		
		I	II	III
1–7	Основний комбікорм (ОК)	ОК + кормова добавка вермикультури, 0,75 % від ОК	ОК + кормова добавка вермикультури, 1,5 % від ОК	ОК + кормова добавка вермикультури, 2,0 % від ОК
8–14	ОК	ОК + кормова добавка вермикультури, 1,5 % від ОК	ОК + кормова добавка вермикультури, 2,5 % від ОК	ОК + кормова добавка вермикультури, 3,5 % від ОК
15–35	ОК			

Контрольну та дослідні групи по 50 фазанят у кожній формували з птиці добового віку. З 1-ї до 21-ї доби та з 22-ї до 35-ї доби фазанята контрольної та дослідних груп отримували основні комбікорми із вмістом сирого протеїну,

відповідно, 24,5 та 21,1 %. Птиці дослідної групи до комбікорму вводили кормову добавку вермикультури, яку отримували з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, вирощених на субстраті з додаванням Гуміліду. Фазанята контрольної групи кормову добавку не отримували. Уведення висушеної біомаси вермикультури проводили методом вагового дозування та багатоступеневого змішування. Доступ птиці до води і корму був вільним. Тривалість досліду становила 35 діб. Протягом першого тижня життя фазанятам I дослідної групи у корм додавали 0,75 % кормової добавки від маси комбікорму, на другий тиждень – 1,5 %. Птиця II дослідної групи отримувала кормову добавку у перший тиждень у кількості 1,5 %, на другий – 2,5 % від маси комбікорму. Фазанятам III дослідної групи у віці від 1 до 7 діб додавали кормову добавку вермикультури у кількості 2,0 %, на другий тиждень життя – 3,5 % від маси комбікорму.

У комплексі ПрАТ «Агро-Союз», де вирощували фазана мисливського регулярно проводили санітарні заходи проти інфекційних захворювань птиці.

Біологічний матеріал від фазанів усіх дослідних груп для біохімічних досліджень відбирали на 14-ту, 28-ту та 35-ту добу досліду. Для цього по 5 птиць з кожної дослідної групи декапітували під легким ефірним наркозом та збирали кров. Усі маніпуляції з птицею, яка була задіяна в експерименті, проводили відповідно до «Положення Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених I Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

У зразках крові, стабілізованій гепарином, визначали: вміст гемоглобіну (гемоглобінціанідним методом з ацетонціангідрином), показник гематокриту – уніфікованим мікрометодом у модифікації Й. Тодорова [212], кількість еритроцитів і лейкоцитів – шляхом підрахунку у лічильній сітці камери Горяєва; лейкограму визначали загальноприйнятим методом у фіксованих мазках крові, забарвлених за Романовським–Гімза [212], індекси еритроцитів (середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), середній об'єм еритроцитів (MCV)) – розрахунковим методом.

Біохімічні дослідження сироватки крові фазанів усіх груп проводили на автоматичному біохімічному аналізаторі «Miura 200» (Італія) з використанням наборів реагентів High Technology (США), PZ Cormay S.A. (Польща) та Spinreact S.A. (Іспанія) у науково-дослідному центрі біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно. Маса тіла птиці визначали індивідуальним зважуванням на вагах FR-H-150 та Professional digital table top scale 500g/0.01g.

Статичну обробку одержаних результатів проводили, використовуючи програмне забезпечення Microsoft Excel 2007, а вірогідність різниці визначали за допомогою критерію Стьюдента.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Показники продуктивності вермикультури за впливу Гуміліду

На першому етапі проведені дослідження з вивчення впливу різної кількості Гуміліду у складі поживного субстрату на динаміку росту та репродуктивну функцію червоного каліфорнійського черв'яка. Ріст та розвиток черв'яків характеризується приростом їх біомаси. У таблиці 3.1. наведена інформація модельних досліджень щодо впливу різної кількості Гуміліду на динаміку накопичення середньої біомаси однієї особини вермикультури.

Таблиця 3.1

Динаміка накопичення середньої маси однієї особини вермикультури,

$M \pm m, n=150$

Діб	Група						
	контроль	I	II	III	IV	V	VI
	Кількість Гуміліду, мг/кг сухої речовини субстрату						
	0,0	6,0	10,0	14,0	20,0	24,0	30,0
1	0,34±	0,35±	0,34±	0,33±	0,33±	0,33±	0,33±
	0,007	0,008	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006
30	0,39±	0,44±	0,43±	0,42±	0,44±	0,42±	0,42±
	0,012	0,018	0,015	0,015	0,013*	0,011	0,011
60	0,45±	0,48±	0,47±	0,46±	0,47±	0,45±	0,44±
	0,016	0,016	0,014	0,011	0,008	0,010	0,012
90	0,39±	0,43±	0,42±	0,42±	0,41±	0,39±	0,37±
	0,009	0,009**	0,013	0,010	0,009	0,011	0,013

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ порівняно з контролем

Як впливає з даних таблиці 3.1., на початок експерименту у всіх дослідних групах середня маса однієї особини червоного каліфорнійського черв'яка

варіювала від $0,33 \pm 0,005$ до $0,35 \pm 0,008$ г. У контрольній групі на 30-ту добу дослідження середня маса однієї особини червоного каліфорнійського черв'яка становила $0,39 \pm 0,007$ г. У I, II та III групах при додаванні Гуміліду у кількості, відповідно, 6,0; 10,0 та 14,0 мг за діючою речовиною на 1 кг сухої речовини поживного субстрату середня маса вермикультури збільшилась, порівняно з контролем, у середньому на 12,8 %; 10,3 та 7,7 %, відповідно. У IV, V та VI групах, при збільшенні кількості Гуміліду до 20,0; 24,0 та 30,0 мг/кг у складі поживного субстрату, приріст біомаси був, відповідно, на 12,8 % ($p < 0,05$); 7,7 та 7,7 % вище від контролю.

У I групі на 30-ту добу дослідження середня маса особин червоного каліфорнійського черв'яка була більшою на 3,2 % та 4,5 % порівняно з показниками II та III, V і VI групами, відповідно, а відносно IV групи цей показник не змінився. На 30-ту добу експерименту Гумілід у складі поживного субстрату у кількості 10,0 мг/кг сприяв приросту середньої маси особин черв'яків I групи на 2,3 % відносно III, V та VI груп, але порівняно з IV групою спостерігалось зниження цього показника на 2,3 %. У цей період середня маса однієї особини черв'яків у групі, де додавали Гумілід до поживного субстрату у кількості 14,0 мг/кг, була меншою на 4,8 % відносно показників IV групи, проте порівняно з V та VI групами цей показник не змінився. Щодо середньої маси особин черв'яків IV групи на 30-ту добу дослідження, то цей показник був вищим на 4,5 %, ніж у V та VI групах, де він був однаковим.

Отже, на 30-ту добу експерименту найкращий показник приросту середньої маси однієї особини червоного каліфорнійського черв'яка визначався у дослідній групі, де застосовували Гумілід у кількості 20,0 мг/кг сухої речовини субстрату. Маса особин черв'яків контрольної та дослідних груп – I, II, III, IV, V, VI – порівняно з показниками попереднього періоду зросла на 14,7 % та 25,7; 26,5; 27,3; 33,3; 27,3; 27,3 %, відповідно.

Отже, на 30-ту добу дослідження маса особин червоного каліфорнійського черв'яка зростала швидше за контроль у всіх дослідних групах відносно початку дослідження. При додаванні Гуміліду у кількості 20,0 мг/кг накопичення

середньої маси вермикультури підвищилося на 12,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показником контрольної групи.

На 60-ту добу дослідження на тлі застосування Гуміліду у I, II, III та IV групах біомаса однієї особини черв'яка збільшилась, відповідно, на 6,7 %; 4,4; 2,2 та 4,4 % порівняно з контролем. Накопичення біомаси вермикультури у V та VI групах істотно не відрізнялося від контрольної групи.

На 60-ту добу експерименту у I групі при застосуванні Гуміліду у кількості 6,0 мг/кг спостерігається приріст середньої маси черв'яків на 2,1 %; 4,2; 21; 6,3 та 8,3 % порівняно з показниками II, III, IV, V та VI груп, відповідно. Щодо маси особин II групи цього періоду, то вона збільшилася на 2,1 %; 4,3; 6,4 % по відношенню до III, V та VI груп, відповідно. Показники II та IV груп не різнилися. Слід відзначити, що маса черв'яків при застосуванні Гуміліду у кількості 14,0 мг/кг була меншою на 2,2 %, ніж у IV групі, але зросла на 2,2 та 4,3 %, відповідно, порівняно з показниками V та VI груп. Гумілід у складі поживного субстрату у кількості 20,0 мг/кг сприяв збільшенню середньої маси червоного каліфорнійського черв'яка на 4,3 та 6,3 % порівняно з масою особин V та VI груп. У цей період маса черв'яків у V та VI дослідних груп майже не відрізнялась від контролю.

На 60-ту добу експерименту маса особин червоного каліфорнійського черв'яка зросла у контролі та у I, II, III, IV, V, VI дослідних групах, відповідно, на 15,3 % та 9,1; 9,3; 9,5; 6,8; 7,1; 4,8 % порівняно з показниками попереднього періоду (30 доба дослідження), а порівняно з початком дослідження їхня маса зросла на 32,4 % та 37,1; 38,2; 39,4; 42,4; 36,4; 33,3 %, відповідно.

Отже, на 60-ту добу експерименту, порівняно з його початком, найвищі показники середньої маси черв'яків визначалися у дослідній групі при застосуванні Гуміліду у кількості 20,0 мг/кг. Відзначено незначне збільшення порівняно з контролем середньої маси особини вермикультури при внесенні до поживного субстрату біологічно активної добавки у кількості від 6,0 до 20,0 мг/кг. Поряд з тим, маса черв'яків у дослідних групах при застосуванні Гуміліду 24,0 та 30,0 мг/кг майже не відрізнялася від контролю.

На 90-ту добу дослідження середня маса однієї особини у I, II, III та IV групах в середньому зросла, відповідно, на 10,3 % ($p < 0,01$), 7,7; 7,7 та 5,1 % порівняно з контролем. Приріст біомаси у V групі практично не відрізнявся від контрольного показника, а незначне уповільнення цього процесу на 5,1 % зареєстровано у VI групі. Слід підкреслити, що тільки на 90-ту добу дослідження при додаванні Гуміліду у кількості 6,0 мг/кг субстрату накопичується біомаса черв'яків, яка більша на 10,3 % ($p < 0,01$), ніж у контрольній групі.

На 90-ту добу дослідження Гумілід у складі поживного субстрату у кількості 6,0 мг/кг сприяв збільшенню середньої маси особин черв'яків на 2,3 % по відношенню до II і III груп та на 4,7 %; 9,3 і 14,0 % відносно IV, V і VI груп. У цей період у II групі спостерігався приріст середньої маси черв'яків на 2,4 %; 7,1 та 14,9% порівняно з IV, V та VI групами, відповідно, проте цей показник не відрізнявся від його значення у III групі. Щодо середньої маси особин черв'яків III групи, то вона була більшою на 2,4 %; 7,1 та 11,9 % порівняно з показниками IV, V та VI груп, відповідно. Подібний ріст спостерігався у дослідній групі при вмісті Гуміліду у кількості 20,0 мг/кг у складі поживного субстрату, зокрема середня маса була більшою на 4,9 та 9,8 %, ніж у V та VI групах, відповідно. У V групі середня маса черв'яка зросла на 5,1 % порівняно з показником VI групи.

Отже, на 90-ту добу експерименту найкращі показники нарощування середньої маси черв'яків визначалися у I групі при додаванні Гуміліду у кількості 6,0 мг/кг до поживного субстрату. Щодо середньої маси червоного каліфорнійського черв'яка на 90-ту добу дослідження порівняно з попереднім періодом (60-та доба), то у всіх групах – як у контролі, так і у дослідних – спостерігалось незначне зниження показників: на 13,3 % – у контрольній та на 10,4 %; 10,6; 8,7; 12,8; 13,3 15,9 % – у I; II, III, IV, V та VI групах, відповідно.

На 90-ту добу дослідження показники середньої маси черв'яків контрольної та III дослідної груп не відрізнялися від тих, що були на 30-ту добу експерименту. В інших групах вони були незначно нижчими: на 2,3 %; 2,3; 6,8; 7,2 та 11,9 % у I, II, IV, V та VI, відповідно.

Щодо порівняння середньої маси особин черв'яків на 90-ту добу дослідження і до початку експерименту, то вона була значно більшою: на 14,7 % – у контролі та на 22,9; 23,5; 27,3; 24,2; 14,2; 12,1 % у I, II, III, IV, V, VI групах, відповідно.

Отже, найбільше нарощування середньої маси червоного каліфорнійського черв'яка (27,3 %) на 90-ту добу експерименту по відношенню до початку експерименту спостерігався у III дослідній групі при додаванні Гуміліду 14,0 мг/кг до поживного субстрату.

Накопичення біомаси червоного каліфорнійського черв'яка за період дослідження у всіх групах відбувалося за рахунок приросту маси кожної особини вермикультури. Активний приріст біомаси черв'яка спостерігався від першого до 30-ї доби дослідження як у контролі, так і у всіх дослідних групах. Поряд з тим, на початку спостереження кількість Гуміліду 20,0 мг/кг субстрату була найбільш ефективною у нарощуванні середньої маси однієї особини вермикультури. На кінець дослідження найвищий, порівняно з контролем, приріст маси визначався при застосуванні добавки у кількості 6,0 мг/кг.

Отже, біологічно активна добавка гумінового походження «Гумілід» у діапазоні кількості 6,0–20,0 мг/кг поживного субстрату сприяла активному росту особин вермикультури, що виражалось в нарощуванні біомаси.

Ми вважаємо, що активний ріст особин вермикультури від початку дослідження до 60-ї доби розвитку пов'язаний з активацією обміну речовин в організмі черв'яка за впливу Гуміліду. З 61-ї до 90-ї доби розвитку маса червоного каліфорнійського черв'яка в усіх групах практично не змінилася відносно попереднього періоду, що може бути пов'язано з репродуктивною функцією.

У модельних дослідженнях визначали кількість утворених коконів вермикультурою за впливу різної кількості Гуміліду – від 6,0 до 30,0 мг/кг (рис. 3.1). У період з 31-ї по 60-ту добу розвитку черв'яків у контрольній групі було зареєстровано $2,67 \pm 0,333$ кокони. Водночас у I, II та III групах при додаванні Гуміліду у кількості 6,0; 10,0 та 14,0 мг/кг їх кількість, відповідно, дорівнювала

4,33±0,333 ($p<0,05$); 5,00±0,577 ($p<0,05$) та 4,67±0,333 ($p<0,05$) коконів, що на 62,2 %; 87,3 та 74,9 % більше, ніж у контролі.

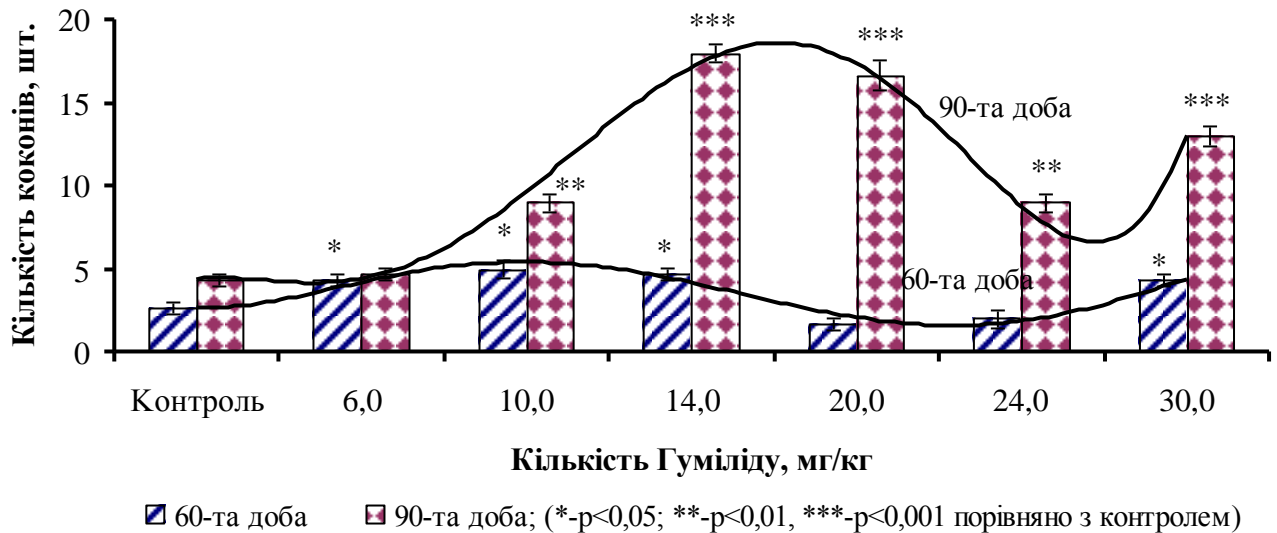


Рис. 3.1. Залежність утворення коконів вермикультурою від впливу різної кількості Гуміліду на 60-ту та 90-ту добу дослідження

При збільшенні кількості добавки до 20,0 та 24,0 мг/кг (IV та V групи), зареєстровано 1,67±0,333 та 2,00±0,577 коконів, що менше від контролю на 37,5 % та 25,1 %, відповідно. У VI групі (30,0 мг/кг) утворилося в середньому 4,33±0,333 ($p<0,05$) кокони, що на 62,2 % більше порівняно з контролем.

За період з 61-ї по 90-ту добу розвитку вермикультури в контрольній групі було зареєстровано 4,33±0,333 кокони. Водночас у I, II та III групах їх кількість становила 4,67±0,333; 9,00±0,577 ($p<0,01$) та 18,00±0,577 ($p<0,001$) коконів, що більше, ніж у контролі, на 7,6 %; 107,9 та 315,7 %. У групах IV, V та VI утворено 16,67±0,882 ($p<0,001$); 9,00±0,577 ($p<0,01$) та 13,00±0,577 ($p<0,001$) коконів, що, відповідно, на 284,9 %; 107,9 та 200,2 % більше порівняно з контрольним варіантом.

Отже, додавання до субстрату біологічно активної добавки «Гумілід» при вермикультивуванні забезпечило активацію репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка. Найвищі показники репродуктивної функції

вермикультури відзначалися на 90-ту добу розвитку при кількості Гуміліду 14,0 та 20,0 мг/кг, при цьому кількість коконів порівняно з контролем зросла на 315,7 та 284,9 %, відповідно. Таким чином, Гумілід у складі поживного субстрату забезпечив найбільше підвищення репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка у діапазоні кількості від 14,0 до 20,0 мг/кг сухої речовини поживного субстрату, при цьому кількість коконів порівняно з контролем зросла в середньому у 3 рази.

Закономірності впливу Гуміліду на репродуктивну функцію вермикультури описуються поліномом 5 порядку в інтервалі кількості біологічно активної добавки «Гумілід» від 6,0 до 30,0 мг/кг сухої речовини поживного субстрату з вірогідністю апроксимації: $R^2=0,9433$ – на 60-ту добу дослідження (3.1), $R^2=0,9904$ – на 90-ту добу дослідження (3.2):

$$y = -0,0236x^5 + 0,5152x^4 - 3,9855x^3 + 13,028x^2 - 16,698x + 9,8571 \quad (3.1)$$

$$y = 0,1236x^5 - 2,1313x^4 + 12,789x^3 - 31,972x^2 + 34,568x - 9 \quad (3.2)$$

Загальна кількість утворених вермикультурою коконів за весь період дослідження за впливу різної кількості (від 6,0 до 30,0 мг/кг) Гуміліду наведена на рисунку 3.2.

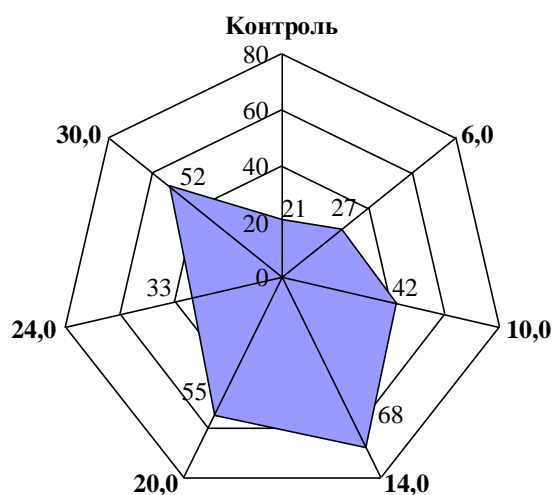


Рис. 3. 2. Загальна кількість утворених вермикультурою коконів за весь період дослідження за впливу Гуміліду, шт.

З 31-ї до 90-ї доби загальна кількість коконів вермикультури без та за впливу Гуміліду становила 298 штук.

У контрольній та у дослідних групах при додаванні Гуміліду до поживного субстрату у концентраціях мг/кг: 6,0, 10,0; 14,0; 20,0; 24,0; 30,0 мг/кг кількість коконів становила 7,0 %; 9,1; 14,1; 22,8; 18,5; 11,1; 17,4 %, відповідно, від загального вмісту. Порівняно з контролем у I, II, III, IV, V та VI дослідних групах кількість коконів була більшою на 28,6 %; 100,0; 223,8; 161,9; 57,1 та 147,6 %, відповідно.

Отже, Гумілід у складі поживного субстрату 14,0 мг/кг сприяв найбільшій активації репродуктивної функції, що проявлялось у найвищому вмісті коконів у поживному субстраті, які відкладені вермикультурою за весь період дослідження.

Таким чином, оптимальний діапазон кількості Гуміліду у складі поживного субстрату, що сприяє росту маси особин червоного каліфорнійського черв'яка, становить 6,0–20,0 мг/кг; найбільша активація його репродуктивної функції, що проявляється у збільшенні кількості коконів, виявлена при додаванні Гуміліду в кількості від 14,0 до 20,0 мг/кг сухого субстрату.

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [213–216].

3.2. Вплив Гуміліду на ензиматичну активність гомогенату біомаси вермикультури

Одним з показників швидкості переробки поживного субстрату вермикультурою є активність ензимів у кишечнику особин черв'яків, що забезпечує розщеплення компонентів субстрату – насамперед білків, крохмалю і клітковини.

У модельних дослідженнях визначали протеолітичну, амілолітичну, целюлозолітичну активність гомогенату біомаси червоного каліфорнійського черв'яка за впливу різної кількості Гуміліду (рис. 3.3 і 3.4).

Результати модельних досліджень показали, що загальна протеолітична активність біомаси червоного каліфорнійського черв'яка за додавання Гуміліду в

кількості 6,0 та 10,0 мг/кг до поживного субстрату (I, II групи) зросла на 0,6 та 17,4 %, відповідно, порівняно з показниками контрольної групи.

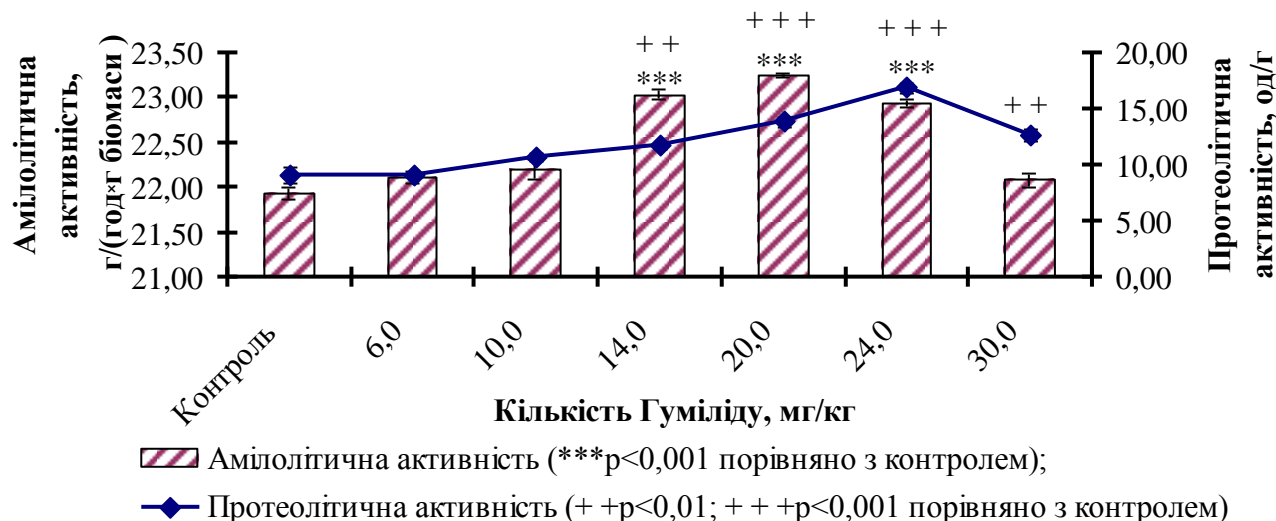


Рис. 3. 3. Протеолітична та амілолітична активність гомогенату біомаси вермикультури за впливу Гуміліду

Водночас у III групі (14,0 мг/кг) активність протеолітичних ензимів біомаси черв'яків була вищою від контролю на 29,0 % ($p < 0,01$) та на 28,3 та 9,8 % – порівняно з I та II групами. При додаванні гумінової добавки до поживного субстрату в кількості 20,0 мг/кг (IV група) спостерігалось зростання загальної протеолітичної активності біомаси черв'яків на 53,4 % ($p < 0,001$) відносно контролю та на 52,6; 30,7 і 19,0 % порівняно з показниками I, II і III груп.

У біомасі вермикультури V групи (24,0 мг/кг) активність протеолітичних ензимів була на 85,9 % ($p < 0,001$) вищою, ніж у контролі. Ензиматична активність гомогенату біомаси вермикультури у V групі була вищою на 84,9 %; 58,3; 44,2 та 24,6 %, відповідно, порівняно з I, II, III та IV групами. У біомасі вермикультури VI групи протеолітична активність зросла на 40,1 % ($p < 0,01$) відносно контролю. Таким чином, загальна протеолітична активність гомогенату біомаси вермикультури всіх дослідних груп підвищувалася на тлі біологічно активної

добавки та була найвищою при введенні Гуміліду до поживного субстрату у кількості 24,0 мг/кг.

Гумілід у складі поживного субстрату в кількості 6,0 та 10,0 мг/кг (I та II груп) призвів до невірогідного підвищення загальної амілолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури на 0,9 та 1,3 % порівняно з контролем. Водночас у III групі, де кількість добавки дорівнювала 14,0 мг/кг, спостерігалось зростання загальної активності амілази в гомогенаті біомаси черв'яків на 5,1 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою і на 4,2 та 3,7 % по відношенню до показників I та II груп.

Внесення Гуміліду до поживного субстрату у кількості 20,0 мг/кг (IV група) сприяє росту загальної активності амілази гомогенату біомаси вермикультури на 6,0 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою та на 5,1 %, 4,7 і 0,9 % порівняно з I, II і III групами, відповідно. У V групі у гомогенаті біомаси черв'яків спостерігалось підвищення загальної активності амілази на 4,6 % ($p < 0,001$) відносно контролю. Ензиматична активність гомогенату біомаси вермикультури V групи була вищою на 3,7 і 3,3 %, відповідно, ніж I і II груп, але нижчою на 0,4 і 1,3 % порівняно з показниками III та IV груп. У VI групі (30,0 мг/кг) спостерігається невірогідне зростання амілолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури – на 0,7 % відносно контролю. Гумілід у складі поживного субстрату у кількості 20,0 мг/кг сприяв найбільшому підвищенню загальної активності амілази гомогенату біомаси вермикультури.

Щодо загальної активності целюлази (рис. 3.4), то у гомогенаті біомаси вермикультури I групи цей показник зріс на 15,0 % порівняно з контролем. У біомасі черв'яків II та III груп ензиматична активність щодо розщеплення целюлази вірогідно підвищилася і була, відповідно, на 42,5 ($p < 0,001$) та 50,0 % ($p < 0,001$) вищою, ніж у контролі та на 23,9 % та 30,4 % – ніж I групи.

На тлі застосування гумінової добавки в IV групі у гомогенаті біомасі вермикультури загальна активність целюлази була вищою на 20,0 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками контрольною групи. У цій же групі (IV) загальна

целюлозолітична активність була на 4,3 % вищою, ніж у I, та на 15,8 та 20,0 % нижчою порівняно з II та III групами.

У біомасі вермикультури V групи спостерігалось незначне підвищення загальної активності целюлази на 5,0 % порівняно з контролем, а у VI – вірогідних змін не відбувалось.

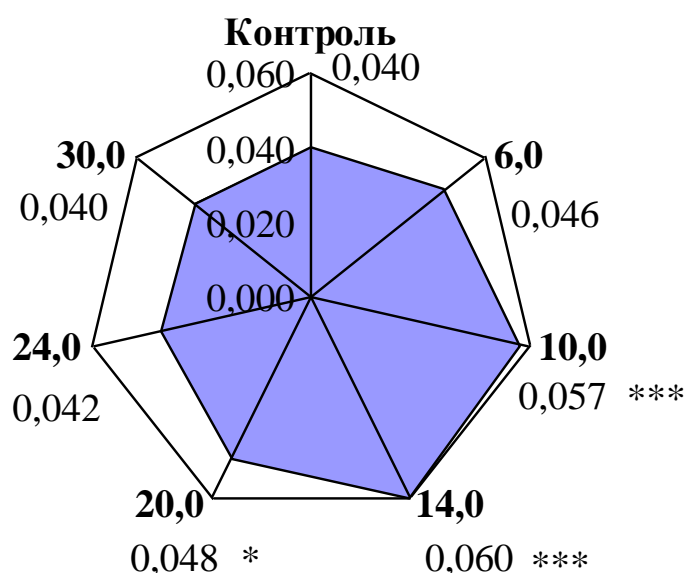


Рис. 3. 4. Целюлозолітична активність гомогенату біомаси вермикультури за впливу Гуміліду, од/г

Отже, Гумілід у складі поживного субстрату сприяє підвищенню целюлозолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури у всіх дослідних групах, а найвищим цей показник був при кількості введення Гуміліду 14,0 мг/кг.

За результатами дослідження встановлено, що оптимальним діапазоном кількості Гуміліду, який викликає ріст активності ензимів, є: для протеолітичних – 14,0–30,0 мг/кг; амілолітичних – 14,0–24,0 мг/кг; целюлозолітичних – 10,0–20,0 мг/кг. Таким чином, встановлено оптимальний діапазон кількості Гуміліду у складі поживного субстрату, що найбільш активує процеси гідролізу білків, крохмалю та целюлози субстрату становить в діапазоні від 14,0 до 20,0 мг/кг.

3.3. Динаміка розмноження вермикультури за впливу Гуміліду

На другому етапі досліджували вплив Гуміліду на розмноження червоного каліфорнійського черв'яка, адже збільшення кількості особин цього черв'яка є одним з показників росту та розвитку вермикультури.

Результати проведених науково-господарських досліджень показали (рис. 3.5), що застосування біологічно активної добавки «Гумілід» у кількості 15,0 мг/кг у складі поживного субстрату в процесі вермикультивування сприяло росту та розвитку вермикультури, активації репродуктивної функції, що проявляється у збільшенні кількості особин вермикультури.

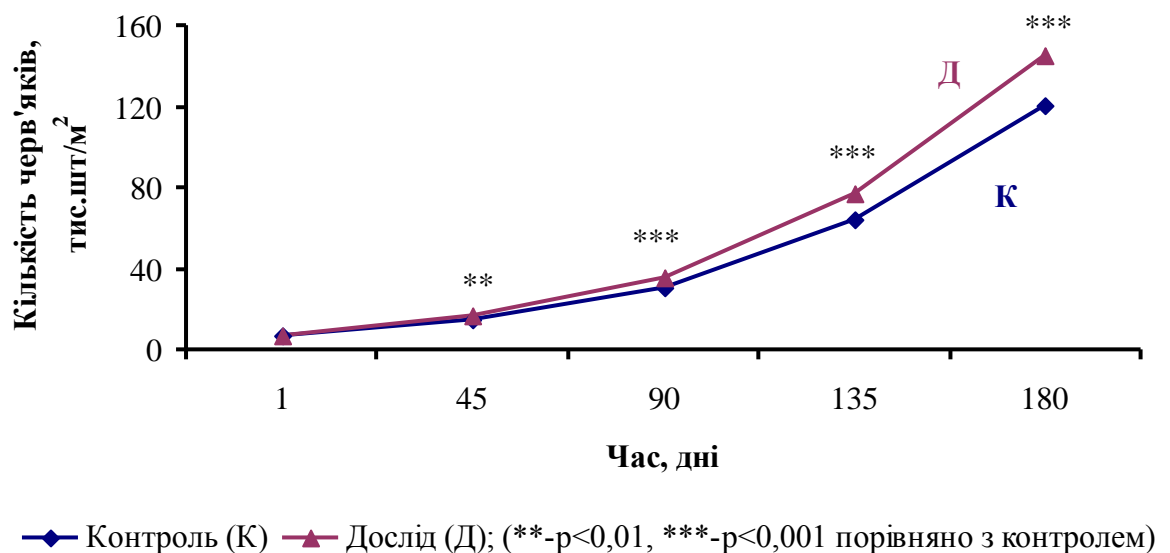


Рис. 3.5. Динаміка розмноження вермикультури

На початку дослідження поживний субстрат контрольних та дослідних груп в середньому заселяли по 14 тис. черв'яків на ложе. На 45-ту добу експерименту у буртах, в які вносили біологічно активну добавку «Гумілід», кількість черв'яків у середньому зросла на 13,9 % (p<0,01) порівняно з контролем. Їх кількість у контрольній групі зросла у 2,1 раза, а у дослідній – у 2,4 раза в порівнянні з початком дослідження. На 90-ту добу дослідження у групі, де застосовували Гумілід кількість особин вермикультури зросла на 16,1 % (p<0,001) порівняно з

контролем. Відносно початку дослідження кількість червоного каліфорнійського черв'яка у контрольній групі зросла в 4,3, а у дослідній – у 5,0 разів.

На 135-ту добу дослідження Гумілід у складі поживного субстрату сприяв росту кількості особин вермикультури на 19,7 % ($p < 0,001$) порівняно з контролем, а в порівнянні з початком дослідження їх кількість у контрольній та дослідній групах зросла в 9,0 та 10,9 раза відповідно.

На кінець дослідження (180-та доба) у групі з гуміновою добавкою кількість вермикультури зросла на 21,1 % ($p < 0,001$) по відношенню до контролю.

Водночас кількість червоного каліфорнійського черв'яка у контрольній та дослідній групах зросла, відповідно, у 16,9 та 20,7 раза порівняно з показниками на початку дослідження. Отже, внесення Гуміліду до поживного субстрату сприяло збільшенню кількості особин червоних каліфорнійських черв'яків, що може бути пов'язано з активацією їх репродуктивної функції та ростом і розвитком вермикультури.

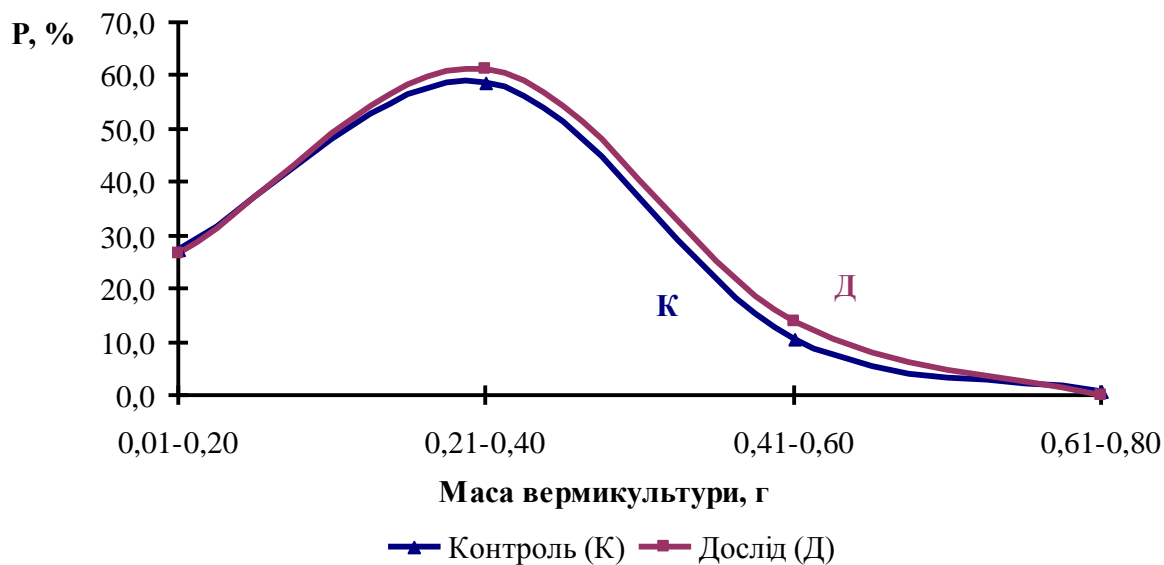
Закономірності впливу Гуміліду на накопичення біомаси вермикультури впродовж 6 місяців вермикультивування описується експоненціальною залежністю з вірогідністю апроксимації: $R^2 = 0,9992$ – контрольна група (3.3), $R^2 = 0,9975$ – дослідна група (3.4):

$$y = 3536,9e^{0,7128x} \quad (3.3)$$

$$y = 3508,7e^{0,7582x} \quad (3.4)$$

Крім того, аналіз розподілу червоних каліфорнійських черв'яків за масою показав, що на 135-ту добу дослідження кількість особин з мінімальною масою (0,01–0,20 г) у контрольній та дослідній групах була майже однаковою і становила 27,3 та 26,7 %, відповідно (рис. 3.6).

Найбільша кількість особин з середньою масою 0,21–0,40 г спостерігалася у контролі та досліді і становила 58,7 та 61,3 %, відповідно. Особини черв'яків з масою 0,41–0,60 г у контролі та досліді становили 10,7 та 14,0 %, а з масою 0,61–0,80 г у контрольній групі були в дуже малій кількості.



P- розподіл черв'яків за масою, %

Рис. 3.6. Розподіл червоних каліфорнійських черв'яків за масою на 135-ту добу дослідження

Закономірності впливу Гуміліду на розподіл червоних каліфорнійських черв'яків за масою на 135-ту добу вермикультивування описується поліномом 3 порядку з вірогідністю апроксимації: $R^2=1$ – контрольна група (3.5), $R^2=1$ – дослідна група (3.6):

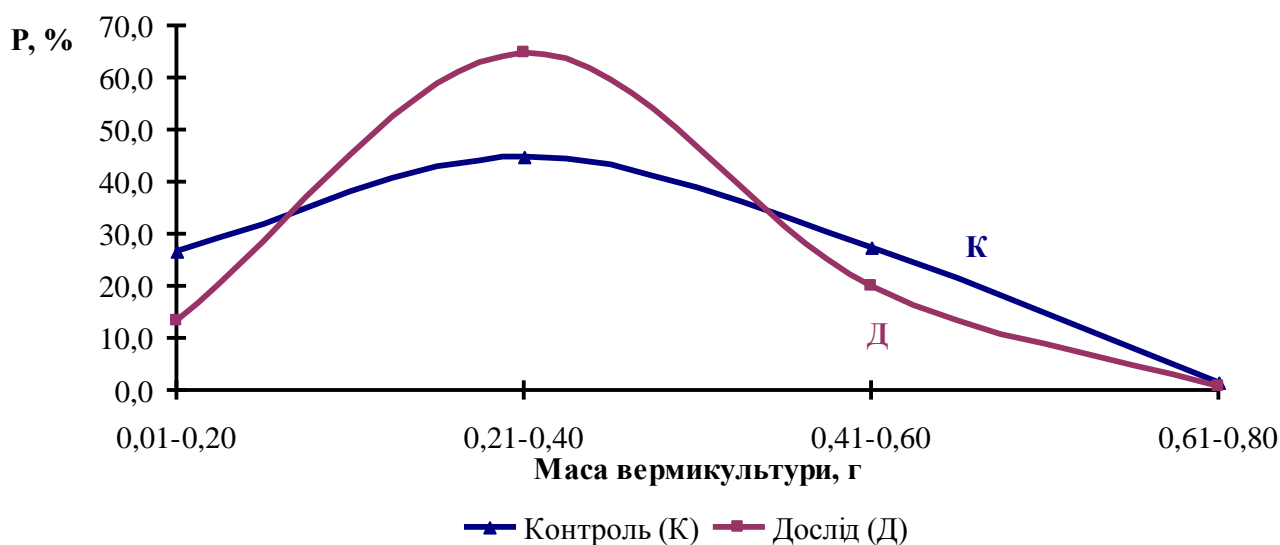
$$y = 19,557x^3 - 157,01x^2 + 365,48x - 200,69 \quad (3.5)$$

$$y = 19,222x^3 - 156,33x^2 + 369,11x - 205,33 \quad (3.6)$$

Наприкінці експерименту при дослідженні розподілу черв'яків за масою (рис. 3.7) було встановлено, що найбільша кількість черв'яків з мінімальною масою (0,01–0,20 г) була у контрольній групі і становила 26,7 %, а у дослідній – 13,3 % від загальної кількості особин, що на 13,4 % менше, ніж у контролі. У цей період у контрольній групі кількість черв'яків з масою 0,21–0,40 г становила 44,7 %, а у дослідній – 64,7 %.

Отже, Гумілід у складі поживного субстрату сприяв збільшенню кількості вермикультури з масою 0,21–0,40 г на 20,0 % порівняно з контролем. У контрольній та дослідній групах вермикультура з масою 0,41–0,60 г становила,

відповідно, 27,3 та 20,0 %, а з масою 0,61–0,80 г – 1,3 та 0,7 %, що може бути пов'язано зі зростанням щільності черв'яків на ложе поживного субстрату.



Р- розподіл черв'яків за масою, %

Рис. 3.7. Розподіл червоних каліфорнійських черв'яків за масою на 180-ту добу дослідження

Закономірності впливу Гуміліду на розподіл черв'яків за масою на 180-ту добу вермикультивування описується поліномом 3 порядку з вірогідністю апроксимації: $R^2=1$ – контрольна група (3.7), $R^2=1$ – дослідна група (3.8):

$$y = 4,4444x^3 - 44,333x^2 + 119,89x - 53,333 \quad (3.7)$$

$$y = 20,222x^3 - 165,33x^2 + 417,78x - 255,33 \quad (3.8)$$

Отже, аналіз розподілу червоних каліфорнійських черв'яків за масою в інтервалах 0,01–0,20; 0,21–0,40; 0,41–0,60; 0,61–0,80 г показав, що на 135-ту добу дослідження цей показник у контрольній та дослідній групах майже не різнився. На 180-ту добу дослідження найбільша кількість особин з середньою масою 0,21–0,40 г була у дослідній групі і становила 64,7 % від загальної кількості. Решта черв'яків у дослідній групі в інтервалах маси 0,01–0,20; 0,41–0,60; 0,61–0,80 г склала 35,3 %, а контрольній – 55,3 %.

Ми вважаємо, що такий розподіл за масою пов'язаний з накопиченням біомаси вермикультури, тобто зі щільністю популяції на ложе та активацією

метаболізму в організмі червоного каліфорнійського черв'яка. Встановлено, що на 180-ту добу дослідження Гумілід у складі поживного субстрату сприяв збільшенню кількості особин черв'яків на 21,1 % ($p < 0,001$), а кількість особин вермикультури з середньою масою зросла на 20,0 % порівняно з контролем.

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [217–219].

3.4. Ензиматична активність гомогенату біомаси вермикультури в умовах науково-господарського експерименту

Результати вивчення в науково-господарському експерименті ензиматичної активності гомогенату біомаси вермикультури, отриманої за впливу Гуміліду, наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Загальна ензиматична активність гомогенату біомаси вермикультури, отриманої у науково-господарському експерименті, $M \pm m$, $n=3$

Ензиматична активність	Діб	Контроль	Дослід
Протеолітична активність, од/г	135	9,34±0,717	11,98±0,852*
	180	9,76±0,808	13,14±0,759**
Амілолітична активність, г/(год*г _{біомаси})	135	21,72±0,025	23,64±0,067***
	180	22,70±0,026	22,04±0,021
Целюлозолітична активність КМЦЛА, од/г	135	0,024±0,0014	0,028±0,0007**
	180	0,023±0,0012	0,028±0,0006**

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контролем

У біомасі вермикультури на 135-ту добу експерименту при внесенні у субстрат Гуміліду у кількості 15,0 мг/кг загальна активність протеолітичних ензимів гомогенату біомаси черв'яків підвищилася на 28,3 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. На 180-ту добу дослідження гумінова добавка у складі поживного субстрату сприяла зростанню загальної протеолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури на 34,6 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем. У біомасі

черв'яків активність протеази підвищилась у контрольній групі на 4,5, у дослідній – на 9,6 % по відношенню до попереднього періоду.

Таким чином, загальна активність протеолітичних ензимів гомогенату біомаси вермикультури протягом усього періоду дослідження зростає на тлі застосування Гуміліду порівняно з контрольним варіантом. Так, загальна амілолітична активність гомогенату біомаси черв'яків за впливу Гуміліду на 135-ту добу дослідження зросла на 8,8 % ($p < 0,001$) відносно контролю. Наприкінці дослідження (180-та доба) у гомогенаті біомаси вермикультури дослідної групи загальна активність амілази була нижчою на 2,9 %, ніж у контролі. По відношенню до попереднього періоду у гомогенаті біомаси черв'яків контрольної групи спостерігається підвищення активності амілази на 4,5 %, а дослідної – знижується на 6,8 %. Ми вважаємо, що незначне зниження активності амілази в цей період може бути пов'язано зі зменшенням кількості субстрату на 180-ту добу дослідження за рахунок високої загальної амілолітичної активності у попередній період.

Щодо загальної целюлозолітичної активності, то на 135-ту добу експерименту у дослідній групі при застосуванні Гуміліду у гомогенаті біомаси вермикультури активність целюлази зросла на 16,7 % ($p < 0,01$) відносно контролю. Наприкінці дослідження у біомасі черв'яків дослідної групи загальна целюлазна активність була вищою на 21,7 % ($p < 0,01$), ніж у контролі. Порівняно з попереднім періодом активність целюлази у біомасі вермикультури контрольної і дослідної груп майже не змінилася. Отже, на 135-ту та 180-ту добу експерименту целюлозолітична активність гомогенату біомаси червоних каліфорнійських черв'яків на тлі застосування Гуміліду була вищою порівняно з показниками контролю.

Таким чином, в умовах вермиферми на тлі застосування Гуміліду активується здатність черв'яків розщеплювати різні субстрати та може свідчити про активацію обміну речовин в організмі червоних каліфорнійських черв'яків.

Результати досліджень опубліковані у науковій праці [220].

3.5. Динаміка утворення гумінових речовин у біогумусі

Одним з показників якості біогумусу є наявність у ньому гумінових речовин, як таких, що легко екстрагуються водою (ГРв), так і більш складних, що утворюють стійкі комплекси та розчиняються у лугах (ГРл). Результати дослідження накопичення водорозчинних гумінових речовин у біогумусі контрольної та дослідної груп у динаміці в різні терміни вермикультивування наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Уміст водорозчинних гумінових речовин у біогумусі,

г/кг біогумусу, $M \pm m$, $n=3$

Група	Термін культивування, діб				
	1	45	90	135	180
Контроль	2,0±0,11	2,6±0,11	2,8±0,11	2,8±0,15	2,9±0,12
Дослід	2,1±0,08	2,6±0,13	3,0±0,10	3,3±0,11*	3,5±0,15*

Примітка. * – $p < 0,05$ порівняно з контролем

На початку дослідження вміст водорозчинних гумінових речовин у поживному субстраті визначався у межах 2,0–2,1 г/кг біогумусу. Протягом 45 діб вермикультивування у біогумусі збільшилося накопичення ГРв: у контрольній групі – на 30,0 %, у дослідній – на 23,8 % відносно субстрату. На 90-ту добу експерименту в біогумусі дослідної групи вміст ГРв був вище на 7,1 % порівняно з контролем. Уміст ГРв у цей період в біогумусі контрольної групи зріс на 40,0 %, а дослідної – на 42,9 % відносно субстрату. На 135-ту добу вермикультивування спостерігається накопичення ГРв у біогумусі дослідної групи на 17,9 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. Порівняно із субстратом уміст ГРв у біогумусі контрольної групи не змінився відносно попереднього періоду (40,0 %), а у дослідній – зріс на 57,1 %. Наприкінці дослідження (180-та доба) накопичення вмісту ГРв у біогумусі дослідної групи визначалося на рівні 20,7 % ($p < 0,05$)

порівняно з контрольним показником. Уміст ГРв у біогумусі дослідної групи підвищився на 66,7 %, контрольної – лише на 45,0 %, порівняно із субстратом.

Отже, застосування біологічно активної добавки Гумілід (15,0 мг/кг) у складі поживного субстрату при вермикультивуванні сприяє інтенсифікації процесу гуміфікації, що забезпечує більше, ніж у контролі, накопичення водорозчинних гумінових речовин у біогумусі в середньому на 20,7 % ($p < 0,05$).

Результати вивчення динаміки накопичення в біогумусі стійких гумінових речовин, що екстрагуються лугами (ГРл), наведено у таблиці 3.4.

Уміст гумінових речовин, які вилучені за лужної екстракції з біогумусу, на початку дослідження визначався в межах 63,3–63,4 г/кг біогумусу.

Таблиця 3.4

Уміст лугорозчинних гумінових речовин у біогумусі,

г/кг біогумусу, $M \pm m$, $n=3$

Група	Термін культивування, діб				
	1	45	90	135	180
Контроль	63,3±1,26	79,5±3,49	80,5±1,98	82,5±3,33	84,0±1,64
Дослід	63,4±1,51	79,8±3,07	89,3±2,42*	93,5±2,35*	96,7±2,37**

Примітка. * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ порівняно з контролем

За 45 діб дослідження у біогумусі збільшилася кількість ГРл, але їх сумарна кількість у контрольній та дослідній групах практично не різнилася. Проте, відносно субстрату кількість ГРл в обох варіантах збільшилась у середньому на 25,8 %.

На 90-ту добу вермикультивування у біогумусі дослідної групи вміст ГРл підвищився на 10,9 % ($p < 0,05$) відносно контролю. Порівняно із субстратом уміст ГРл у біогумусі контрольної групи підвищився на 27,2 %, дослідної – на 40,9 %. На 135-ту добу вермикультивування на тлі застосування Гуміліду вміст ГРл у біогумусі зріс на 13,3 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. У цей період у біогумусі контрольної групи спостерігається підвищення вмісту ГРл на 30,3 %, дослідної – на 47,5 % порівняно із субстратом. На 180-ту добу спостерігається більше, ніж у

контролі, накопичення ГРл у біогумусі дослідної групи – на 15,1 % ($p < 0,01$). У цей період уміст ГРл у біогумусі дослідної групи підвищився на 52,5 %, а контрольної – лише на 32,7 % відносно субстрату.

Отже, використання Гуміліду у складі поживного субстрату сприяло накопиченню у біогумусі у процесі вермикультивування наприкінці дослідження більш складних гумінових речовин, що екстрагуються лугами. Їх уміст становить $96,7 \pm 2,37$ г/кг, що на 15,1 % ($p < 0,01$) більше, ніж у контрольній групі.

Більше нагромадження гумінових речовин у біогумусі дослідної групи, на нашу думку, пов'язано зі збільшенням кількості особин черв'яків та активації ензиматичної активності їх біомаси у процесі вермикультивування, що сприяє більш швидкому розщепленню органічного субстрату та збагаченню біогумусу гуміновими речовинами.

Таким чином, упродовж 6 місяців вермикультивування у біогумусі контрольних та дослідних варіантів відбулося нагромадження гумінових речовин: як водорозчинних, так і більш стійких, що екстрагуються лугами.

Застосування Гуміліду наприкінці дослідження сприяло більш активному, ніж у контролі, накопиченню водорозчинних гумінових речовин – на 20,7 % ($p < 0,05$) та більш складних – ГРл – у біогумусі дослідної групи – на 15,1 % ($p < 0,01$).

Одним з важливих показників поживного субстрату для вермикультури є значення рН. Показники рН поживного субстрату та біогумусу контрольної і дослідної груп наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники рН поживного субстрату та біогумусу, $M \pm m$, $n=3$

Група	Час культивування, діб				
	1	45	90	135	180
Контроль	$7,82 \pm 0,110$	$7,08 \pm 0,109$	$7,17 \pm 0,099$	$7,27 \pm 0,088$	$7,57 \pm 0,201$
Дослід	$7,80 \pm 0,137$	$7,35 \pm 0,140$	$7,11 \pm 0,077$	$7,39 \pm 0,102$	$7,66 \pm 0,182$

Як видно із даних таблиці 3.5., значення рН біогумусу контрольної та дослідної груп на початку експерименту було у межах 7,80–7,82 і протягом усього дослідження майже не різнилося.

На 45-ту добу дослідження по відношенню до попереднього періоду значення рН біогумусу знизилася: у контролі – на 9,5 %, у досліді – на 5,8 %.

На 90-ту та 135-ту добу дослідження спостерігається зниження рН біогумусу контрольної групи, відповідно на 8,3 та 7,0 %; дослідної – на 8,8 та 5,3 % відносно поживного субстрату на початок дослідження. Наприкінці дослідження спостерігається тенденція до зниження рН біогумусу: контрольної – на 3,2 %, дослідної – на 1,7 %.

Отже, протягом усього дослідження значення рН біогумусу у контрольній та дослідній групах незначно знизилось порівняно з показником поживного субстрату на початок дослідження, а по відношенню до контролю вірогідних змін не спостерігалось.

У дослідженнях визначали коефіцієнти кореляції залежності гумінових речовин у біогумусі та ензиматичної активності гомогенату біомаси вермикультури з неочищеним кишечником на 135-ту та 180-ту добу дослідження (табл. 3.6 і 3.7).

Отримані результати свідчать, що майже всі вивчені параметри контрольної та дослідної груп мають позитивний зв'язок різного ступеня. Коефіцієнт кореляції між показниками гумінових речовин як водорозчинних, так і лугорозчинних, та целюлозолітичної активності гомогенату біомаси черв'яків контрольної групи показав відсутність зв'язку. Водночас між цими показниками дослідної групи спостерігається слабкий позитивний зв'язок ($r=0,27$ та $r=0,23$).

Щодо кореляційного зв'язку між показниками вмісту гумінових речовин та показниками протеолітичної активності гомогенату вермикультури, то майже у всіх групах спостерігався слабкий позитивний зв'язок. У контролі між показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин та целюлозолітичної ($r=0,09$) (протеолітичної ($r=0,04$)) активності, зв'язок практично не виявлений. На 135-ту добу дослідження в контрольній та дослідній групах спостерігається

слабкий кореляційний зв'язок ($r=0,21$; $r=0,17$) між показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин та амілолітичної активності гомогенату вермикультури. Однак у контрольній групі між водорозчинними гуміновими речовинами та амілолітичною активністю зв'язок відсутній ($r=0$), у дослідній – помірний ($r=0,38$).

Таблиця 3.6

Коефіцієнт кореляції між показниками гумінових речовин біогумусу та ензиматичної активності біомаси черв'яків на 135-ту добу дослідження

Гумінові речовини	Група	Целюлозолітична активність	Протеолітична активність	Амілолітична активність
Водорозчинні	контроль	-0,09	0,21	0
	дослід	0,27	0,21	0,38
Лугорозчинні	контроль	0,09	0,04	0,21
	дослід	0,23	0,43	0,17

На 180-ту добу експерименту спостерігається дуже сильний позитивний кореляційний зв'язок як у контрольній ($r=0,96$), так і у дослідній (0,92) групах між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі та целюлозолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури. У дослідній групі коефіцієнт кореляції був нижчим на 4,2 % порівняно з контролем.

У цей період коефіцієнт кореляції між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі та протеолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури дослідної групи був нижчим на 13,4 % порівняно з контролем.

У дослідній групі спостерігається між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин та показниками амілолітичної активності гомогенату червоних каліфорнійських черв'яків: коефіцієнт кореляції цієї групи знизився на 5,5 % по відношенню до контролю.

На 180-ту добу експерименту у дослідній групі коефіцієнт кореляції між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі та показниками ензиматичної активності гомогенату вермикультури, який отримано

з червоних каліфорнійських черв'яків з неочищеним кишечником за впливу Гуміліду, був незначно нижчим за контроль. Хоча в цілому у контрольних групах між зазначеними вище показниками спостерігається дуже сильний позитивний кореляційний зв'язок, а у дослідних – у середньому сильний.

Таблиця 3.7

Коефіцієнт кореляції між показниками гумінових речовин біогумусу та ензиматичної активності біомаси черв'яків на 180-ту добу дослідження

Гумінові речовини	Група	Целюлозолітична активність	Протеолітична активність	Амілолітична активність
Водорозчинні	контроль	0,96	0,97	0,91
	дослід	0,92	0,84	0,86
Лугорозчинні	контроль	0,77	0,75	0,57
	дослід	0,78	0,68	0,67

Стосовно кореляційного зв'язку контрольних ($r=0,77$) та дослідних ($r=0,78$) груп між показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин та показниками целюлозолітичної активності гомогенату червоних каліфорнійських черв'яків на 180-ту добу експерименту, то він є сильним позитивним; у дослідній групі коефіцієнт кореляції був вищим на 1,3 % ніж у контролі.

У цей період коефіцієнт кореляції між показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин у біогумусі та протеолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури дослідної групи знизився на 9,3 % порівняно з контролем. Проте, цей коефіцієнт у дослідній групі ($r=0,67$) між показниками вмісту гумінових речовин, що розчиняються у лугах, та амілолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури підвищився на 17,5 % відносно контролю.

Отже, на 180-ту добу експерименту у контрольних та дослідних групах між показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин та ензиматичної активності гомогенату біомаси червоного каліфорнійського черв'яка спостерігається в цілому сильний позитивний кореляційний зв'язок.

На 180-ту добу дослідження коефіцієнти кореляції між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі і показниками целюлозолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури (позначимо $r_{(ГРВ \text{ і } Ц)}$) мають дуже сильний позитивний зв'язок, вмісту лугорозчинних гумінових речовин і целюлозолітичної активності ($r_{(ГРЛ \text{ і } Ц)}$) – сильний позитивний зв'язок. У цей період коефіцієнт кореляції $r_{(ГРЛ \text{ і } Ц)}$ у контрольній та дослідній групах був нижчим на 19,8 та 15,2 % від коефіцієнта $r_{(ГРВ \text{ і } Ц)}$ відповідних груп. Подібні результати отримані при визначенні коефіцієнта кореляції між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі і протеолітичної активності гомогенату біомаси червоних каліфорнійських черв'яків ($r_{(ГРВ \text{ і } П)}$) та вмісту лугорозчинних гумінових речовин у біогумусі і протеолітичної активності гомогенату вермикультури ($r_{(ГРЛ \text{ і } П)}$). Так, на 180-ту добу експерименту коефіцієнт $r_{(ГРЛ \text{ і } П)}$ у контрольній та дослідній групі був нижчим на 22,7 та 19,0 %, ніж коефіцієнт $r_{(ГРВ \text{ і } П)}$ відповідних груп.

Щодо коефіцієнта кореляції між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі і показниками амілолітичної активності гомогенату біомаси червоних каліфорнійських черв'яків ($r_{(ГРВ \text{ і } А)}$) та вмісту лугорозчинних гумінових речовин у біогумусі і амілолітичної активності гомогенату вермикультури ($r_{(ГРЛ \text{ і } А)}$), то у контрольній і дослідній групах $r_{(ГРЛ \text{ і } А)}$ був нижчим на 37,4 та 26,4 % порівняно з $r_{(ГРВ \text{ і } А)}$.

Отже, на 180-ту добу експерименту спостерігається в цілому сильний позитивний кореляційний зв'язок між показниками вмісту водорозчинних гумінових речовин у біогумусі і ензиматичної активності гомогенату вермикультури ($r_{(ГРВ \text{ і } Е)}$) та показниками вмісту лугорозчинних гумінових речовин у біогумусі і ензиматичної активності гомогенату червоних каліфорнійських черв'яків $r_{(ГРЛ \text{ і } Е)}$. Коефіцієнт $r_{(ГРЛ \text{ і } Е)}$ у контрольних та дослідних групах був нижчим по відношенню до $r_{(ГРВ \text{ і } Е)}$.

Можливо, що високий коефіцієнт кореляції $r_{(ГРВ \text{ і } Е)}$ пов'язаний з тим, що на 180-ту добу дослідження у біогумусі підвищується вміст водорозчинних гумінових речовин, які більш доступні для мікроорганізмів. Це може сприяти

збільшенню кількості мікроорганізмів у біогумусі і кишечнику вермикультури та приводити до підвищення ензиматичної активності вмісту кишечнику червоних каліфорнійських черв'яків.

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [221–223].

3.6. Вплив Гуміліду на контамінацію важкими металами (Pb, Cd, Cu) біомаси черв'яків

Кількісні характеристики контамінантів (Pb, Cd, Cu) у біомасі червоного каліфорнійського черв'яка у динаміці наведено у таблиці 3.8.

На 90-ту добу дослідження у біомасі вермикультури у контрольному та дослідному варіанті вміст Плюмбуму знизився на 13,4 ($p < 0,05$) та 17,0 ($p < 0,01$) % від його вмісту на початок експерименту. У біомасі дослідного варіанта вміст цього контамінанта знизився на 5,8 % порівняно з контролем. Встановлено, що на кінець дослідження вміст Плюмбуму в тканинах червоного каліфорнійського черв'яка контрольного варіанта зріс порівняно з початком експерименту, на 0,8 %, тоді як у дослідному спостерігалось його зниження на 23,0 %.

Таблиця 3.8

Уміст Плюмбуму, Кадмію та Купруму у біомасі вермикультури,

мг/кг сухої речовини, $M \pm m$, $n=3$

Група	Pb	Cd	Cu
Початок дослідження			
Контроль	2,39±0,071	0,22±0,012	15,22±0,466
Дослід	2,35±0,084	0,20±0,016	15,25±0,435
90-та доба дослідження			
Контроль	2,07±0,088 ⁺	0,20±0,014	14,77±0,408
Дослід	1,95±0,061 ⁺⁺	0,19±0,006	13,04±0,262 ^{***++}
180-та доба дослідження			
Контроль	2,41±0,092	0,23±0,014	16,12±0,164
Дослід	1,81±0,079 ^{***++}	0,17±0,009 ^{**}	11,21±0,396 ^{***+++}

Примітки: 1) ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ (порівняно з контролем);

2)⁺ – $p < 0,05$, ⁺⁺ – $p < 0,01$, ⁺⁺⁺ – $p < 0,001$ (порівняно з початком дослідження)

Необхідно відзначити, що по відношенню до попереднього періоду вміст Плюмбуму в біомасі черв'яків контрольного варіанта підвищився на 16,4 %, а дослідного – знизився на 7,2 %. Порівняно з контролем вміст Pb у біомасі черв'яків дослідного варіанта знизився на 24,9 % ($p < 0,01$).

У тканинах черв'яків за період з 1 по 90-ту добу спостереження вміст Cd знизився порівняно з початком дослідження: у контрольному варіанті – на 9,1 %, у дослідному – на 5,0 %.

У біомасі черв'яків у варіантах з додаванням Гуміліду вміст Cd був нижчим, ніж у контролі, на 5,0 %. Наприкінці дослідження зареєстровано збільшення накопичення Кадмію у біомасі вермикультури контрольного варіанта на 4,5 % та його зниження на 15,0 % – у дослідному, порівняно з початком дослідження. У біомасі черв'яків контрольного варіанта спостерігалось зростання накопичення Cd на 15,0 %, а у дослідному – зниження на 10,5 % відносно показників попереднього періоду. Додавання Гуміліду до поживного субстрату спричинило зниження вмісту Кадмію в біомасі вермикультури на 26,1 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем.

На 90-ту добу експерименту спостерігалось зниження вмісту Cu у біомасі черв'яків у контрольного варіанта на 3,0 %, дослідного – на 14,5 % ($p < 0,01$) по відношенню до початку дослідження. Уміст цього елемента у біомасі черв'яків дослідного варіанта знизився на 11,7 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем. Наприкінці дослідження вміст Купруму у біомасі вермикультури підвищився у контрольному варіанті на 5,9 %, водночас у дослідному спостерігалось зниження на 26,5 % ($p < 0,001$), порівняно з показниками на початок дослідження. Проте, вміст Cu у дослідному варіанті був меншим, ніж у контролі, на 30,5 % ($p < 0,001$). Порівняно з попереднім періодом у біомасі вермикультури накопичення Cu у контрольному варіанті збільшилося на 9,1 %, а у дослідному – знизилося на 14,0 %. Можна припустити, що зниження вмісту досліджуваних елементів у біомасі черв'яків контрольного та дослідного варіантів на 90-ту добу дослідження пов'язано з активацією процесу гумусоутворення, в результаті чого у біогумусі зростає вміст гумінових речовин. Вони мають сорбційні властивості [255] та завдяки особливостям молекулярної будови утворюють різні комплекси з

важкими металами [258]. Отже, зниження вмісту контамінантів у тканинах вермикультури дослідних варіантів відбувалось, ймовірно, за рахунок утворення нерозчинних та важкодоступних форм важких металів. Ці комплекси можуть не брати участі в харчовому ланцюзі та виводитися з організму черв'яків з копролітами, що дає змогу отримати якісну біомасу вермикультури.

Кількісні характеристики контамінантів у біогумусі у динаміці наведено у таблиці 3.9. За період спостереження від початку досліду до 90-ї доби експерименту у біогумусі контрольного варіана вміст Плюмбуму зріс на 22,3 % ($p < 0,05$) порівняно з вмістом його в субстраті. Водночас у біогумусі дослідного варіанта спостерігалось збільшення накопичення контамінанта на 35,4 % ($p < 0,01$), по відношенню до субстрату, та на 11,1 % – порівняно з контролем.

Таблиця 3.9

**Уміст Плюмбуму, Кадмію та Купруму у поживному субстраті та біогумусі,
мг/кг сухої речовини, $M \pm m$, $n=3$**

Група	Pb	Cd	Cu
Початок дослідження			
Контроль	9,46±0,343	0,35±0,041	12,30±0,709
Дослід	9,50±0,372	0,37±0,027	12,20±0,779
90-та доба дослідження			
Контроль	11,57±0,725*	0,41±0,023	13,22±0,498
Дослід	12,86±0,606**	0,45±0,028	13,56±0,394
180-та доба дослідження			
Контроль	13,67±0,681***	0,46±0,026*	13,50±0,551
Дослід	14,61±0,420***	0,49±0,030*	14,56±0,454*

Примітка. * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ (порівняно з субстратом)

Наприкінці дослідження (180-та доба) у біогумусі контрольного та дослідного варіантів спостерігалось підвищення вмісту Pb, відповідно, на 44,5 % ($p < 0,001$) та 53,8 % ($p < 0,001$) по відношенню до субстрату. Додавання Гуміліду до поживного субстрату призвело до зростання рівня цього елемента в біогумусі на 6,9 % порівняно з контролем. Відносно попереднього періоду

спостерігалось збільшення накопичення Плюмбуму в біогумусі: у контролі – на 18,2 %, у досліді – на 13,6 %.

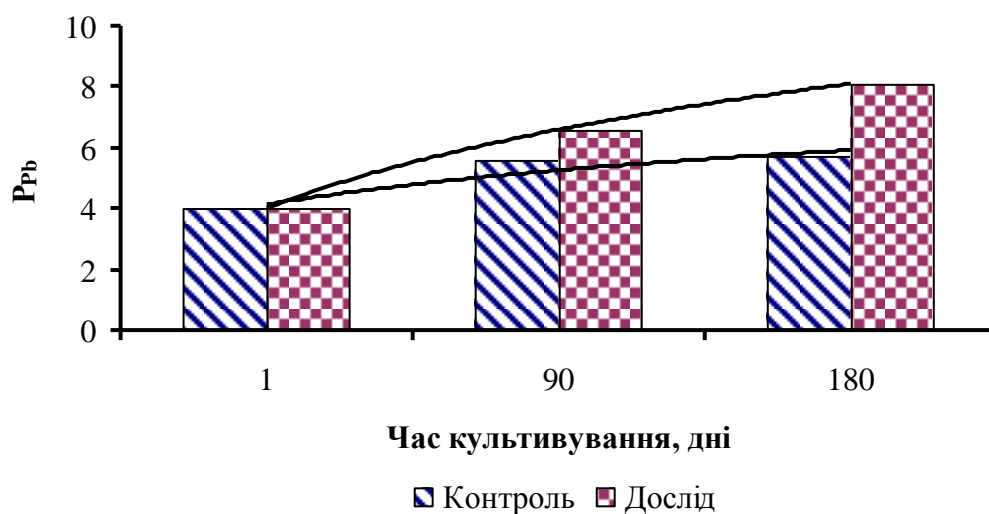
Щодо Кадмію, то на 90-ту добу виявлено підвищення його концентрації у контрольному і дослідному варіантах, відповідно, на 17,1 % та 21,6 % відносно субстрату. Додавання до поживного субстрату Гуміліду призвело до збільшення накопичення Cd у біогумусі на 9,8 %. Наприкінці дослідження (180-та доба) спостерігалось зростання вмісту контамінанта у зразках контролю та досліді, відповідно, на 31,4 ($p < 0,05$) та 32,4 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками субстрату. По відношенню до контролю вміст Cd в біогумусі підвищився на 6,5 %. Встановлено збільшення накопичення цього елемента у біогумусі контрольного та дослідного варіантів, відповідно, на 12,2 та 8,9 % порівняно з попереднім періодом.

На 90-ту добу дослідження у біогумусі обох варіантів спостерігалось незначне підвищення вмісту Купруму: у дослідному варіанті він зріс на 2,6 % порівняно з контролем. На кінець дослідження зареєстровано збільшення накопичення Купруму у біогумусі контрольного варіанта та у варіанті з гуміновою добавкою, відповідно, на 9,8 та 19,3 % ($p < 0,05$) відносно субстрату. Додавання Гуміліду до поживного субстрату призвело до зростання вмісту Купруму у біогумусі на 7,9 %. Порівняно з показниками попереднього періоду зареєстровано збільшення накопичення цього елемента у біогумусі контрольного та дослідного варіантів на 2,1 та 7,4 %, відповідно.

Отже, протягом усього періоду вермикультивування відбувалося накопичення ВМ у біогумусі контрольного та дослідного варіантів, при цьому їх вміст був нижче гранично допустимої концентрації органічних добрив.

Динаміка вмісту важких металів у біомасі вермикультури відносно біогумусу наведена на рис. 3.8–3.10. На початку експерименту у контрольній та дослідній групах вміст Плюмбуму у біомасі вермикультури був нижчим у 4 рази, ніж у поживному субстраті. На 90-ту добу дослідження вміст цього елемента по відношенню до біогумусу був нижче у біомасі контрольної групи – у 5,6 раза, дослідної – 6,6 раза. Наприкінці експерименту вміст Плюмбуму у тканинах

червоних каліфорнійських черв'яків порівняно з показниками біогумусу був нижчим: у контролі – у 5,7 раза, у досліді – у 8,1 раза.



P_{Pb} – величина, яка показує відношення вмісту Pb у біомасі вермикультури до його вмісту у біогумусі, разів

Рис. 3.8. Уміст Плюмбуму у біомасі вермикультури відносно біогумусу

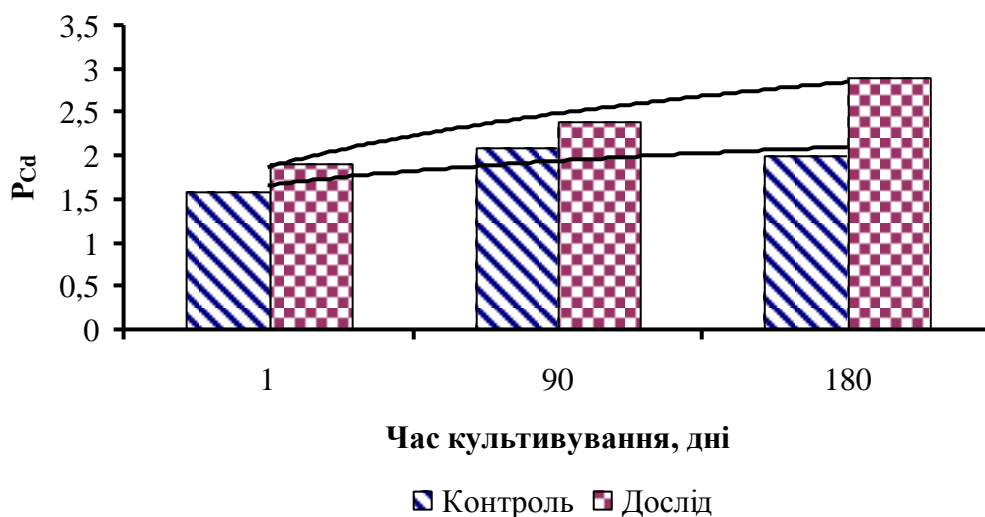
Закономірності впливу Гуміліду на вміст Плюмбуму у біомасі вермикультури відносно біогумусу описується логарифмічною залежністю з вірогідністю апроксимації: $R^2=0,9004$ – у контролі (3.9), $R^2=1$ – у досліді (3.10):

$$y = 1,6293Ln(x) + 4,1269 \quad (3.9)$$

$$y = 3,734Ln(x) + 4,0032 \quad (3.10)$$

Отже, на 90-ту та 180-ту добу дослідження у дослідній групі показник P_{Pb} зростає на 17,9 та 42,1 % порівняно з контролем, що свідчить про зниження вмісту цього елемента у біомасі вермикультури. Ми вважаємо, що це може бути пов'язано зі здатністю гумінових речовин зв'язувати ВМ у хелатні сполуки, які можуть не брати участі у харчовому ланцюзі вермикультури.

Щодо Кадмію, то на початок експерименту показник P_{Cd} у контрольній групі становив 1,6, у дослідній – 1,9.



P_{Cd} – величина, яка показує відношення вмісту Cd у біомасі вермикультури до його вмісту у біогумусі, разів

Рис. 3.9. Уміст Кадмію у біомасі вермикультури відносно біогумусу

На 90-ту добу дослідження вміст цього елемента був нижчим у біомасі вермикультури контрольної групи у 2,1 раза, дослідної – 2,4 раза відносно його вмісту у біогумусі. На кінець експерименту у тканинах червоних каліфорнійських черв'яків уміст Кадмію відносно показників біогумусу був нижчим у контролі – у 2 рази, у досліді – у 2,9 раза.

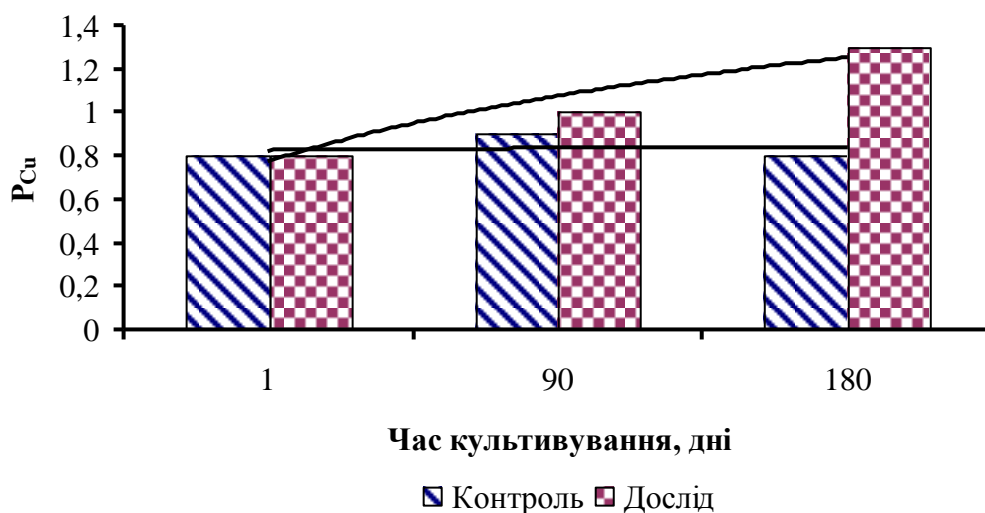
Закономірності впливу Гуміліду на вміст Кадмію у біомасі вермикультури відносно біогумусу описується логарифмічною кривою: $R^2=0,7145$ – у контролі (3.11), $R^2=0,9777$ – у досліді (3.12):

$$y = 0,4026Ln(x) + 1,6596 \quad (3.11)$$

$$y = 0,8899Ln(x) + 1,8685 \quad (3.12)$$

Отже, на кінець дослідження у дослідній групі показник P_{Cd} зростає на 45,0 % по відношенню до контролю, що свідчить про зниження вмісту цього елемента у біомасі вермикультури.

На початок експерименту величина P_{Cu} контрольної і дослідної груп не різнилися (рис. 3.10).



P_{Cu} – величина, яка показує відношення вмісту Cu у біомасі вермикюльтури до його вмісту у біогумусі, разів

Рис. 3.10. Уміст Купруму у біомасі вермикюльтури відносно біогумусу

На 90-ту добу вермикюльтування вміст Купруму у біомасі контрольної групи був вищим у 0,9 раза по відношенню до показників біогумусу.

Наприкінці експерименту вміст Купруму у тканинах червоних каліфорнійських черв'яків відносно біогумусу був нижчим у контролі – у 0,8 раза, у досліді – у 1,3 раза.

Закономірності впливу Гуміліду на вміст Купруму у біомасі вермикюльтури відносно біогумусу описується логарифмічною залежністю з достовірністю апроксимації: $R^2=0,0223$ – у контролі (3.13), $R^2=0,9314$ – у досліді (3.14):

$$y = 0,0155Ln(x) + 0,8241 \quad (3.13)$$

$$y = 0,4372Ln(x) + 0,7722 \quad (3.14)$$

Отже, наприкінці дослідження у дослідній групі показник P_{Cu} зростає на 62,5 % по відношенню до контролю, що свідчить про зниження вмісту цього елемента у біомасі вермикюльтури.

Таким чином, протягом дослідження показник P_{Cu} зростав більшою мірою у дослідній групі за впливу Гуміліду. Цей показник показує відношення вмісту ВМ у біомасі вермикюльтури до їх вмісту у біогумусі. Найбільше значення показника P при застосуванні Гуміліду свідчить про зниженням вмісту ВМ у

біомасі вермикультури. Ми вважаємо, що це може бути пов'язано з активацією процесу гуміфікації, що сприяє більшому накопиченню гумінових речовин, які можуть утворювати нерозчинні, важкодоступні форми з важкими металами, що можуть не брати участі у харчовому ланцюзі вермикультури.

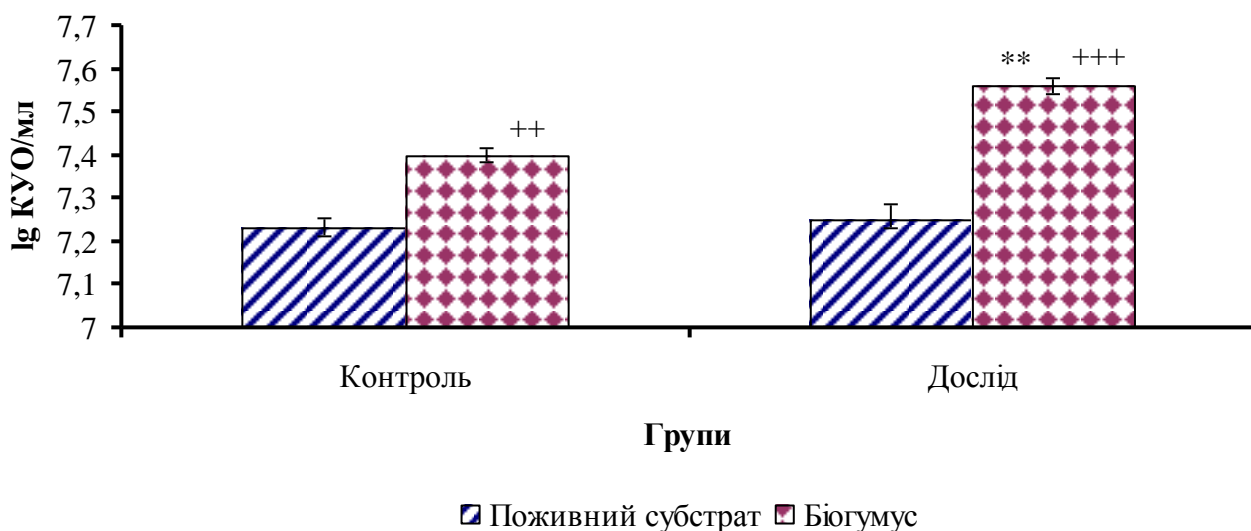
Ефект впливу біологічно активної добавки гумінової природи «Гумілід» на зниження вмісту важких металів у біомасі вермикультури може пояснюватися і тим, що гумінові речовини здатні незворотно зв'язувати важкі метали, у результаті чого утворюються нерозчинні малорухливі комплекси, які виводяться з кругообігу речовин. Це покращує життєдіяльність особин вермикультури та дає змогу отримати якісну біомасу вермикультури.

Встановлено, що у процесі вермикультивування упродовж 180-ти діб у біогумусі контрольних та дослідних варіантів відбулося накопичення ВМ. При цьому у всіх випадках вміст важких металів у біогумусі був набагато нижче гранично допустимої концентрації органічних добрив [224, 225].

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [226, 227].

3.7. Мікробіологічні дослідження поживного субстрату та біогумусу

Для вивчення впливу Гуміліду у складі поживного субстрату для вермикультури на рівень мікроорганізмів біогумусу, проводилось дослідження на визначення загального мікробного числа (рис. 3.11). Мікроорганізми (переважно бактерії, грибки, актиноміцети) є первинними організмами, які розкладають органічні відходи. Мікроорганізми не тільки мінералізують складні речовини у доступну для рослин форму, а й можуть синтезувати низку біологічно активних речовин [228]. Мікрофлора біогумусу сприяє біохімічній деградації органічної сировини. Дошові черв'яки є важливими учасниками цього процесу, які біотрансформують поживний субстрат та створюють умови для життєдіяльності мікроорганізмів, що підвищує їхню активність [229].



** – $p < 0,01$ – порівняно з контролем;

++ – $p < 0,01$, +++ – $p < 0,001$ – порівняно з поживним субстратом

Рис. 3.11. Загальне мікробне число поживного субстрату та біогумусу

З даних, наведених на рис 3.11., видно, що у поживному субстраті контрольної і дослідної груп загальне мікробне число майже не різнилося та в середньому становило $1,75 \cdot 10^7$ КУО/1 см³.

Наприкінці дослідження у біогумусі контрольної групи спостерігається збільшення кількості загального мікробного числа на 4,7 % ($p < 0,01$), у дослідній – на 100,0 % ($p < 0,001$) по відношенню до показників поживного субстрату на початок експерименту. Загальне мікробне число біогумусу дослідної групи збільшилося на 44,0 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем.

Підвищення загального мікробного числа у біогумусі може бути пов'язано з активацією ензиматичної активності біомаси черв'яків за впливу біологічно активної добавки.

Оцінка санітарного стану біогумусу проводиться за санітарно-бактеріологічними показниками. Про можливість забруднення ґрунту патогенними ентеробактеріями свідчить індекс санітарно-показових мікроорганізмів БГКП (коліформи) і ентерококів.

Представники родини ентеробактерій являють собою групу збудників кишкових інфекцій. Одним з представників є Ешерихія – пряма коротка, із

заокругленими кінцями паличка. Спор не утворює. Деякі штами кишкової палички утворюють термостабільний ендотоксин та термолабільний екзотоксин, які відіграють головну роль у патогенезі хвороби [230].

Індекси БГКП поживного субстрату та біогумусу наведено у таблиці 3.10. Індекс БГКП у поживному субстраті на початок експерименту та у біогумусі контрольної і дослідної груп був у межах норми, тому за категорією вони визначалися як чисті [231].

Таблиця 3.10

Індекси БГКП

Група	Поживний субстрат	Біогумус
Контроль	1	1
Дослід	1	1

Мікробіологічні показники забрудненості поживного субстрату та біогумусу бактеріями групи кишкової палички свідчать, що субстрат та біогумус є чистими. На кінець дослідження загальне мікробне число біогумусу дослідної групи зросло на 44,0 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем.

Отже, Гумілід у складі поживного субстрату сприяє росту мікроорганізмів, які можуть впливати на процеси гуміфікації, при цьому індекс БГКП вказує на чистоту біогумусу.

3.8. Вплив Гуміліду на фізико-хімічні властивості біомаси вермикультури

Фізико-хімічні показники біомаси вермикультури, отриманої із застосуванням Гуміліду у науково-господарських експериментах, наведено у таблиці 3.11. Встановлено, що на кінець дослідження у біомасі вермикультури з очищеним кишечником, отриманої на субстраті з Гумілідом, уміст сухої речовини був вищим на 0,72 % ($p < 0,05$) відносно контролю.

Вміст органічної речовини, золи та БЕР в біомасі червоного каліфорнійського черв'яка контрольної та дослідної груп вірогідно не різнився. Щодо рівня протеїну в біомасі вермикультури дослідної групи, то він був вищим на 1,76 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем. Водночас кількість жиру в біомасі черв'яків дослідної групи знизилась на 1,32 % ($p < 0,001$) відносно контролю.

Таблиця 3.11

**Фізико-хімічні показники біомаси вермикультури
за впливу Гуміліду, %, $M \pm m$, $n=3$**

Показник	Контроль	Дослід
Волога	83,10 \pm 0,132	82,38 \pm 0,216*
Суха речовина, в тому числі:	16,90 \pm 0,132	17,62 \pm 0,216*
органічна речовина	92,59 \pm 0,249	92,69 \pm 0,320
зола	7,41 \pm 0,249	7,31 \pm 0,320
протеїн	70,28 \pm 0,249	72,04 \pm 0,105**
жир	11,81 \pm 0,138	10,49 \pm 0,220***
БЕР	10,50 \pm 0,310	10,16 \pm 0,101

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контролем

Отже, використання Гуміліду у складі поживного субстрату сприяє підвищенню у біомасі вермикультури вмісту сухої речовини та протеїну на 0,72 % ($p < 0,05$) та 1,76 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольними показниками.

Ми вважаємо, що зростання вмісту білка у дослідній групі залежить від активації процесу метаболізму та характеризуються показниками фізіологічного стану організму червоних каліфорнійських черв'яків.

Враховуючи той факт, що у біомасі вермикультури дослідної групи підвищився рівень сирого протеїну та знизився вміст важких металів, надалі вона використовувалася для виготовлення кормової добавки вермикультури.

3.9. Фізико-хімічні властивості кормової добавки вермикультури

Кормову добавку вермикультури отримували з біомаси червоного каліфорнійського черв'яка, вирощеного на поживному субстраті із вмістом біологічно активної добавки «Гумілід» у кількості 15,0 мг/кг.

Кормова добавка вермикультури – це порошок темно-коричневого кольору з розміром частинок не більше 1 мм.

З біологічної та економічної точок зору найкраще годувати птицю у перші дні життя комбікормами з кормовими добавками у вигляді крупки розміром 1,0–2,5 мм.

Фізико-хімічні показники кормової добавки вермикультури, отриманої із застосуванням Гуміліду, наведено у таблиці 3.12.

У складі кормової добавки вермикультури, отриманої з черв'яків за впливу Гуміліду, вміст вологи та жиру були нижчими на 0,2 % та 0,64 %, клітковини та БЕР – на 0,8 % та 1,1 % порівняно з показниками контролю.

Таблиця 3.12

Фізико-хімічні властивості кормової добавки вермикультури

за впливу Гуміліду, %, $M \pm m$, $n=3$

Показник	Контроль	Дослід
Волога	14,06±0,101	13,86±0,141
Суша речовина, в тому числі:	85,94±0,101	86,14±0,141
органічна речовина	92,63±0,061	92,59±0,063
зола	7,37±0,061	7,41±0,063
протеїн	57,36±0,607	59,84±0,511*
жир	4,84±0,220	4,20±0,214
клітковина	4,82±0,389	4,02±0,074
БЕР	25,61±0,916	24,5±0,652

Примітка. * – $p < 0,05$ порівняно з контролем

Слід зазначити, що вміст протеїну у кормовій добавці вермикультури дослідної групи був більшим на 2,48 % ($p < 0,05$), ніж у контрольній групі.

Отже, кормова добавка вермикультури дослідної групи містить майже 60 % білка та може бути використана як добавка до основного комбікорму у годівлі фазанят.

3.10. Вплив кормової добавки вермикультури на живу масу фазанят

З добового до 21- та з 22- до 35-добового віку фазанята дослідних груп отримували комбікорм із вмістом сирого протеїну 24,5 % та 21,1 %, відповідно. До комбікорму птиці дослідної групи вводили кормову добавку вермикультури, яку отримували з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків за впливу Гуміліду, з використанням при цьому методу вагового дозування та багатоступеневого змішування. Динаміка середньої маси фазанят, які споживали кормову добавку до основного комбікорму, наведена у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Динаміка середньої маси тіла фазанят (г), $M \pm m$, $n=50$

Група	Період вирощування фазанят, діб					
	1	7	14	21	28	35
Контрольна	21,04± 0,355	40,31± 0,779	73,88± 1,324	114,50± 0,734	169,03± 1,857	189,84± 2,187
I дослідна	20,18± 0,314	40,81± 0,834	75,87± 1,481	117,91± 1,353*	175,71± 2,260*	196,12± 2,883
II дослідна	21,43± 0,299	42,07± 0,716	79,07± 1,236**	124,40± 0,585***	182,86± 2,136***	212,44± 2,081***
III дослідна	22,36± 0,362	42,62± 0,866	80,94± 1,207***	125,39± 1,505***	184,74± 1,757***	215,14± 3,098***

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контролем

Результати досліджень свідчать, що використання кормової добавки вермикультури сприяє збільшенню живої маси фазанят. На початку дослідження добові фазани дослідних груп мали середню масу тіла у межах від 20,18 до 22,36 г, між ними не виявлялося вірогідних відмінностей.

Від першої до 7-ї доби у фазанят контрольної групи спостерігається збільшення приросту середньої маси тіла у 1,9 раза, а у птиці першої дослідної групи, яка отримувала 0,75 % від маси комбікорму кормову добавку вермикультури, – у 2,0 рази порівняно з показниками маси добових фазанят. Середня маса тіла птиці I дослідної групи була більшою на 1,2 %, ніж у контрольних тварин у цей період.

Середня маса тіла птиці другої дослідної групи також зросла у 2,0 рази відносно показників попереднього періоду. Проте, порівняно з контрольною птицею цей показник зріс на 4,4 %, а з птицею I дослідної групи – на 3,1 %.

Додавання до комбікорму 2,0 % кормової добавки сприяло приросту середньої маси птиці у цей період у 1,9 раза по відношенню до попереднього. Порівняно з контролем цей показник підвищується на 5,7 %, а по відношенню до I та II дослідних груп середня маса фазанят III дослідної групи була більшою на 4,4 % та 1,3 %, відповідно.

У 14-добових фазанят контрольної групи середня маса тіла була більше у 3,5 рази, ніж у добових, та у 1,8 рази – порівняно з показниками попереднього періоду.

Щодо фазанят першої групи, яким додавали 1,5 % кормової добавки вермикультури від маси комбікорму з 8- до 14-добового віку, то їхня середня маса збільшилась у 3,4 раза по відношенню до добової птиці та у 1,9 рази порівняно з попереднім періодом. У фазанят I дослідної групи 14-добового віку спостерігається збільшення середньої маси тіла на 2,7 % по відношенню до показників птиці контрольної групи.

За додавання кормової добавки у кількості 2,5 % від маси комбікорму у фазанів II дослідної групи від 7- до 14-добового віку спостерігається збільшення середньої маси тіла у 3,7 рази по відношенню до добової птиці та у 1,9 рази

порівняно з попереднім періодом. Середня маса тіла фазанят II дослідної групи збільшилася на 7,0 % ($p < 0,01$) по відношенню до маси тіла контрольної птиці та на 4,2 % порівняно з показниками I дослідної групи фазанів.

Додавання до комбікорму фазанів III дослідної групи від 7- до 14-добового віку кормової добавки вермикультури у кількості 3,5 % сприяло приросту середньої маси птиці у 3,6 раза по відношенню до показників тварин добового віку та у 1,9 раза порівняно з попереднім періодом. Середня маса птиці цієї групи зросла на 9,6 % ($p < 0,001$) відносно контролю, а у порівнянні з I та II дослідними групами – на 6,7 та 2,4 %, відповідно.

Щодо фазанят контрольної групи 21-добового віку, то їхня середня маса тіла зросла у 5,4 раза по відношенню до показників птиці добового віку та у 2,8 та 1,6 раза порівняно з фазанятами 7- та 14-добового віку, відповідно.

У цей період росту маса тіла фазанят I дослідної групи збільшилась у 5,8; 2,9 та 1,6 раза по відношенню до цього показника у птиці 1-, 7- та 14-добового віку, а порівняно з контрольною птицею їхня маса зросла у середньому на 3,0 % ($p < 0,05$).

У II дослідній групі спостерігається збільшення середньої маси тіла фазанів у віці 21 діб по відношенню до маси птиці 1-, 7- та 14-добового віку у 5,8; 3,0 та 1,6 раза, відповідно. У цей період росту середня маса тіла фазанят II групи була вищою на 8,6 % ($p < 0,001$) та 5,5 % порівняно з цим показником у контрольній та I дослідній групах.

Середня маса тіла птиці III дослідної групи 21-добового віку збільшилась у 5,6; 2,9 та 1,5 раза по відношенню до маси тіла фазанят 1-, 7- та 14-добового віку відповідно, а порівняно з контролем, I та II дослідними групами цей показник був вищим на 9,5 % ($p < 0,001$); 6,3 та 0,8 %, відповідно.

Середня маса тіла 28-добової птиці I дослідної групи була вищою на 4,0 % ($p < 0,05$), ніж у контрольній групі.

У фазанят II дослідної групи середня маса тіла у віці 28 діб була вищою у 8,5; 4,3; 2,3 та 1,5 раза порівняно з птицею 1-, 7-, 14- та 21-добового віку,

відповідно. У цій групі середня маса птиці зросла, відповідно, на 8,2 % ($p < 0,001$) та 4,1 % відносно контролю та I дослідної групи.

Середня маса тіла фазанят III дослідної групи у віці 28 днів збільшується у 8,3; 4,3; 2,3 та 1,5 рази відносно птиці 1-, 7-, 14- та 21-добового віку, відповідно. Порівняно з контролем середня маса фазанят була вищою на 9,3 % ($p < 0,001$), а відносно I і II дослідних груп птиці, відповідно, на 5,1 і 1,0 %.

Наприкінці дослідження у птиці I дослідної групи середня маса тіла збільшується у 9,7; 4,8; 2,6; 1,7 та 1,1 рази по відношенню до фазанів 1-, 7-, 14-, 21- та 28-добового віку, відповідно. Порівняно з контрольною групою птиць 35 добового віку цей показник був вищим на 3,3 %.

Щодо птиці II дослідної групи, то у 35-денному віці їхня маса була вищою по відношенню до показників фазанів 1-, 7-, 14-, 21- та 28-добового віку у 9,9; 5,0; 2,7; 1,7 та 1,2 рази, відповідно. По відношенню до контролю маса птиці цієї групи збільшилася на 11,9 % ($p < 0,001$), а до I дослідної групи – на 8,3 %.

У III дослідній групі маса фазанят 35-денного віку була вищою у 9,6; 5,0; 2,7; 1,7 та 1,2 рази відносно цього показника у 1-, 7-, 14-, 21- та 28-добовому віці, відповідно, а відносно контролю та I і II дослідних груп – збільшилась на 13,3 % ($p < 0,001$) та 9,7 і 1,3 %, відповідно.

Додавання кормової добавки вермикультури до комбікорму птиці сприяло збільшенню порівняно з контролем маси тіла фазанят 35-добового віку I, II і III дослідних груп на 3,3 %; 11,9 ($p < 0,001$) і 13,3 % ($p < 0,001$), відповідно. На кінець дослідження маса фазанят II та III дослідних груп майже не відрізнялася між собою, а порівняно з I дослідною групою була вищою на 8,3 % та 9,7 %, відповідно.

Таким чином, додавання кормової добавки вермикультури до комбікормів фазанят у кількості 1,5 % у період від першої до сьомої доби та 2,5 % (II дослідна група) – від восьмої до чотирнадцятої доби сприяє більш активному їх росту в порівнянні з контрольною та I дослідною групою упродовж 35 днів.

Отже, додавання кормової добавки вермикультури з високим умістом повноцінного білка до комбікорму фазанят сприяє приросту маси тіла птиці, що може свідчити про активацію білкового обміну в організмі тварин.

В період з 1 по 28 добу спостерігали збільшення середньодобової маси тіла фазанят у порівнянні з контролем, що пов'язано з більш високою інтенсивністю росту птиці (табл. 3.14). З 29-ї до 35-ї доби відбувається незначний приріст середньодобової маси птиці відносно попереднього періоду, що, можливо, пов'язано з одним із періодів життя птиці, коли відбувається ріст махового та рульового пір'я.

Таблиця 3.14

Середньодобовий приріст живої маси однієї птиці, г, $M \pm m$, $n=50$

Група	Період вирощування фазанят, діб				
	1–7	8–14	14–21	22–28	29–35
Контрольна	2,75±0,064	4,80±0,102	5,59±0,115	7,79±0,170	2,86±0,123
Дослідна	2,95±0,066	5,28±0,110	6,43±0,141	8,35±0,231	4,06±0,126

Для більш конкретної характеристики швидкості росту птиці використовуються величини відносного приросту (табл. 3.15) та відносного середньодобового приросту (табл. 3.16), які розраховуються за формулою С. Броди [232, 233].

Таблиця 3.15

Відносний приріст фазанят, %

Група	Періоди вирощування фазанят, діб				
	1–7	8–14	14–21	22–28	29–35
Контрольна	62,8	58,8	43,1	38,5	11,6
Дослідна	65,0	61,1	44,6	38,1	15,0

Відносний приріст живої маси фазанят характеризує швидкість росту тіла за одиницю часу. Відносна маса тіла фазанят дослідної групи у віці 7 діб була більшою на 2,2 % за контроль. Фазанята дослідної групи у віці 14 діб та 21 доби мали більший відносний приріст, відповідно, на 2,3 % та 1,5 % відносно контролю.

На 28 добу у птиці дослідної групи спостерігається незначне зниження відносного приросту маси (0,4 %) порівняно з контролем. Цей показник у фазанят, що споживали кормову добавку вермикультури у 35-добовому віці, був більшим на 3,4 %, ніж у контролі.

Результати досліджень свідчать, що найвищі показники відносної маси тіла визначались у фазанів, які споживали кормову добавку вермикультури.

З таблиці 3.16. видно, що збільшення маси тіла фазанів відбувалося рівномірно, і лише на 35-ту добу дослідження їхній середньодобовий приріст знижується. Зміни показника відносного середньодобового приросту маси птиці відбувалися дещо по-іншому: найбільша величина спостерігалась у ранньому віці фазанят, а потім показник знижувався.

Таблиця 3.16

Відносний середньодобовий приріст фазанят, %

Група	Період вирощування фазанят, діб				
	1–7	8–14	14-21	22–28	29–35
Контрольна	8,9	8,4	6,2	5,5	1,7
Дослідна	9,2	8,7	6,4	5,4	2,1

Отже, кормова добавка вермикультури забезпечує значне підвищення швидкості росту та розвитку фазанів за рахунок підвищення кількості білка та незамінних амінокислот у комбікормі.

Фазанята, які додатково до основного комбікорму споживали кормову добавку вермикультури, переважали за інтенсивністю росту маси тушки птицю контрольної групи (табл. 3.17). У фазанят контрольної групи 14-добового віку спостерігається незначний порівняно з дослідною групою приріст абсолютної маси тушки на 5,4 % та відносної маси тушки від живої маси птиці на 2,0 %.

У період з 14 до 28 доби у фазанят дослідної групи спостерігається збільшення абсолютної маси тушки на 11,8 % ($p < 0,01$) та відносної – на 2,7 % порівняно з контролем. У 35-добовому віці найвища абсолютна та відносна маса тушки визначалася у фазанят дослідної групи, ці показники вірогідно переважали контроль, відповідно, на 14,4 % ($p < 0,01$) та 2,0 %.

Таблиця 3.17

Маса тушки фазанят, $M \pm m$, $n=5$

Група	Вік фазанят, діб	Тушка, г	
		абсолютна маса, г	відносна маса, у % від живої маси птиці
Контроль	14	40,44±1,897	55,80
Дослід		38,24±1,537	53,84
Контроль	28	91,68±1,895	56,27
Дослід		102,48±2,286**	58,98
Контроль	35	110,12±1,623	57,12
Дослід		125,94±2,941**	59,13

Примітка. ** – $p < 0,01$ порівняно з контролем

Дослідження маси внутрішніх органів показало, що споживання птицею кормової добавки вермикультури сприяло підвищенню абсолютної маси внутрішніх органів: серця, печінки та м'язового шлунка (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Розвиток внутрішніх органів у фазанят 14-, 28- та 35-добового віку $M \pm m$, $n=5$

Група	Вік фазанят, діб	Абсолютна маса органа, г		
		серце	печінка	м'язовий шлунок
Контроль	14	0,67±0,049	2,16±0,219	1,70±0,055
Дослід		0,66±0,031	2,25±0,125	1,66±0,040
Контроль	28	1,20±0,062	4,75±0,147	4,17±0,179
Дослід		1,30±0,040	4,84±0,215	4,24±0,184
Контроль	35	1,21±0,068	5,31±0,412	4,65±0,253
Дослід		1,37±0,041	5,70±0,247	4,80±0,134

Проте, маса внутрішніх органів відносно до живої маси птиці 14-добового віку (рис. 3.12) була незначно більшою: серця – на 1,1 %, печінки – на 6,4 %, а м'язового шлунка була на 0,4 % нижче, ніж у фазанят контрольної групи.

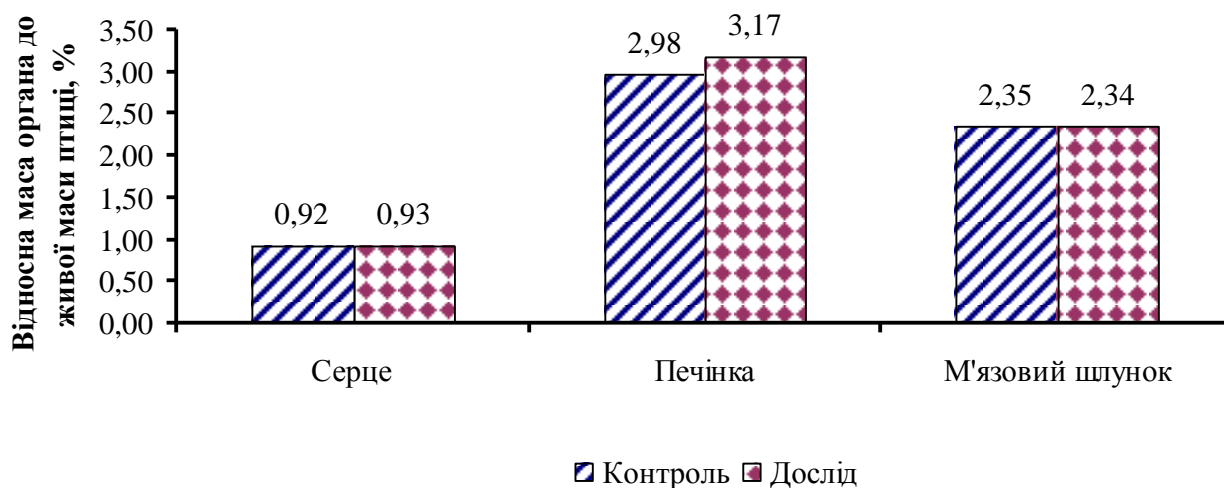


Рис. 3.12. Відносна маса органів до живої маси птиці 14-добового віку, %

Щодо фазанят 28-добового віку дослідної групи (рис. 3.13), то відносна маса серця збільшилась на 1,4 %, а печінки та м'язового шлунка знизилась на 4,5 та 4,7 %, відповідно, порівняно з контролем.

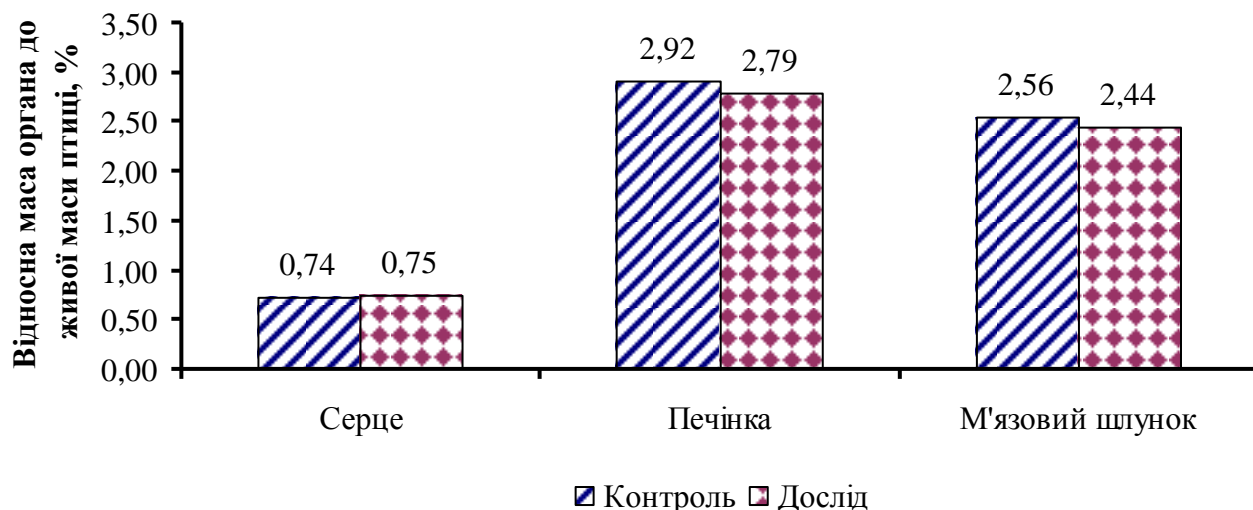


Рис. 3.13. Відносна маса органів до живої маси птиці
28-добового віку, %

У фазанят 35-добового віку (рис. 3.14) спостерігається незначний приріст відносної маси серця та м'язового шлунка на 1,6 та 2,2 %, відповідно, і зниження відносної маси печінки на 2,5 % порівняно з контролем.

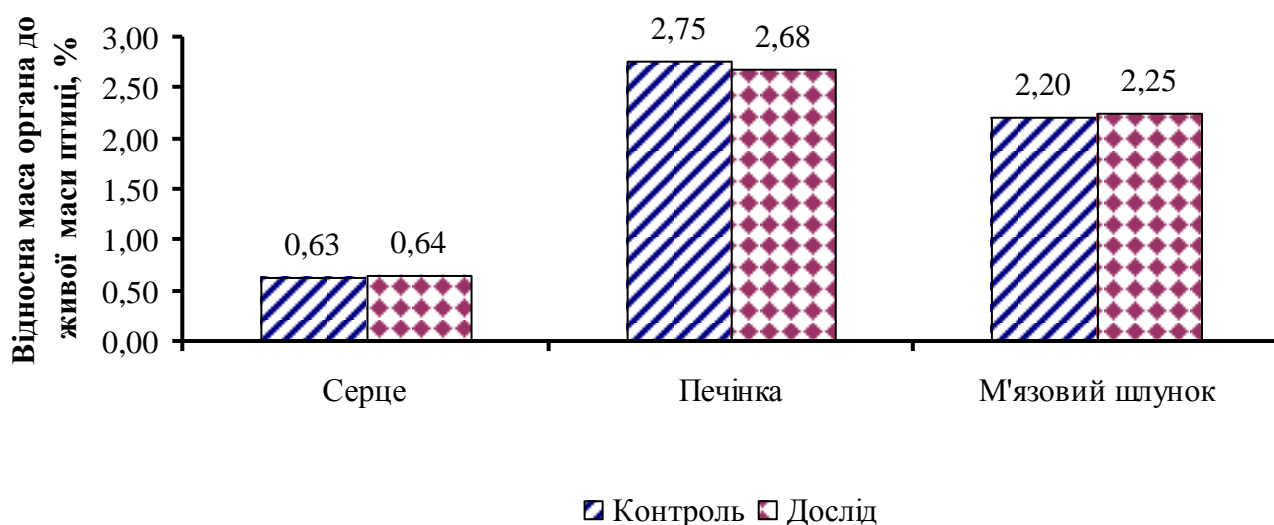


Рис. 3.14. Відносна маса органів до живої маси птиці
35-добового віку, %

Отже, використання кормової добавки вермикультури не справляє негативного впливу на внутрішні органи фазанят; різниця між абсолютною та відносною масою органів птиці контрольної та дослідної груп є несуттєвою.

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [234 – 236].

3.11. Морфологічно-функціональні показники крові молодняку фазана мисливського за впливу кормової добавки вермикультури

Результати гематологічних досліджень та лейкограма крові дослідних фазанят наведені у таблицях 3.19 і 3.20. При додаванні до основного комбікорму дослідної групи фазанят кормової добавки вермикультури у кількості 1,5–2,5 % на 14-ту добу дослідження спостерігається підвищення вмісту гемоглобіну на 7,2 % ($p < 0,01$) по відношенню до контролю (табл. 3.19).

У 28-добовому віці у птиці дослідної групи спостерігається вплив кормової добавки вермикультури, що була у складі основного комбікорму, на вміст гемоглобіну, який зростає на 6,5 % ($p < 0,01$) відносно контролю. У 35-добовому віці рівень гемоглобіну підвищується на 7,5 % ($p < 0,01$) порівняно з показниками птиці контрольної групи. У віковий період 14 діб кількість еритроцитів у крові птиці контрольної та дослідної груп майже не змінювалась. У вікові періоди 28 та 35 діб кількість еритроцитів у крові дослідної птиці зростає, відповідно, на 7,6 ($p < 0,01$) та 5,6 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками птиці контрольної групи. Необхідно відмітити, що у вікові періоди 14, 28 та 35 діб показники гематокриту, середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH) та середній об'єм еритроцитів (MCV) у крові дослідних фазанят відрізнялися від контрольних у межах похибки.

Таблиця 3.19

**Гематологічні показники молодняку фазанів за додавання до комбікорму
кормової добавки вермикультури, $M \pm m$, $n=5$**

Показник	Період вирощування фазанят, діб					
	14		28		35	
	К	Д	К	Д	К	Д
Гемоглобін, г/л	127,8± 1,28	137,0± 1,30**	125,8± 1,88	134,0± 1,27**	126,0± 1,52	135,4± 2,09**
Еритроцити, $10^{12}/л$	3,94± 0,136	4,06± 0,136	3,96± 0,075	4,26 ± 0,024 **	3,96± 0,081	4,18± 0,037*
Гематокрит, %	34,5± 0,50	36,4± 1,63	33,2± 0,35	34,8± 0,58	33,3± 0,45	35,2± 1,16
МСН, пг	32,6± 1,057	33,9± 1,204	31,8± 0,67	31,4± 0,48	31,9± 0,57	32,4± 0,73
MCV, $мкм^3$	87,9± 2,94	89,9± 4,42	84,0± 0,924	81,72± 1,648	84,3± 2,19	84,3± 3,48

Примітки: 1) К – контрольна група, Д – дослідна група;

2) * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ порівняно з контролем

Щодо лейкоцитів у крові дослідних фазанят (табл. 3.20), то у 14-добовому віці за споживання кормової добавки вермикультури, яку додавали до основного комбікорму птиці, їх кількість підвищилася на 21,5 % ($p < 0,05$) відносно контролю. Зокрема, кількість еозинофілів у крові фазанят контрольної та дослідної груп у вікові періоди 14, 28 та 35 діб у середньому становила, відповідно, 1,9; 2,2 та 2,5 %, гетерофілів – 55,7; 56,9 та 57,0 %, лімфоцитів – 36,2; 35,8 та 35,6 %, моноцитів – 6,2; 5,1 та 4,9 %.

Таблиця 3.20

**Лейкограма крові молодняку фазанів за додавання до комбікорму кормової
добавки вермикультури, $M \pm m$, $n=5$**

Показник	Період вирощування фазанят, діб					
	14		28		35	
	К	Д	К	Д	К	Д
Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	16,16± 0,601	19,64± 1,34*	17,38± 1,238	18,30± 0,599	19,40± 0,963	19,30± 1,014
Базофіли, %	0,00± 0,000	0,00± 0,000	0,00± 0,000	0,00± 0,000	0,00± 0,000	0,00± 0,000
Еозинофіли, %	1,80± 0,490	2,00± 0,447	2,40± 0,245	2,00± 0,447	2,80± 0,374	2,20± 0,200
Гетерофіли, %	56,80± 1,068	54,60± 1,400	56,80± 1,281	57,00± 1,140	56,60± 0,748	57,40± 0,245
Лімфоцити, %	35,60± 1,435	36,80± 0,800	35,60± 1,691	36,00± 1,304	35,00± 1,049	36,20± 0,663
Моноцити, %	5,80± 0,583	6,60± 0,872	5,20± 0,663	5,00± 0,707	5,60± 0,510	4,20± 0,800

Примітка: 1) К – контрольна група, Д – дослідна група;

2) * – $p < 0,05$ порівняно з контролем

Біохімічні показники крові фазанят за дії кормової добавки вермикультури наведено у таблицях 3.21.–3.23.

Вміст загального білка у крові фазанят 14-добового віку дослідної групи майже не відрізнявся від показників птиці контрольної групи. У фазанят дослідної групи 28-добового віку спостерігається підвищення вмісту загального білка крові на 9,0 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. На кінець дослідження (35 діб) цей показник у крові птиці, яка споживала кормову добавку вермикультури разом з комбікормом, зріс на 9,4 % ($p < 0,01$), різниця з показником крові фазанят контрольної групи визначалася у межах референтних значень [234]. Отже,

підвищення вмісту загального білка у сироватці крові фазанят за впливу кормової добавки вермикультури може бути пов'язано з активацією білоксинтезувальної функції печінки птиці.

Як видно з таблиці 3.21., у віковий період 14 діб рівень альбуміну у крові птиці контрольної та дослідної груп майже не змінювався і становив у середньому 15,80 г/л. У вікові періоди 28 та 35 діб цей показник у крові дослідних фазанят зростає, відповідно, на 10,6 ($p<0,05$) та 9,4 % ($p<0,05$) порівняно з птицею контрольної групи.

Таблиця 3.21

Біохімічні показники крові молодняка фазанів за додавання до комбікорму кормової добавки вермикультури, $M\pm m$, $n=5$

Показник	Період вирощування фазанят, діб					
	14		28		35	
	К	Д	К	Д	К	Д
Загальний білок, г/л	27,40± 1,400	26,08± 0,372	33,20± 0,374	36,20± 1,200*	34,20± 0,583	37,40± 0,510**
Альбуміни, г/л	16,20± 0,860	15,40± 0,678	18,80± 0,490	20,80± 0,663*	19,20± 0,663	21,00± 0,316*
Глобуліни, г/л	11,20± 0,583	11,24± 0,427	14,40± 0,510	15,40± 0,812	15,00± 0,707	16,40± 0,245
Білковий коефіцієнт, Од	1,45± 0,037	1,38± 0,103	1,32± 0,075	1,36± 0,076	1,30± 0,097	1,28± 0,016

Примітка. * – $p<0,05$, ** – $p<0,01$ порівняно з контролем

Щодо вмісту глобулінів, то цей показник упродовж дослідних вікових періодів 14, 28 та 35 діб був приблизно однаковим і у середньому становив, відповідно, 11,22; 14,90; 15,70 г/л. Отже, підвищення вмісту альбумінів у крові дослідних фазанят, які споживали кормову добавку вермикультури, може вказувати на активацію процесів синтезу білків крові у гепатоцитах печінки птиці.

Отже, зростання рівня загального білка крові фазанят за впливу кормової добавки вермикультури пов'язано насамперед зі збільшенням альбумінової фракції білків у сироватці крові птиці.

У крові фазанят контрольної та дослідної груп у віці 14, 28 та 35 діб білковий коефіцієнт не різниться за віковими періодами і дорівнює в середньому, відповідно, 1,42; 1,34 та 1,55 Од.

При введенні до основного комбікорму фазанятам дослідної групи кормової добавки вермикультури у кількості 1,5–2,5 % на 14-ту та 28-у добу дослідження, вірогідних змін щодо вмісту сечової кислоти (табл. 3.22) у крові птиці контрольної та дослідної груп не спостерігається, цей показник в середньому становить, відповідно, 259,00 та 282,70 мкмоль/л. У 35-добовому віці у птиці дослідної групи показник вмісту сечової кислоти зростає на 21,9 % ($p < 0,05$) відносно контролю.

Отже, на кінець дослідження у крові дослідних фазанят підвищується вміст сечової кислоти у межах референтних значень, яка є основним продуктом метаболізму азотовмісних сполук, а саме білка та амінокислот. Таке зростання показника сечової кислоти може свідчити про накопичення м'язової маси та прискорений обмін амінокислот в організмі фазанят.

Рівень креатиніну у крові фазанят дослідної групи у 14-добовому віці був більше на 6,0 % порівняно з контролем. Після додавання біомаси вермикультури до основного комбікорму фазанятам дослідної групи спостерігався її вплив на птицю у віці 28 та 35 діб: у ці вікові періоди вміст креатиніну у крові дослідних фазанят зростає, відповідно, на 16,3 ($p < 0,05$) та 19,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показником птиці контрольної групи.

Отже, на 28-у та 35-ту добу дослідження у крові дослідних фазанят підвищується вміст креатиніну, який є одним з метаболітів біохімічних реакцій аміно-білкового обміну в організмі. Таке зростання показнику вмісту креатиніну можна пояснити прискоренням обмінних процесів амінокислот в організмі фазанят та збільшення м'язової маси у дослідній птиці.

Таблиця 3.22

**Біохімічні показники крові молодняку фазанів за додавання до комбікорму
кормової добавки вермикультури, $M \pm m$, $n=5$**

Показник	Період вирощування фазанят, діб					
	14		28		35	
	К	Д	К	Д	К	Д
Сечова кислота, мкмоль/л	258,60± 27,985	259,40± 41,546	289,00± 18,852	276,40± 6,524	283,40± 20,294	345,60± 16,893*
Креатинін, мкмоль/л	23,20± 3,891	24,60± 1,030	32,00± 1,095	37,20± 1,393*	32,40± 0,872	38,80± 1,855*
АСТ, Од/л	216,80± 13,764	235,00± 8,130	218,20± 4,893	228,00± 11,292	222,80± 5,024	207,80± 0,970*
АЛТ, Од/л	36,80± 1,020	34,40± 1,327	37,60± 1,78	34,60± 1,435	37,80± 1,985	38,40± 1,939
Лужна фосфатаза, Од/л	1316,4± 72,467	1491,0± 66,333	1704,6± 64,829	1770,60± 54,500	1777,40± 102,407	1797,60± 101,106

Примітка. * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$

Як видно з таблиці 3.22., у вікові періоди 14 та 28 діб активність АСТ у крові птиці контрольної та дослідної груп майже не змінювалася і становила у середньому, відповідно, 225,9 та 223,1 Од/л. У фазанят дослідної групи 35-добового віку активність АСТ знижується на 6,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. Водночас у крові фазанят контрольної та дослідної груп у віці 14, 28 та 35 діб активність АЛТ не різниться за віковими періодами і в середньому дорівнює 35,6; 36,1 та 38,1 Од/л, відповідно. Отже, зниження активності АСТ у крові дослідних фазанят на 35-ту добу дослідження може бути пов'язано з активацією обміну амінокислот в організмі птиці. При цьому активність АЛТ у крові пташенят фазану мисливського, які споживали кормову

добавку вермикультури у складі основного комбікорму, майже не відрізнялася від контролю.

Активність лужної фосфатази у крові птиці контрольної та дослідної груп упродовж усього дослідження була майже однаковою і в середньому становила 1403,7; 1737,6 та 1787,5 Од/л у вікові періоди 14, 28 та 35 діб, відповідно.

При додаванні до основного комбікорму фазанятам дослідної групи кормової добавки вермикультури у кількості 1,5–2,5 % на 14, 28 та 35-ту добу дослідження, спостерігається зниження вмісту глюкози (табл. 3.23) у крові фазанят на 15,76 % ($p<0,01$); 18,35 ($p<0,001$) та 12,25 % ($p<0,05$) по відношенню до контролю, що може свідчити про більш активну утилізацію глюкози в процесі обміну речовин за рахунок впливу симпатичної системи та гормонів стресу на рівень глюкози у крові.

Таблиця 3.23

Біохімічні показники крові молодняка фазанів за додавання до комбікорму кормової добавки вермикультури, $M\pm m$, $n=5$

Показник	Період вирощування фазанят, діб					
	14		28		35	
	К	Д	К	Д	К	Д
Глюкоза, ммоль/л	15,93± 0,532	13,42± 0,566**	19,78± 0,301	16,15± 0,494***	20,25± 0,537	17,77± 0,762*
Кальцій, ммоль/л	2,04± 0,007	2,18± 0,129	2,67± 0,042	2,62± 0,052	2,56± 0,051	2,42± 0,038
Неорганічний фосфор, мкмоль/л	1,38± 0,111	1,52± 0,097	2,30± 0,071	2,18± 0,058	2,36± 0,108	2,16± 0,040
Ca/P	1,51± 0,109	1,47± 0,141	1,17± 0,041	1,21± 0,033	1,09± 0,034	1,12± 0,032

Примітка. * – $p<0,05$, ** – $p<0,01$, *** – $p<0,001$

Слід також відзначити, що у вікові періоди 14, 28 та 35 діб біохімічні показники крові дослідних фазанят – кальцій, неорганічний фосфор та Ca/P – відрізняються від контрольних показників у межах похибки. Так, вміст кальцію у крові фазанят контрольної та дослідної груп у 14-, 28- та 35- добовому віці у середньому становить 2,11; 2,65 та 2,49 ммоль/л; неорганічного фосфору – 1,45; 2,24 та 2,26 ммоль/л; Ca/P – 1,49; 1,19 та 1,11, відповідно.

Таким чином, споживання фазанятами кормової добавки з основним комбікормом приводило до зміни біохімічних показників крові птиці у межах норми [237].

Так, у крові молодняку фазана мисливського дослідної групи спостерігалось підвищення порівняно з контролем вмісту загального білка, відповідно, на 9,0 % ($p < 0,05$) та 9,4 % ($p < 0,01$) у вікові періоди 28 та 35 діб, що пов'язано зі зростанням рівня альбуміну в крові. У фазанят дослідної групи 35-добового віку вміст сечової кислоти підвищується на 21,9 % ($p < 0,05$) відносно контролю. У 28- та 35-добовому віці у крові дослідних фазанят зростає вміст креатиніну на 16,3 ($p < 0,05$) та 19,8 % ($p < 0,05$), відповідно, порівняно з показником у птиці контрольної групи. У фазанят 35-добового віку дослідної групи активність АСТ знижується на 6,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою.

Щодо вмісту глюкози у крові дослідної птиці, то на 14-ту, 28-у та 35-ту добу дослідження спостерігається зниження цього показника у крові фазанят на 15,76 % ($p < 0,01$); 18,35 ($p < 0,001$) та 12,25 % ($p < 0,05$) по відношенню до контролю.

Таким чином, підвищення вмісту загального білка, альбумінів, сечової кислоти, креатиніну та зниження рівнів АСТ та глюкози у крові дослідних фазанят за додавання кормової добавки вермикультури до комбікорму, пов'язано з активацією синтезу білка у печінці птиці, прискоренням метаболізму амінокислот в організмі, з більшою утилізацією глюкози в результаті обміну речовин та з підвищенням фазанят до стресу.

Загальний білок є одним із показників крові, який характеризує білковий обмін в організмі тварин. Це підтверджується тим, що показник вмісту загального

білка у крові птиці вірогідно корелює з показником маси фазанят контрольної групи на 14-ту добу дослідження ($r = 0,82$) (рис. 3.15).

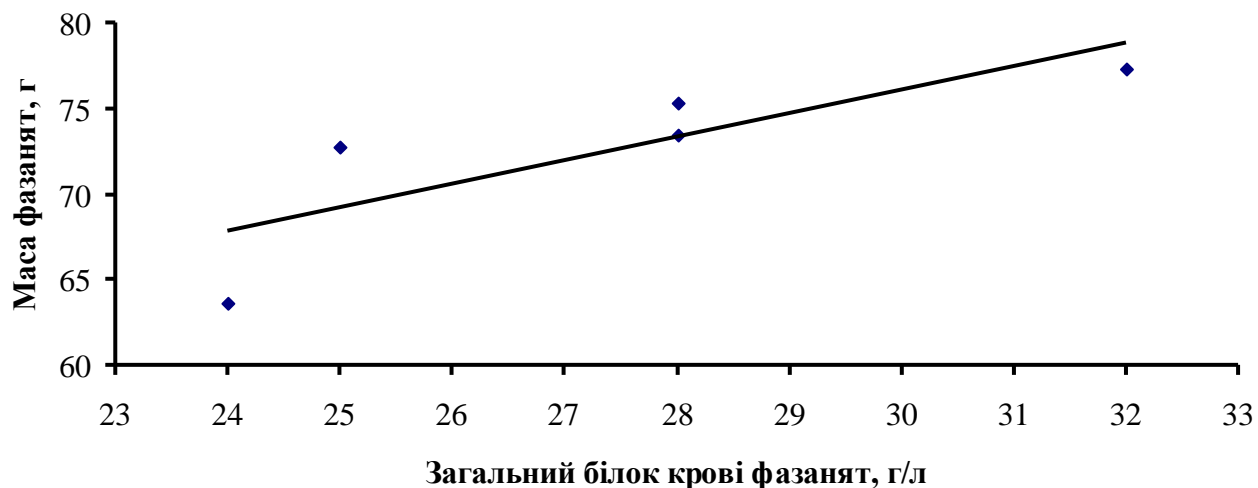


Рис. 3.15. Залежність вмісту загального білка у крові фазанят 14-добового віку контрольної групи від їхньої маси тіла

Закономірність залежності вмісту загального білка крові птиці від її маси описується лінійним рівнянням регресії з вірогідністю апроксимації: $R^2=0,6663$:

$$y = 1,3735x + 34,847 \quad (3.15)$$

Дослідження залежності вмісту загального білка у крові птиці від маси фазанят на 14-ту добу дослідження дозволили встановити, що за умови годівлі фазанів кормовою добавкою вермикультури показник вмісту загального білка у крові позитивно корелює з показником маси птиці ($r = 0,95$) (рис. 3.16).

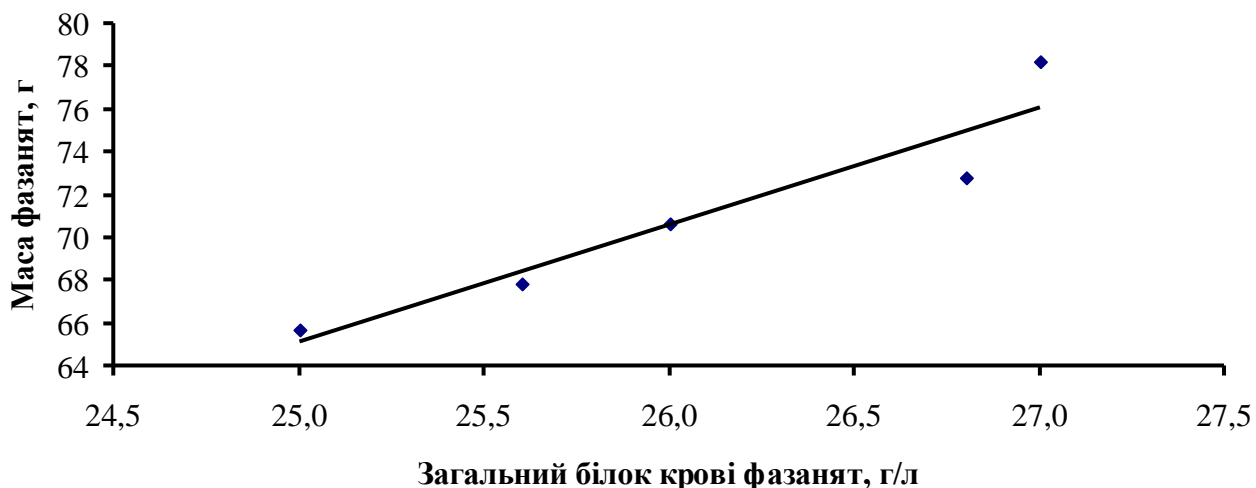


Рис.3.16. Залежність вмісту загального білка у крові фазанят 14-добового віку дослідної групи від їхньої маси тіла

Закономірність залежності вмісту білка крові птиці від її маси описується лінійним рівнянням регресії з вірогідністю апроксимації $R^2=0,8935$:

$$y = 5,4957x - 72,307 \quad (3.16)$$

Таким чином, кореляційний аналіз показав, що за умови годівлі фазанів кормовою добавкою вермикультури показник вмісту загального білка у крові позитивно корелює з показником маси птиці, при цьому сила кореляційного зв'язку була більшою, ніж у контролі.

Результати досліджень опубліковані у наукових працях [238, 239].

3.12. Економічна ефективність використання Гуміліду у вермитехнології та кормової добавки вермикультури за вирощування фазанят

Основною метою вермитехнології є не тільки переробка органічних відходів з отриманням валової продукції, а й економічна оптимізація процесу виробництва, його економічна віддача, тобто співвідношення витрат до ефективності.

На сьогодні особливо актуальним є питання вдосконалення та застосування вермитехнології, що дозволяє швидше переробляти органічні відходи та

отримувати більше продукції з меншими витратами. Основними факторами, що впливають на собівартість продукції вермітехнології, є дотримання умов, транспортні витрати на доставку субстрату, підготовка поживного субстрату, підвищення збереження популяції вермикультури, енергозбереження.

Одним з факторів, що впливає на кількість та якість продуктів вермітехнології, є склад поживного субстрату. Тому одним зі шляхів збільшення біомаси вермикультури є активація її репродуктивної функції на тлі дії біологічно активних речовин гумінової природи.

Вивчення економічної ефективності використання Гуміліду у вермітехнології проводили в умовах верміферми ТОВ «Природні біотехнології» м. Запоріжжя шляхом проведення виробничої перевірки тривалістю 180 діб. Упродовж експерименту підраховували та порівнювали показники приросту біомаси вермикультури (табл.3.24).

Таблиця 3.24

Економічна ефективність використання Гуміліду у складі поживного субстрату вермикультури

Показник	Група	Витрата, грн
Витрати на придбання Гуміліду	Контроль	0
	Дослід	123,3
За період дослідів додатково отримано вермикультури, тис.шт	Контроль	
	Дослід	304
За період дослідів додатково отримано вермикультури на суму (ціна 17,3 грн/1000 шт), грн	Контроль	
	Дослід	3681,72

В умовах верміферми ТОВ «Природні біотехнології» м. Запоріжжя доведено, що активація репродуктивної функції шляхом застосування біологічно активних речовин гумінової природи приводить до накопичення біомаси вермикультури і є економічно вигідною. Економічна ефективність від внесення

біологічно активної добавки «Гумілід» до поживного субстрату в процесі вермикультивування полягала у більшому на 21,1 % ($p < 0,001$) накопиченні біомаси вермикультури порівняно з контролем, що складає 876,6 грн в перерахунку на ложе.

Науково-господарські експерименти з вивчення економічної ефективності використання кормової добавки вермикультури, отриманої із застосуванням Гуміліду, за вирощування фазанят проводили в умовах ПрАТ «Агро-Союз» шляхом виробничої перевірки. Упродовж експерименту визначали масу тварин та витрати кормової добавки вермикультури у складі основного раціону молодняку фазана мисливського.

Перевіркою підтверджено, що введення кормової добавки вермикультури до основного комбікорму пташенят фазана мисливського в умовах ПрАТ «Агро-Союз» Синельниківського району Дніпропетровської області є економічно вигідним, оскільки за період експерименту жива маса тварин збільшилася на 11,9 % відносно контролю.

Уведення до комбікорму фазанят кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що вирощені на поживному субстраті з додаванням Гуміліду, дозволяє отримати прибуток на 10,7 % більше порівняно з контрольною групою (табл. 3.25). За проведеним розрахунком, кормова добавка вермикультури у складі комбікорму сприяла підвищенню рівня рентабельності на 5,1 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.25

**Економічна ефективність використання кормової добавки
вермикультури до основного комбікорму молодняку фазана мисливського**

Група	Показники		
	повна собівартість, грн	реалізаційна вартість, грн	прибуток, грн
Контроль	5992	8052	2060
Дослід	5772	8052	2280

Отже, як свідчать результати досліджень, застосування Гуміліду у складі поживного субстрату у кількості 15,0 мг/кг сухого субстрату є економічно вигідним і сприяє активації репродуктивної функції та накопиченню біомаси вермикультури.

Використання біомаси вермикультури як кормової добавки також сприяє збільшенню живої маси молодняку фазана мисливського, а відповідно і підвищенню ефективності виробництва продукції фазанівництва.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використання традиційних сучасних методів отримання сільськогосподарської продукції знаходиться на межі їхніх потенційних можливостей. Тому в світі йде пошук принципово нових альтернативних підходів, що забезпечують безперервну потребу людства у збільшенні продуктів харчування. В цьому плані останніми роками розробляються й освоюються нові біотехнології з використанням клітинної біології, мікробіології, ДНК-технологій, залученням у виробництво нових видів тварин і рослин. Зокрема, важливе значення має вермикультивування, яке дозволяє вводити у корми нове джерело повноцінного білка – біомасу червоних каліфорнійських черв'яків. Але для її отримання у великих обсягах потрібно забезпечити процес вермикультивування методами, що дозволяють активувати за рахунок накопичення біомаси черв'яків у промислових масштабах біотрансформацію субстратів.

У біотехнологічному виробництві вермикультивування застосовують 10–12 видів дощових черв'яків–епігеїків, що мешкають на поверхні та швидко поглинають великі кількості поживного субстрату [31]. Найчастіше у зазначеній технології використовують вермикультуру *Eisenia fetida*, яка розповсюджена по всьому світу, активна у широкому діапазоні температур та вологості [32].

У пошуку гібридної лінії вермикультури нашу увагу привернула внутрішньовидова популяція дощових черв'яків *Eisenia fetida*. Вважають, що цей гібрид швидко пристосовується до нового субстрату та має високу продуктивність при отриманні біогумусу [9, 10]. Перспективним є пошук нових способів підвищення ефективності процесу вермикультивування з метою отримання більшої кількості біомаси червоного каліфорнійського черв'яка.

Відомо, що підвищення ефективності використання вермикультури *E.fetida* в біотехнологічному процесі можна досягти шляхом збільшення накопичення біомаси особинами або підвищення репродуктивної функції при застосуванні біологічно активних речовин природного та синтетичного походження [12, 14,

104, 240]. Перевагу необхідно віддати біологічно активним речовинам природного походження, які у процесі вермикультивування здатні метаболізуватися. Ефективність при цьому залежить, з одного боку, від інтенсивності росту та розвитку, активності процесів відтворення гібрида червоного каліфорнійського черв'яка, а з іншого – від створення вермикультурою біологічно активного органічного добрива – біогумусу, основними компонентами якого є органічні речовини, в тому числі гумінові, мікрофлора і багатий набір макро та мікроелементів [37].

Відомо, що біологічно активні добавки гумінової природи, які отримані з екологічно безпечного торфу можуть позитивно впливати на живі організми [15–18]. Одна з таких добавок – «Гумілід» (ТУ У 15.7-00493675-004:2009), яка розроблена та отримана у лабораторії з гумінових речовин ім. проф. Л. А. Христевої Дніпровського державного аграрно-економічного університету була використана в процесі вермикультивування.

У багатьох публікаціях [20–22, 127–132] представлено, що Гумілід використовують як адаптоген, який регулює головним чином інтенсивність метаболічних та біоенергетичних процесів у сільськогосподарських тварин та птиці. Тому саме Гумілід був обраний як регулятор життєдіяльності червоних каліфорнійських черв'яків за вермикультивування.

У модельному експерименті, який тривав 90 діб включення Гуміліду до складу поживного субстрату (6,0 мг/кг; 10,0; 14,0; 20,0; 24,0; 30,0 мг/кг) сприяв більш активному росту маси особин вермикультури на 30-ту добу дослідження в IV дослідній групі (20,0 мг/кг) порівняно з контрольною, що може бути пов'язано з активацією обміну речовин в організмі черв'яка. На 60-ту добу розвитку маса черв'яків зросла в усіх групах порівняно з попереднім періодом, а відносно контролю вірогідно не відрізнялася. На 90-ту добу дослідження за впливу Гуміліду маса особин у I дослідній групі (6,0 мг/кг) була вірогідно вищою порівняно з контрольною. Щодо маси черв'яків відносно попереднього періоду у контрольній та дослідних групах, відповідно, то вона незначно знизилася, що може бути пов'язано з активацією їх репродуктивної функції. На 30-ту добу

дослідження на тлі накопичення біомаси червоні каліфорнійські черв'яки не утворювали кокони в усіх групах. Показники репродуктивної функції черв'яків дослідних груп на 60-ту добу дослідження відрізнялися від контрольних у межах похибки. Слід підкреслити, що на 90-ту добу за кількості Гуміліду 14,0 та 20,0 мг/кг були встановлені найвищі показники репродуктивної функції вермикультури: при цьому кількість коконів порівняно з контролем зросла на 315,7 та 284,9 %, відповідно.

Встановлено, що підвищення вмісту Гуміліду у складі поживного субстрату до 30,0 мг/кг приводить до другого піка збільшення кількості коконів черв'яків. Найбільший вплив Гуміліду на вихід коконів червоних каліфорнійських черв'яків підтверджується і загальною кількістю коконів, які виявлені в III та IV дослідних групах на 90-ту добу дослідження.

Таким чином, встановлено оптимальний діапазон кількості Гуміліду у складі поживного субстрату, що сприяє росту особин вермикультури в інтервалі від 6,0 до 20,0 мг/кг, а найбільшій активації репродуктивної функції від 14,0 до 20,0 мг/кг сухого субстрату.

Вивчення біологічно активної добавки «Гумілід» у складі поживного субстрату червоних каліфорнійських черв'яків показало, що вона, певною мірою, сприяє росту і розвитку особин та активує їхню репродуктивну функцію, що в кінцевому підсумку приводить до збільшення біомаси.

Показником росту та розвитку червоних каліфорнійських черв'яків є кількісне збільшення їх біомаси [81, 96] та ефективність біотрансформації субстрату [83, 101]. Ефективність репродуктивності може бути оцінена за кількістю коконів [109], що відкладає черв'як [78], та за збільшенням кількості популяції, що є механізмом, який забезпечує отримання біомаси та ефективність біотрансформації.

Отримані результати, які характеризують репродуктивну функцію червоних каліфорнійських черв'яків, показали, що біологічно активна добавка позитивно впливає на функціональний стан організму черв'яків за показниками росту біомаси та здібності до утворення коконів. Слід зазначити, що саме репродуктивні

ознаки черв'яків свідчать про повноцінний розвиток популяції вермикультури і її потенціал.

Процес розщеплення біополімерів у кишечнику червоного каліфорнійського черв'яка має особливе біологічне значення, оскільки черв'яки споживають органічні субстрати [8]. Найчастіше субстратами для вермикультивування слугують органічні відходи (гній, опале листя, осад стічних вод) [69, 84, 86], що містять в своєму складі клітковину, вуглеводи і білкові компоненти. В основі переробки таких субстратів лежать процеси розщеплення їх за допомогою ферментативних реакцій. Відомо, що дощові черв'яки мають досить великий набір травних ензимів [44, 48, 50], у тому числі, власну целюлазу [241]. Швидкість розщеплення органічних залишків субстрату при вермикультивуванні залежить від співвідношення різних травних ензимів у кишечнику черв'яків і їхньої ензиматичної активності [50]. У зв'язку з цим, перспективним може бути пошук нових способів впливу на ензиматичну гідролітичну активність у кишечнику вермикультури.

За результатами досліджень встановлено, що Гумілід у складі поживного субстрату сприяє підвищенню активності протеолітичних, амілолітичних та целюлозолітичних ензимів у гомогенаті біомаси вермикультури майже в усіх дослідних групах. Слід підкреслити, що найвища протеолітична активність гомогенату біомаси вермикультури спостерігалась при 24,0 мг/кг (V дослідна група), що перевищувало контрольний показник на 85,9 % ($p < 0,001$). Активність амілази у біомасі черв'яків була найвищою у IV дослідній групі (20,0 мг/кг), порівняно з контрольною групою зросла на 6,0 % ($p < 0,001$). Найвища целюлозолітична активність спостерігалась у біомасі черв'яків III дослідної групи (14,0 мг/кг) та перевищувала показник контрольної групи на 50,0 % ($p < 0,001$).

Встановлені оптимальні діапазони кількості Гуміліду, що впливають на підвищення активності протеолітичних (14,0–30,0 мг/кг), амілолітичних (14,0–24,0 мг/кг) та целюлозолітичних (10,0–20,0 мг/кг) ензимів гомогенату біомаси вермикультури.

Враховуючи те, що на ріст особин червоного каліфорнійського черв'яка впливає Гумілід у оптимальному діапазоні кількості від 6,0 до 20,0 мг/кг, найбільшу активацію репродуктивної функції – від 14,0 до 20,0 мг/кг, а на активність гідролітичних ензимів гомогенату біомаси вермикультури – від 14,0 до 20,0 мг/кг, то загальний інтервал за максимальною дією кількості Гуміліду встановлено від 14,0 до 20,0 мг/кг сухої речовини поживного субстрату.

У науково-господарському експерименті упродовж 180 діб вермикультивування досліджували динаміку росту вермикультури, її розподіл за масою, активність гідролітичних ензимів у гомогенаті черв'яків, вміст важких металів у біомасі вермикультури і біогумусі та накопичення у ньому гумінових речовин, а також фізико-хімічний склад біомаси черв'яків з очищеним кишечником та кормової добавки вермикультури за впливу Гуміліду у складі поживного субстрату у кількості 15,0 мг/кг.

Використання Гуміліду у складі поживного субстрату червоного каліфорнійського черв'яка сприяло збільшенню кількості особин черв'яків протягом 180 діб вермикультивування в середньому на 21,1 % ($p < 0,001$) відносно контролю. Так кількість червоного каліфорнійського черв'яка у контрольній групі порівняно з початком дослідження збільшилась у 16,9, а у дослідній – у 20,7 разів. Таке збільшення кількості особин пов'язано з більш активним ростом та розвитком вермикультури за впливу біологічно активної добавки «Гумілід», а також з активацією її репродуктивної функції [213]. На кінець експерименту у дослідній групі 64,7 % особин від усієї кількості мали середню масу 0,21–0,40 г, а у контрольній – 44,7 %. Решта черв'яків у дослідній групі в інтервалах маси 0,01–0,20; 0,41–0,60; 0,61–0,80 г склала 35,3 %, а контрольній – 55,3 %. Ми вважаємо, що це пов'язано з активацією обміну речовин та процесів відтворення черв'яків, яке сприяє збільшенню щільності популяції на ложі за впливу Гуміліду.

Активация обміну речовин підтверджується підвищенням загальної здатності біомаси вермикультури розщеплювати білки та вуглеводи. Так, на 135-ту та 180-ту добу експерименту за впливу Гуміліду загальна активність

протеолітичних ензимів гомогенату біомаси черв'яків зросла на 28,3 % ($p < 0,05$) та 34,6 % ($p < 0,01$), відповідно, що свідчить про більш активний процес розщеплення білків, в тому числі поживного субстрату. Здатність черв'яків розщеплювати клітковину у ці періоди зросла на 16,7 % ($p < 0,01$) та 21,7 % ($p < 0,01$), відповідно, порівняно з контролем. На 135-ту добу дослідження загальна амілолітична активність біомаси черв'яків за впливу Гуміліду зросла на 8,8 % ($p < 0,001$), а на кінець дослідження знизилася на 2,9 % відносно показника контролю. На нашу думку, незначне зниження активності амілази в цей період може бути пов'язано зі зменшенням кількості субстрату на 180-ту добу дослідження за рахунок більш високої загальної амілолітичної активності в попередній період. Ріст активності протеолітичних, амілолітичних та целюлозолітичних ензимів у біомасі вермикультури характеризує активацію обміну білків в особинах черв'яків і може сприяти більш швидкому розщепленню субстрату та прискоренню процесу біотрансформації органічних відходів.

Технологія вермикультивування базується на харчовій активності червоних каліфорнійських черв'яків, при цьому вони перетравлюють органічні відходи та збагачують власною мікрофлорою, ензимами, біологічно активними речовинами та перешкоджають розвитку патогенної мікрофлори у біогумусі. У формуванні біогумусу приймають участь мікрофлора та мікрофауна, що входять до складу біоценозного поживного субстрату бурта. Для мікробного співтовариства біогумусу характерна висока різноманітність різних груп хемоорганогетеротрофних мікроорганізмів [241]. При цьому мікроорганізми, які зустрічаються у біогумусі, також численні в різних традиційних компостах, ґрунтах та ін. У готовому біогумусі домінують представники актиноміцетної лінії родів *Promicromonospora*, *Oerskovia*, *Cellulomonas*, *Arthobacter*, а також зустрічаються грамнегативні бактерії роду *Pseudomonas* і спороутворювальні бактерії роду *Bacillus* [242, 248], а серед грибів переважно – *Trichoderma harzianum*, який є антагоністом багатьох фітопатогенних грибів [241–243], КУО грибів у біогумусі реєструється як правило менше, ніж у компості [244] або більше [245].

Результати досліджень показали, що Гумілід у складі поживного субстрату при вермикультивуванні сприяв збільшенню загальної кількості мікроорганізмів у біогумусі на 44,0 % порівняно з контролем. Відомо, що мікроорганізми є продуцентами біологічно активних речовин, ензимів, які прискорюють процес біотрансформації органічної речовини. Це може бути пов'язано з кількістю та активністю вермикультури.

За результатами досліджень встановлено, що у біогумусі на основі гною великої рогатої худоби та відходів виробництва гливи звичайної у контрольних та у групах за впливу Гуміліду індекс БГКП дорівнював одиниці, що характеризувало його як чистий. Біогумус оцінюють як чистий за санітарно-бактеріологічними показниками при відсутності патогенних бактерій і індексі санітарно-показових мікроорганізмів при цьому становить до 10 клітин на 1 г біогумусу. Важливо контролювати вміст бактерій групи кишкової палички, які можуть знаходитися у поживному субстраті на основі гною тварин та біогумусі [246, 247].

Органічне добриво – біогумус – продукт переробки органічних відходів за допомогою червоних каліфорнійських черв'яків та мікроорганізмів [39, 60]. Він належить до цінних біодобрив, оскільки містить у своєму складі поживні для рослин речовини органічного та неорганічного походження [61-63]. Залежно від складу органічних відходів біогумус має певні якісні і кількісні характеристики. Особливе значення мають гумінові речовини [51-53], що входять до його складу, в першу чергу рухливі форми, які існують у формі водо-, лугорозчинних та інших розчинних фракцій. Так, водорозчинна фракція гумінових речовин складається з низькомолекулярних сполук. Лугорозчинні гумінові речовини є більш складними за структурою та можуть за рахунок міжмолекулярних зв'язків утворювати стійкі комплекси, які існують більш тривалий час у формі гуматів калію або натрію. Крім того, гумінові речовини можуть виконувати захисну функцію, наприклад зв'язувати токсичні елементи, у тому числі важкі метали [226]. До того ж, вони можуть бути активною матрицею при утворенні органічної складової ґрунтів [126] та впливати на буферну ємність ґрунтів [250] за рахунок гуматів лужних

металів. Відомо, що саме гумінові речовини, які мають ауксинову та гібберелінову активність впливають на проростання насіння [64], активування дихання, на постачання енергії та будівельного матеріалу рослинам [65, 66, 249].

У науково-господарському експерименті встановлено, що на 135-ту та 180-ту добу вермикультивування у біогумусі дослідних варіантів відбулося вірогідне накопичення вмісту водорозчинних гумінових речовин, а найбільша кількість їх реєструвалась на кінець дослідження (180-та доба), що перевищувало показники контрольної групи на 20,7 % ($p < 0,05$). Водночас вміст більш стійких гумінових речовини, що екстрагуються лугами, вірогідно були більшими порівняно з контролем на 90-ту, 135-ту та 180-ту добу дослідження, а найвищі показники встановлені на кінець експерименту у дослідній групі, що перевищувало показники контрольної групи на 15,1 % ($p < 0,01$). При цьому додавання Гуміліду до поживного субстрату істотно не впливає на зміну рН у біогумусі відносно контролю. На нашу думку, більше накопичення гумінових речовин у біогумусі дослідної групи пов'язано з активацією репродуктивної функції черв'яків, збільшенням кількості їх особин та загального мікробного числа в біогумусі.

Зростання кількості червоного каліфорнійського черв'яка на ложе та активація гідролітичних ензимів його біомаси у процесі вермикультивування сприяє більш швидкому розщепленню органічного субстрату та впливає на процеси гумусоутворення, що підвищує кількісні та якісні характеристики біогумусу.

У процесі утилізації сільськогосподарських органічних відходів методом вермикультивування утворюється біогумус, в якому можуть накопичуватися важкі метали. Однією з найважливіших проблем екології є нагромадження контамінантних речовин у процесі техногенної діяльності, зокрема важких металів у навколишньому середовищі. Використання у сільському господарстві органічних добрив, таких як гній великої рогатої худоби та свиней, пташиний послід, осад стічних вод, може призводити до значної акумуляції контамінантів у ґрунті. За підвищення вмісту Плюмбуму, Кадмію та Купруму у ґрунтах

знижується ріст і розвиток рослин [251]. Під час міграції трофічними ланцюгами важкі метали відкладаються у різних тканинах тварин, особливо в кістках, печінці та нирках, меншою мірою – у м'язовій та жировій тканинах [252]. Крім того, Кадмій і Плюмбум можуть впливати на показники гомеостазу та пригнічувати імунну систему тварин [252, 253]. Щодо Купруму, то в оптимальних кількостях він життєво необхідний, оскільки бере участь у метаболічних процесах та сприяє нормальному перебігу фізіологічних процесів в організмі. Однак, у великих кількостях Купрум може виступати як важкий метал та негативно впливати на живі організми. Тому, в процесі вермикультивування важливо контролювати вміст контамінантів у біогумусі та біомасі черв'яків і вживати заходів, що впливатимуть на зниження їх концентрації.

У наших дослідженнях встановлено, що використання біологічно активної добавки «Гумілід» у кількості 15,0 мг/кг сухого субстрату 1 раз на місяць протягом 180 діб вермикультивування сприяло зниженню вмісту важких металів у біомасі вермикюльтури. Так, наприкінці дослідження у біомасі черв'яків спостерігалось зниження вмісту Плюмбуму на 24,8 % ($p < 0,01$), Кадмію – на 26,1 % ($p < 0,01$) та Купруму – на 30,5 % ($p < 0,001$) порівняно з черв'яками контрольної групи. Ефективність впливу біологічно активної добавки гумінової природи «Гумілід» на зниження вмісту важких металів у біомасі вермикюльтури може бути пов'язана з тим, що гумінові речовини здатні незворотно зв'язувати важкі метали. В результаті утворюються нерозчинні малорухливі комплекси, які виводяться з кругообігу речовин. Це покращує життєдіяльність особин вермикюльтури та дає змогу отримати якісну продукцію вермитехнології, а саме біомасу черв'яків. Встановлено, що у процесі вермикюльтивування протягом 180 діб у біогумусі контрольних та дослідних варіантів відбулось накопичення важких металів. Додавання Гуміліду до поживного субстрату істотно не впливає на цей процес. При цьому, у всіх випадках вміст важких металів у біогумусі був набагато нижче гранично допустимої концентрації органічних добрив [224, 225]. Ми вважаємо, що накопичення кількості гумінових речовин у біогумусі за впливу Гуміліду в процесі вермикюльтивування може сприяти зниженню вмісту рухливих

форм важких металів за рахунок особливості їх будови.

Відомі різні методи зниження рівня забруднення ґрунтів важкими металами, зокрема сорбційні, а також спосіб іммобілізації та біологічної деградації і поглинання [254]. Використання у складі поживного субстрату червоних каліфорнійських черв'яків, сорбентів органічної та неорганічної природи, зокрема цеолітовмісного базальтового туфу у кількості 4,5 %, а також гумінових речовин, що мають сорбційні властивості [256], забезпечило зниження вмісту у черв'ячній біомасі Кадмію – на 28,6 та Плюмбуму – на 33,3 % [257]. За додавання до підкормки медоносним бджолам Гуміліду в їх тканинах знизився вміст Плюмбуму [258]. Отже, для зниження забрудненості біооб'єктів важкими металами може бути перспективним використання саме гумінових речовин, які завдяки особливостям молекулярної будови можуть утворювати нерозчинні, важкодоступні форми з важкими металами [259].

Використання біомаси вермикультури у годівлі тварин і птиці зумовлено вмістом у ній повноцінного білка [4], який містить у своєму складі замінні та незамінні амінокислоти [99, 148, 260]. Зниження вмісту важких металів у біомасі черв'яків дає змогу отримати кормову добавку для тварин і птиці з меншою контамінацією і тим самим сприяє меншому їх накопиченню у тканинах тварин чи птиці, які є кінцевою ланкою в ланцюзі харчування людини.

За результатами наших досліджень встановлено, що на 180-ту добу вермикультивування вміст протеїну у біомасі червоних каліфорнійських черв'яків з очищеним кишечником контрольної групи становив 70,28 %, а дослідної – 72,04 %, що на 1,76 % більше за показник контролю. Уміст білка у біомасі червоного каліфорнійського черв'яка, отриманий у наших дослідженнях, підтверджуються літературним даним [149,150]. Ми вважаємо, що накопичення вмісту білка у біомасі вермикультури за впливу Гуміліду пов'язано за активацією білкового обміну в організмі черв'яків.

Важливим показником функціонального стану організму є вміст ліпідів в органах і тканинах. Встановлено, що на кінець дослідження у біомасі червоного каліфорнійського черв'яка контрольної групи вміст жиру становить 11,81 %. У

біомасі вермикультури дослідної групи вміст жиру складає 10,49 %, що на 1,32 % менше порівняно з контролем. Ми вважаємо, що зниження вмісту жиру у біомасі вермикультури за впливу Гуміліду може свідчити про більш активне використання його для утворення енергії синтезу, при чому вміст жиру у біомасі черв'яків узгоджується з результатами досліджень інших авторів [146]. Встановлено, що на кінець дослідження у біомасі черв'яків з очищеним кишечником, отриманої на субстраті з додаванням Гуміліду, вміст сухої речовини був вищим на 0,72 % ($p < 0,05$) відносно контролю, що може також свідчити про здатність накопичувати зв'язану воду вермикультурою. Вміст органічної речовини, золи та безазотистих екстрактивних речовини (БЕР) в біомасі черв'яків контрольної та дослідної груп вірогідно не різнився.

Вміст білка є досить інформативним показником, що відображає гомеостатичні тенденції метаболічних процесів у організмі тварин. У наших дослідженнях підтвердилось, що поживний субстрат з біологічно активною добавкою гумінової природи дозволив забезпечити більш високий рівень анаболічних процесів у організмі черв'яків, у результаті яких помітно підвищується вміст білка в їх біомасі. Отже, при застосуванні Гуміліду у складі поживного субстрату спостерігається зростання вмісту білка та зниження рівня ліпідів у біомасі вермикультури. Ми вважаємо, що це пов'язано з перебудовою обміну речовин у червоних каліфорнійських черв'яків. Слід підкреслити, що у тих черв'яків, які росли на поживному субстраті з додаванням Гуміліду, спостерігалася активація анаболічної фази обміну білків. Відомо, що Гумілід також впливає на білковий обмін інших тварин. Встановлено, що додавання кормової добавки «Гумілід» до загального раціону страусів [19] та курчат-бройлерів [261] позитивно впливає як на морфологічні, так і на загальні показники крові та м'язів, які характеризують стан білкового обміну птиці. Зростання вмісту білка у біомасі черв'яків у наших дослідженнях може бути пов'язане з тим, що гумінові речовини не тільки здійснюють регуляторну дію на метаболічні процеси, але за рахунок утворення комплексів з важкими металами знижують їх пригнічувальний вплив на біохімічні процеси, які визначають

фізіологічний стан тварин. Це підтверджується тим, що використання Гуміліду помітно вплинуло на зниження вмісту важких металів у біомасі черв'яків.

На 180-ту добу експерименту з поживного субстрату контрольної та дослідної груп нами була відібрана біомаса вермикультури для отримання кормової добавки. Встановлено, що у сухій речовині кормової добавки, отриманої з черв'яків контрольної групи, сирого протеїну містилося 57,36 %, а у дослідній – 59,84 %, що на 2,48 % більше порівняно з контролем. Вміст сухої речовини, органічної речовини, золи, жиру, клітковини та БЕР у кормовій добавці вермикультури від контрольної та дослідної груп вірогідно не відрізнявся. Отже, використання Гуміліду у складі поживного субстрату сприяє підвищенню вмісту білка у біомасі червоного каліфорнійського черв'яка, з якої отримували кормову добавку з високим рівнем повноцінного протеїну, що зумовлює цінність кормової добавки вермикультури.

Одним з основних факторів, що впливають на поліпшення фізіологічного стану та продуктивність сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінна годівля, яка забезпечується протеїновим і амінокислотним складом раціонів у достатній кількості [262, 263]. В умовах спаду виробництва і зростання цін на високобілкові корми тваринного і рослинного походження пошук нетрадиційних кормів і можливість їх застосування для балансування та здешевлення раціонів є актуальним питанням, що має практичне і теоретичне значення. На жаль, ресурси тваринного білка є обмежені. Фазани належать до нещодавно одомашнених диких птахів. У дикій природі фазани здатні добувати тваринний корм, тому в умовах ферми ця птиця чутлива до стресу та схильна до розвитку в неї порушень обміну речовин [262].

Високий приріст маси тіла птиці забезпечується у результаті надходження з кормами достатньої кількості повноцінного білка, джерелом якого є кормові добавки вермикультури [263, 264]. Додавання кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси черв'яків за впливу Гуміліду до комбікормів фазанят сприяє збільшенню маси тіла птиці, що може свідчити про активацію білкового обміну в організмі тварин. У дослідних групах фазанів, до комбікормів яких додавали

кормову добавку вермикультури на першому тижні у кількості 0,75 %; 1,5 та 2,0 %, на другому – 1,5 %; 2,5 та 3,5 %, спостерігався приріст середньої маси тіла птиці, і на 35-ту добу їхня маса була більшою, відповідно, на 3,3 %; 11,9 ($p < 0,001$) та 13,3 % ($p < 0,001$) відносно контролю.

Таким чином, додавання кормової добавки вермикультури до комбікормів фазанят у кількості 1,5 % у період від першої до сьомої доби та 2,5 % (II дослідна група) – від восьмої до чотирнадцятої доби сприяє більш активному їх росту в порівнянні з контрольною та I дослідною групою упродовж 35 діб. Маса фазанят II та III дослідних груп 35-добового віку майже не відрізнялася між собою, а порівняно з I дослідною групою була вищою на 8,3 % та 9,7 %, відповідно. Застосування біомаси вермикультури у годівлі курчат-бройлерів та перепелів також приводить до активації процесів росту маси тіла птиці [3, 82, 163].

Активний ріст птиці характеризується показниками гомеостазу, в першу чергу морфологічними та біохімічними показниками крові. У стабілізованій крові фазанят 14-, 28- та 35-добового віку дослідної групи вміст гемоглобіну підвищився на 7,2 % ($p < 0,01$), 6,5 % ($p < 0,01$) та 7,5 % ($p < 0,01$) порівняно з показниками птиці контрольної групи. Підвищення вмісту гемоглобіну сприяє більш активному процесу забезпечення киснем основних систем життєдіяльності організму птиці, при цьому показники гематокриту, середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (MCH) та середнього об'єму еритроцитів (MCV) крові дослідних фазанят відрізнялися від контрольних у межах похибки.

При додаванні кормової добавки вермикультури до комбікорму фазанят (1,5–2,5 %) дослідної групи у віці 28 та 35 діб спостерігається також підвищення кількості еритроцитів у крові, відповідно, на 7,6 % ($p < 0,01$) та 5,6 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками у птиці контрольної групи. Кількість лейкоцитів у крові дослідних фазанят 14-добового віку підвищилася на 21,5 % ($p < 0,05$) відносно контролю, а у віці 28 та 35 діб майже не відрізнялися від контрольних показників.

Підвищення вмісту гемоглобіну та кількості еритроцитів і лейкоцитів може свідчити про те, що додавання кормової добавки вермикультури до комбікорму фазанят за рахунок додаткового повноцінного білка черв'яків може забезпечити

підвищення інтенсивності обміну речовин та поліпшення пристосованості фазанят до навколишніх умов.

У наших дослідженнях встановлено, що у сироватці крові фазанят дослідної групи спостерігалось зростання вмісту загального білка на 9,0 % ($p < 0,05$) і 9,4 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем, що свідчить про активацію процесів біосинтезу. Вміст креатиніну у вікові періоди 28 та 35 діб, відповідно, зріс на 16,3 ($p < 0,05$) та 19,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показниками у птиці контрольної групи; проте, ці показники знаходяться у межах референтних значень [234]. Зростання саме цих показників може свідчити про більше накопичення м'язової тканини у птиці дослідної групи.

Кореляційний аналіз показав, що за умови годування фазанів кормовою добавкою вермикультури показники вмісту загального білка у крові позитивно корелюють з показниками маси птиці, при цьому коефіцієнт кореляції в дослідному варіанті був більшим на 15,9 %, ніж у контролі.

Необхідно відмітити, що вміст альбуміну у крові дослідних фазанят у вікові періоди 28 та 35 діб зростає, відповідно, на 10,6 ($p < 0,05$) та 9,4 % ($p < 0,05$) порівняно з показником контрольної групи, що може вказувати на активацію процесів синтезу білків крові у гепатоцитах печінки. Щодо вмісту глобулінів у крові фазанят контрольної та дослідної груп, то їх кількість упродовж дослідних вікових періодів 14, 28 та 35 діб була приблизно однаковою. Отже, підвищення рівня загального білка крові фазанят за впливу кормової добавки вермикультури пов'язано насамперед зі збільшенням альбумінової фракції білків у сироватці крові птиці.

Вміст глюкози у крові дослідних фазанят на 14-ту, 28-у та 35-ту добу дослідження знижується на 15,76 % ($p < 0,01$); 18,35 ($p < 0,001$) та 12,25 % ($p < 0,05$) відносно контролю, що може свідчити про більш активну утилізацію глюкози в процесі обміну речовин за рахунок впливу симпатичної системи та гормонів стресу на рівень глюкози у крові.

Дослідження гематологічних та біохімічних показників крові фазанят показало, що кормова добавка вермикультури, яка додається до основного

комбікорму птиці, позитивно впливає на збільшення вмісту загального білка, гемоглобіну, креатиніну та кількості еритроцитів крові у межах фізіологічної норми, що характеризує активацію процесів білкового обміну.

З результатів досліджень випливає, що застосування Гуміліду як біологічно активної добавки у складі поживного субстрату при вермикультивуванні активує репродуктивну функцію червоних каліфорнійських черв'яків та приводить до нарощування їх біомаси. Поряд з тим за впливу Гуміліду спостерігається зростання ензиматичної активності гомогенату біомаси вермикюльтури та накопичення у ній білка. За рахунок збільшення кількості черв'яків та мікроорганізмів активується процес гумусоутворення. При більш активній біодеградації органічного субстрату (гною, опалого листя, осаду стічних вод) збільшується кількість рухливих форм гумінових речовин (водорозчинних та лугорозчинних), що забезпечує зниження вмісту у біогумусі важких металів. В основі цього процесу лежить здатність гумінових речовин до утворення халатних форм з металами, які мають валентність 2 і більше.

Біомаса черв'яків, яка отримана за впливу Гуміліду, як кормова добавка у комбікормі фазанят впливає на процеси обміну речовин, що приводить до більш швидкого росту їх маси тіла, що відображались у показниках гомеостазу птиці. При застосуванні черв'яків як кормової добавки спостерігалась активація синтезу гемоглобіну, кількості еритроцитів, що сприяє більш активному процесу забезпечення киснем основних систем життєдіяльності організму птиці. Поряд з тим спостерігається зростання вмісту загального білка за рахунок альбумінової фракції без зміни глобулінової, креатиніну, що свідчить про обмін речовин за рахунок білкового обміну. Зниження вмісту глюкози на тлі цих процесів може свідчити про більш активну її утилізацію в процесі обміну речовин

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, відповідно до поставленої мети і завдань досліджень теоретично і експериментально обґрунтовано ефективність використання та встановлені оптимальні кількості Гуміліду у складі поживного субстрату за вермикультивування.

Доведено, що біологічно активна добавка гумінового походження «Гумілід» активує репродуктивну функцію вермикультури та підвищує загальну активність гідролітичних ензимів біомаси червоного каліфорнійського черв'яка. Вона також сприяє накопиченню біомаси вермикультури, підвищенню в ній вмісту білка та зниженню вмісту важких металів. Поряд з тим, за впливу Гуміліду при вермикультивуванні процеси переробки органічних речовин субстрату відбуваються більш активно, за рахунок чого збільшується кількість гумінових речовин у біогумусі. Доведено ефективність використання кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси черв'яків, вирощених на поживному субстраті з додаванням Гуміліду за вирощування молодняка фазана мисливського.

1. Гумілід у складі поживного субстрату забезпечив підвищення репродуктивної функції червоного каліфорнійського черв'яка у діапазоні кількості від 14,0 до 20,0 мг/кг сухої речовини субстрату, при цьому кількість коконів порівняно з контролем зростає в середньому у 3 рази. Доведено, що оптимальний діапазон кількості Гуміліду, який впливає на підвищення активності протеолітичних, амілолітичних та целюлозолітичних ензимів гомогенату біомаси вермикультури, становить від 14,0 до 20,0 мг/кг.

2. На 180-ту добу експерименту на тлі застосування Гуміліду у кількості 15,0 мг/кг при вермикультивуванні спостерігається ріст протеолітичної та целюлозолітичної активності гомогенату біомаси вермикультури, відповідно, на 34,6 % ($p < 0,01$) та 21,7 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем. Встановлено, що на 135-ту добу експерименту амілолітична активність біомаси черв'яків зростає на 8,8 % ($p < 0,001$).

3. Наприкінці експерименту за рахунок уведення Гуміліду у поживний субстрат у дослідній групі порівняно з контролем спостерігається більш активне накопичення водорозчинних гумінових речовин – на 20,7 % ($p < 0,05$) та більш складних, лугорозчинних – на 15,1 % ($p < 0,01$).

Водночас у біомасі черв'яків знижується вміст Плюмбуму на 24,8 % ($p < 0,01$), Кадмію – на 26,1 % ($p < 0,01$) та Купруму – на 30,5 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольними показниками.

4. Встановлено, що Гумілід (15,0 мг/кг) у складі поживного субстрату на 180-ту добу дослідження сприяв збільшенню кількості особин вермикультури на 21,1 % ($p < 0,001$) порівняно з контролем.

Використання Гуміліду у складі поживного субстрату сприяло підвищенню вмісту сирого протеїну в сухій речовині біомаси червоного каліфорнійського черв'яка на 1,76 % ($p < 0,01$) відносно контролю.

5. З'ясовано, що при додаванні до основного комбікорму фазанят дослідної групи біомаси вермикультури у кількості 1,5–2,5 % спостерігається збільшення приростів маси тіла птиці у вікові періоди 14, 21, 28 та 35 діб на 7,0 % ($p < 0,01$); 8,6 ($p < 0,01$); 8,2 ($p < 0,01$) та 11,9 % ($p < 0,01$), відповідно, порівняно з показниками контрольної птиці.

6. На тлі додавання кормової добавки вермикультури до основного комбікорму молодняку фазана мисливського спостерігається підвищення вмісту гемоглобіну на 7,2 % ($p < 0,01$); 6,5 ($p < 0,01$) та 7,5 % ($p < 0,01$), відповідно, у птиці 14-, 28- та 35-добового віку. Кількість еритроцитів у крові дослідних фазанят 28- та 35-добового віку зростає на 7,6 ($p < 0,01$) та 5,6 % ($p < 0,05$).

7. Додавання до комбікорму кормової добавки вермикультури приводить до зростання вмісту загального білка у крові фазанят 28- та 35-добового віку на 9,0 ($p < 0,05$) та 9,4 % ($p < 0,01$). Водночас спостерігається зниження відносно контролю вмісту глюкози у крові птиці 14-, 28- та 35-добового віку, відповідно, на 15,76 % ($p < 0,01$); 18,35 ($p < 0,001$) та 12,25 % ($p < 0,05$), за рахунок більш активної утилізації глюкози в процесі обміну речовин.

8. Використання у комбікормах для фазанят кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що вирощені на поживному субстраті з додаванням Гуміліду забезпечує збільшення прибутку на 10,7 % та підвищення рівня рентабельності на 5,1 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою підвищення накопичення біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, зростання її ензиматичної активності та вмісту білка, а також зниження вмісту важких металів рекомендуємо до поживного субстрату для вермикультури вносити біологічно активну добавку гумінового походження «Гумілід» з розрахунку 15,0 мг діючої речовини на один кг сухої речовини субстрату у вигляді розчину один раз на місяць протягом усього періоду вермикультивування.

2. Для збільшення маси тіла молодняку фазана мисливського за рахунок активації обміну речовин пропонуємо у комбікорми птиці вносити кормову добавку вермикультури, отриманої із біомаси червоного каліфорнійського черв'яка, що вирощена на поживному субстраті з додаванням біологічно активної добавки «Гумілід». У період із 1 до 7 доби до комбікорму вносити кормову добавку вермикультури у кількості 1,5 %, а з 8 до 14 доби –2,5 % від маси корму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спосіб одержання кормової добавки: пат. 56619 Україна: МПК А23К 1/16, А01К67/00. № 2002086404; заявл. 01.08.2002; опубл. 15 05 2003, Бюл. № 5. 2 с.
2. Шаталін Д.Б. Дощові черв'яки (Lumbricidae) лісових та урбоекосистем степового Придніпров'я: структурно-функціональна організація угруповань та екологічні аспекти вермикультури: дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Дніпро, 2017. 187 с.
3. Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В. Ефективність застосування збагаченої Йодом біомаси вермикультури у складі комбікормів для курчат-бройлерів. Сучасне птахівництво : наук.-вироб. журнал. 2014. №7 (140). С. 8–10.
4. Титов И. Н., Усоев В. М. Вермикультура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов. Вестник Томского государственного университета. Биология. Томск, 2012. № 2 (18). С. 74–80.
5. Мерзлов С.В. Корекція параметрів біотехнології вермикультивування та регламентація використання біомаси черв'яків і сапоніту у виробництві м'яса курчат-бройлерів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.20. Біла Церква, 2004. 20 с.
6. Таргоня В. С., Коломієць Ю. В., Оверченко В. В. До питання використання біотехнологічних альтернатив для біологічного агровиробництва. Агробіологія : зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2012. Вип. 9 (96). С 16–20.
7. Игонин А. М. Как повысить плодородие почвы в десятки раз с помощью дождевых червей. Москва : Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1995. 88 с.
8. Титов И. Н. Дождевые черви. Руководство по вермикультуре : в 2 ч. I: Компостные черви. Москва : ООО «МФК Точка опоры», 2012. 284 с.

9. Сендецький В. М. Переробка органічних відходів у «Біогумус» методом вермикультивування. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 2009. № 1–2. С. 50–55.

10. Гармаш С. Н. Экологическая технология биоконверсии отходов промышленности. Актуальные вопросы развития высокоэффективных технологий : монография. Одесса : Куприенко СВ, 2014. 133 с.

11. Харчишин В. М., Мельниченко О. М., Веред П. І., Злочевський М. В. Інновації у вирішенні проблем утилізації органічних відходів методом вермикультивування. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2013. Вип. 10 (105). С.64–69.

12. Мерзлов С. В., Машкін Ю. О. Нарощування біомаси черв'яків за різних концентрацій Феруму в субстраті. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. № 1. С. 103–106.

13. Мерзлов С. В., Мельниченко О. М., Машкін Ю. О., Бількевич В. В. Ріст біомаси каліфорнійських черв'яків і накопичення у ній Кобальту за різних концентрацій металу в поживному середовищі. WEB OF SCHOLAR. 2017. 5(14). С. 10–12.

14. Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В. Вплив різних джерел та доз йоду на нарощування біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків. Науковий вісник НУБІП України. Київ, 2014. № 202. С. 286–291.

15. Степченко Л. М., Лосєва Є. О. Активність травних ензимів та перетравність поживних речовин у курей-несучок при згодовуванні гідрогумату. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. 2007. № 8. С. 188–192.

16. Степченко Л. М. Значення катепсину та його інгібіторів в регуляції обмінних процесів у курчат-бройлерів за дії речовин гумінової. Біологія тварин. 2010. № 12. С. 180–186.

17. Грибан В. Г., Єфімов В. Г., Ракитянський В. М. Використання препаратів гумусової природи у поєднанні з мікроелементами для корекції обміну речовин у корів. Науковий вісник НАУ. Київ, 2004. Вип. 78. С. 64–66.

18. Гунчак А. В., Степченко Л. М., Ратич І. Б., Стефанишин О. М. Ефективність використання сполук гумінової природи в раціонах перепелів. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпро, 2017. № 2 (44). С. 53–57.

19. Галузіна Л. І. Стан білкового обміну у динаміці росту страусів за їх промислового вирощування на тлі застосування Гуміліду. Науково-технічний бюлетень науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2014. Т. 2. № 1. С. 48–53.

20. Куш Л. Л., Мірошникова О. С., Маценко О. В. Вплив Гуміліду на ріст і показники крові гусенят. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 224–230.

21. Михайленко Є.О., Дьомшина О.О., Степченко Л.М., Ушакова Г.О. Антиоксидантна система печінки бройлерів кросу КОББ-500 в умовах випоювання природною біологічно активною добавкою на основі гумінових речовин. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпро, 2016. №4 (42). С. 120–125.

22. Михайленко Є. О. Дьомшина О. О., Степченко Л. М. Протеїновий і амінокислотний обмін у м'язах курчат-бройлерів кросу КОББ 500 на тлі застосування кормової добавки «Гумілід». Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2017. Т. 19. № 77. С. 110–116.

23. Refractory dissolved organic matter can influence the reproduction of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda) / S. Hoss et al. *Freshwater Biol.* 2001. № 46. P. 1-10.

24. Steinberg C. E. W., Hoss S., Bruggemann R. Further evidence that humic substances have the potential to modulate the reproduction of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Int. Rev. Hydrobiol.* 2002. Vol. 87. P. 121–133.

25. Таран Д. О. Влияние гуминовых веществ на тест-объекты. Москва, 2013. 448 с.
26. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами *Lumbricidae* и других *Megadrili*). Москва : Наука, 1979. 265 с.
27. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. Москва : Высшая школа, 1975. 560 с.
28. Bouche M. B., Lohm U., Persson T. Strategies lombriciennes. In Soil Organisms as Components of Ecosystems. Biol. Bull. Stockholm, 1977. № 25. P. 122-132.
29. Коцюба И. Ю, Власенко Р. П., Гарбар А. В. Кариотипы дождевых червей рода *Aporrectodea* (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) фауны Украины. Вестник зоологии. 2010. № 44 (5). С. 387–392.
30. Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России : Кадастр и определитель. Москва : Наука, 1997. 102 с.
31. Титов И. Н. Вермикультура : инновационные экотехнологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органосодержащих отходов. Вестник биотехнологии. 2012. Т. 8. № 2. С. 59–73.
32. Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management / edited by Clive A. Edwards et al. Florida : CRC Press, 2010. P. 623.
33. Ambasta S. K., Kumari S. Earthworm : a natural ecofriendly organisms for recycling of organic residues and improvement of soil health by vermicompost. Int J Appl Sci Biotechnol. 2013. Vol. 1(4). P. 171–175.
34. Выгузова М. А., Касаткин В. В. Влияние особенностей калифорнийских червей на процесс вермикомпостирования. Вестник КИГИТ. Инженерная экология, ресурсосбережение и природопользование. Ижевск, 2013. № 05 (35). С. 4–7.
35. Дарвин Ч. Р. Сочинения. Зоологические работы. Дождевые черви. Геологические работы. Т. 2 / пер. с англ. под общ. ред. Л. С. Берг. Москва : Биомедгиз, 1936. 682 с.

36. Мельник И. А. Вермикультивирование: история, достижения, мифы, перспектива. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке : достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. трудов. Минск, 2013. С. 25–35.

37. Максимова С. Л., Шаванова Т. М., Мухин Ю. Ф. Развитие технологии вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси. Вестник Полесского государственного университета. Природоведческие науки. 2008. № 1. С. 44–47.

38. СОУ ЖКГ 03.09-014:2010. Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів. Чинний від 2010-03-30. Київ : УкркомунНДПрогрес, 2010. 35 с.

39. Domínguez J. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. *Earthworm Ecology*. 2004. P. 401–424.

40. Katheem Kiyasudeen S, Jessy R. S., Ibrahim M. H. Earthworm's gut as reactor in vermicomposting process : A mini review. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 2014. Vol. 4. № 7. URL: <http://www.ijsrp.org/research-paper-0714/ijsrp-p3136.pdf>.

41. Karsten G. R., Drake H. L. Comparative assessment of the aerobic and anaerobic microfloras of earthworm guts and forest soils. *Appl-environ-microbiol*. 1995. Vol. 61. № 3. P. 1039–1044.

42. Sumathi G., Thaddeus Arockiam. Impact of organic rich diet on gut enzymes, microbes and biomass of earthworm. *Eudrilus eugeniae*. *Journal of Environmental Biology*. 2013. Vol. 34. P. 515–520.

43. Aira Manuel, Monroy Fernando, Domínguez Jorge. *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) activates fungal growth, triggering cellulose decomposition during vermicomposting. *Microbial Ecology* 2006. Vol. 52. №. 4. P. 738–747. DOI: 10.1007/s00248-006-9109-x.

44. Parathasarathi K., Ranganathan L. S. International Society for Tropical Ecology Profiles of enzyme activity in the gut of *Lampito mauritii* and *Eudrilus eugeniae* reared on various substrates. *Tropical Ecology*. 2000. Vol. 41(2). P. 251-254.

45. Tiwari Rishikesh K., Singh Shikha, Pandey Ravi S., Sharma Bechan. Enzymes of Earthworm as Indicators of Pesticide Pollution in Soil. *Advances in Enzyme Research*. 2016. Vol. 4. P. 113–124. DOI: 10.4236/aer.2016.44011.

46. Sumathi G., Thaddeus Arockiam, Enterprises Triveni. Impact of organic rich diet on gut enzymes, microbes and biomass of earthworm, *Eudrilus eugeniae*. *Journal of Environmental Biology*. Lucknow, 2013. Vol. 34. P. 515–520.

47. Ravindran B, Contreras-Ramos S. M., Sekaran G. Changes in earthworm gut associated enzymes and microbial diversity on the treatment of fermented tannery waste using epigeic earthworm *Eudrilus eugeniae*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.10.014>

48. Julius A, Adewunmi Idowu B., Kehinde O. Microbial diversity and digestive enzyme activities in the gut of earthworms found in sawmill industries in Abeokuta, Nigeria. *Rev. Biol. Trop.* 2014. Vol. 62 (3). P. 1241–1249. URL: <https://www.researchgate.net/publication/311581542>.

49. Способ утилизации целлюлозосодержащих отходов пат. 2488997 С1 Российская Федерация: МПК А01К67/033 (2006.01). № 2012103786/13; заявл. 03.02.2012; опубл. 10.08.2013, Бюл. № 22. 6 с.

50. Lakshmi Prabha M., Jayaraaj Indira A., Jeyaraaj R., Rao Srinivasa. Comparative studies on the digestive enzymes in the gut of earthworms *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida*. *Indian Journal of Biotechnology*. 2007. Vol. 6. P. 567-569.

51. Simonov Y. V., Svetkina I. A., Kruchkov K. V. Mesofauna Influence on Humification Process of Vegetable Oddments with Participation Microarthropod. *International journal of environmental & science education*. 2016. V.11. № 15. P. 7535-7550.

52. Іванців В. В., Бусленко Л. В. Функціональна роль дощових черв'яків у ґрунтоутворювальних процесах. Науковий вісник Волинського державного університету ім. Л. Українки. Біологічні науки. Луцьк, 2010. №12. С. 60–63.

53. Тейт Р. Органическое вещество почвы. Биологические и экологические аспекты. Москва : Мир, 1991. 400 с.

54. Бирюков К. Н. Способы переработки и утилизации навоза и помета в современных условиях ведения животноводства (научно-производственный анализ). Вестник Российского государственного аграрного заочного университета : науч. журнал. 2008. № 5 (10). С. 206–207.

55. Якісний та кількісний склад вермікомпосту (біогумусу). URL: http://vermis-group.com.ua/publ/jakisnij_ta_kilkisnij_sklad_vermikompostu_biogumusu/1-1-0-20.

56. Hashemimajd K. Comparison of composting and vermicomposting processes during decomposition of solid wastes. Eurosoil. University of of Natural Resources and Applied Life Sciences. Vienna, 2008. P. 219.

57. Коцаев А. Г., Коцаева О. В., Елисеев М. А. Биотехнология вермикультивирования органических отходов. Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2014. № 95 (01). С. 594-603. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/67.pdf>.

58. Гармаш С. Н., Герасименко В. А., Рунова Г. Г. Экологическая биотехнология утилизации промышленных отходов. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Днепр, 2013. Вып. 71 (1). С. 86–90.

59. Романова Е. М., Мухитова М. Э., Титова Е. В. Сравнительный анализ эффективности утилизации отходов животноводства с использованием красного калифорнийского гибрида (E. f. Andrei). Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург, 2008. Т.1. Вып. 17. С. 159-162.

60. Горова, А. І., Скворцова Т. В., Лисицька С. М., Павличенко А. В. Еколого-гігієнічна оцінка мікробіологічних та агрохімічних властивостей вермікомпосту як органічного добрива. Гігієна населених місць. 2013. Вип. 61. С. 130–138. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/>.

61. An Analysis of Composting As an Environmental Remediation Technology: Chapter 1. The Composting Process. United States Environmental Protection Agency. 1998. P. 1–12.

62. Mallappa Munnoli Prakash, Teixeira da Silva Jaime A., Bhosle Saroj. Dynamics of the Soil-Earthworm-Plant Relationship: A Review. Global Science Books. Dynamic Soil, Dynamic Plant. 2010. Vol. 4. P. 1–21. URL: chrome-extension: // mhjfbmdgcfjbbpaeoj ofohoeftgiehjai/index.html.

63. Кулик А. П., Косенко В. А., Приходько Н. М. Возможные пути использования растительного сырья. Вопросы химии и химической технологии. 2003. № 1. С. 134–136.

64. Терещенко Н. Н., Бубина А. Б., Юнусова Т. В. Интродукция *Trichoderma viride* – эффективный прием повышения биологической активности вермикомпоста: учеб. пособ. Москва, 2010. 220 с.

65. Полторак Я. А. Применение биотехнологии в сельскохозяйственном производстве. Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2011. № 71 (07). С. 1–10.

66. Способ получения биогуруса. пат. 2255077 Россия: МПК⁷ C05F3/00, A01K 67/033. № 2003138049/12; заявл. 29.12.2003; опубл. 27.06.2005, Бюл. № 18. 5 с.

67. Боклач Т. И., Кременяк Л. П. Использование вермикомпоста в процессе получения экологических кормовых растений. Киев: Вища освіта, 1999. 300 с.

68. Гармаш С. М., Кулик О. П., Ткаля О. І. Біотехнологія переробки цукрової промисловості методом вермикультивування. Вопросы химии и химической технологии. 2009. № 4. С. 30–32.

69. Спевак Н. В., Спевак В. Я., Тимралиев В. Ю., Ибрашов Э. А. Технология и комплекс оборудования для производства вермикомпоста. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Саратов, 2010. № 9. С. 23-26.

70. Просяников Е. В., Попкович Л. В., Бовкун Г. Ф., Кислова Е. Н. Материало- и энергосберегающие технологические приёмы вермикомпостирования. АГРО XXI. 2009. № 4–6. С. 41–43.

71. Способ переработки органических отходов животного происхождения в кормовой белок и биогумус: пат. 2115638 Российская Федерация: МПК C05F3/00, A01K67/033. № 97104014/13; заявл.24.03.1997; опубл. 20.07.1998, Бюл №4. 8 с.

72. Способ получения биогумуса посредством переработки куриного помета гибридом красного калифорнийского дождевого червя. пат. 2422414 С2 Российская Федерация: МПК C05F3/00 (2006.01). № 2008111671/05; заявл. 27.03.2008; опубл. 10.10.2009, Бюл. № 18. 8 с.

73. Ветеринарно-санитарные и экологические условия при переработке птичьего помета. Птица и птицепродукты. 2011. № 3. С. 13–16.

74. Хаптанова Н. М., Дугаржапова З. Ф., Гефан Н. Г., Цыренов В. Ж. Сравнительный анализ результатов поэтапного исследования процесса вермикомпостирования. Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. Улан-Удэ, 2013. № 2. С. 74–80.

75. Способ утилизации органических отходов в биогумус: пат. 2057743 Российская Федерация : МПК^б А01К67/033, С05F3/06. № 93057122; заявл. 22.12.1993; опубл. 10.04.1996, Бюл №2. 4 с.

76. Способ переработки органических отходов путем вермикомпостирования : пат. 2290389 Российская Федерация : МПК C05F11/08 (2006.01). № 2004138328/12; заявл. 28.12.2004; опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36. 6 с.

77. Способ производства биогумуса : пат. 2274628 Российская Федерация : МПК C05F 3/00. № 2004101036/12; заявл. 20.01.2004; опубл. 20.04.2006, Бюл № 11. 8 с.

78. Siddique Jaweria, Khan Amer Amir, Hussain Iftikhar, Akhter Shamim. Growth and Reproduction of Earthworm (*Eisenia fetida*) in Different Organic Media. Pakistan J. Zool. 2005. Vol. 37(3). P. 211–214.

79. Ручин А. Б. Вермикультивирование, как путь решения некоторых экологических проблем. Астраханский вестник экологического образования, Астрахань, 2013. № 1(23). С. 137–140.

80. Ananthkrishnasamy Sriramulu, Gunasekaran Govindarajan. Bioconversion of Municipal Solid Waste by the Earthworm *Eudrilus eugeniae* (Kinberg). *International Research Journal of Biological Sciences*. 2014. Vol. 3(2). P. 70–73.

81. Suthar S., Singh S. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 2008. № 5 (1). P. 99-106.

82. Dinh Ton Vu, Quang Han Hanh, Dinh Linh Nguyen, Van Duy Nguyen. Use of redworms (*Perionyx excavatus*) to manage agricultural wastes and supply valuable feed for poultry. *Livestock Research for Rural Development*. 2009. Vol. 21(11). P. 192-199. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd21/11/ton21192.htm>.

83. Мухитова М. Э., Романова Е. М., Игнаткин Д. С. Сравнительная оценка субстратов из органических отходов разных отраслей животноводства по скорости их биотрансформации в вермикомпост под действием вермикультуры *Eisenia foetida*. Проблемы рационального использования природных ресурсов, воспроизводства почвенного плодородия, применения средств химизации: материалы семинара «Круглый стол 4». Москва, 2012. С. 186–189.

84. Филиппова А. В. Эколого-биологические аспекты вермикомпостирования органосодержащих отходов. *Вестник Оренбургского государственного университета*. Оренбург, 2009. № 12(106). С. 61–65.

85. Aira M., Monroy F., Domínguez J. C to N ratio strongly affects population structure of *Eisenia fetida* in vermicomposting systems. *European Journal of Soil Biology*. 2006. № 42. P. 127–131.

86. Сергеева А. С. Применение вермикультуры при переработке хозяйственно-бытовых стоков. *Геология, география и глобальная энергия*. 2013. № 1(48). С. 153–161.

87. Маланина В. С., Мухитова М. Э. Биология компостного червя *Eisenia fetida* локальных популяций Ульяновской области. В мире научных открытий: материалы Всероссийской студенческой научной конференции. Ульяновск, 2013. Т. 4. С. 84–86.

88. Антонова Е. В., Стом Д. И., Потапов Д. С. Использование коконов олигохет для транспортировки вермикультуры. Проблемы систематики, экологии и токсикологии беспозвоночных. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2000. С. 96–100.

89. Родионова Н. В., Правкина С.Д., Игошина К.А., Эффективность вермикомпостирования птичьего помета на различных субстратах. Пушино, 2006. URL: http://rusbio.biz/ru/nb2006_29.shtml.

90. Жакеева Ж.М., Алибаев Н. Н. Разработка биогуруса в пустынных и полупустынных зонах Казахстана. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 5–1. С. 83–85.

91. Garg V. K., Chand S., Chhillar A., Yadav A. Growth and reproduction of *Elsenia fetida* in various animal wastes during vermicomposting. Applied ecology and environmental research. 2005. Vol. 3(2). P. 51–59.

92. Спевак Н. В., Ибрашов Э. А., Юханов П. В., Честнов М. С. Технология утилизации биоотходов с помощью вермикультуры. Техногенная и природная безопасность: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Саратов, 2013. С. 229–231.

93. Мітіна Н. Б., Калашніков С. Г., Фролова Л. А., Кулик О. П. Дослідження створення білкових добавок. Сировинна база для вермитехнологій. Вопросы химии и химической технологии. 2009. № 3. С. 32–34.

94. Максимова С. Л., Мухин Ю. Ф. Утилизация отходов биогазовых установок. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. трудов III Междунар. науч.-практ. конф. ведущих ученых, специалистов, предпринимателей и производителей. Минск, 2013. С. 164–168.

95. Кульбачко Ю. Л., Пахомов А. Е., Дидур О. А. Изменчивость биомассы дождевых червей (*Lumbricidae*) как отклик биоты на различные экологические условия в модельных экспериментах. Доповіді Національної академії наук України. 2011. № 6. С. 197–202.

96. Шинкаревский П. В. Зимовка Lumbricidae на субстрате из бытовых пищевых отходов. Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Биологические науки. Симферополь, 2011. Вып. 31. С.48–50.

97. Huang Kui, Fusheng Li, Xiaoyong Fu, Xuemin Chen. Feasibility of a novel vermitechnology using vermicast as substrate for activated sludge disposal by two epigeic earthworm species. Agricultural Sciences. 2013. Vol. 4, №.10. P. 529–535. URL: [http:// dx.doi.org /10.4236/ as.2013.410071](http://dx.doi.org/10.4236/as.2013.410071).

98. Пашутина Е. Н., Давыдов С. И. Некоторые вопросы утилизации осадков сточных вод города Луганска. Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Луганськ, 2010. № 19. С. 84–87.

99. Скіп О. С., Буцяк В. І. Вміст білка та амінокислотний склад біомаси *Eisenia foetida*, культивованих на субстратах із підвищеним вмістом важких металів на тлі дії цеоліту. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2013. Т.15. № 3(57). Ч.2. С. 283–289.

100. Рыбалов Л. Б., Бастраков А. И., Тебенькова Д. Н., Ольшанский В. М. Переработка иловых отходов ЦБК с помощью вермикультуры *Eisenia fetida*. Сборник науч. трудов. Минск, 2013. С. 183–187.

101. Крот Ю. Г., Соломатина В. Д., Малышева Т. Д. Использование вермикультуры для утилизации отходов картонно-тарных комбинатов. URL: [http:// waste.ua / cooperation/2004/thesis/krotr.html](http://waste.ua/cooperation/2004/thesis/krotr.html).

102. Чачина С. Б., Караваева О. С. Использование дождевых червей: навозный червь (*E.fetida*) и калифорнийский червь (*E.f.Andrei*) для разложения бытовых и промышленных отходов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 55–58.

103. Benitez E., Nogales R., Elvira C., Masciandaro G. Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia foetida*. Bioresource Technology. 1999. Vol. 67. P. 297–303.

104. Стом Д. И., Антонова Е. В. Экстрагирование коконов дождевых червей. Биоразнообразии Байкальского региона. Иркутск, 2001. Вып. 4. С. 2–8.

105. Игнаткин Д. С., Видеркер М. А., Новикова К. О., Маланина В. С. Оценка эффективности использования симбионтных сообществ люмбрицид и ЭМ-культуры для биоконверсии растительного сырья. Молодежь и наука XXI века: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2014. Т. 1. С. 53–59.

106. Стом Д. И. Переваривание целлюлозы дождевыми червями под воздействием *Tricoderma viride*. Известия Иркутской государственной экономической академии. 2010. № 5. С. 290–293. URL: <http://eizvestra.isea.ru>.

107. Стом Д. И. О возможности усиления иммунных свойств дождевых червей. Иркутск, 2006. № 6. С. 163–166.

108. Спосіб одержання біомаси *Eisenia Foetida* : пат. 112346 Україна : МПК⁶, А23К 10/00, А23К 10/16 (2016.01). № 112346; заявл. 17.06.16; опубл. 12.12.16, Бюл. № 23. 5 с.

109. Засіб для збільшення репродуктивності черв'яків та спосіб його одержання : пат. 54507 Украина : МПК С07 D213 /89, С07 С55/06, А01К67/06. № 54507; заявл. 17.02.03; опубл. 17.03.03, Бюл. № 3. 4 с.

110. Спосіб виготовлення кормової добавки із лущиння соняшнику : пат. 37128 Україна : МПК⁷ А23К1/14. №2000031677; заявл. 24.03.00; опубл. 16.04.01, Бюл. № 3. 2 с.

111. Смышляев Э. И., Косолапова А. И., Косолапов И. Н., Соловов П. В. Вермикультура и гуматы – нетрадиционные биологически активные кормовые добавки. Дождевые черви и плодородие почв: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., г. Владимир, 17–19 марта 2004. Владимир, 2004. С. 294

112. Gomez-Rosales S., Angeles M. de L. Addition of a Worm Leachate as Source of Humic Substances in the Drinking Water of Broiler Chickens. Asian Australas. J. Anim. Sci. 2015. Vol. 28. №. 2. P. 215–222.

113. Роганов В. Р., Касимова Л. В., Тельянова А. В., Елисеева И. В. Исследование способов извлечения из низинного торфа гуминовых препаратов. Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16446>.

114. Ли С. П., Прохоренко В. А., Серикова Л. В. Получение и характеристика гуминовых препаратов детоксицирующего назначения. *Universum: Химия и биология: электрон. науч. журн.* 2016. № 4 (22). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/3020>.

115. Бучко О., Степченко Л. Вільнорадикальні процеси й антиоксидантна система організму свиней за дії гумінової добавки. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* Львів, 2014. Вип. 64. С. 90–96.

116. Христева Л. А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений. *Гуминовые удобрения: Теория и практика их применения.* Киев, 1968. Ч. 3. С. 13–27.

117. Христева Л. А. Еще о функции гуминовых кислот в обмене веществ у высших растений. Киев, 1962. С. 124.

118. Тюрин И. В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. *Учение о почвенном гумусе.* Киев, 1937. 194 с.

119. Тюрин И. В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. Москва, 1965. 320 с.

120. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. Москва : Изд-во МГУ, 1990. 325 с.

121. Орлов Д. С., Бирюкова О. Н., Суханова Н. И. Органическое вещество почв Российской Федерации. Москва : Наука, 1996. 256 с.

122. Орлов Д. С. Гуминовые вещества в биосфере. Москва : Наука, 1993. 237 с.

123. Холодов В., Константинов А., Кудрявцев А., Перминова И. Строение гуминовых кислот почв зонального ряда по данным спектроскопии ЯМР С–13. *Почвоведение.* 2011. № 9. С. 1064–1073.

124. Perminova I., Dubinenkov I., Kononikhin A. Molecular mapping of sorbent selectivities with respect to isolation of arctic dissolved organic matter as measured by fourier transform mass spectrometry. *Environmental Science and Technology.* 2014. № 13. С. 7461–7468.

125. Sorkina T., Polyakov A., Kulikova N., Perminova I. Nature–inspired soluble iron–rich humic compounds: new look at the structure and properties. *Journal of Soils and Sediments*. 2014. № 2. С. 261–268.

126. Perminova I. V., Hatfield K., Hertkon N. Remediation chemistry of humic substances: theory and implications for technology. *Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice*. Netherlands, 2005. Vol. 52. P. 3–36.

127. Степченко Л. М., Лосєва Є. О. Вплив гумінових речовин на активність травних ензимів курей-несучок. Л. М. Степченко. Птахівництво : міжвідом. темат. наук. зб. 2007. № 60. С. 164–167.

128. Степченко Л. М., Галузіна Л. І. Вплив кормової добавки «Гумілід» на кількісні та якісні показники м'ясної продуктивності страусів. *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин НААН України, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2012. Вип. 13. № 1–2. С. 137–142.

129. Степченко Л. М., Коляда С. Г. Динаміка розвитку відділів шлунково-кишкового каналу у страусенят в «критичний» період росту. *Птахівництво : міжвідом. темат. наук. зб.* 2012. № 68. С. 425–429.

130. Степченко Л. М., Галузіна Л. І. Динаміка росту та розвитку чорного африканського страуса за впливу кормової добавки «Гумілід». *Науково-технічний бюлетень. Інститут біології тварин, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2011. Вип. 12. № 3–4. С. 116–121.

131. Степченко Л. М., Галузіна Л. І. М'ясна продуктивність чорного африканського страуса за його промислового вирощування. *Збірник. наук. праць*. Київ, 2011. Вип. 19. С.168–170.

132. Степченко Л. М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал*. 2010. Т. 56. № 3. С. 306.

133. Степченко Л. М., Лосєва Є. О., Скорик М. В., Гончарова О. В. Гумінові речовини як перспективні кормові добавки в птахівництві. *міжвід. темат. наук. зб. Птахівництво : 2006. № 58. С. 308–312.*

134. Степченко Л. М., Коляда С. Г. Динаміка активності α -амілази у різних відділах шлунково-кишкового каналу страусенят за впливу біологічно активної кормової добавки «Гумілід». Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України. Київ, 2013. Вип. 188. Ч. 3. С. 154-158.

135. Использование гидрогумата в качестве стимулятора роста цыплят-бройлеров. Сборник. науч. трудов. Москва, 1992. С. 12.

136. Степченко Л. М. Механизм адаптогенного действия препаратов из торфа. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Дніпропетровськ, 2001. № 2. С.125–128.

137. Степченко Л. М. Механизмы формирования биопродукции у быстрорастущей птицы под влиянием препаратов гуминовой природы. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Дніпропетровськ, 2005. № 2. С. 237–241.

138. Степченко Л. М. Участие гуминовых препаратов из торфа в управлении обменными процессами у цыплят бройлерного типа. Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии: материалы междунар. конф. Минск, 2006. С. 143–146.

139. Степченко Л. М., Галузіна Л. І., Брузницький А. О., Коляда С. Г. Використання біологічно активної кормової добавки «Гумілід» для покращення фізіологічного стану та підвищення рівня м'ясної продуктивності страусів при їх промисловому вирощуванні до забійного віку у кліматичних умовах Степу України. Методичні рекомендації Дніпропетровського державного аграрного університету. Дніпропетровськ, 2013. 23 с.

140. Степченко Л. М., Брузницький А. О, Гончарова О. В. Ріст та розвиток страусенят чорної африканської породи в залежності від кормового фактора. Птахівництво: міжвід. тем. наук. зб. Укр. акад. аграр. наук, Інститут птахівництва. Харків, 2005. Вип.57. С. 244–247.

141. Степченко Л. М., Грибан В. Г. Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці. Ветеринарна медицина України. 1997. № 7. С. 34.

142. Степченко Л. М., Лосева Е. А., Скорик М. В., Гончарова Е. В. Опыт применения препаратов из торфа и технология выращивания птицы в зависимости от возраста. Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии : материалы междунар. конф. Минск, 2006. С. 146–148.

143. Дьомшина О.О., Ушакова Г. О., Степченко Л. М. Вплив біологічно активних кормових добавок гумінової природи на систему антиоксидантного захисту мітохондрій печінки монгольської піщанки. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. № 8(2). Р. 185–190. doi:10.15421/021729.

144. Пузырева В. М., Демичева Ю. Л. Гуминовые вещества как природные сорбенты. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Тула, 2010. Вып. 2. С. 22–25.

145. Nguyen Huu Yen Nhi. Utilization of earthworms (*Perionyx excavatus*) as a protein source for growing fingerling marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*) and tra catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Uppsala, 2010. P. 4–22. URL: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-6-323>.

146. Мітіна Н. Б. Технологія одержання кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування: автореф. дис ... канд. техн. наук : 03.00.20. Одеса, 2008. 22 с.

147. Dynes R. A. Earthworms Technology information to enable the development of earthworm production. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra, 2003. P. 1–39.

148. Istiqomah L., Sofyan A., Damayanti E., Julendra H. Amino acid profile of earthworm and earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) for animal feedstuff. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 2009. № 34 (4). P. 253–257.

149. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Ленинград : Наука, 1980. 287 с.

150. Pokarzhevskii A. D., Van Straalen N. M., Zaboev D. P., Zaitsev A. S. Microbial links and element flows in nested detrital food-webs. *Pedobiologia*. 2003. Vol. 47. P. 213–224.

151. Dedeke Gabriel A., Owa Stephen O., Olurin Kayode B. Amino acid profile of four earthworms species from Nigeria. *Agric. Biol. J. N. Am.* 2010. № 1(2). P. 97-102.

152. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / Е.А. Петухова и др. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1990. 253 с.

153. Бегма Н. А., Микитюк В. В. Продуктивність молодняку свиней за впливу альтернативних джерел кормового білка. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2010. Т.12. №2(44). Ч.3. С. 3–9.

154. Попов В.С., Уманець Д.П. Ефективність використання комбікормів з різними рівнями сирого протеїну та лізину в годівлі молодняку кролів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2010. Т.12, № 2(44). Ч.3. С.198–202.

155. *Amino Acids in Animal Nutrition* / Pierre Dalibard et al. Brussels, 2014. 92 p.

156. Effects of protein sources and levels in antibiotic-free diets on diarrhea, intestinal morphology, and expression of tight junctions in weaned piglets / Wu Yunpeng et al. *Animal Nutrition*. 2015. P.170–176. URL: Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.08.013>.

157. Abdigaliyeva T., Sarsembayeva N., Łozowicka B., Pietrzak-Fiećko R. Effects of supplementing laying hens' diets with vermiculite on morphometric parameters, chemical composition, fatty acid profile and egg production. *J. Elem.* 2017. 22(3): 1117-1130. DOI: 10.5601/jelem.2017.22.1.1397.

158. Effect of dietary protein sources on production performance, egg quality, and plasma parameters of laying hens / Xiaocui Wang et al. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2017. Mar; 30(3): 400–409. Published online 2016 Sep 9. doi: 10.5713/ajas.16.0457 PMID: 27608634.

159. Blair R. Nutrition and feeding of organic poultry. Trowbridge: CAB International. 2008. 314 p.

160. Kucharska-Gaca Joanna, Kowalska Emilia, Dębowska Michalina. In ovo feeding – technology of the future – a review. *Ann. Anim. Sci.* 2017. Vol. 17. №. 4. P. 979–992. DOI: 10.1515/aoas-2017-0004.

161. Influence of blue mussel (*Mytilus edulis*) and starfish (*Asterias rubens*) meals on production performance, egg quality and apparent total tract digestibility of nutrients of laying hens / Sadia Afrose et al. *Animal Feed Science and Technology.* 2016. Vol. 213. P.108–117. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.008>.

162. Istiqomah L., Sofyan A., Damayanti E., Julendra H. Amino acid profile of earthworm and earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) for animal feedstuff. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 2009. № 34 (4). P. 253–257.

163. Склад раціону для перепелів : пат. 11997 Україна : МПК А23К 1/00. № 2005007186; заявл. 19.07.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1. 3 с.

164. Effect of feed supplement containing earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) on production performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*) / L. Istiqomah et al. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science* 101 (2017) 012032. doi:10.1088/1755-1315/101/1/012032.

165. Способ производства белково-витаминной кормовой муки из гибрида красного калифорнийского дождевого червя и вермикомпостированных яблочных выжимок: пат. 2470521 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. № 2011105477/13; заявл. 14.02.2011; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 36. 8 с.

166. Дармограй Л. М., Шевченко М.Є. Поживна цінність і продуктивна дія біомаси дріжджів на організм тварин і птиці (оглядова інформація). *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького.* Львів, 2014. Т.16. № 2(59). Ч.3. С. 83–88.

167. Порошинська О. А. Рівень м'ясної продуктивності перепелів залежно від активності ферментів органів травлення та за впливу комплексу амінокислот. Основні напрями забезпечення ветеринарного благополуччя тваринництва : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф.(Біла Церква, 6 листоп. 2014). Біла Церква, 2014. С. 5–6.

168. Ніщепенко М. П., Порошинська О. А., Саморай М. М. Взаємозв'язок між активністю ферментів органів травлення перепелів та їх м'ясною продуктивністю за впливу комплексу амінокислот. Птахівництво : міжвідом. темат. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 69. С. 235–239.

169. Ніщепенко М. П., Стовбецька Л. С., Порошинська О. А. Вплив комплексу амінокислот та вітаміну Е на продуктивність та морфологічний склад яєць перепілок японської породи. Птахівництво : міжвідом. темат. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 69. С. 239–243.

170. Ніщепенко М. П., Порошинська О. А. Вміст амінокислот у сироватці крові та м'язовій тканині перепелів і кореляційні зв'язки між цими показниками. Аграрна наука – виробництву. Сучасні проблеми ветеринарної медицини : тези держ. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 8 листоп. 2012 р.). Біла Церква, 2012. С. 22–23.

171. Отченашко В. В. Ефективність використання кормів у перепелів за різного протеїнового живлення. Птахівництво : міжвідом. темат. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 69. С. 248–254.

172. Спосіб одержання біологічно активних речовин з біомаси дощових черв'яків : пат. 10814 Україна : МПК А23К 1/10. № 93090867; заявл. 11.02.93; опубл. 19.07.99, Бюл. № 4. 4 с.

173. Optimization of Protein Content in Earthworm-based Fish Feed Formulation for Catfish (*Clarius gariepinus*) / Z. Zakaria et al. Sains Malaysiana. 2012. № 41 (9). P. 1071–1077.

174. Євтушенко М. Ю. Ефективність використання стартового корму, виготовленого з гібрида червоного каліфорнійського черв'яка, для личинок риб. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2011. Вип. 160. Ч. 1. С. 83–92.

175. Спосіб одержання кормової добавки для сільськогосподарських тварин : пат. 90300 Україна : МПК А23К 1/16 (2006.01). № 201312490; заявл. 24.10.2013; опубл. 26.05.2014, Бюл. № 10. 4 с.

176. Мазь для лечения инфицированных ран : пат. 2180574 Российская Федерация : МПК⁷ А61К35/56, А61Р31/ 00. № 99106745/14; заявл. 30.03.1999; опубл. 20.03.2002, Бюл №2. 4 с.

177. Спосіб одержання біологічно активних фракцій з дощових черв'яків : пат. 35923 Україна : МПК⁶ А61К35/56. № 99041932; заявл. 06.04.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3. – 2 с.

178. Энтеральный препарат, содержащий экстракт биомассы красного калифорнийского дождевого червя *Eisenia foetida* в виде таблеток «Вермин» : пат. 2177784 Российская Федерация: МПК⁷ А61К9/20, А61К35/56. № 99111405/14; заявл. 01.06.1999, опубл. 10.01.2002, Бюл №1. 5 с.

179. Способ производства сухого порошка из дождевых червей: пат. 2438681 Российская Федерация: МПК А61К35/56, А61К 9/14. № 2010141837/15; заявл. 12.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1. 14 с.

180. Антимикробные свойства красного калифорнийского червя. / В. А. Быбин и др. Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенных преобразований экосистем : материалы междунар. науч.-практ. конф., (г. Иркутск, 4–7 сент. 2006 г.). Иркутск, 2006. С. 399–400.

181. Degradation of prion protein and reduced infectivity by earthworm homogenates : pat. 8337902 B2 US, А61К35/12, А61К35/32, А61К35/34. WI (US). № 12/566,406; filed 24.09.2009; publication 25.03.2010. 33 p.

182. Prakash M., Gunasekaran G., Elumalai K. Effect of earthworm powder on antioxidant enzymes in alcohol induced hepatotoxic rats. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2008. № 12. P. 237–243.

183. Васильева О. О. Історія та перспективи розвитку фазанівництва в галузі птахівництва України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2009. Вип. № 2. С.58–62.

184. Васильева О. О. Розведення фазанів – перспективний напрям сучасного птахівництва України. Промислове і декоративне птахівництво : проблеми та перспективи : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., проведеної у рамках

Фестивалю «Пташиний двір». (м. Кам'янець-Подільський, 12-13 жовт. 2011 р.). Кам'янець-Подільський : видавець ПП Зволейко Д. Г., 2011. С. 10–11.

185. Фролов Д. О. Економічні проблеми фазанівництва в Україні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2014. № 4. С. 115–118.

186. Корж О. П. Теоретичні засади зоотехнічного розділу фазанівництва. Наукові доповіді НУБіПУ. Київ, 2012. № 2 (31). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12kor.pdf.

187. Кузнецов Б. А. Определитель позвоночных животных фауны. Ч. 2. Москва : Просвещение, 1974. 286 с.

188. Карташев Н. Н. Систематика птиц : учеб. пособие для ун-тов. Москва : Высшая школа, 1974. 362 с.

189. Бутурлин С. А. Гагаровые, Веслоногие, Цапли, Пластинчатоклювые, Куриные, Пастушковые, Триперстки. Полный определитель птиц. Москва : Наука, 1987. Т. 2. 528 с.

190. Каталог племінних ресурсів сільськогосподарської птиці України / Ю.О. Рябоконт та ін. Харків, 2005. 78 с.

191. Feeding Game Birds : Pheasant, Quail, and Partridge. Alabama Cooperative Extension System. 2009. URL: <http://www.aces.edu>.

192. Габузов О. С. Дичеразведение в увеличении продовольственных ресурсов. Обзорная информация. Москва : ВНИИТЭИСХ, 1984. 65 с.

193. Kokoszyński D., Bernacki Z., Korytkowska Henryka, Wilkanowska Anna. Effect of different feeding regimens for game pheasants on carcass composition, fatty acid profile and mineral content of meat. *Europ.Poult.Sci.* 2014. № 78. DOI: 10.1399 / eps.2014.10.

194. Гарбузов О. С. Дичеразведение. Москва, 1999. 450 с.

195. Блохин Г. М. Основы интенсивного фазановодства: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.10.99. Москва, 1999. 18 с.

196. Єременко О. А. Формування антиоксидантного захисту організму фазанів при різному протеїновому забезпеченні раціонів. Вісник Запорізького національного університету. Запоріжжя, 2007. №1. С.74–78.

197. Концептуальные подходы к созданию биокадастра торфов / Л. М. Степченко и др. Гуминовые вещества и фитогормоны в сельском хозяйстве: сб. матер. конф. Radostim 2010. Днепропетровск, 2010. С. 52.

198. Степченко Л. М., Седых Н. Й., Ефимов В. Г. Оценка биологической активности гуминовых препаратов и сырья для их получения. Гуминовые вещества и фитогормоны в сельском хозяйстве: сб. материалов конф. Radostim 2010. Днепропетровск, 2010. С. 56.

199. Седых Нина. Биокадастр торфов Украины как основа для получения новых гуминовых препаратов направленного действия. Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве: сб. тез. X Междунар. конф. daRostim 2014 (Москва, 19–23 ноября 2014 г.). Москва, 2014. С. 156.

200. Грачева И. М., Грачев Ю. П., Мосичев М. С. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов: учеб. пособ. для вузов. Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 240 с.

201. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Минск, 2002. 2-е изд. Т. 1. 495 с.

202. Caraway W. T. A stable starch substrate for the determination of amylase in serum and other body fluids. American Journal of Clinical Pathology. 1959. Vol. 32. P. 97.

203. ГОСТ Р-53046-2008. Препараты ферментные. Методы определения ферментативной активности целлюлазы. [Введ. 16.12.2008]. № 415. Изд. офиц. Москва: Изд-во стандартов, 2008. 10 с.

204. Резниченко И. С. Сравнительный анализ методик очищения пищеварительной системы дождевых червей для экотоксикологических исследований на *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). Биологические науки. Фундаментальные исследования. 2013. № 6. С. 1156–1159.

205. ДСТУ ISO 5984: 2004. Корма для тварин. Метод визначення вмісту сиропі золи. [Чинний від 01.01.2006]. Вид. офиц. Київ : Держпоживстандарт, 2006. 8 с.

206. ДСТУ ISO 5983: 2003. Корма для животных. Определение содержания азота и расчет содержания сырого белка. Метод Кьельдаля. [Чинний від 01.07.2005]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2005. 12 с.

207. ДСТУ ISO 6492: 2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру. [Чинний від 01.07.2005]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2005. 12 с.

208. ДСТУ ISO 6865: 2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини [Чинний від 01.04.2006]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2006. 14 с.

209. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Межгосударственный стандарт. [Введ. 01.01.1998]. Изд. офиц. Москва : Изд-во стандартов, 1997. 10 с.

210. ДСТУ 7083: 2009. Добрива органічні та органо-мінеральні. Методи визначення гумінових кислот. [Чинний від 01.01.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт, 2011. 14 с.

211. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособ./ под ред. Д. Г. Звягинцева. Москва: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

212. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / под ред. И. П. Кондрахина. Москва : КолосС, 2004. 520 с.

213. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Дослідження росту та розвитку вермикультури за впливу Гуміліду. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Науковий вісник НУБіП України. Київ, 2016. Вип. 236. С. 316–325.

214. Гейсун А. А. Влияние препарата «Гумилид» на жизнедеятельность различных видов вермикультуры. Гуминовые вещества и другие биологически активные соединения в сельском хозяйстве: сб. тез. X Междунар. конф. daRostim 2014 (Москва, 19–23 ноября 2014 г.). Москва, 2014. С. 120.

215. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Дослідження репродуктивної функції вермикультури «Русский Московский Гибрид» за впливу Гуміліду. Природне агровиробництво в Україні: Проблеми становлення, перспективи розвитку: тези

доп. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 22-23 жовт. 2015 р.). Дніпропетровськ, С. 364–365.

216. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Дослідження впливу препарату «Гумілід» на приріст біомаси вермикультури. Хімія та сучасні технології: тези доп. VII Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Дніпропетровськ, 2015. Т. 7. С. 34–35.

217. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Динаміка розмноження вермикультури в промислових умовах за впливу Гуміліду. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2017. Вип. 1(134). С.41–47.

218. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Накопичення біомаси вермикультури в умовах вермиферми за впливу Гуміліду. Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету та 110-річчю від дня народження проф. Л. А. Христевої (Дніпро, 19-20 жовт. 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 39–40.

219. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Вплив Гуміліду на накопичення біомаси вермикультури. XIIth International Scientific and Practical Conference daRostim 2016 Biotechnology for agriculture and environmental protection: Proceedings. Odessa: I.I. Mechnikov Odessa National University, 2016. P. 65–66.

220. Гейсун А. А. , Степченко Л. М. Общая активность гидролитических ферментов красного калифорнийского червя под действием Гумилида. Зоотехническая наука Беларуси. Технология кормов и кормления, продуктивность. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино, 2017. Т.52. Ч2. С. 106–113.

221. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Впливу Гуміліду на накопичення гумінових речовин у біогумусі. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпро, 2017. № 1(43). С. 17–20.

222. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Накопичення гумінових речовин у біогумусі за впливу біологічно активних речовин. Досягнення та перспективи

застосування гумінових речовин у сільському господарстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 95-річчю Дніпровського державного аграрно-економічного університету та 110-річчю від дня народження проф. Л. А. Христевої (Дніпро, 19–20 жовт. 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 40–41.

223. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Дослідження впливу біологічно активних речовин гумінової природи на фізіологічну активність вермикюльтури. Актуальні проблеми фізіології тварин – Actual problems of animal physiology: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Чернігів, 3–5 трав. 2018 р.). Київ, 2018. С. 20–21.

224. ГОСТ Р 56004–2014. Удобрения органические. Вермикомпосты. Технические условия. [Введ. 01.07.2015]. Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 2014.

225. ГОСТ Р 56651–2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. [Введ. 01.01.2013]. Изд. офиц. Москва: Стандартинформ, 2012.

226. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Дослідження впливу Гуміліду на контамінацію важкими металами продуктів вермитехнології. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2016. Вип. 2(129). С.68–74.

227. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Накопичення важких металів у тканинах гібриду червоного каліфорнійського черв'яка за впливу Гуміліду. Хімія та сучасні технології : тези доп. VIII Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених довідей. Дніпро, 2017. С. 85.

228. Pramanik P., Ghosh G. K., Ghosal P. K., Banik P. Changes in organic- C, N, P, and K enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. Bioresour. Technol. 2007, 98: 2485–2494.

229. Aira M., Monroy F., Dominguez J., Mato S. How earthworm density affects microbial biomass and activity in Pig manure. Eur. J. Soil Bio. 2002, 38: 7–10.

230. Асонов Н. Р. Микробиология. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, Колос-Пресс, 2002. 352 с.

231. Санітарні норми та правила в Україні. Київ : КНТ, 2004. 460 с.

232. Вахрушева Т. И. Показатели живой массы цыплят в возрасте 1 – 40 суток под влиянием левзеи сафлоровидной и энтерофара. Проблемы современной аграрной науки : материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Красноярск, 15 октяб. 2015 г). Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2015. С. 38–40.

233. Иванова В. С., Трошкина Н. Н. Контроль за развитием обыкновенного фазана. Искусственное разведение фазанов: сб. науч. трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. Москва, 1983. С. 128–145.

234. Склад раціону фазанів : пат. 120540. Україна : МПК А23К 10/00, А23К 10/12, А23К 50/75. № 120540 заявл. 25.04.17; опубл. 10.11.17, Бюл. № 21. 4 с.

235. Гейсун А. А., Галузіна Л. І., Степченко Л. М. Вплив біомаси вермикультури, отриманої при застосуванні Гуміліду, на процеси росту фазана мисливського. Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 23–25 черв. 2016 р.). Одеса, 2016. С. 12.

236. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Ефективність застосування кормової добавки вермикультури при вирощуванні фазана мисливського. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2018. Вип. 1(141). С.38–45.

237. Трошкина Н. Н. Изменение показателей крови у некоторых видов дичи при искусственном разведении. Разведение и создание новых популяций редких и ценных видов животных: тез. докл. III-го совещания. Ашхабад, 1982. С. 73–77.

238. Степченко Л. М., Гейсун А. А., Галузіна Л. І. Ефективність застосування біомаси вермикультури, що отримана з використанням «Гуміліду» у годівлі молодняку фазана мисливського. Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Харків, 2017. Вип. 34. Ч. 2. С. 105–109.

239. Гейсун А. А., Степченко Л. М. (2018). Білковий обмін фазанів за використання у складі комбікормів біомаси вермикультури. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 6(3). 7–11. doi: 10.32819/2018.63002.
240. Засіб для збільшення репродуктивності черв'яків та спосіб його одержання: пат. 54507 Україна : МПК 7 C07D 213/89, C07C 55/06, A01K 67/06. № 99116179; заявл. 12.11.1999; опубл. 17.03.2003, Бюл. № 3. 4 с.
241. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов. Москва : Изд-во «Наука», 1980. 245 с.
242. Кузьмина Н. В. Комплексная оценка вермикомпоста в агроценозе с овощными культурами: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.04. Москва. 2005. 24 с.
243. Микробиологические основы производства вермикомпостов и их использование в тепличном хозяйстве (отчёт). Москва, 1992. 196 с.
244. Терещенко Н. Н. Эколого микробиологические аспекты верми-компостирования. Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 2003. 116 с.
245. Anastasi A., Varese G. C., Marchisio V. F. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost. *Mycologia*. 2005. Vol. 97. № 3. P. 33–44.
246. Vaz-Moreira I., Silva M. E., Manaia C. M., Nunes O. C. Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts. *Microb Ecol*. 2008. Vol. 55. P. 714–722.
247. Gutierrez-Miceli F. A., Moguel-Zamudio B., Abud-Archila M., Gutierrez-Oliva V.F. Dendooven Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. *Bioresource Technology*. 2008. V.99. P.7020–7026.
248. Rundell B. B. Evaluation of bacterial populations in a campus vermicompost facility by microbiology classes. *The american Biology Theacher*. 2003. Vol. 65. № 5. P. 367–371.
249. Орлов Д. С. Гуминовые вещества в биосфере. *Соровский образовательный журнал*. 1997. № 2. С. 56–63.

250. Назырова Ф. И., Гарипов Т. Т. Кислотно-основная буферность зональных типов почв Южного Приуралья в агротехногенных условиях. Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург, 2011. № 6. С. 147–156.

251. Коротченко И. С. Оценка детоксикации тяжелых металлов при выращивании моркови в полевых условиях. Вестник Красноярского государственного университета. Красноярск, 2010. № 10. С. 128–133.

252. Поліщук А. А., Булавкіна Т. П. Дослідження токсичності важких металів у свинарстві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2009. № 1. С. 53–56.

253. Параняк Р. П., Васильцева Л. П., Макух Х. І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. Біологія тварин. 2007. Т. 9. № 1–2. С. 33–39.

254. Приходько О. О. Вплив солей важких металів на біохімічні показники крові щурів різних вікових груп. Вісник Сумського державного університету. Медицина. Суми, 2010. № 2. С. 42–47.

255. Самохвалова В. Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. Біологічні студії. 2014. Т. 8. № 1. С. 217–236.

256. Добровольский В. В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов. Природа. 2004. № 7. С. 35–39.

257. Інновації у вирішенні проблем утилізації органічних відходів методом вермикультивування: зб. наук. праць. Київ, 2013. Вип. 10 (105). С. 64–69.

258. Ковальчук И. И., Федорук Р. С, Храбко М. И., Романив Л. И. Влияние «Гумилица» на содержание липидов и тяжелых металлов в организме медоносных пчел. Подкормка гуминовым препаратом в летний период. Жодино, 2014. С. 197-204.

259. Исхаков Х. А. Гуминовые комплексы. Вестник Кузбасского государственного технического университета, Кемерово, 2010. № 6. С. 126–129.

260. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae) : монографія / за заг. ред. О. Є. Пахомова. Дніпропетровськ, ДНУ, 2007. 371 с.

261. Михайленко Є. О. Гематологічні та біохімічні показники крові курчат-бройлерів при введенні до їх раціону біологічно активної добавки «Гумілід» з водою. Науково-технічний бюлетень науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2015. Т. 3. № 4. С. 132–135.

262. Бондаренко С. П. Содержание фазанов. Москва: ООО «Издательство АСТ»; Донецк : Издательство «Сталкер», 2002. 107 с.

263. The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens / Z. Bahadori et al. Livestock science. 2016. 202, 74-81. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>.

264. Hardi Julendra, Zuprizal, dan Supadmo. The effect of earthworm (*Lumbricus rubellus*) meal as feed additive on broiler. Buletin Peternakan. 2010, Vol. 34(1): 21-29

ДОДАТКИ

Додаток А

Склад комбікормів для молодняку фазанів, %

Показники	Вік 1-21 діб	Вік 22-35 діб
Пшениця	53,0	50,0
Ячмінь	7,7	16,7
Шрот соєвий	16,5	14,4
Дріжджі кормові	7,8	5,5
Борошно:		
Рибне	6,0	4,6
М'ясокісткове	4,2	1,8
Трав'яне	4,0	5,0
Кісткове	0,6	1,8
Сіль поварена	0,2	0,2
Поживність комбікорму, %		
Сирий протеїн	24,5	21,1
Клітковина	4,5	5,0

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицан
« 5 » _____ 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Природні біотехнології»
М.В. Семенцов

« 5 » _____ 2016 р.



АКТ

про проведення науково-господарського експерименту

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 15.09.2015 р. по 5.04.2016 р. в умовах ТОВ «Природні біотехнології» був проведений науково-господарський експеримент у процесі вермикультивування протягом 180 днів дослідження. В експерименті була досліджена оптимальна кількість біологічно активної добавки «Гумілід» у складі поживного субстрату на процес накопичення біомаси вермикультури, її фізико-хімічний склад, а також вміст гумінових речовин у біогумусі та важких металів – у біогумусі та біомасі червоного каліфорнійського черв'яка.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»



Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор.



Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Гейсун А. А.

Додаток В

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор
Ю. І. Грицан
« 5 » 2015 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Природні біотехнології»
М.В. Семенцов
« 5 » 2015 р.



АКТ

про контрольний відбір біогумусу та біомаси вермикультури з контрольних та дослідних груп

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 5.10.15 р з експериментальних груп (контрольних та дослідних) були відібрані проби біогумусу у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) та біомаса вермикультури у кількості 3 кг (по 0,5 кг середньої проби з кожної групи) з метою подальших наукових досліджень.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»

Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор

Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

Гейсун А. А.

Додаток Д

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор

Ю. І. Грицан

«14» листопада 2015 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Природні біотехнології»

М.В. Семенцов

«14» листопада 2015 р.



АКТ

про контрольний відбір біогумусу та біомаси вермикультури з контрольних та дослідних груп

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 19.11.15 р з експериментальних груп (контрольних та дослідних) були відібрані проби біогумусу у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) та біомаса вермикультури у кількості 3 кг (по 0,5 кг середньої проби з кожної групи) з метою подальших наукових досліджень.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»

Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор

Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

Гейсун А. А.

Додаток Е

ЗАТВЕРДЖУЮ


Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицан
« 4 » грудня 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Природні біотехнології»


М.В. Семенцов
« 3 » грудня 2016 р.



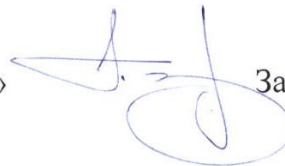
АКТ

про контрольний відбір біогумусу та біомаси вермикультури з контрольних та дослідних груп

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 3.01.16 р з експериментальних груп (контрольних та дослідних) були відібрані проби біогумусу у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) та біомаса вермикультури у кількості 3 кг (по 0,5 кг середньої проби з кожної групи) з метою подальших наукових досліджень.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»



Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор



Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Гейсун А. А.

Додаток Ж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. Грицан
« 17 »  2016 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Природні біотехнології»


М.В. Семенцов
« 17 »  2016 р.

АКТ

про контрольний відбір біогумусу та біомаси вермикультури з контрольних та дослідних груп

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 17.02.16 р з експериментальних груп (контрольних та дослідних) були відібрані проби біогумусу у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) та біомаса вермикультури у кількості 3 кг (по 0,5 кг середньої проби з кожної групи) з метою подальших наукових досліджень.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»


Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор


Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ


Гейсун А. А.

Додаток К

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор

Ю. І. Грицан

« 3 » 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТОВ «Природні біотехнології»

М.В. Семенцов

« 3 » 2016 р.



АКТ

про контрольний відбір біогумусу та біомаси вермикультури з контрольних та дослідних груп

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 3.04.16 р з експериментальних груп (контрольних та дослідних) були відібрані проби біогумусу у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) та біомаса вермикультури у кількості 6 кг (по 1 кг середньої проби з кожної групи) з метою подальших наукових досліджень.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»

Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор

Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

Гейсун А. А.

Додаток Л

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор

Ю. І. Грицан

«21» _____ 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова правління
ТОВ «Природні біотехнології»

М.В. Семенцову

«20» _____ 2016 р.



АКТ ПРО ВИРОБНИЧУ ПЕРЕВІРКУ

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.І. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 15.12.2015 р. по 20.06.2016 р. в умовах ТОВ «Природні біотехнології» була проведена виробнича перевірка з визначенням ефективності застосування біологічно активної добавки «Гумілід» у процесі вермикультивування. У виробничій перевірці були задіяні піддослідні групи – усього 6 буртів(три контрольних та три дослідних), які були заселені вермикультурою. Біологічно активну добавку «Гумілід» вводили до субстрату дослідних буртів у кількості 15мг/кг з інтервалом 1 раз на місяць.

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології» _____ Загородський П. І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. біол. н., професор.

_____ Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології


та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

_____ Гейсун А. А.

Додаток М

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор

 І. Грицан
« 4 » 2017 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «Природні біотехнології»

 М.В.Семенцов
« 3 » 2017 р.



АКТ

про впровадження

Ми, що нижче підписалися, головний технолог ТОВ «Природні біотехнології» П.В. Загородський, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 3.04.2017 р. по 3.10.2017 р. в умовах ТОВ «Природні біотехнології» освоєні результати науково-технічної роботи за темою: «Біотехнологія одержання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського», яка виконувалась Гейсун А.А. шляхом додавання до поживного субстрату для червоних каліфорнійських черв'яків при вермикультивуванні біологічно активної добавки «Гумілід» у кількості 15 мг/кг сухої речовини поживного субстрату. В результаті, після закінчення 180 діб біотрансформації в отриманому біогумусі було 290,80 тис черв'яків на ложі, що на 50,67 тис особин більше ніж без застосування Гуміліду.

Економічна ефективність впровадженої наукової розробки за темою «Біотехнологія одержання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського» склала 3681,72 грн

Головний технолог

ТОВ «Природні біотехнології»



Загородський П.І.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

професор, к. біол. н.



Степченко Л. М.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Гейсун А. А.

Додаток М.2

Розрахунок економічної ефективності

1. Комерційна вартість 1000 черв'яків у 2017 році склала 17,3 грн.
З ложе отримали 876,6 грн додатково (50,67 тис. черв'яків)
 $(17,3 \text{ грн} * 50,67 \text{ черв'яків}) = 876,6 \text{ грн}$
З загальної кількості лож (6) вартість додатково отриманої продукції склала
5259,6 грн
 $(6 * 876,6 \text{ грн}) = 5259,6 \text{ грн}$
2. Впровадження нового технологічного елементу пов'язано з додатковими витратами. Коефіцієнт ціни розрахунку прийнято вважати 0,7
 $5259,6 * 0,7 = 3681,72 \text{ грн.}$

Бухгалтер
ТОВ «Природні біотехнології»



Мозгіна С.В.

Додаток Н

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицан
« 5 » _____ 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління

ПрАТ «Агро-Союз»

В. А. Хмеленко


« 4 » _____ 2016 р.



АКТ

про проведення науково-господарського експерименту

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 4.05.2016 р. по 4.07.2016 р. в умовах ПрАТ «Агро-Союз» був проведений науково-господарський експеримент на мисливських фазанятах віком з першої доби до 2 місяців. В експерименті була встановлена оптимальна доза біомаси вермикультури, що була отримана з використанням біологічно активної добавки "Гумілід", як кормової добавки до раціону птиці у залежності від їх віку та маси тіла, а також з'ясований характер впливу біомаси вермикультури на функціональний стан організму мисливських фазанят.

Управляючий сільськогосподарською

ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

професор, к. біол. н.


Асистент кафедри фізіології


та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ, к. с.-г. н.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

 Романьков А. М.

 Степченко Л. М.

 Галузіна Л. І.

 Гейсун А. А.

Додаток П

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грищан
« 31 » червня 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління
ПрАТ «Агро-Союз»


В. А. Хмеленко
« 31 » травня 2016 р.



АКТ

про контрольний забій підослідної птиці

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 31.05.16 р. для контрольного забю з експериментальних груп птиці були відібрані фазанята у кількості 20 птахів (по 5 фазанят з кожної групи) з анатомічним розділенням туш фазанят та відібрані зразки м'язів та крові з метою подальших наукових досліджень.

Управляючий сільськогосподарською

ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»



Романьков А. М.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Степченко Л. М.

професор, к. біол. н.

Асистент кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

к. с.-г. н.



Галузіна Л. І.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ




Гейсун А. А.

Додаток Р

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицан
« 16 » червня 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління

ПрАТ «Агро-Союз»


В. А. Хмеленко
« 16 » червня 2016 р.



АКТ

про контрольний забій підослідної птиці

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 15.06.16 р. для контрольного забою з експериментальних груп птиці були відібрані фазанята у кількості 20 птахів (по 5 фазанят з кожної групи) з анатомічним розділенням туш фазанят та відібрані зразки м'язів та крові з метою подальших наукових досліджень.

Управляючий сільськогосподарською

ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

професор, к. біол. н.

Асистент кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ к.с.-г.н.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Романьков А. М.



Степченко Л. М.



Галузіна Л. І.



Гейсун А. А.

Додаток С

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицан
« 23 » червня 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління

ПрАТ «Агро-Союз»

В. А. Хмеленко



« 23 » червня 2016 р.

АКТ

про контрольний забій підслідної птиці

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що 22.06.16 р. для контрольного забою з експериментальних груп птиці були відібрані фазанята у кількості 20 птахів (по 5 фазанят з кожної групи) з анатомічним розділенням туш фазанят та відібрані зразки м'язів та крові з метою подальших наукових досліджень.

Управляючий сільськогосподарською

ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»



Романьков А. М.

Зав. кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

професор, к. біол. н.



Степченко Л. М.

Асистент кафедри фізіології


та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ к.с.-г.н.

Здобувач кафедри фізіології

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ



Галузіна Л. І.



Гейсун А. А.

Додаток Т


ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Гришан
« 19 »  2016 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління
ПрАТ «Агро-Союз»
В. А. Хмеленко


« 1 »  2016 р.

АКТ ПРО ВИРОБНИЧУ ПЕРЕВІРКУ

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 4.06.2016 р. по 4.08.2016 р. в умовах ПрАТ «Агро-Союз» була проведена виробнича перевірка на мисливських фазанятах з визначенням ефективності застосування біомаси вермикюльтури, що була отримана з використанням біологічно активної добавки «Гумілід», в якості кормової добавки до основного раціону птиці. У виробничій перевірці були задіяні піддослідні групи птиці (контрольна та дослідна) з поголів'ям на початок перевірки по 50 фазанят у кожній піддослідній групі. Біомасу вермикюльтури, що була отримана з використанням біологічно активної добавки «Гумілід» вводили до основного раціону мисливських фазанят з розрахунку, у залежності від віку та маси тіла, 1,5-2,5 % від кількості добового раціону птиці.


Управляючий сільськогосподарською
ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»

 Романьков А. М.

Зав. кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ
професор, к. біол. н.

 Степченко Л. М.

Асистент кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ, к. с.-г. н.
Здобувач кафедри фізіології

 Галузіна Л. І.

та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

 Гейсун А. А.

Додаток У

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи ДДАЕУ,
доктор біологічних наук, професор


Ю. І. Грицак
« 6 » вересня 2016 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Голові правління
ПрАТ «Агро-Союз»
В. А. Хмеленко


« 5 » вересня 2016 р.




АКТ

про впровадження

Ми, що нижче підписалися, управляючий сільськогосподарською ділянкою ПрАТ «Агро-Союз» А. М. Романьков, зав. кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (ДДАЕУ), професор Л. М. Степченко, асистент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ Л. І. Галузіна, здобувач кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ А. А. Гейсун склали цей акт у тому, що з 4.07.2016 р. по 4.09.2016 р. в умовах ПрАТ «Агро-Союз» було впроваджено застосування біомаси вермикультури, що була отримана з використанням біологічно активної добавки «Гумілід», як кормової добавки до основного раціону мисливських фазанят з розрахунку, у залежності від віку та маси тіла, 1,5-2,5 % від кількості добового раціону птиці. Впровадження проводили на піддослідних групах птиці (контрольна та дослідна) з поголів'ям на початок впровадження по 50 фазанят у кожній піддослідній групі.


Управляючий сільськогосподарською
ділянкою ПрАТ «Агро-Союз»

 Романьков А. М.

Зав. кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ
професор, к. біол. н.

 Степченко Л. М.

Асистент кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ, к. с.-г. н.

 Галузіна Л. І.

Здобувач кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин ДДАЕУ

 Гейсун А. А.

Додаток Ф

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Дніпропетровського державного
аграрно-економічного
університету, доктор біологічних
наук, професор

 Ю.І. Грицан
«20»  2018 р.

А К Т

про впровадження результатів
кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Гейсун Анастасії Анатоліївни на тему: «Біотехнологія одержання біомаси вермикюльтури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія», впроваджено у навчальну програму при викладенні дисциплін «Біотехнологія у ветеринарній медицині», «Фізіологія тварин» стосовно поліпшення процесу вермикюльтивування, отримання кормової добавки вермикюльтури з новими якостями та особливостей обміну речовин у фазана мисливського на кафедрі фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин у підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 6.11010101 «Ветеринарна медицина» у Дніпропетровському державному аграрно-економічному університеті.

Декан факультету ветеринарної
медицини. к.вет.н., доцент



І.А. Бібен

Завідувач кафедри фізіології
та біохімії с.-г. тварин,
к.б.н., професор



Л.М. Степченко

Додаток X

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ДВНЗ "Український державний
хіміко-технологічний університет"

проф., д.т.н. О.А. Півоваров

"15" березня 2018 р.

**А К Т****про впровадження результатів
кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Гейсун Анастасії Анатоліївни на тему: «Біотехнологія одержання біомаси вермикультури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія», впроваджено у навчальну програму при викладенні дисципліни «Загальна біотехнологія», «Екобіотехнологія» стосовно особливостей культивування червоного каліфорнійського черв'яка за впливу біологічно активних речовин на кафедрі біотехнології у підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія» в Українському державному хіміко-технологічному університеті.

Перший проректор,
д.т.н., проф.

В.І. Голєус

Завідувач кафедри
біотехнології
д.с.-г.н., проф.

В.Т. Сметанін

Додаток Ц

Погоджено:

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи, професор
В.М. Жмайлов

«19» лютого 2018 р.

Затверджую:

Перший проректор,
д.ю.н., професор
М.П. Куріло



«19» лютого 2018 р.

А К Т

**про впровадження результатів
кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Гейсун Анастасії Анатоліївни на тему: «Біотехнологія одержання біомаси вермикюльтури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняку фазана мисливського», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія», впроваджено у навчальну програму при викладенні дисциплін «Фізіологія тварин», «Фізіологія сільськогосподарських тварин» стосовно особливостей обміну речовин у фазана мисливського при застосуванні кормової добавки вермикюльтури на кафедрі анатомії, нормальної і патологічної фізіології у підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» зі спеціальності 6.11010101 «Ветеринарна медицина», у Сумському національному аграрному університеті, протокол № 10 від 19 лютого 2018 р.

Декан факультету
ветеринарної медицини.
к. вет. н., доцент

О.Л. Нечипоренко

Завідувач кафедри
анатомії, нормальної
та патологічної фізіології
д.вет.н., професор

М.Д. Камбур

Завідувач НДЧ, д.е.н.,
професор

Ю.І. Данийко

Додаток Ш

<p>Погоджено:</p> <p>Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи, професор В.М. Жмайлов</p> <p><i>В.М. Жмайлов</i></p> <p><u>«12» лютого</u> 2018 р.</p>	<p>Затверджую:</p> <p>Перший проректор, д.ю.н., професор П.П. Курило</p>  <p><u>«12» лютого</u> 2018 р.</p>
--	---

А К Т про впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Гейсун Анастасії Анатоліївни тему: «Біотехнологія одержання біомаси вермикюльтури за впливу Гуміліду та її використання для вирощування молодняка фазана мисливського», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.20 «Біотехнологія», впроваджено у навчальну програму при викладенні дисциплін «Біотехнологія» стосовно поліпшення процесу вермикюльтивування та отримання кормової добавки вермикюльтури з новими якостями на кафедрі біохімії та біотехнології у підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» зі спеціальності 6.11010101 «Ветеринарна медицина», «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва» у Сумському національному аграрному університеті, протокол № 9 від 12.02. 2018 р.

Декан біолого-технологічного факультету,
к.с.-г.н., доцент



В.О. Опара

Завідувач кафедри біохімії та біотехнології,
к.с.-г.н., доцент



Л.В. Бондарчук

Завідувач НДЧ, д.е.н., доцент



Ю. І. Данько

Додаток Ш



Додаток Щ.2



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120540** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)

A23K 10/00

A23K 10/12 (2016.01)

A23K 50/75 (2016.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2017 04131**

(22) Дата подання заявки: **25.04.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2017, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):

**Степченко Лілія Михайлівна (UA),
Гейсун Анастасія Анатоліївна (UA)**

(73) Власник(и):

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49600
(UA)**

(54) СКЛАД РАЦІОНУ ДЛЯ ФАЗАНІВ

(57) Реферат:

Склад раціону для фазанів містить комбікорм та черв'ячну біомасу. При цьому як черв'ячну біомасу використовують біомасу вермикультури, отриману на живильному середовищі з ферментованого гною великої рогатої худоби та соняшникового лушпиння з додаванням біологічно активної добавки "Гумілід".

UA 120540 U