МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОСІПЕНКО ІННА СТАНІСЛАВІВНА

УДК: 636.52/.56.053.084:573.6:595.1

ДИСЕРТАЦІЯ

ОПТИМІЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ СУБСТРАТУ ДЛЯ ВЕРМИКУЛЬТУРИ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В ГОДІВЛІ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

Спеціальність: 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Інна ОСІПЕНКО
(підпис)

Науковий керівник: **Сергій МЕРЗЛОВ,** доктор с.-г. наук, професор кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва БНАУ

Біла Церква - 2023

АНОТАЦІЯ

Осіпенко І.С. Оптимізація біотехнології підготовки субстрату для вермикультури та встановлення ефективності її застосування в годівлі курчат-бройлерів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії із спеціальності 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва (20 – Аграрні науки та продовольство), Білоцерківський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Біла Церква, 2023.

У дисертаційній роботі викладені експериментальні дані відпрацювання елементів технології прискореної ферментації посліду птиці із підстилкою за дії біодеструкторів, вирощування біомаси вермикультури на цьому посліді та встановлення ефективності використання біомаси черв'яків у годівлі курчат-бройлерів.

Робота виконана в НДІ тваринництва та харчових технологій Білоцерківського національного аграрного університету в межах тематики "Оптимізація біотехнологічних процесів вермикультивування та використання вермикультури в годівлі курчат-бройлерів" (№ держреєстрації 0123U103475).

Збільшення чисельності населення планети потребує зростання виробництва м'яса. У зв'язку із цим спостерігається стрімке збільшення чисельності м'ясної птиці, зокрема курчат-бройлерів. Така динаміка супроводжується збільшенням виробництва посліду бройлерів, який локалізують на обмежених територіях. Накопичення великих обсягів посліду птиці має господарсько-екологічні проблеми. Ефективними способами утилізації посліду курчат-бройлерів із підстилкою є його компостування. Традиційне компостування посліду птиці є довготривалим (без використання

постійної аерації та внесення біопрепаратів). Для прискорення процесу одержання біокомпосту із посліду використовують біопрепарати.

Невивченими залишаються питання порівняння ефективності різних доз і препаратів біодеструкторів для ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев).

У сухій речовині біомаси черв'яків міститься 53,0−74,5 % сирого протеїну, 4,5−15,0 % жирів та 1,5−12,5 % вуглеводів. За допомогою вермикультури органічні відходи можливо трансформувати у екологічно чисте органічне добриво та білково-вітамінно-мінеральну добавку. Це створює передумови для ефективного використання ферментованого посліду курчат-бройлерів під час вирощування біомаси черв'яків. Недослідженим залишається питання встановлення ефективності використання посліду бройлерів, ферментованого прискореним методом за вирощування біомаси вермикультури. Також не вивчено ефективність згодовування біомаси черв'яків, вирощеної на субстраті із вмістом ферментованого прискореним методом посліду для курчат-бройлерів.

Отже, з огляду на викладене вище, розробка способу прискорення ферментування посліду курчат-бройлерів, встановлення доцільності його застосування у складі субстрату для вирощування біомаси вермикультури та дослідження ефективності її згодовування курчатам-бройлерам має науково-практичне значення.

За реалізації сформованої мети вирішено завдання:

- встановлено вплив біодеструктора «Sviteco-МВТ» імпортного виробництва на час ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою, його мікробіологічний та хімічний склад;

- досліджено вплив біодеструктора «Компоназа» вітчизняного виробництва на тривалість повного ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою, його мікробіологічний та хімічний склад;

- проведений порівняльний аналіз ефективності дії біодеструкторів на процес компостування посліду курчат-бройлерів;

- встановлено вплив посліду курчат-бройлерів, ферментованого прискореним методом за використання закордонного біодеструктора «Sviteco-МВТ» на ріст, розвиток, хімічний склад і біохімічні показники біомаси вермикультури;

- досліджено вплив субстрату, який містить компостований за використання біодеструктора "Компоназа" послід курчат-бройлерів на ріст, розмноження, біохімічний і хімічний склад біомаси черв'яків;

– доведено позитивний вплив біомаси вермикультури, у складі комбікормів, на масу тіла та біохімічні показники у організмі курчат-бройлерів;

- вивчено вплив біомаси черв'яків у складі комбікормів на якість і безпечність продукції курчат-бройлерів;

– проведено розрахунки економічної ефективності використання біомаси вермикультури у складі комбікормів для курчат-бройлерів.

За виконання кваліфікаційної наукової роботи застосовували сучасні методи досліджень: зоотехнічні, біотехнологічні, мікробіологічні, біохімічні, хімічні та математично-статистичні.

Здобувачка особисто сформувала мету наукової роботи, провела експериментальні дослідження щодо встановлення ефективності застосування різних доз та біодеструкторів за компостування посліду курчат-бройлерів прискореним методом, використання компостованого посліду за вирощування біомаси вермикультури. Дослідила ефективність використання біомаси черв'яків за вирощування бройлерів. Аналіз та узагальнення експериментальних даних проведено за консультації наукового керівника.

Встановлено, що за внесення біодеструктора імпортного виробництва у послід курчат-бройлерів температура останнього збільшувалась залежно від дози внесеного мікробіологічного препарату. Чим доза біодеструктора була більшою, тим швидкість та температура саморозігріву під час компостування була вищою.

Найінтенсивніші втрати вологи у ферментованому посліді бройлерів було зафіксовано у період із 3-ї до 28-ї доби компостування. Втрати вологи як у контрольній, так і дослідних групах залежали від температури компостування.

Встановлено, що найбільший показник КМАФАн та кількість бактерій роду Bacillus *spp.* було виявлено у посліді бройлерів, до якого вносили біодеструктор у кількості 2860 мг/т. Також спостерігали закономірність зменшення кількості бактерій родів Clostridium та Staphylococcus за включення біодеструктора у послід бройлерів.

За використання підвищених доз біодеструктора імпортного виробництва час компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою можливо скоротити до 6-ти місяців, а також підвищити вміст Нітрогену, Фосфору та сирого протеїну. Доведено, що застосування біодеструктора сприяє підвищенню вмісту Кальцію у ферметованому посліді.

Доведено, що за внесення біодеструктора «Компоназа» у послід курчат-бройлерів зростає температура компостування відносно контролю. Водночас пролонгується тривалість термофільного режиму на 32 доби відносно контрольної групи.

Встановлено, що використання біодеструктора «Компоназа» у дозі 11,25 $см^3$/т на 3-тю добу ферментування призводить до збільшення бактерій Bacillus *spp.* у 12 разів відносно контролю. Виявлено позитивний вплив збільшення дози біодеструктора на зменшення кількості бактерій Escherichia coli у посліді бройлерів. Експериментально також було підтверджено вплив біодеструктора на зниження вмісту у посліді птиці клітин Staphylococcus та Clostridium. Виявлено, що кількість бактерій у посліді курчат-бройлерів також змінювалась залежно від часу компостування.

Доведено, що за процесу компостування проходить зменшення сирого протеїну, Нітрогену та Фосфору відносно посліду птиці до ферментування. Проте за дії різних доз біодеструктора «Компоназа» у посліді птиці вміст сирого протеїну наприкінці експерименту зростав відносно контролю.

Встановлено позитивний ефект впливу біодеструктора «Компоназа» на процес мінералізації посліду курчат-бройлерів і скорочення часу його ферментації до 160 діб.

За вирощування вермикультури на субстраті, який містив послід курчат-бройлерів компостований біодеструторами, доведено, що кількість та маса статевозрілих, нестатевозрілих черв'яків та їх коконів була більшою у тих мікроложах, де застосовували послід ферментований біодеструктором «Компоназа» відносно варіанта, де субстрат містив послід ферментований біодеструктором імпортного виробництва «Sviteco-MBT».

Доведено, що вермикультура інтенсивніше розвивається на посліді птиці, для ферментації якої використовували більші дози біодеструктора «Компоназа». Найвищий показник кількості та маси статевозрілих особин було виявлено у III-й дослідній групі. Різниця із контролем становила, відповідно, 40,0 та 49,4 %. Встановлено, що за вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду бройлерів ферментованого біодеструктором «Компоназа» у дозі 11,25 $см^3$/т підвищується на статистичну величину вміст ліпідів та білка (рівень тенденції) у її біомасі відносно контролю.

Виявлено, що використання посліду курчат-бройлерів у складі субстрату не призводить до статистично значущого підвищення вмісту металів-біотиків та металів-токсикантів у біомасі черв'яків.

Встановлено, що маса тіла куртат-бройлерів змінювалась залежно від концентрації у комбікормах біомаси черв'яків, вирощених на субстраті із вмістом посліду, який пройшов прискорене ферментування. Маса тіла курчат, які споживали комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % вермикультури була більшою, відповідно, на 3,5 та 3,7 % відносно птиці, якій вермикультуру не згодовували. На основі одержаних даних доведено, що маса тіла птиці із II-ї та III-ї дослідних груп статистично не відрізнялась між собою, різниця становила 0,2 %.

Виявлено, що включення у комбікорми біомаси вермикультури у кількості 3,0 та 4,5 % обумовлює підвищення в межах фізіологічної норми вмісту білка, SH-груп та активності амінотрансфераз у печінці птиці.

Встановлено позитивний вплив біомаси вермикультури на хімічний склад м’яса курчат-бройлерів. Згодовування птиці 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури у складі комбікормів супроводжується тенденцією до підвищення у м’язовій тканині сухої речовини, білка та глікогену. Доведено, що за згодовування курчатам-бройлерам біомаси вермикультури біологічна цінність м’язової тканини збільшується на 10,9 – 12,7 % відносно контролю.

Доведено, що згодовування курчатам-бройлерам біомаси вермикультури сприяє зниженню собівартості одиниці маси тіла птиці на 4,8 %, збільшенню прибутку на 10,43 % та рентабельності на 8,6 % відносно контролю.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше відпрацьовані режими прискореного ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев) за використання біодеструкторів. Встановлено оптимальні дози використання біодеструкторів імпортного «Sviteco-MBT» та «Компоназа» вітчизняного виробництва.

Встановлено позитивний ефект вирощування біомаси черв’яків на субстраті, який містив послід курчат-бройлерів ферментований прискореним методом. Досліджено вплив посліду курчат-бройлерів на розмноження черв’яків і їх хімічний склад.

Доведено ефективність стимулювання приростів курчат-бройлерів за використання у їх комбікормах біомаси черв’яків вирощених на субстраті із вмістом посліду птиці ферментованого із біодеструткором «Компоназа». Вивчено біохімічні показники у організмі курчат-бройлерів, які споживали біомасу вермикультури, хімічний склад та біологічну цінність м’яса птиці.

Практичне значення результатів досліджень. Вперше доведено, що за використання 2860 мг/т імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT» та 11,25 $см^3$/т біодеструктора «Компоназа» ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою можливо скоротити до 160 діб.

Встановлено, що за вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого із біодеструктором «Компоназа»

збільшується кількість і маса черв'яків, відповідно, на 24,5 та 55,0 % відносно контролю.

Внесення до складу комбікормів біомаси черв'яків, вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом, сприяє підвищенню маси тіла курчат-бройлерів на 3,5 – 3,76 %.

На основі експериментальних даних розроблені рекомендації щодо вирощування біомаси вермикультури на посліді птиці, ферментованого прискореним методом, і використання її за виробництва м'яса курчат-бройлерів. Рекомендації затверджені радою біолого-технологічного факультету БНАУ (Протокол № 2 від 27. 09. 2023 р.).

Матеріали досліджень, викладені у дисертації, можуть бути використані за читання курсів лекцій з дисциплін "Агробіотехнологія", "Прикладна біотехнологія", "Годівля тварин", у вищих аграрних навчальних закладах для підготовки фахівців із спеціальностей: "Біотехнологія та біоінженерія", "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування", "Ветеринарна медицина" та "Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва".

Ключові слова: біодеструктор «Компоназа», біодеструктор «Sviteco-МВТ», послід курчат-бройлерів, сенсорні показники, вміст вологи, компостування, ферментація, мікроорганізми, вермикультура, біомаса черв'яків, КМАФАнМ, Bacillus *spp.,* біопроба, метали-біотики, білковий обмін, курчата-бройлери.

ABSTRACT

Osipenko I. Optimizing the biotechnology of substrate preparation for vermiculture and establishing the effectiveness of its use at broiler chickens feeding. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 204 - production and processing technology of livestock products (20−Agricultural

sciences and food), Bila Tserkva National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Bila Tserkva, 2023.

The dissertation presents experimental data on the development of elements of the technology of accelerated fermentation of poultry droppings with litter under the action of biodestructors, the cultivation of vermiculture biomass on this litter, and the establishment of the efficiency of using worm biomass at feeding broiler chickens.

The work was carried out at the Research Institute of Animal Husbandry and Food Technologies of the Bila Tserkva National Agrarian University within the framework of the topic "Optimization of biotechnological processes of vermiculture and the use of vermiculture at feeding broiler chickens" (state registration number 0123U103475).

The increase of the population of the planet requires an increase in meat production. In this connection, there is a rapid increase in the number of meat poultry, including broiler chickens. Such dynamics are accompanied by an increase in the production of broiler litter, which is localized in limited areas. The accumulation of large volumes of poultry droppings has economic and ecological problems. Composting is an effective way to dispose of broiler chicken droppings with litter. Traditional composting of poultry droppings is long-term (without the use of constant aeration and application of biological preparations). Bio-preparations are used to speed up the process of obtaining bio-compost from manure. The issue of comparing the effectiveness of different doses and preparations of biodestructors for fermentation of broiler chicken droppings with litter (sawdust of non-coniferous trees) remains unstudied.

The dry matter of worm biomass contains 53.0−74.5% of protein, 4.5−15.0% of fat, and 1.5−12.5% of carbohydrates. With the help of vermiculture, it is possible to transform organic waste into environmentally friendly organic fertilizer and a protein-vitamin-mineral supplement. This creates the prerequisites for the efficient use of fermented broiler chicken manure during the cultivation of worm biomass. The issue of determining the efficiency of using broiler litter fermented by the

accelerated method for growing vermiculture biomass remains unexplored. Also, the efficiency of feeding biomass of worms grown on a substrate containing manure fermented by the accelerated method for broiler chickens has not been studied.

Therefore, in view of the above mentioned, the development of a method of accelerating the fermentation of broiler chicken litter, establishing the feasibility of its use as a substrate for growing vermiculture biomass and researching the effectiveness of its feeding to broiler chickens is of scientific and practical importance.

For the realization of the established goal, the task was solved:

- the influence of an imported biodestructor “Sviteco-MBT” on the fermentation time of broiler chicken droppings with litter, its microbiological and chemical composition, has been established;

- the influence of the domestically produced biodestructor “Componaza” on the duration of complete fermentation of broiler chickens’ droppings with litter, its microbiological and chemical composition has been investigated;

- a comparative analysis of the effectiveness of biodestructors on the composting process of broiler chicken droppings has been carried out;

- the influence of broiler chicken droppings fermented by the accelerated method using of foreign biodestructor “Sviteco-MBT” on the growth, development, and chemical composition and biochemical indicators of vermiculture biomass has been established;

- the influence of the substrate, which contains composted broiler chicken droppings by “Componaza” biodestructor, on the growth, reproduction, biochemical and chemical composition of the biomass of worms has been investigated;

– the positive effect of vermiculture biomass, as part of compound feed, on body weight and biochemical indicators in the body of broiler chickens has been proven;

– the influence of worm biomass in compound feed on the quality and safety of broiler chicken products has been studied;

– calculations of the economic efficiency of using vermiculture biomass as part of compound feed for broiler chickens have been carried out.

Modern research methods were used for the performance of qualifying scientific work: zoo-technical, biotechnological, microbiological, biochemical, chemical, and mathematical and statistical.

The researcher personally formed the goal of the scientific work, conducted experimental studies on establishing the effectiveness of using different doses and biodestructors for composting broiler chicken droppings by an accelerated method, using composted droppings for growing vermiculture biomass. She investigated the efficiency of using worm biomass for growing broilers. The analysis for the generalization of experimental data was carried out with the advice of the scientific supervisor.

It has been established that when an imported biodestructor was added to the litter of broiler chickens, the latter's temperature increased depending on the dose of the introduced microbiological preparation. The higher the dose of the biodestructor was, the higher the rate and temperature of self-heating during composting was.

The most intensive moisture losses in fermented broiler litter were recorded during the period from 3 to 28 days of composting. Moisture losses in both the control and experimental groups depended on the composting temperature.

It has been found that the highest indicator of TVC (total viable count) and the number of bacteria of the genus Bacillus spp. was found in the litter of broilers to which biodestructor was added in the amount of 2860 mg/t. The regularity of the decrease in the number of Clostridium and Staphylococcus bacteria due to the inclusion of a biodestructor in broiler litter was also revealed.

By using increased doses of imported biodestructor, the composting time of broiler chicken litter with litter can be reduced to 6 months, and the content of Nitrogen, Phosphorus and crude protein can also be increased. It has been proven that the use of a biodestructor helps to increase the content of calcium in fermented manure.

It has been proven, that the addition of the “Componaza” biodestructor to the litter of broiler chickens increases the composting temperature compared to the control group. Also, the duration of the thermophilic regime has been extended by 32 days relatively to the control group.

It has been established that the use of the “Componaza” biodestructor at a dose of 11.25 cm^3/t on the 3-rd day of fermentation leads to an increase in Bacillus spp 12 times compared to the control group. A positive effect of increasing the dose of biodestructor on reducing the number of Escherichia coli bacteria in broiler litter was revealed. The effect of the biodestructor on reducing the content of Staphylococcus and Clostridium cells in poultry droppings has been also experimentally confirmed. It has been found out that the number of bacteria in the litter of broiler chickens also changed depending on the composting time.

It has been proven that during the composting process there is a decrease in crude protein, Nitrogen and Phosphorus relatively to poultry droppings before fermentation. However, under the influence of different doses of the “Componaza” biodestructor, the crude protein content in poultry droppings at the end of the experiment increased relatively to the control. A positive effect of the “Componaza” on the process of mineralization of broiler chicken litter and reduction of its fermentation time to 160 days has been established.

For the cultivation of vermiculture on a substrate that contained broiler chicken litter composted with biodestructors, it has been proven that the number and mass of sexually mature, immature worms and their cocoons was greater in those microlodges where manure fermented with “Componaza” biodestructor was used compared to the option where the substrate contained manure fermented with a foreign “Sviteco-MBT” biodestructor.

It has been proven that vermiculture develops more intensively on poultry droppings, for the fermentation of which larger doses of the “Componaza” biodestructor were used. The highest indicator of the number and mass of sexually mature individuals was found in the III experimental group. The difference with the control one was 40.0 and 49.4%, respectively. It has been established that when

vermiculture is grown on a substrate containing broiler litter fermented with the "Componaza" biodestructor at a dose of 11.25 cm^3/t, the lipid and protein content (trend level) in its biomass increases by a statistical value relatively to the control group.

It has been found that the use of broiler chicken droppings as a substrate does not lead to a statistically significant increase in the content of biotic metals and toxic metals in the biomass of worms.

It has been established that the body weight of broiler chickens changed depending on the concentration of the biomass of worms grown on a substrate containing manure that underwent accelerated fermentation in compound feed. The body weight of chickens that consumed feed with a content of 3.0 and 4.5% vermiculture was higher, respectively, by 3.5 and 3.7% compared to birds that were not fed vermiculture. Based on the obtained data, it was proved that the body weight of the birds from the II and III research groups did not statistically differ from each other. The difference in mass was at the level of 0.2%.

It has been found that the inclusion of vermiculture biomass in the compound feed in the amount of 3.0 and 4.5% causes an increase within the physiological norm of the content of protein, SH-groups and the activity of aminotransferases in the liver of the bird.

A positive effect of vermiculture biomass on the chemical composition of broiler chicken meat has been established. Feeding poultry with 3.0 and 4.5% vermiculture biomass as part of compound feed is accompanied by a tendency to increase dry matter, protein and glycogen in muscle tissue. It has been proven that when feeding broiler chickens with vermiculture biomass, the biological value of muscle tissue increases by 10.9-12.7% compared to the control group.

It has been proven that feeding broiler chickens with vermiculture biomass reduces the cost per unit of body weight of the bird by 4.8%, increases profit by 10.43% and profitability by 8.6% compared to the control.

Scientific novelty of the obtained results. Modes of accelerated fermentation of broiler chicken litter with litter (sawdust of non-coniferous trees) using

biodestructors have been developed for the first time. The optimal doses of biodestructor “Sviteco-MBT” of foreign production and “Componaza” have been established.

A positive effect of growing worm biomass on a substrate containing broiler chicken droppings fermented by an accelerated method has been established. The influence of broiler chicken droppings on the reproduction of worms and their chemical composition has been studied.

The effectiveness of stimulating the growth of broiler chickens by using biomass of worms grown on a substrate containing poultry droppings fermented with the “Componaza” biodestructor in their compound feed has been proven. Biochemical indicators in the body of broiler chickens that consumed vermiculture white matter, chemical composition and biological value of poultry meat have been studied.

Practical significance of research results. It has been proven for the first time that by using 2860 mg/t of imported biodestructor and 11.25 cm^3/t of “Componaza” biodestructor, fermentation of broiler chicken droppings with litter can be reduced to 160 days.

It has been established that the number and weight of worms increases by 24.5 and 55.0%, respectively, when growing vermiculture on a substrate containing broiler chicken droppings fermented with “Componaza” biodestructor.

The addition of worm biomass grown on a substrate containing manure fermented by an accelerated method to the composition of compound feed contributes to an increase in the body weight of broiler chickens by 3.5-3.76%.

On the basis of experimental data, recommendations have been developed for the cultivation of vermiculture biomass on poultry droppings by the fermented accelerated method and its use in the production of broiler chicken meat. The recommendations were approved by the board of the Faculty of Biology and Technology of the National Academy of Sciences of Ukraine (Protocol No. 2 dated September 27, 2023).

The research materials presented in the dissertation can be used for reading courses of lectures in the disciplines "Agrobiotechnology", "Applied biotechnology", "Animal husbandry" at higher agricultural educational institutions for the training of specialists in the following specialties: "Biotechnology and bioengineering", "Ecology, environmental protection environment and balanced nature management", Veterinary medicine and "Technology of production and processing of animal husbandry products".

Key words: “Componaza” biodestructor, “Sviteco-MBT” biodestructor, broiler chicken litter, sensory parameters, moisture content, composting, fermentation, microorganisms, vermiculture, worm biomass, TVC, Bacillus spp., bioassay, biotic metals, protein metabolism, broiler chickens.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Merzlov S., **Osipenko I.,** Merzlova H. The cultivation of worms on a substrate containing poultry droppings fermented with addition of biodestructors. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2022. № 2. P. 51–57. DOI: 10.33245/2310-9289-2022-175-2-51-57 (0,15 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: проведення дослідження на вермикультурі, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

2. **Осіпенко І. С.,** Мерзлов С. В. Біохімічний та хімічний склад біомаси вермикультури, вирощеної на посліді птиці, ферментованого прискореним методом. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2023. Вип. 24. № 1. С. 105–112. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1.15 *(0,23 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення хімічного та біохімічного дослідження біомаси вермикультури, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

3. **Осіпенко І. С.,** Мерзлов С. В. Ведення у склад комбікормів для курчат-бройлерів біомаси вермикультури вирощеної на субстраті прискореної ферментації. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 25 (98). С. 34–39. DOI: https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/4710/4825 (0,16 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: проведення дослідження на курчатах-бройлерах, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

4. **Осіпенко І. С.,** Мерзлов С. В. Температура, мікробіологічний та хімічний склад посліду курчат-бройлерів із підстилкою за його компостування з різними дозами біодеструктора. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 25 (99). С. 94–101. DOI: 10.32718/nvlvet-a9916 *(0,23 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення дослідження, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

5. **Осіпенко І. С.,** Мерзлов С. В., Поліщук А. А., Мерзлова Г. В. Показники м’яса курчат-бройлерів за згодовування їм комбікорму із вмістом біомаси вермикультури. Scientific Progress & Innovations. 2023. № 26 (2). С. 79–83. DOI: https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1765/2210 *(0,1 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення дослідження, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

Матеріали науково-практичних конференцій:

6. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Мікробіологічний склад посліду птиці за його компостування із біодеструктором. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. (Білоцерківський НАУ, 21 жовтня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 5–6. (0,07 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: проведення мікробіологічного дослідження посліду, здійснення розрахунків та підготовка тез до видання).*

7. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Використання біомаси вермикультури за виготовлення комбікормів та показники його поїдання курчатами-бройлерами. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 20 жовтня 2022 р.). Біла Церква: БНАУ. 2022. С. 25–27. (0,1 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: виготовлення зразків комбікормів, проведення дослідження, розрахунків та підготовка тез до видання).*

8. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Показники м’яса курчат-бройлерів за згодовування їм біомаси вермикультури. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-

практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 26 жовтня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ. 2023. С. 9−11 (0,1 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: дослідження біологічної цінності м'яса курчат-бройлерів, проведення розрахунків та підготовка тез до видання).*

Рекомендації:

9. **Осіпенко І.С.**, Мерзлов С.В. Рекомендації щодо використання вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом у годівлі курчат-бройлерів. Біла Церква. 2023. 8 с. (0,27 *д.а.*; *дисертантка здійснила дослідження, аналіз одержаних результатів та брала участь у написані рекомендацій*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ …… **21**

ВСТУП ……. **23**

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ……. **29**

1.1. Біологічні особливості дощових черв'яків……. **29**

1.2. Компостування органічних відходів сільського господарства – застосування мікробіологічних препаратів……... **41**

1.3. Використання вермикультури в годівлі сільськогосподарської птиці…….. **50**

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА, МЕТОДИ ТА МІСЦЕ ДОСЛІДЖЕННЯ…….. **57**

2.1. Місце, час та матеріали досліджень…… **57**

2.2. Методи встановлення показників…… **66**

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ…… **69**

3.1. Розробка прискореного способу компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою за використання біодеструкторів…… **69**

3.1.1. Компостування посліду птиці із використанням імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT»…….. **69**

3.1.2. Компостування посліду птиці із використанням біодеструктора «Компоназа»…….. **86**

3.2. Встановлення ефективності використання посліду курчат-бройлерів, ферментованого за участі біодеструкторів за технології вермикультивування…… **104**

3.2.1. Вирощування черв'яків на субстраті із послідом птиці, ферментованого імпортним біодеструктором «Sviteco-MBT»…… **104**

3.2.2. Вирощування черв'яків на субстраті із послідом птиці, ферментованого біодеструктором «Компоназа»…….. **111**

3.3. Встановлення ефективності використання біомаси вермикультури за вирощування курчат-бройлерів…….. **119**

3.3.1. Вивчення впливу біомаси вермикультури на продуктивність курчат-бройлерів…….. **119**
3.3.2. Встановлення впливу біомаси вермикультури на метаболічний статус в організмі птиці…….. **119**
3.3.3. М’ясні якості, органолептичні показники, хімічний склад м’яса курчат-бройлерів, вирощених на комбікормах із різним вмістом біомаси вермикультури…… **121**
3.3.4. Токсичність та біологічна цінність м’язової тканини курчат-бройлерів…….. **127**
3.3.5. Забійні показники дослідної птиці ……. **130**
3.3.6. Показники виробничої перевірки…… **133**
3.3.7. Економічні показники використання біомаси черв’яків за вирощування бройлерів…….. **135**
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ……. **137**
ВИСНОВКИ ……. **152**
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……. **154**
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… **155**
ДОДАТКИ……. **182**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

БТУ-Центр – Товариство з обмеженою відповідальністю «Компанія «БТУ-Центр»»

HS – функціональна сульфгідрильна тіолова група білкових сполук

БНАУ – Білоцерківський національний аграрний університет

АПК НУБіП – агропромисловий комплекс Національного університету біоресурсів і природокористування України

НДІ тваринництва – Науково-дослідний інститут тваринництва

ФРН – Федеративна Республіка Німеччина

США – Сполучені Штати Америки

E. fetida – Eisenia fetida – червоний каліфорнійський дощовий черв’як

A. cyanea – Allolobophora

A. carnea – Allolobophora

A. foetida – Allolobophora

E. rosea – Eisenia rosea

E. nordenskioldi – Eisenia nordenskioldi

O. lissaense – Octolasium lissaense

O. cyaneum – Octolasium cyaneum

O. lacteum – Octolasium lacteum

D. attemsi – Dendrobaena attemsi

D. platyura – Dendrobaena platyura

C/N – відношення Карбону до Нітрогену

pH – водневий показник – величина, що показує міру активності іонів водню (H+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину

O_2 – оксиген

CO_2 – вуглекислий газ

H_2O – вода

NH_3 – аміак

Sviteco-МВТ – біодеструктор компанії ТОВ «Сіріон»

TVC – total viable count (показник кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, які виросли у вигляді видимих колоній)

АТФ – аденозин-5’-трифосфат – є основним джерелом енергії та її переносником в усіх живих клітинах

B. polymyxa – Bacillus polymyxa

FAO – Food and Agriculture Organization – Продовольча та сільськогосподарська організація Об’єднаних Націй

КМАФАнМ – показник кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, які виросли у вигляді видимих колоній

КУО/г – колонієутворювальні одиниці бактерій в 1 г

ДСТУ – Державний стандарт України

ISO - International Organization for Standardization – міжнародна організація по стандартизації

ПК – повнораціонний комбікорм

ВСТУП

Актуальність проблеми. Збільшення об’ємів виробництва м’яса курчат-бройлерів як в Україні, так і світі призводить до зростання маси відходів птахівництва. Послід курчат-бойлерів містить значну кількість поживних речовин і за неконтрольованої деградації є джерелом забруднення навколишнього середовища [83, 84, 129]. Ефективними способами утилізації таких відходів є компостування [74, 123, 160]. За традиційних способів (без використання біопрепаратів та активної аерації) компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою триває до 20 місяців [2]. Для прискорення ферментативних процесів застосовують біопрепарати [152]. Недостатньо вивченими залишаються питання використання різних доз біодеструкторів для ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев).

Біомаса черв’яків містить від 53,0 до 74,5 % загального білка із перерахунку на суху речовину, від 4,5 до 15,0 % ліпідів та від 1,5 до 12,5 % вуглеводів. Крім того, за допомогою вермикультури органічні відходи трансформують у цінне органічне добриво [120, 182]. Це створює передумови для раціональної утилізації компостованого посліду птиці через вирощування біомаси вермикультури. Недослідженими залишаються питання ефективності використання посліду курчат-бройлерів. ферментованого прискореним методом за вирощування вермикультури. Також невивченою є ефективність згодовування біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом ферментованого прискореним методом посліду птиці під час вирощування курчат-бройлерів.

Отже, з огляду на зазначене вище, розробка способу прискорення компостування посліду курчат-бройлерів, встановлення доцільності його використання у складі субстрату для вермикультури та дослідження ефективності згодовування біомаси черв’яків у годівлі курчат-бройлерів має науково-практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є частиною теми "Оптимізація біотехнологічних процесів вермикультивування та використання вермикультури в годівлі курчат-бройлерів" (№ держреєстрації 0123U103475), яку виконували науково-педагогічні працівники біолого-технологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету впродовж 2019–2023 років.

Мета і завдання дослідження. Метою є розробка технології прискореного компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою, за використання біодеструкторів, встановлення ефективності вирощування вермикультури на посліді прискореног ферментування та доцільності використання біомаси черв'яків в годівлі бройлерів.

Для реалізації запланованої мети були сформовані наступні завдання:

– встановити вплив біодеструктора імпортного виробництва «Sviteco-МВТ» на умови, час компостування, хімічний, мікробіологічний склад ферментованого посліду курчат-бройлерів;

– дослідити дію біодеструктора вітчизняного виробництва «Компоназа» на умови, час компостування, хімічний, мікробіологічний склад ферментованого посліду курчат-бройлерів;

- порівняти ефективність дії біодеструкторів на процес компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою;

– вивчити господарські, біохімічні, хімічні показники вермикультури за вирощування її на субстраті, який містить компостований послід курчат-бройлерів за використання імпортного біодеструктора «Sviteco-МВТ»;

- встановити вплив субстрату, який містить ферментований за використання біодеструктора «Компоназа» послід курчат-бройлерів на ріст, розмноження, біохімічний і хімічний склад черв'яків;

– дослідити вплив біомаси вермикультури, у складі комбікормів на продуктивність та біохімічні показники курчат-бройлерів;

- вивчити вплив біомаси вермикультури на якість і безпечність продукції курчат-бройлерів;

– розрахувати економічну ефективність включення біомаси вермикультури у склад комбікормів для птиці.

Об'єкт дослідження – розробка прискореної технології компостування посліду за використання біодеструкторів, встановлення ефективності вирощування на ньому вермикультури та доцільності згодовування біомаси черв'яків.

Предмет дослідження – послід курчат-бройлерів із підстилкою, вермикультура, біодеструктори, субстрат для черв'яків, кокони черв'яків, курчата-бройлери, м'язова тканина курчат-бройлерів, кров курчат-бройлерів, комбікорм із вмістом біомаси вермикультури, маса тіла бройлерів, активність ензимів, біологічна цінність м'язової тканини бройлерів, вміст металів-біотиків у біомасі вермикультури.

Методи дослідження: – біотехнологічні – встановлення оптимальної дози біодеструкторів за ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою, дослідження впливу субстрату із вмістом посліду бройлерів компостованого прискореним методом на ріст і розмноження черв'яків;

– хімічний аналіз – вивчення вмісту металів-біотиків (Купрум, Цинк, Ферум) та металів-токсикантів (Плюмбум і Кадмій) у біомасі вермкультури, вмісту сирої золи у м'язовій тканині курчат-бройлерів;

– біохімічні дослідження – дослідження вмісту тіолових (HS) груп, глюкози, сечової кислоти, загального білка, фракцій білка, активності ензимів (аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза) в організмі курчат-бройлерів та біомасі черв'яків, вміст загального білка, жиру у м'язовій тканині.

– зоотехнічні – встановлення впливу біомаси черв'яків, вирощеної на субстраті із посліду курчат-бройлерів, ферментованого прискореним способом, на прирости, масу тіла курчат-бройлерів, якість продукції за умов постановки дослідів (спосіб груп-аналогів);

– математично-статистичні методи – обрахунки кількісних показників отриманих даних під час експериментів, встановлення економічної

доцільності застосування біомаси вермикультури під час вирощування бройлерів.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше відпрацьовані режими прискореного ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев) за використання біодеструкторів. Встановлено оптимальні дози використання біодеструкторів імпортного «Sviteco-MBT» та вітчизняного «Компоназа» виробництва.

Встановлено позитивний ефект вирощування біомаси черв'яків на субстраті, який містив послід курчат-бройлерів, ферментований прискореним методом. Досліджено вплив посліду курчат-бройлерів на розмноження черв'яків і їх хімічний склад.

Доведено ефективність стимулювання приростів курчат-бройлерів за використання у їх комбікормах біомаси черв'яків, вирощених на субстраті із вмістом посліду птиці ферментованого із біодеструткором «Компоназа». Вивчено біохімічні показники у організмі курчат-бройлерів, які споживали біомасу вермикультури, хімічний склад та біологічну цінність м'яса птиці.

Практичне значення результатів досліджень. Вперше доведено, що за використання 2860 мг/т імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT» та 11,25 $см^3$/т біодеструктора «Компоназа» ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою можливо скоротити до 160 діб.

Встановлено, що за вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого із біодеструктором «Компоназа» збільшується кількість і маса черв'яків, відповідно, на 24,5 та 55,0 % відносно контролю.

Внесення до складу комбікормів біомаси черв'яків, вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом, сприяє підвищенню маси тіла курчат-бройлерів на 3,5−3,76 %.

На основі експериментальних даних розроблені рекомендації щодо вирощування біомаси вермикультури на посліді птиці, ферментованого прискореним методом, і використання її за виробництва м'яса курчат-

бройлерів. Рекомендації затверджені радою біолого-технологічного факультету БНАУ (Протокол № 2 від 27 жовтня 2023 р.).

Матеріали досліджень, викладені у дисертації, можуть бути використані за читання курсів лекцій з дисциплін “Агробіотехнологія”, “Прикладна біотехнологія”, “Годівля тварин”, у вищих аграрних навчальних закладах для підготовки фахівців із спеціальностей: “Біотехнологія та біоінженерія”, “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”, "Ветеринарна медицина" та “Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва”.

Особистий внесок здобувача. Дисертанткою за темою роботи здійснено аналіз наукових першоджерел, проведені науково-господарські дослідження, виробниче випробування, здійснено арифметичні і статистичні обрахунки результатів досліджень, підготовлено розділи дисертаційної роботи та опубліковано тези і фахові статті.

Дослідження хімічних показників посліду курчат-бройлерів із підстилкою до і після ферментування проводили спільно із співробітниками Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБІП, за що авторка висловлює подяку.

План досліджень, обговорення отриманих основних результатів дисертаційної роботи, формулювання висновків та пропозицій для виробництва виконано спільно із науковим керівником доктором с.-г. наук, професором, директором НДІ тваринництва та харчових технологій Білоцерківського національного аграрного університету Мерзловим С.В.

Апробація результатів досліджень. Матеріали дисертаційної роботи були представлені і отримали позитивні відгуки на засіданнях вченої ради біолого-технологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету (2020–2023 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту» (Біла Церква, 2021), Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти «Молодь – аграрній науці і виробництву» (Біла Церква, 2023),

Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології у тваринництві» (Біла Церква, 2023), на засіданні Круглого столу «Ведення птахівництва в умовах фермерських господарств» (с. Черкас, Білоцерківського р-ну, 2023), Науково-практичному засіданні ТОВ «Агросектор» (с. Черкас, Білоцерківського р-ну, 2023).

Публікації. Основні результати досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано у 9 наукових працях: 5 статей у фахових виданнях, які входять до переліку ДАУ України; 3 тези – матеріали конференцій, одні методичні рекомендації для виробництва.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація має таку структуру: анотація; вступ; огляд літератури; загальна методика, методи та місце дослідження; результати власних досліджень; аналіз та узагальнення результатів досліджень; висновки, пропозиції виробництву; список використаних джерел; додатки. Робота викладена на 183 сторінках комп'ютерного тексту, містить 15 рисунків і 45 таблиць. Список літератури включає 202 джерела, зокрема 147 – латиницею.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості дощових черв'яків

Дощові черв'яки (Annelida, Megadrili) є стародавньою групою тварин, яка виникла на межі Пермо-тріасового періоду Мезозойської ери (приблизно 250 млн років тому) [115, 169, 188] із основними видами, які утворилися перед або під час розпаду Пангеї (приблизно 175 млн років тому) [167]. Дослідниками встановлено понад 3500 видів кільчастих черв'яків (анелідів), які розповсюджені і зустрічаються у морських, прісноводних та наземних ареалах [19, 95, 141, 142]. Відомо більше 1800 видів дощових черв'яків, які є мешканцями ґрунту. Найбільш поширеною і вивченою науковцями є родина Lumbricidae, представники якої особливо численні в Євразії [19, 96]. Родина черв'яків Lumbricidae охоплює величезний ареал – фактично придатну для життя всю сушу земної кулі. Це свідчить про виняткову екологічну пристосованість дощових черв'яків. Водночас існування в межах родини видів із великим ареалом та ендеміків указує на наявність значних відмінностей у пристосованості окремих видів до різних умов існування [19].

Місцевими родинами дощових черв'яків у Палеартичному регіоні є Criodrilidae, Hormogastridae та Lumbricidae [149], причому остання є найбільш різноманітною та найпоширенішою − 44 роди та близько 670 видів [70].

Враховуючи велику кількість ендемічних видів і родів, вважається, що ці сестринські таксони виникли та диверсифікувалися в Південно-Західній Європі, що представляє франко-іберійський домен дощових черв'яків [86]. Дослідник Ново та ін. (2015) зробили висновок про походження сімейства Hormogastridae у Південно-Східній Франції, використовуючи молекулярно-філогенетичний метод дослідження і виконавши реконструкційний аналіз ареалу предків. Отжне, слід очікувати, що Lumbricidae розділять цю територію предків [193].

Найповніша та найсучасніша молекулярна філогенія дощових черв'яків родини Lumbricidae [159, 192] включає представників більшості родів. Однак, черв'яки родів Ethnodrilus, Kritodrilus, Zophoscolex та Avelona не були включені в дослідження щодо аналізу походження. Дослідник С. Хіменес та ін. [183] нещодавно дослідив генотип черв'яків роду Zophoscolex, і встановив, його як ранньорозгалужений французький ендемічний рід, що входить до великої групи франко-іберійських родів (разом з Ethnodrilus), це додає більше доказів щодо важливості цього регіону в ранній еволюції дощових черв'яків родини Lumbricidae. Вченими було встановлено, що рід черв'яків Avelona тісно пов'язаний з Allolobophora (Gatesona) та Helodrilus (Acystodrilus), які разом утворюють популяцію, ендемічну для Центральної Європи [145, 169, 183].

Першим вченим, який описав у своїх наукових роботах про видовий склад дощових черв'яків для території України, був М. М. Кулагін [19]. Він дослідив і описав чотири види: Lumbricus rubellus, Allolobophora foetida, Allolobophora cyanea та Allolobophora carnea. Але оскільки на той час систематика дощових черв'яків була недостатньо розроблена і вчений описував їх лише за морфологічними ознаками, то A. foetida, вірогідно, є Eisenia foetida; A. cyanea – E. rosea, A. carnea – Allolobophora caliginosa [19].

Після М.М. Кулагіна інший науковець Г. М. Висоцький (1890) знайшов у Велико-Анадолі новий раніше неописаний вид найкрупніших серед дощових черв'яків на території України - Dendrobaena mariupoliensis [19].

Інші дослідники і природознавці виявляють та описують в різних регіонах України (Київ, Дніпропетровськ, Харків) нові види дощових черв'яків: Allolobophora jassyensis, Allolobophora caliginosa, Bimastus tenuis, Eisenia gordejeffi, Eisenia rosea, Eisenia foetida, Eisenia skoricowi, Octolasium complanatum і Lumbricus terrestris [16, 17, 19, 24–26, 28–31, 149].

Серед дощових черв'яків, установлених С. М. Моріним, нових, які доповнювали перелік раніше відомих для України, було лише три види: Lumbricus castaneus, Lumbricus baicalensis і Eophila oculata [19].

Слід зазначити, що І. І. Малевич (1952) ставить під сумнів знаходження в районі Житомира та Новоград-Волинського таких видів як Eisenia gordejeffi і Dendrobaena mariupoliensis, оскільки, на його переконання, розповсюдження цих видів обмежується східними регіонами України [19].

За свідченнями О. П. Кришталя (1955), в районі Канівського біогеографічного заповідника було виявлено 11 видів дощових черв'яків: Eisenia rosea, E. nordenskioldi, E. foetida, Allolobophora caliginosa, Lumbricus baicalensis, Dendrobaena rubida, Octolasium transpadanum, O. lissaense, O. cyaneum, O. lacteum та Octolasium complanatum [19].

За даними М. С. Гілярова (1956) у басейні р. Деркул було знайдено вид Eisenia nordenskioldi, відомий у літературі як північно-східний вид та Dendrobaena subrubicunda – відомий як північний [18].

Для Закарпатської області, за даними інших дослідників, відомо загалом 19 видів, з яких вісім: Eisenia submontana, E. alpina f. typica, E. spelea, E. veneta var. cognettii, Dendrobaena diomedea, Allolobophora carpatica, Eophila sturanii, Octolasium montanum – дотепер вважаються невідомими для іншої території України і поширення їх поза гірськими районами взагалі малоймовірні[18, 19].

У результаті досліджень, що були проведені в 1954 році у ґрунтах гірських лісів Карпат, знайдено 14 видів дощових черв'яків [18, 19]. Серед них три види – Eisenia rosea, Dendrobaena octaedra та Octolasium complanatum – є широко відомими; п'ять – Eisenia veneta var. cognettii, Eisenia submontana, Eisenia alpina, Allolobophora carpatica та Eophila sturanii – наведені в роботі Л. Черносвітова та шість видів раніше були невідомі для Карпат [78].

Дощові черв'яки це відносно крупні безхребетні тварини, які належать до царства тварин Animalia, типу кільчастих Annelida, підтипу пояскових Clitellata, класу малощетинкових Oligochaeta, порядку Opisthopora, ряду вищих малощетинкових Lumbricomorpha, родини крупних грунтових малощетинкових черв'яків Lumbricidae [95].

Розрізняють різні класифікації дощових черв'яків. Слід зазначити, що одним з перших хто поділив малощетинкових черв'яків Lumbricidae за

екологічним принципом був Вільке [198]. В одну групу він виділив види, які мешкають на поверхні, в іншу – що живуть у гумусовому горизонті ґрунту.

Багато дослідників прийняли за основу схему Вільке [71]. Зокрема, M. B. Bouche дає більш розлогу характеристику виділених Вільке форм черв'яків Lumbricidae, назвавши їх епігеїки (epigees), анецики (aneciques) і ендогеїки (endogees), відмовившись від поділу «внутрішньоґрунтових» черв'яків (endogees) на дві групи [18, 19, 58, 95].

Сучасні дослідники розширили екологічну класифікацію дощових черв'яків до чотирьох екотипів: епігеїки, анецики, ендогеїки та компостні черв'яки [73].

Анецики (Anecic, французьке anéciques від грецької anekas – досягати поверхні) – норні дощові черв'яки, які постійно роблять вертикальні нори в ґрунті. Живляться органічними рештками та листям на поверхні ґрунту, які затягують у свої нори. Деякі види, такі як Lumbricus terrestris, також роблять власні зліпки (купи зліпків) навколо входу в свої нори. До анециків належать найбільші види дощових черв'яків. Вони мають темне забарвлення на голові (червоні або коричневі) і мають більш світлі хвости. Їх відносять до групи «глибокорийних черв'яків» [95, 96, 141, 142].

Ендогейна група черв'яків (Endogean, endogées, з гр. *endon* – всередені та *gaia* – земля) живуть і живляться в мінеральних ґрунтових горизонтах, у зоні або нижче зони росту коріння рослин. Вони роблять горизонтальні нори в ґрунті, щоб пересуватися та харчуватися, і певною мірою, вони використовуватимуть ці нори повторно [71]. Вони відповідають групі «тих, хто живиться під поверхнею» [141]. Ендогенні дощові черв'яки часто мають бліде забарвлення (наприклад, сіре, блідо-рожеве, зелене або блакитне) [73].

Епігеїки (Epigean – переклад з гр. "на землі") – ці види черв'яків, здебільшого, не будують постійних нірок, мешкають у верхніх шарах або на поверхні ґрунту в опалому листі чи рослинних рештках, якими і харчуються [71, 73, 142]. Вони мають яскраво-червоне або червоно-коричневе забарвлення, але вони не смугасті.

Четверта категорія – компостні дощові черв’яки, насправді, є підгрупою епігейних дощових черв’яків, яких, здебільшого, можна знайти в компості, та місцях, з великою кількістю гнилої рослинності або гною. Вони надають перевагу теплим і вологим середовищам із готовим запасом свіжого компосту. Черв'яки можуть досить швидко споживати субстрат, а також швидко розмножуватися. Компостні дощові черв’яки, зазвичай, смугасті та мають яскраво-червоне забарвлення– деякі науковці називають смугасті види «тигровими черв’яками». Компостних черв'яків часто використовують для утилізації відходів, оскільки вони також можуть видаляти забруднення з ґрунту [73].

Для цих компостних черв'яків можна відтворити оптимальні умови навколишнього середовища для підтримки і розмноження в штучних умовах популяції або вермикультури, саме тому компостних черв'яків-епігеїків використовують для систем вермикомпостування і вермикультивування у всіх країнах світу. До того ж вони є фітофагами і гумусоутворювачами [71, 73]. До цієї групи відносять наступні види компостних черв'яків: Lumbricus rubellus, Eisenia foetida, Eisenia andrei, Eiseniella tetraedra та ін. Біоіндикатором ґрунтової родючості прийнято вважати дощових черв’яків [73].

Усі Lumbricidae – сапрофаги. За трофічною класифікацією [19, 48, 71, 96] дощові черв’яки поділяють на 3 категорії: фітофаги (харчуються рослинними рештками або опалим листям), геофітофаги (харчуються рослинним опадом і ґрунтом) і геофаги (харчуються ґрунтом).

Необхідно зазначити, що із великої кількості видів дощових черв’яків лише декілька видів вдалося пристосувати до вирощування у штучних умовах [45, 71]. Це гнойовий черв’як Eisenia foetida, звичайний дощовий черв’як Lumbricus terrestris і декілька інших видів. Вперше технологію промислового вермикультивування з метою отримання наживки для рибної ловлі було здійснено наприкінці 1940-х років у США [96].

На сьогодні, широко розповсюджене промислове вермикультивування в ФРН, США, Франції, Італії, Швейцарії, Польщі, Угорщині, Японії, Китаї та

інших країнах для переробки органічної сировини на біогумус [66, 79, 80, 81, 85, 105], для виготовлення високопротеїнових кормових добавок та їх подальшого застосування в годівлі сільськогосподарських тварин, птиці, риб [50, 54, 61, 69, 93, 100, 101, 106, 107, 161], а також у фармацевтичній [110, 173, 176], харчовій [140, 178] і парфумерній промисловостях [157, 178]. Особливо значні успіхи в підвищенні продуктивності вермикультури були отримані після 1959 р., коли в університеті штату Каліфорнія лікарем Барретом після двадцятирічної роботи із звичайним гнойовим черв'яком була виведена нова раса каліфорнійський червоний гібрид. На відміну від звичайного дощового черв'яка, тривалість життя якого в середньому становить 4 роки, червоний гібрид живе 16 років, він пристосований до життя за штучних умов (втратив інстинкт покидати своє місцеперебування за незвичних умов середовища), дуже плодючий, швидко росте, не хворіє і живиться різними органічними відходами [96].

Червоний гібрид, як і всі дощові черв'яки, гермафродит, тобто в кожного дорослого черв'яка є одночасно і чоловіча і жіноча статеві системи. Починаючи з 90-ї доби життя після запліднення в кожного черв'яка утворюється кокон, з якого через 14-21 добу виводяться від 2 до 20 черв'яків [18, 19, 96,142].

Кількість молодих черв'яків і швидкість розкладання органічних відходів залежать від стану і кількості органічної їжі та параметрів зовнішнього середовища (температура, вологість субстрату, відсутність аміаку, кислотний режим). За їх оптимального поєднання дві особини дощового черв'яка за рік можуть відтворити в середньому 1500 молодих черв'яків [19, 96].

Більшість досліджених представників роду Eisenia характеризуються базовим числом хромосом (x=18), тим часом черв'як E. foetida має в гаплоїдному наборі 11 хромосом [23].

До морфологічних особливостей червоного каліфорнійського черв'яка Eisenia foetida як представника родини Lumbricidae необхідно віднести: тіло олігохет циліндричної форми, завдовжки 40-130 мм та шириною 2-4 мм з

великою кількістю сегментів від 80 до 120 і більше. Черв'яки Eisenia foetida мають пурпурову пігментацію у вигляді широких поперечних смуг, розділених дещо вужчими непігментованими ділянками покривів. Колір надає порфіриновий пурпуровий пігмент, який розташований у пігментних клітинах у субкутикулярному м'язовому шарі [96, 131−136]. Таке забарвлення покривів нерідко помітно змінюється й вицвітає після фіксації. Однак наявність пігментації майже завжди можна встановити, особливо при розтинанні на розрізі, оскільки пігментація утримується у м’язовій тканині [27].

У Eisenia foetida на першому сегменті розміщений ротовий отвір, над яким нависає виступ – головна лопать (простоміум), яка має форму епілобічного типу. У більшості видів дощових черв’яків простоміум належить до епілобічного типу. Найпримітивніший пролобічний тип може бути виявлений у деяких видів «архаїчного» роду Allolobophora. Танілобічний тип характеризує рід Lumbricus, однак рідко зустрічається в інших видів з пурпурною пігментацією [19, 27, 30, 31, 73, 95, 96].

У Lumbricidae перший сегмент позбавлений щетинок, на всіх інших сегментах є по 8 щетинок, розташованих поодиноко (не наближених або мало наближених), чи парами (сильно наближених). Розташування щетинок слід розглядати за паском. Дослідник В. Поп описав, що вони утворюють або вісім поздовжніх рядів, по чотири з кожного боку тіла, або, якщо вони розташовуються по два поруч, чотири поздовжніх ряди по 2 праворуч і ліворуч [171]. Щетинки, починаючи від черева до спини, позначають латинськими буквами a, b, c і d, однаково ліворуч і праворуч. Проміжки між щетинками позначаються як ab, bc, cd, проміжок між черевними щетинками – aa, між спинними – dd [73, 96]. Попарно зближені щетинки вважаються примітивною ознакою. Для видів родини Lumbricidae наводять хетальне співвідношення, тобто співвідношення інтервалів між щетинками, коли відстань ab дорівнює одиниці [158]. Були виявлені істотні географічні розходження стосовно довжини зовнішньої частини копулятивної щетинки до довжини внутрішньої частини в дощового черв’яка D. attemsi [168, 177]. У черв’яків розташовуються

спинні пори на спинному боці по середній лінії в міжсегментних борозенках. В особин одного виду розташування першої дорсальної пори переважно постійне. У більшості видів Lumbricidae перша спинна пора відкривається в міжсегментній борозенці 4/5 (рідко 3/4) або далі до заду. Іноді спинні пори відсутні або їх важко знайти. Цей показник у деяких випадках демонструє високу мінливість навіть у межах однієї популяції, тому він має обмежене значення для таксономії [114].

Жіночі статеві отвори в Lumbricidae досить дрібні й часто важкопомітні, завжди розташовуються ліворуч і праворуч на 14-му сегменті, зазвичай над щетинками b.

Чоловічі статеві отвори займають аналогічну позицію, найчастіше на 15-му сегменті, але трохи вище, між щетинками b і c. Рідко вони зміщені вперед – на 13 або 14-й сегмент (в p. Eiseniella) або назад до початку паска, як це відзначено [86], наприклад, в D. platyura, у якого чоловічі статеві отвори відкриваються на 24 або 25-му сегменті. В деяких випадках навіть в однієї особини пори можуть бути розташовані на різних сегментах.

Розміри чоловічих статевих отворів можуть змінюватися від дуже малих, які важко роздивитися, до великих. Розміри отворів у межах виду є постійною ознакою. У деяких випадках, переважно серед видів з тенденцією до партеногенезу, чоловічі отвори мінливі за розмірами навіть у межах однієї популяції (наприклад, Dendrobaena octaedra).

Отвори сім'яприймачів відкриваються в Megadrili у міжсегментні борозенки, найчастіше в інтервалі між 5 і 15-м сегментами. Вони завжди парні й розташовуються на бічних сторонах сегментів, рідше – зміщені на спинний бік, вище лінії щетинок d, іноді – біля середньої спинної лінії. Зовнішнє відчинення отворів сім'яприймачів завжди має велике значення для таксономії дощових черв'яків [19, 73, 96, 149]. У деяких видів сім'яприймачі (сперматеки) відсутні. Однак між особинами, позбавленими сперматек, можливий обмін спермою. Взаємне запліднення в деяких із них відбувається через відкладання сперматофорів. Сперматофори можуть бути трубкоподібні (в Criodrilus

lacuum), палицеподібні або дископодібні (в Lumbricidae) і здебільшого прикріплюються перед паском або в передній частині паска, рідше – в ділянці чоловічих статевих отворів. Сперматофори зустрічаються також у видів, що мають сперматеки [96].

У Eisenia foetida поясок розташований з 26–27-го по 31–32-й сегмент. Пубертатні валики – з 28-го (рідше з 29-го) по 30–31-й 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 [19, 73, 96, 149].

Дощові черв’яки, що використовують ґрунтовий перегній, не пігментовані або дуже слабко пігментовані і мають циліндричну форму тіла. Головна лопать у них погано відмежована, епілобічна (відкрита) або проепілобічна. [19, 46, 47, 96].

Одним із способів пристосування черв’яків є збільшення поверхні тифлозолю (поздовжнього жолобоподібного втиснення дорсальної стінки кишечника в порожнину середньої кишки). Це дає їм можливість під час харчування їм максимально використовувати органічні речовини, що містяться в мінеральних шарах ґрунту, заковтуючи ґрунт із розчиненими в ньому дрібними частками органічних решток.

У видів, які використовують опалу рослинність і подібні рослинні рештки, що розкладаються, тобто їжу, багату органічними речовинами, тифлозолі, навпаки, нерідко дуже маленькі, зовсім позбавлені складчастості – як поздовжньої, так і вертикальної.

У видів, що використовують у їжу переважно мало розкладені рослинні залишки, форма кишечнику намистоподібна, а не циліндрична [19].

Передбачається, що за намистоподібної форми кишечнику полегшується просування уздовж травної трубки харчової маси, котра у цих видів має більш в’язку консистенцію, тому що містить менше мінеральних часток.

Eisenia foetida мають інтенсивну пурпурову або буру пігментацію, сплющений хвостовий кінець тіла і, нерідко, також більш рухливу, цілком відмежовану від першого сегмента епілобічну головну лопать, за допомогою якої здатні підтягувати до вхідного отвору шматочки їжі [96]. Ці форми зазвичай більш рухливі [19]. Вони також швидше, ніж види, що постійно мешкають у ґрунті, реагують на подразнення. Обмінні процеси, які можна оцінити визначенням кількості споживання оксигену на одиницю ваги, у черв'яків, що харчуються рослинними залишками, перебігають більш інтенсивно, ніж у видів, що належать до «вторинних гумусоутворювачів» [19].

Морфологічні відмінності ґрунтово-підстилкових черв'яків і норників зводяться і здебільшого, до розходжень у розмірах і забарвленні, яке у норників зазвичай добре виражене лише в передньопасковій частині, а в ґрунтово-підстилкових форм розподіляється більш рівномірно [19, 96].

Особливості в будові тифлозолю й інших частин кишечнику, властиві черв'якам, що використовують у їжу мало розкладений рослинний матеріал, виражені в поверхневих форм найчіткіше. Значно важче розділити за проявом вертикального розподілу в ґрунті форми, що харчуються ґрунтовим перегноєм. Природно, що усі вони активні в гумусовому горизонті, де міститься основний запас органічних речовин, що надходить у ґрунт, зокрема, у вигляді відмираючих коренів. Відомо, однак, що такі черв'яки проникають і в нижні ґрунтові шари, сприяючи поглибленню гумусового горизонту, і утворенням своїх ходів збільшують шпаруватість ґрунту. Певною мірою це відбувається у період активної діяльності черв'яків, однак значно глибше гумусового горизонту більшість з них проникає лише за несприятливих сезонних умов. Улітку, за висихання верхніх горизонтів ґрунту, і восени, за настання холодів, вони мігрують на глибину 60–90 см, де згортаються усередині побудованих з копролітів земляних капсул і впадають у стан діапаузи. Здатність до діапаузи пов'язана з низкою фізіологічних адаптацій: здатністю накопичувати велику кількість запасних речовин (глікогену) у

хлорагогенній тканині [19], значним підвищенням вмісту гемоглобіну в крові під час діапаузи [73, 96].

Водночас не всі види черв'яків можуть діапаузувати [96]. Цієї здатності немає в багатьох видів, що харчуються на поверхні ґрунту. За несприятливих умовах вологості вони перестають харчуватися і закупорюють ходи, але не інкапсулюються. Одна і серед представників мешканців мінерального шару ґрунту є види, у яких ця здатність мало виражена. Зокрема, черв'яки виду Octolasium lacteum переходять у стан діапаузи пізніше, ніж інші види (за експериментальними даними) [19, 96, 142], і утворюють більш пухкі клубки, причому вони споруджують земляні капсули значно повільніше [19]. Перезволоження Octolasium lacteum переносить краще, ніж інші досить поширені види, що мешкають власне в ґрунті, тому що має деякі пристосувальні ознаки (густа підшкірна мережа кровоносних судин, високий вміст гемоглобіну в крові, що до має змогу черв'якам цього виду населяти перенасичені вологою ґрунти, які погано аеруються [19, 96, 142].

Наявні розходження щодо термостійкості коконів підстилкових і ґрунтових видів дощових черв'яків. Загалом, термостійкість коконів залежить від ступеня дегідратації: чим він вищий, тим вища морозостійкість. Зокрема, підстилкові види Dendrobaena octaedra, Dendrodrilus rubidus tenuis і Dendrodrilus rubidus здатні переносити набагато нижчі температури, ніж такі види як Aporrectodea caliginosa і Allolobophora chlorotica. Найбільш холодостійким є Dendrobaena octaedra, кокони якого зберігають життєздатність за температури –8 ˚С впродовж трьох місяців і за –13,5 ˚С впродовж двох місяців [95, 96].

Іншими вченими встановлені закономірності щодо зміни структури тваринного заселення ґрунтів черв'яками під впливом токсичних рівнів важких металів [40−44], зменшення протеолітичної та целюлозолітичної активності ґрунтів внаслідок зменшення кількості тварин під дією важких металів [24−31].

Отже, ґрунтові форми за проявом вертикального розподілу в ґрунті також можна розділити на три групи: 1) верхньоярусні черв’яки постійно живуть у гумусовому горизонті; 2) середньоярусні проникають у більш глибокі горизонти (до 40–60 см, рідко глибше) лише за несприятливих гідротермічних умов; 3) нижньоярусні утворюють постійні ходи, які глибоко проникають у ґрунт (до 1– 1,5 м і глибше). Зокрема зазначено розташування нижньої межі, до якої черв’яки проникають у глиб ґрунту [19, 96].

Широко використовують у вермикомпостуванні 3 види: Eisenia andrei, Eisenia foetida, Dendrobaena veneta, дещо менше 2 види – Perionyx excavatus і Eudrilus eugeniae. Найчастіше використовують у вермикомпостуванні вид Eisenia foetida, оскільки він розповсюджений по всьому світу, витривалий у широкому діапазоні температури та вологості [86, 156].

Оптимальна температура для вермикультури Eisenia foetida становить 25 °С, вологість – 85 %, pH – 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. Середній розмір коконів – 4,85 × 2,82 мм. Життєздатність черв'яків, що з'явилися, становить 72 –82 %, інкубаційний період коливається від 18 до 26 діб. Кількість молодих черв'яків від життєздатних коконів коливається від 2,5 до 3,8 залежно від температури [86].

За іншими літературними джерелами [156], тривалість природного життя (30−45 см) дощових черв'яків варіює від 3,5 до 10 років, їх присутність є показником якості ґрунту. Здебільшого, вони мешкають у верхньому шарі грунту (30–45 см) проте влітку в пошуках вологи можуть проникати вглиб до 3-х метрів.

У роботі [193] наведені технологічні особливості червоних каліфорнійських черв'яків виду Eisenia foetida. Температурний режим впливає

на репродуктивну активність черв'яків, екологічний оптимум становить від +20 до +25 ºС, за низької температури (10–15 ºС) 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 %, pH середовища – 6,8–7,2 та щільністю заселення 250 тис. шт. на м^2.

Популяція черв'яків з низькою щільністю підсилює свою репродуктивність (утворюють більше коконів), на відміну від черв'яків, що знаходяться у групі.

1.2. Компостування органічних відходів сільського господарства – застосування мікробіологічних препаратів

На сьогодні відходи є однією з провідних екологічних проблем сучасного способу життя. Зростаюча кількість відходів утворюється через збільшення діяльності людини. Технологія компостування може бути рішенням для зменшення кількості біологічно розкладаних відходів, стабілізації та екологічно чистого використання і переробки побічних продуктів [103]. Процес компостування відомий з давніх часів. Найдавніші свідчення про компостування відносяться до стародавньої Аккадської імперії, яка використовувала його для покращення селекції рослин [194]. Сьогодні є багато альтернативних способів утилізації органічних відходів, зокрема одним із екологічних способів утилізації біовідходів є компостування, яке передбачає контрольоване окисне мікробіологічне розкладання органічної речовини [154]. Отримані компости є органічними добривами, які виробляються через контрольоване мікробіологічне розкладання сумішей свіжих, сухих або оброблених рослинних залишків, гною та органічних відходів переробної промисловості, залишків тварин і мінеральних добавок [118].

Чинники, що впливають на процес компостування, включають співвідношення C/N, вологість, вміст Оксигену, pH, температуру та склад усіх сировинних матеріалів для компостної суміші [140]. Співвідношення C/N

суттєво впливає на процес компостування, оскільки занадто велике співвідношення подовжує процес компостування, а дефіцит вуглецю спричиняє дестабілізацію азоту та призводить до значних втрат у формі аміаку [197].

Вологість і температура необхідні для хімічних і мікробіологічних процесів за компостування, і має становити 50−60 %. Оптимальна концентрація Оксигену становить 10 %, тимчасом ідеальна температура залежить від фази, в якій знаходиться компост [66]. Процес компостування складається з декількох фаз: перша − мезофільна фаза, термофільна фаза, друга − мезофільна фаза і фаза дозрівання компосту [180].

Компостування, як біологічний процес, проходить за участю багатьох мікроорганізмів. Саме мікроорганізми розщеплюють органічні речовини за дії ензимів та перетворюють їх на багатий гумусом продукт [63, 108, 179]. На мікробіологічну популяцію впливають температура, вміст Оксигену, вологість, поживні речовини та величина pH [81].

Найбільш впливовим параметром на ріст і розмноження мікроорганізмів у компості є температура [104]. Вихідні компоненти компосту також значно впливають на розвиток різних мікробних спільнот. Мікробна активність досягається дією ензимів, відповідальних за гідроліз складних макромолекул, що утворюють органічні відходи. Дія цього типу ферментативної активності свідчить про швидкість розкладання органічних речовин і стабільність продукту [157]. Активність дегідрогенази вказує на індекс біологічної активності через її участь в окисному процесі фосфорилювання [154].

Компостування − це аеробний мікробіологічний процес, під час якого відбувається розкладання органічних речовин вихідних матеріалів. Побічними продуктами, які виробляються під час процесу компостування, є гази (аміак і вуглекислий газ), вода і тепло [91]. Процес компостування також можна відобразити наступним рівнянням [121]:

$$\text{Субстрат} + O_2 \rightarrow \text{Компост} + CO_2 + H_2O + NH_3 + \text{біомаса}$$

Процес компостування вважається екологічно чистим способом утилізації біологічних відходів з погляду охорони навколишнього середовища порівняно із захороненням органічних решток на звалищах. Компост, отриманий лише з біологічних відходів, можна використовувати в органічному сільськогосподарському виробництві [121]. Субстрати, які використовуються для компостування, найчастіше мають рослинне, тваринне або мікробіологічне походження [139]. Найбільшу частку займають рослинні субстрати, а тваринні та мікробні компоненти становлять менші фракції в компостній суміші [91].

На розкладання складних структурних агрегатів впливають мікроорганізми, активність яких спостерігається на певних фазах компостування [198, 199]. Розкладання починається з окиснення органічних сполук, які швидше розкладаються, цей процес називається гниттям, за яким відбувається стабілізація або розкладання складних органічних молекул і гуміфікація лігноцелюлозних матеріалів [91].

Перша, мезофільна фаза, триває в середньому кілька діб, потім температура компостної суміші підвищується вище 40 °C після 3-ї доби, і в такий спосіб починається термофільна фаза. За цієї фази розчинні цукри та крохмаль розщеплюються [170] під впливом бактерій, грибів та актиноміцетів, які мають одну назву − первинні деградатори [91].

Кількість мезофільних організмів у компостній суміші втричі перевищує кількість термофільних, а підвищення температури відбувається завдяки їх метаболічній активності [111].

Початок термофільної фази залежить від аерації, співвідношення C/N та вологості [175]. Ця фаза може тривати 10-30 діб і продовжується за перемішування й додаткового змочування компостної суміші [118]. За цієї фази відбувається прискорення розкладання, яке зростає, поки температура компостної купи не досягне 62 °C [68]. У термофільну фазу розвиваються змішані популяції термофільних бактерій і актиноміцетів, грибів, стійких до високих температур. Під впливом мікробіологічної активності відбувається

розщеплення білків, жирів, целюлози та геміцелюлози [62]. Температура вище 50 °C знищує насіння бур'янів і патогенних мікроорганізмів, однак температури вище 65 °C також знищують корисні мікроорганізми, і тоді аерація компостної купи може бути корисною або необхідною [118]. У компостній суміші температура в усіх частинах неоднакова, тому важливо регулярно її перемішувати, це гарантує, що всі частини компосту потраплять у центральну зону, де температура найвища. Зовнішня зона компосту добре забезпечена Оксигеном, але має найнижчу температуру, внутрішня зона сильно ущільнена і погано забезпечена Оксигеном, нижня зона має високу температуру [91].

Фаза охолодження триває різночасно і залежить від початкової суміші компостної купи [175]. Під час цієї фази відбувається реактивація мезофільних організмів, а також довгострокова та повільна деградація лігніну інших стійких компонентів [77].

У фазу дозрівання компосту кількість бактерій зменшується, водночас спостерігається збільшення грибів, які розщеплюють складні вуглеводи і залишковий лігнін [91]. Ця фаза триває від кількох діб до кількох місяців [191].

Успішний процес компостування залежить від різних фізичних, хімічних і біологічних чинників, а саме: субстрату, розміру частинок, вологості, температури, pH, вмісту кисню, співвідношення C/N, а також кількості та типу мікроорганізмів [191].

Важливо мати хороші вихідні матеріали, щоб у них співвідношення C/N було оптимальним. Оптимальний розмір частинок початкових компонентів 4–5 см [127].

Тонгнеті та ін. (2007) стверджують, що початкові компоненти слід подрібнити до розміру дюйма, щоб збільшити площу, доступну для мікроорганізмів, і прискорити процес компостування [190].

Ідеальна вологість на початку процесу компостування становить 50–60 %. Надмірна вологість понад 70 % повітря впливає на аерацію компостної суміші, тобто оптимальний діапазон pH для більшості мікроорганізмів активно

зменшує повітряний простір і ускладнює для проходження кисню, що створює анаеробні умови [112]. Вміст води нижче 40 % зумовлює зневоднення компостної суміші та порушення біологічних процесів. Якщо вміст вологи в компостній суміші знижується нижче 8 %, тоді мікробна діяльність припиняється взагалі [191].

Температура компостної маси підвищується, вище навколишньої, завдяки мікробіальній діяльності. Компостування − це екзотермічний процес, під час якого виробляється значна кількість енергії, однак лише близько 45 % мікроорганізмів використовуються для синтезу АТФ, а решта енергії втрачається у вигляді тепла в компостній масі [91]. Найактивніша мікробна життєдіяльність спостерігається у першу мезофільну фазу температури 30–45 °C [81]. Температура вище 60 °C протягом щонайменше 3 діб є важливою для дезінфекції компостної купи та зменшення патогенів. Зниження температури компостної купи до показника навколишнього середовища відбувається наприкінці другої мезофільної фази, в якій мікробна активність знижується [82]. Оптимальний діапазон pH для більшості мікроміцетів і бактерій становить 6,5–8,0, що відповідає кінцевому pH зрілого компосту [139]. У термофільну фазу швидко утворюється аміак до розкладання аміну, що зумовлює підвищення pH компостної суміші. У другу мезофільну фазу спостерігається зменшення pH внаслідок зниження активності мікроорганізмів. У фазу дозрівання величина активності pH стабілізується до нейтрального значення, яке тісно пов’язане з буферною ємністю гумусу [201].

Під час процесу компостування особливо важливо забезпечити мікроорганізми, які здійснюють розщеплення органічних речовин, достатньою кількістю Оксигену. Аерація компостної купи забезпечується змішуванням або примусовою аерацією через продування повітря, тому для діяльності мікроорганізмів оптимальний вміст Оксигену у компостній суміші має становити більше 10 % [97]. Вміст Оксигену є найвищим під час термофільної фази та зменшується під час фази дозрівання, оскільки він уповільнює мікробіологічну активність і виділяє вуглекислий газ [125].

Вміст Карбону та Нітрогену є важливим у процесі компостування, оскільки мікроорганізми використовують Карбон як джерело енергії, а Нітроген для будівництва клітин і синтезу білка [163]. Оптимальним співвідношенням C/N у процесі компостування вважається від 25/1 до 35/1 [97].

Якщо співвідношення C/N вище оптимального, процес компостування сповільнюється, оскільки знижується активність мікроорганізмів, а за нижчого співвідношення C/N утворюються аміак і неприємні запахи [189].

Як стверджують автори, є можливість успішного процесу компостування навіть за співвідношень C/N, нижчих за оптимальні [77, 87, 98, 113, 140, 162, 202].

Зменшення співвідношення C/N можна досягти через додавання субстратів, багатих на Нітроген, – пташиний послід, овочеві та фруктові залишки тощо. Збільшення співвідношення C/N досягається за додавання сировини з більш високим вмістом Карбону, наприклад картону, паперу, тирси, соломи [146].

Біологічний кругообіг поживних речовин необхідний для життя, і основними посередниками в цьому процесі є мікроорганізми. Біотрансформація – це біологічна модифікація, яка змінює хімічну структуру речовини [126]. За біотрансформацією можуть синтезуватись складні сполуки (біосинтез) або, навпаки, відбувається біодеградація та мінералізація [150].

Мікроорганізми, які містяться в компості, здебільшого корисні, однак деякі з них потенційно шкідливі. Шкідливі мікроорганізми потрапляють, здебільшого, через вихідні субстрати компостних сумішей [116].

Бактерії беруть участь у біодеградації, виробляючи вуглекислий газ і тепло для утворення енергії [65, 76, 126].

Бактерії забезпечують найшвидше та найефективніше компостування завдяки виділенню поживних речовин, Нітрогену, Фосфору та Магнію [57, 64]. Порівняно з іншими бактеріями, психрофільні бактерії виділяють невелику кількість енергії і найбільш активні за температури 13 °C. Мезофільні бактерії

найбільш активні за температури 21–38 °C. Коли температура компостної купи піднімається вище 45 °C, основну функцію виконують термофільні бактерії, які продовжують біорозкладати в процесі компостування [67, 143]. Для роду Bacillus найбільш оптимальною є температура в діапазоні 50–65 °C, за температури 65 °C домінує Stearothermophilus [126].

Актиноміцети надають перевагу нейтральному або злегка лужному pH компостних сумішей і беруть участь у деградації субстратів, які важко розщепити [126]. Гриби можуть руйнувати стійкі матеріали, такі як крохмаль і білки, при цьому виділяючи Карбон, Нітроген і Амоніак, викликаючи землистий запах компосту [59, 94].

Представники групи Thermus/Deinococus ростуть на органічних матеріалах за температури 40–80 °C, оптимальна температура для їх росту – від 65 до 75 °C. Види Thermus колись були присутні лише в геотермальних місцях і, ймовірно, пристосувалися до системи гарячого компосту та відіграють важливу роль у фазу піку нагрівання компостної суміші [128].

Низку автотрофних бактерій також було виділено з компосту, наприклад штам Hydrogenobacter, який колись також був відомий лише в геотермальних місцях [126]. Гриби отримують поживні речовини з мертвого рослинного субстрату, тому вони розщеплюють залишки в компості, дозволяючи бактеріям розкладати розливні речовини без целюлози [143]. Вони утворюють гіфи, за допомогою яких проникають у матеріали компосту і гідролізують як лігнін, геміцелюлозу та целюлозу [102]. Гриби можуть розщеплювати сухі й кислі залишки та залишки з низьким вмістом азоту, стійкі до дії бактерій. Складні полімери, такі як поліароматичні сполуки або пластмаси, також розкладаються грибками [143].

На початку процесу компостування бактерій найбільше, водночас гриби та актиноміцети також є важливими членами мікробної спільноти. На склад мікробного співтовариства в компостній купі впливають вихідні матеріали [130]. Усі мікроорганізми, присутні в компості, знаходяться в нормальному природному середовищі [116]. Вхідні компоненти компостної купи часто

гетерогенні, як і початкові мікробні спільноти. Харчові відходи, що містять рослинні залишки, мають низький початковий рівень pH, тому присутні грибкові та дріжджові проліфератори, що сповільнюють ріст бактерій [55]. Грамнегативні, α-, β- та γ-протеобактерії були виявлені переважно у зразках компосту, що містили листя і траву в перший день компостування [150].

У побутових відходах виявлено небагато мезофільних грибів та велику кількість термофільних бактерій і грибів [55]. Наявність шкідливих організмів, насамперед, залежить від вхідних компонентів компостних сумішей. Тваринні відходи від гною та їжі містять значну кількість потенційних збудників хвороб людини і тварин, таких як Salmonella sp., Escherichia coli і Listeria sp. [119, 148, 196]. Рослинні залишки також можуть містити різні збудники хвороб рослин [116].

Після початку процесу компостування мікробіологічна біомаса різко зростає [116, 150, 154]. Впродовж першої доби компостування науковці зафіксували шестикратне збільшення мікробіологічної маси за компостування подрібненої соломи з додаванням суспензії із мікроорганізмів. Фізичні та хімічні властивості компостної маси змінюються з часом, зокрема перші активні мікроорганізми руйнують вихідний субстрат і виробляють метаболіти та створюють нове фізико-хімічне середовище [55]. Одним із основних чинників, що впливають на мікробну популяцію в процесі компостування, є концентрація та склад розчиненої органічної речовини [116]. Основними компонентами органічної речовини компостних сумішей є білки, вуглеводи, ліпіди та лігнін [55]. У процесі розкладання бактерії домінують у мікробних спільнотах, і під час цієї фази в компостній суміші зазвичай міститься значна кількість органічних вуглеводів. Кількість Нітрогену залежить від вхідної сировини, а оптимальне співвідношення C/N для активації мікробних спільнот становить 25–40 [116].

За термофільного режиму утворюється найбільша кількість мікробів і синтезуються ферменти [184]. З підвищенням температури компостної суміші

відбуваються значні зміни в мікробному співтоваристві, що важливо для самостерилізації компосту, тобто знищення шкідливих мікроорганізмів [116].

У фазу дозрівання компосту кількість бактерій зменшується, водночас збільшується їх різноманітність. Тимчасом популяція грибів зростає в кількості та різноманітності [55]. Активність грибків є важливою у фазу дозрівання компосту [116].

Гриби міцеліальної будови (Fusarium sp., Aspergillus sp. і Chaetomium sp.) мають кращу здатність до розкладання целюлози [90, 109, 126, 185]. Відомо, що Pseudomonas та споріднені види розкладають целюлозу, і лише деякі актиноміцети беруть участь у цьому процесі [117, 180].

Целюлозолітичні бактерії повсюдно поширені та ефективно розкладають целюлозу, тим часом їх здатність мінералізувати лігнін обмежена [126, 137]. Цитофаги та спороцитофаги є домінуючими целюлозолітичними мікроорганізмами, присутніми на всіх етапах процесу компостування [181].

Мезофільні аеробні та анаеробні форми бактерій Bacillus subtilis, B. polymyxa, B. licheniformis, B. pumilus, B. brevis, B. firmus і B. circulans розкладають геміцелюлозу. Три типи грибів живуть на мертвій деревині, яка зустрічається в компостних сумішах, і це гриби м’якої гнилі, бурої гнилі та білої гнилі [181].

Отже, процес компостування відомий з давніх часів, однак лише в останні десятиліття більше уваги приділяють його значенню в утилізації відходів. Перетворення на компост біологічно розкладаної органічної фракції твердих відходів є одним із найбільш перевірених методів переробки. Це процес з низьким енергоспоживанням і дозволяє утилізувати органічну фракцію твердих відходів, які становлять найбільшу частину сміття. Компостування є економічно та екологічно найбільш доцільним методом утилізації біологічних видів відходів. Знання мікробіологічних аспектів компостування дозволило оптимізувати всі чинники, які безпосередньо впливають на процес. Оптимальне використання компосту в сільському господарстві потребує відповідного визначення стабільності компосту щодо мікробної активності.

Стабільність запобігає зв’язуванню поживних речовин у швидкому мікробному зростанні, дозволяючи їм бути доступними для потреб рослин. Мікроорганізми мають важливе значення у процесі компостування, оскільки їх ферменти розщеплюють органічну речовину компостної суміші. Наявна складна взаємодія між різними видами мікроорганізмів, і їх присутність залежить від початкових сумішей компостної купи та стадії процесу компостування. Незважаючи на те, що результати успішного процесу компостування здебільшого відомі, взаємодія всіх механізмів і процесів наразі недостатньо досліджена. Вивчення різних типів мікроорганізмів може допомогти виявити більш ефективні та швидші моделі компостування. У зв'язку з цим важливі подальші дослідження мікроорганізмів для досягнення кращого розуміння процесу компостування та утилізації біовідходів.

1.3. Використання вермикультури в годівлі сільськогосподарської птиці

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації об’єднаних націй (FAO), на нашій Планеті налічується до 8 млрд людей, а до 2050 року потрібно буде підтримувати життя 10 млрд людей, які спричиняють все більший тиск на природні ресурси, навколишнє середовище та клімат. Навіть за нинішніх високих рівнів розвитку технологій, вартість виробництва продовольства часто має неприпустимо високу ціну, погіршуючи чи руйнуючи природні середовища існування, впливаючи на вимирання видів та коштуючи мільярди доларів втрачених ресурсів. Найважливіше, що сьогодні агропродовольчі системи демонструють глибокі нерівності. Зокрема, найменше 2 млрд людей не мають регулярного доступу до достатньої кількості безпечної, поживної їжі, тим часом 3 млрд − не можуть собі дозволити здорове харчування, а проблема ожиріння продовжує загострюватися у всьому світі [6].

Деградація навколишнього середовища стала основною небезпекою, з якою стикається сьогодні світ, спричинена високим рівнем населення, що

призводить до збільшення виробництва відходів [186]. Є чіткі ознаки того, що родючість ґрунту знижується, і фермери намагаються компенсувати це збільшенням внесення добрив. Це посилює проблему, оскільки однією з причин зниження родючості є відсутність належного управління органічними речовинами ґрунту. Дані показали, що значна кількість відходів утворюється людьми через виділення, виробничі матеріали, системи землеробства та сільськогосподарського виробництва; це, зокрема, гній тварин, харчові відходи та відходи ресторанів, а також промислові органічні відходи [95, 194]. Hoornweg та ін. (2013) зазначив, що на сьогодні відходи утворюються швидше, ніж інші забруднювачі навколишнього середовища, включаючи парникові гази [122]. Згідно з Едвардсом і Аранконом [95], рівень утворення відходів може стати глобальною загрозою через забруднення ґрунту та води, оскільки їх наразі утилізують, за допомогою розподілу на землі, спалювання або на звалищах.

Зростає визнання того, що впровадження вирощування дощових черв’яків (вермикультури) може бути рішенням для подолання світової кризи через переробку відходів, як природних біореакторів для економічно ефективного та екологічно безпечного поводження з відходами [56]. За даними Bajsa et al. (2003), стійкість може бути досягнута завдяки застосуванню технології вермикомпостування органічної речовини, що передбачає прискорений кругообіг поживних речовин, у результаті чого відходи застосовують для продукування біомаси черв’яків та подальшого їх використання як цінного джерела протеїну в сільському господарстві та фармації [194].

Використання черв'яків Eisenia foetida (черв'яків каліфорнійських) в годівлі тварин та птиці є одним з екологічно безпечних і ефективних способів забезпечення додаткового джерела білка. Черв'яки цього виду відомі своєю здатністю переробляти органічні матеріали, зокрема органічні відходи у високоякісну білкову масу. Крім повноцінного амінокислотного складу

біомаса черв’яків містить значну кількість жирів, які є цінним джерелом енергії, багаті на мінеральні речовини та вітаміни [35, 60, 74, 96].

Джерела тваринного білка стають дедалі дефіцитнішими, тому потрібні нові джерела білка, щоб замінити рибне борошно, яке використовують в кормах для птиці, риби, свиней, великої рогатої худоби та інших тварин. Вміст сухої речовини в біомасі дощових черв’яків становить приблизно 15–20 % від ваги біомаси після висушування [27, 35, 39, 96].

Досліджень, що описують поживні компоненти тканин різних видів дощових черв’яків, доволі небагато [95, 96]. Тканини дощових черв'яків за складом подібні до тканин багатьох безхребетних. Найбільшу частку сухої маси становить білок (60–70 % ваги), залежно від виду дощових черв’яків, типів, годування та експериментальних обробок.

Zhenjun та ін. (1997) вивчали хімічний склад дощових черв’яків видів E. Foetida порівняно з іншими поширеними кормами для тварин [93]. Дані автори повідомили, що вміст білка в борошні із дощових черв’яків становив 54,6 %, тобто вище, ніж у китайському рибному борошні, курячих яйцях і соєвому борошні. За даними, вміст амінокислот у борошні дощових черв’яків добре порівнюється з вмістом рибного борошна, курячих яєць і сирого коров’ячого молока, причому вміст лізину в борошні дощових черв’яків є вищим, ніж у всіх згаданих вище. Крім того, вміст сирого жиру в борошні дощових черв’яків нижчий, ніж у рибному борошні, але вищий, ніж у соєвому і кукурудзяному борошні. Водночас, за винятком кукурудзяного борошна, борошно дощових черв’яків має найвищий вміст метаболічної енергії (2,99 ккал/g) перевірених харчових продуктів і кормів.

За даними інших авторів, хімічний склад біомаси черв’яків залежить від складу поживного середовища [89, 99]. Зокрема, автори встановили, що вміст сирого протеїну у біомасі Eisenia fetida коливається в межах 51,9 – 68,9 % [33, 50, 161]. За даними R.A. Dynes (2003), кількість сирого протеїну у біомасі Eisenia fetida становить 71 %, L. terrestis – 78,7 % [92], у Lumbricus rubellus −

63,06 % [60, 61]. Результати досліджень показали, що вміст білка у біомасі дощових черв’яків коливається у межах від 60 до 85 % [153].

Профіль незамінних амінокислот у біомасі дощових черв’яків добре порівнюється з іншими високопротеїновими компонентами, які нині використовують для виробництва кормів для тварин. Середня кількість незамінних амінокислот також була задовільною, особливо щодо лізину та комбінацій метіонін − цистеїн, фенілаланін − тирозин, які є важливими компонентами кормів для тварин [178].

Як свідчать дані амінокислотного складу біомаси дощових черв'яків, у особин Libyodrilus violaceus та Eudrilus eugeniae серин, глутамінова кислота, пролін, гліцин, аланін містилися в меншій кількості порівняно з Eisenia fetida [88]. За результатами О.С.Скіп та В.І.Буцяк (2013) [50], уміст амінокислот у 1 г білка Eisenia foetida становив у мг: лізину − 55,0; метіоніну та цистеїну − 266,8; треоніну − 94,2; валіну − 94,2; триптофану − 66,4; лейцину − 130,4; ізолейцину − 97,5; фенілаланіну та тирозину − 167,7; у біомасі Lumbricus rubellus переважали незамінні амінокислоти, такі як: ізолейцин (1,98 %), гістидин (0,63 %), а також глутамінова кислота (1,52 %) [61].

За даними авторів [33, 94, 96, 161], вміст ліпідів у біомасі дощових черв’яків коливається в межах 5,6−17,5 % з переважанням довголанцюгових жирних кислот, які не синтезуються в організмі моногастричних тварин, тимчасом жуйні їх можуть синтезувати у передшлунках. Водночас у біомасі черв’яків міститься достатня кількість мінералів та низка вітамінів, особливо багаті на ніацин, який є цінним компонентом на корм для тварин. Тканини тіла також містять вуглеводи (5–21 % маси) і мінерали (2–3 % маси) [94, 96], безазотисті екстрактивні речовини – 2,9–20,0 % [33, 92]. За даними інших вчених, вміст сухої та органічної речовини становив відповідно 7,2 та 88 %, золи – 0,43–2,9 % [92, 161].

Інші автори [153] встановили, що вміст сирого протеїну у біомасі дощових черв’яків більше, ніж у бобових, водоростях та грибах відовідно у

4,0; 5,7 та 2 рази, а у м'ясо-кістковому та рибному борошні майже у 2 рази менший, ніж у вермикультурі [50].

Отже, як свідчать дані літературних джерел, хімічний склад та поживність біомаси черв'яків залежать 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 та птиці.

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

В умовах інтенсифікації виробництва продукції тваринництва і птахівництва, зростання цін на високобілкові корми тваринного та рослинного походження, препарати незамінних амінокислот, пошук нетрадиційних високопротеїнових кормів і можливість їх використання для балансування і оптимізації рецептів комбікормів та раціонів, має актуальне теоретичне і практичне значення, оскільки ресурси білкової сировини обмежені. Адже, збалансована повноцінна годівля за протеїновим та амінокислотним складом є основним чинником, що впливає на поліпшення фізіологічного стану і продуктивність сільськогосподарських тварин та птиці, і становить 65-70 % у собівартості виробленої продукції [1, 49, 60, 61, 69, 100, 106, 107, 124, 138].

Зокрема, за результатами досліджень, спостерігається широке промислове застосування біомаси черв’яків у перепелівництві [61] з метою підвищення продуктивності. За даними авторів [51], заміна 2,0 % комбікорму біомасою із черв’яків, вирощеної 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 %.

А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов встановили, що застосування кормової добавки із біомаси дощових черв'яків збагаченої йодом в годівлі курчат-бройлерів сприяло збільшенню приростів живої маси птиці на 6,9 % [4].

Введення до комбікорму курчат-бройлерів 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 % ($p<0,05$) [5].

Закордонні вчені досліджували ефективність застосування біомаси черв’яків Perionyx excavatus у складі раціону курей [60]. Зокрема. введення біомаси черв’яків від 1,0 до 2,0 % сприяла високим темпам росту птиці з високим виходом тушки, 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 спостерігалося зниження споживання корму на 6,8 % порівняно з контрольною групою.

Встановлено [93], що уведення до раціону курей-несучок біогумусу (від 5 до 20 г на голову) сприяло підвищенню їх продуктивності на 6–13,9 % (у середньому на 8,5 %), зменшенню частоти насічки яєць на 7,5 %, зниженню конверсії корму (на 1000 яєць) – на 5,4 %. За введення у повнораціонний комбікорм добових курчат-бройлерів 1,2 % компостних черв'яків (за дефіциту білка 6 %) спостерігався більш чіткий статевий диморфізм, ніж у курчат контрольної групи. Було встановлено збільшення збереженості птиці та приріст живої маси у дослідній групі, відповідно, на 24,6 % та 16,2 %, а конверсія корму зменшилася − на 24,0 % порівняно з курчатами контрольної групи.

Збільшення вмісту протеїну від 16 до 18 % супроводжувалося вірогідним зниженням величини споживання корму на 23 %. Використання комбікормів із різним умістом сирого протеїну значно впливало на споживання кормів та перетравність поживних речовин [38]. Дослідниками [53] було встановлено, що за додавання до комбікорму добових курчат-бройлерів та щурів 2,5 % і

1 % протеїнового комплексу на основі біомаси черв’яків, середньодобовий приріст живої маси збільшився на 14,0 та 15,0 % відповідно.

Результати досліджень [163] показали, що за введення у корми для риб сухого борошна із дощових черв'яків у кількості 15 та 25 %, уміст білка 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) [15]. Кормову добавку отримували з дощових черв'яків і вермикомпосту [53] та додатково вносили каротиновмісну біомасу мукорового гриба Blakeslea trispora [54]. За додавання кормової добавки РВБД-ЕМ до раціону відлучених поросят у кількості 5 та 10 г на 1 кг живої маси середньодобові прирости тварин збільшувалися на 23,4 та 20,2 %, відповідно [54].

Крім використання дощових черв'яків як кормових добавок, можна застосовувати їх у медицині [53], як лікарські препарати [177, 186], оскільки вони мають ензиматичну активність [171, 179], антимікробні властивості [157] та справляють біологічну дію [164, 165, 172, 181]. Також встановлено, що порошок з дощових черв'яків має сильні антиоксидантні та гепатопротекторні властивості [173].

Отже, численними науковими дослідженнями встановлено та досліджено позитивний вплив кормових добавок на основі біомаси черв’яків на продуктивність сільськогосподарських тварин та птиці, спостерігалась активація їх росту і розвитку та збільшення живої маси птиці, свиней, аквакультури та лабораторних тварин. Проте, використання біомаси черв’яків, вирощених на субстраті із застосуванням мікробіологічних препаратів не досліджувалося.

РОЗДІЛ 2
ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА, МЕТОДИ ТА МІСЦЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Місце, час та матеріали досліджень

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконували упродовж 2019–2023 років.

Мікробіологічні дослідження свіжого посліду птиці, біодеструкторів, органічних відходів, ферментованого посліду птиці проводили на кафедрі мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ).

Дослідження щодо прискорення ферментації посліду курчат-бройлерів із підстилкою за використання біодеструкторів (мікробіологічних препаратів), вивчення ефективності вирощування біомаси вермикультури на субстраті із вмістом ферментованого посліду курчат-бройлерів проводили в умовах віварію БНАУ.

Науково-господарські досліди щодо встановлення ефективності використання біомаси черв'яків, вирощених на субстраті із вмістом ферментованого за участі біодеструкторів посліду у складі комбікормів для курчат-бройлерів проводили на базі віварію БНАУ. Для дослідження використовували курчат-бройлерів кросу Кобб-500.

Виробничі випробування результатів науково-господарських досліджень, впровадження результатів дослідження виконувались в ПП «ОЛВІ БЦ», ТОВ «Омега Три», ФОП «Фостик І. І.» та ПрАТ «Оріль-Лідер» (додаток А1-А3).

Експериментальну роботу проводили згідно із загальною схемою (рис. 2.1). На першому етапі роботи проведені експерименти щодо відпрацювання технологічних процесів ферментації прискореним методом посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев). Для ферментації посліду використовували біодеструктори вітчизняного та імпортного виробництва. Встановлювали дози біодеструктора, режими перемішування, вплив біодеструкторів на тривалість ферментації, хімічний склад ферментованого посліду (рис. 2.1.).

Рис. 2.1. **Загальна схема досліджень**

Вивчали ефективність застосування (другий етап дослідження) у складі субстрату ферментованого посліду курчат-бройлерів за вирощування черв'яків. Досліджували вплив посліду, ферментованого прискореним методом на ріст, розмноження вермикультури. Вивчали хімічні та біохімічні показники біомаси вермикультури, хімічний склад біогумусу.

На третьому етапі досліджували ефективність використання різних доз біомаси черв'яків, вирощених на субстраті із вмістом посліду птиці, отриманого прискореним методом у складі комбікормів для курчат-бройлерів. Встановлювали продуктивність птиці, метаболічний статус у її організмі та економічну ефективність.

Науково-господарські досліди з розробки технології прискорення ферментації посліду курчат-бройлерів із підстилкою проводили використовуючи метод груп-аналогів за схемами, представленими у таблицях 2.1. та 2.2.

Для дослідження впливу різних біодеструкторів (мікробіологічний препарат імпортного виробництва «Sviteco-МВТ», постачальник ТОВ «СІРІОН» та мікробіологічний препарат вітчизняного виробництва «Компоназа» – виробник ТОВ «Торговий дім «БТУ-ЦЕНТР»» та їх доз на ефективність ферментації було відібрано 600 кг посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев) з приміщення, де на глибокій підстилці впродовж 6 тижнів вирощували птицю. Послід додатково тричі ретельно перемішували для досягнення максимальної гомогенності.

Із відібраного посліду курчат-бройлерів точно відважували проби по 30 кг. Одержані проби посліду розсипали рівномірним шаром на поліетиленову плівку. Поверхню посліду за використання мобільного розприскувача зрошували розчинами мікробних препаратів і постійно перемішували. Для перемішування посліду курчат-бройлерів із розчинами біодеструктора для кожної проби використовували індивідуальну поліетиленову плівку. Зволожені контрольні та дослідні проби поміщали у поліетиленові мішки.

Перед використанням препарат імпортного виробництва точно відважували на вагах і розчиняли у воді. Вода відповідала вимогам ДСТУ 7525:2014. Проби із І-ї дослідної групи зволожували розчином, який містив біодеструктор із розрахунку 143 мг/т. У пробах із ІІ-ї і ІІІ-ї дослідних груп послід курчат-бройлерів зрошували розчинами біодеструктора із розрахунку, відповідно, 1430 та 2860 мг/т. У контролі зразки посліду зрошували чистою водою.

Підготовлені проби посліду, оброблені водою – контроль, та розчинами біодеструктора, вносили у поліетиленові мішки.

Таблиця 2.1. **Схема досліду ферментації посліду птиці із препаратом імпортного виробництва «Sviteco-MBT»**

Група	Кількість проб у групі, шт.	Маса посліду птиці із підстилкою у пробі, кг	Маса внесеного біодеструктора, мг/т	Об’єм води, $дм^3$
Контрольна	3	30,0	-	1,5
І дослідна	3	30,0	143	1,5
ІІ дослідна	3	30,0	1430	1,5
ІІІ дослідна	3	30,0	2860	1,5

До складу біодеструктора входять: Bacillus megatherium, Bacillus spp., Bacillus mesentericus, Bacillus subtilis, Bacillus mycoides. Показник КМАФАнМ біодеструктора за посіву на поживному середовищі становив $2,1x10^9$ КУО/г.

Для вивчення ефективності застосування мікробіологічного препарату «Компоназа» вітчизняного виробника ТОВ «Торговий дім «БТУ-ЦЕНТР»» (у формі рідини) використовували аналогічний послід курчат-бройлерів, як під час експериментів із імпортним біодеструктором (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2. **Схема досліду ферментації посліду курчат-бройлерів із використанням препарату «Компоназа»**

Група	Кількість проб у групі, шт.	Маса посліду птиці із підстилкою у пробі, кг	Об'єм внесеного біодеструктора, $см^3/т$	Об'єм води, $дм^3$
Контрольна	3	30,0	-	1,5
І дослідна	3	30,0	3,75	1,5
ІІ дослідна	3	30,0	7,50	1,5
ІІІ дослідна	3	30,0	11,25	1,5

У І-й дослідній групі проби посліду птиці зволожували 1,5 $дм^3$ розчину біодеструктора, що забезпечувало внесення 3,75 $см^3$ препарату на тонну органічних відходів. У ІІ-й дослідній групі проби посліду курчат-бройлерів містили у два рази вищу дозу біодеструктора відносно І-ї дослідної групи. Найвищу дозу біодеструктора (11,25 $см^3/т$) містили проби із ІІІ-ї дослідної групи. У контролі проби зрошували водою.

До складу біодеструктора «Компоназа» входили Bacillus subtilis, Bacillus spp., Bacillus mesentericus. Показник КМАФАнМ препарату за посіву на поживному середовищі становив $1,8x10^9$ КУО/г.

Для проведення досліджень впливу біодеструкторів на ферментацію посліду курчат-бройлерів у приміщенні температуру витримували на рівні 20-21 °С.

Обліковий період ферментації посліду курчат-бройлерів різними біодеструкторами тривав продовж 150−160 діб. Компостування посліду проводили із застосуванням аерації (перемішування) один раз на сім діб. Впродовж компостування контролювали температуру субстрату та температуру повітря.

Дослідження впливу субстрату (ферментований різними дозами біодеструкторів послід курчат-бройлерів із подрібненою соломою пшениці) на ріст і розвиток вермикультури проводили за схемами, представленими у

таблицях 2.3. та 2.4. Температура повітря за вирощування вермикультури становила 22-23 ˚С. У контрольній і дослідних групах було закладено по 6 мікролож. Для досліджень застосовували гібрид червоних каліфорнійських черв'яків із середньою масою 0,72±0,01 г.

Вологість субстрату у всіх групах регулювали у межах 67±0,5 %. Один раз продовж 48 годин проводили аерацію субстрату у кожній мікроложі. Експеримент тривав 100 діб. Наприкінці кожного експерименту проводили підрахунок окремо статевозрілих черв'яків, їх коконів та молодняку у кожній мікроложі.

Для контролю використовували послід бройлерів, ферментований традиційним методом (18 місяців) без використання біодеструкторів, та подрібнену солому пшениці (табл. 2.3.).

У І-х дослідних мікроложах субстрат виготовляли із ферментованого посліду курчат-бройлерів продовж 180 діб із застосуванням біодеструктора у кількості 143 мг/т та подрібненої соломи пшениці. Для черв'яків із ІІ-х та ІІІ-х дослідних груп-мікролож використовували субстрат із посліду птиці ферментованого за участі 1430 та 2860 мг/т біодеструктора імпортного виробництва та подрібненої соломи пшениці за співвідношення 92,0 % на 8,0 % за масою.

Досліджуючи вплив ферментованого посліду курчат-бройлерів за використання біодеструктора виробництва ТОВ «Торговий дім «БТУ-ЦЕНТР»», було сформовано 4 групи ложі. У контролі субстрат був сформований із посліду курчат-бройлерів, ферментований 18 місяців, і подрібненої соломи пшениці (табл. 2.4.).

Таблиця 2.3. **Схема дослідження ефективності використання посліду птиці ферментованого біодеструктором імпортного виробництва «Sviteco-МВТ» на ріст і розвиток вермикультури**

Група-мікроложа	Кількість внесених черв'яків в одну мікроложу, шт.	Маса субстрату в одній мікроложі, кг	Характеристика субстрату
Контрольна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 18 місяців без додавання біодеструктора (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
І дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 180 діб із додаванням біодеструктора – 143 мг/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
ІІ дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів 180 діб із додаванням біодеструктора – 1430 мг/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
ІІІ дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 180 діб із додаванням біодеструктора – 2860 мг/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)

Таблиця 2.4. **Схема дослідження ефективності використання посліду птиці, ферментованого препаратом «Компоназа», на ріст і розвиток вермикультури**

Група-мікролож	Кількість внесених черв'яків в одну мікроложу, шт	Маса субстрату в одному мікроложі, кг	Характеристика субстрату
Контрольна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 18 місяців без додавання біодеструктора (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
І дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 180 діб із додаванням біодеструктора – 3,75 $см^3$/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
ІІ дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів 180 діб із додаванням біодеструктора – 7,50 $см^3$/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)
ІІІ дослідна	100	15,0	Ферментований послід курчат-бройлерів продовж 180 діб із додаванням біодеструктора – 11,25 $см^3$/т (92,0 % за масою) + подрібнена солома пшениці (8,0 % за масою)

У дослідних групах-ложах субстрат для вермикультури виготовляли із подрібненої соломи пшениці та ферментованого протягом 180 діб посліду курчат-бройлерів із внесенням 3,75; 7,50 та 11,25 $см^3$ біодеструктора «Компоназа».

Продовж досліду вивчали динаміку збільшення біомаси вермикультури, інтенсивність розмноження, кількість коконів. Для обліку кількості і маси черв'яків у мікроложах використовували щуп для відбору проб із черв’яками і їх коконами розміром 10 х 10 х 50 см.

Науково-господарські досліди щодо встановлення ефективності використання біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого за участі біодеструктора «Компоназа» у складі комбікормів для курчат-бройлерів були виконані за методу груп-аналогів описаного В.К. Кононенком та І.І. Ібатулліним (2000) згідно зі схемою, викладеної у таблиці 2.5. [23].

Групи формували із добових курчат кросу Кобб-500. Для експерименту було сформовано 4 групи - контрольну і три дослідних, по 100 голів у кожній.

Таблиця 2.5. **Схема науково – господарського досліду на курчатах-бройлерах**

Група	Кількість курчат у групі, гол	Чинник, що досліджується
Контрольна	100	Повнораціонні комбікорми (ПК)
І дослідна	100	ПК із вмістом 1,5 % біомаси вермикультури
ІІ дослідна	100	ПК із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури
ІІІ дослідна	100	ПК із вмістом 4,5 % біомаси вермикультури

Мікроклімат для контрольної і дослідних груп курчат-бройлерів

відповідав чиним гігієнічним вимогам та був аналогічний. Дослід тривав із 1-ї до 42-ї доби життя птиці.

Курчатам-бройлерам із контрольної групи згодовували повнораціонні комбікорми (предстартер, стартер, гровер та фінішер) без додавання біомаси черв'яків (додаток В1−В4). Птиці із І-ї дослідної групи згодовували комбікорми із вмістом 1,5 % біомаси вермикультури. Бройлери ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп споживали комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % черв'ячної біомаси. Біомасу вермикультури вносили у гомогенізованій із дертю пшениці формі перед гранулюванням.

Виробниче випробування проведено на виробничих потужностях ПП «ОЛВІ БЦ». Для цього із добового молодняку курчат за принципом аналогів відібрано дослідну та контрольну групи по 800 голів у кожній. Контрольна група отримувала стандартні комбікорми. Дослідній групі згодовували комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси черв'яків.

2.2. Методи встановлення показників

Масу тіла курчат-бройлерів та їх органів визначали за допомогою індивідуального зважування на технічних вагах.

Температуру ферментованого посліду курчат-бройлерів у буртах визначали використовуючи термометр, який відповідає ДСТУ OIML R 133:2019 [13]. Перед визначенням біохімічних і хімічних показників в біомасі черв'яків їх очищали від субстрату, мили в дистильованій воді і переносили у ексикатори із подрібненим (величина часточок 0,8х0,8 см), зволоженим фільтрувальним папером [8], де витримували 36 годин для очищення шлунково-кишкового каналу черв'яків від копролітів і хімусу. Із підготовлених черв'яків із дослідних і контрольних мікролож виготовляли гомогенат із фізіологічним розчином.

Після експерименту для дослідження хімічних та біохімічних показників у організмі курчат-бройлерів проводили анестезію птиці

(оглушення струмом) і забій, дотримуючись правил біоетики. Із кожної групи відбирали по 6 голів із аналогічною масою тіла [3].

Уміст вологи та загальної золи в м'язовій тканині курчат-бройлерів і біомасі вермикультури визначали згідно з ДСТУ ISO 1442:2005 та ДСТУ ISO 936:2008 [10, 12]. Вміст білка та жиру у м'язовій тканині бройлерів та біомасі вермикультури визначали згідно з методиками викладеними в ДСТУ ISO 1443:2005 та ДСТУ 3143:2013 [7, 11]. Вміст сухої речовини у м'язовій тканині птиці та біомасі вермикультури визначали згідно з ДСТУ ISO 1442:2005 [10]. У біомасі вермикультури визначали вміст важких металів – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ДСТУ 7965:2015) [9].

Уміст загального білка у гомогенаті із печінки і у сироватці крові птиці визначали за методикою, описаною O. H. Lowry (1951) [144]. Вміст сечової кислоти в крові курчат-бройлерів досліджували згідно з методикою із використанням фосфорновольфрамового реактиву (виробництво «Філіст-Діагностика») [22].

Аналіз (токсико-біологічний) м'яса курчат-бройлерів здійснювали за рекомендаціями П. В. Микитюка (2004) [32]. Активність амінотрансфераз (АлАТ та АсАТ) досліджували із використанням стандартних наборів реактивів методом S. Reitman, S. Francel (1957) [176]. Уміст білкових, загальних HS-груп і тіолових груп низькомолекулярних сполук у печінці курчат-бройлерів визначали згідно з методикою G. L. Ellman (1959) [110]. Вміст глюкози у крові бройлерів досліджували за участі орто-толуїдинового реактиву згідно з інструкцією [21]. Вміст альбуміну та глобулінів у крові птиці досліджували згідно з методиками, описаних у методичних рекомендаціях (Левченко В.І. та ін., 2004) [3].

Нітроген у посліді птиці визначали керуючись методикою (Bremner, 1996) [72]. Вміст сирого протеїну у посліді бройлерів визначали за використання методики К'єльдаля [87]. Вміст Фосфору та Кальцію у посліді курчат-бройлерів досліджували за методикою, описаною у [199].

Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів під час компостування визначали згідно з методикою [200]. Вміст вологи у посліді курчат-бройлерів встановлювали методом висушування за температури 105 °С.

Біометричну обробку одержаних експериментальними методами цифрових даних здійснювали за Монцевічюте-Ерингене [23].

Під час проведення досліджень із сільськогосподарською птицею поводились згідно з вимогами [14, 20].

РОЗДІЛ 3 Результати власних досліджень

3.1. Розробка прискореного способу компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою за використання біодеструкторів

3.1.1. Компостування посліду птиці із використанням імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT»

Під час формування дослідних груп температура посліду курчат-бройлерів становила 21,0 °С. На другу добу дослідження було встановлено, що температура посліду птиці залежала від дози внесеного біодеструктора імпортного виробництва «Sviteco-MBT». Збільшення або зниження температури у середині посліду курчат-бройлерів прямо пропорційно було пов’язано із активністю конгломерату мікроорганізмів у органічних відходах. Чим більшою була доза біодеструктора, тим спостерігалася вища температура розігріву на першому етапі компостування. У ІІІ дослідній групі на другу добу ферментування різниця із контрольною групою становила 9,0 °С або 24,6 % (рис. 3.1.).

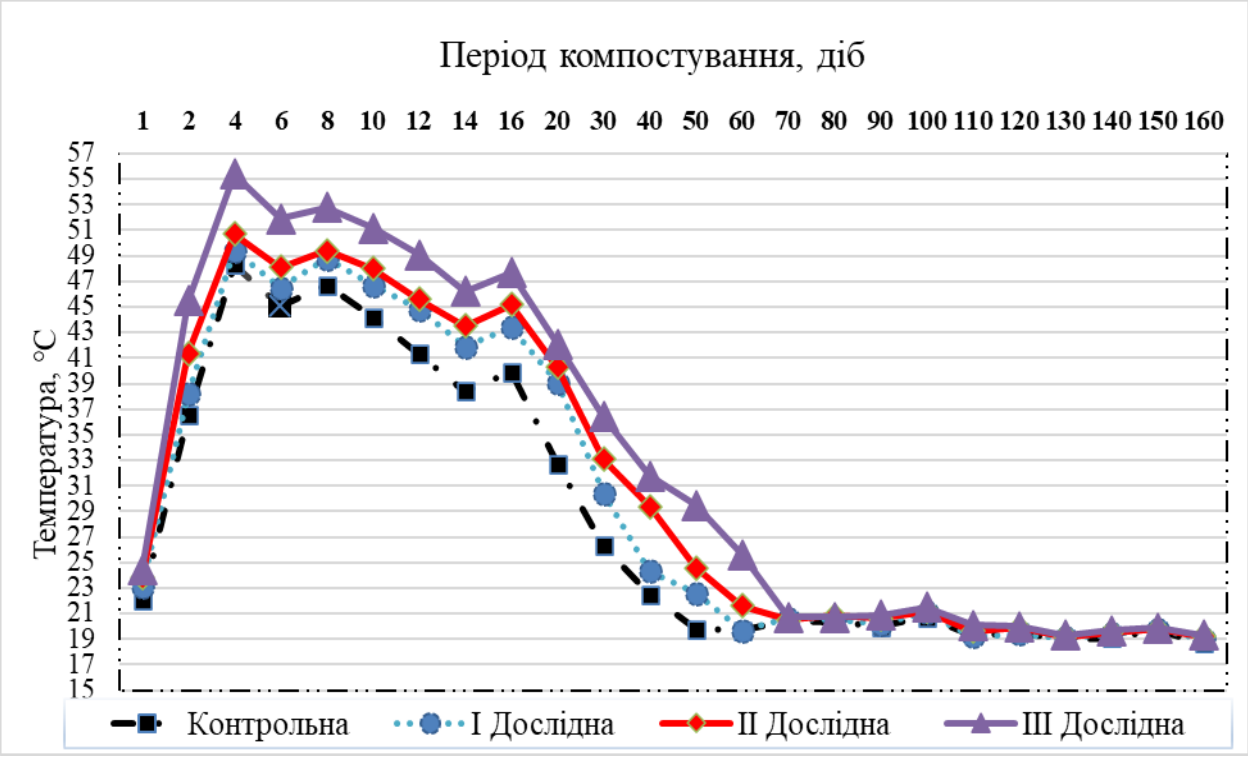

Рис. 3.1. **Динаміка температури посліду птиці за ферментації**

Найвища температура посліду курчат-бройлерів на 4-ту добу після внесення біодеструктора була зафіксована у ІІІ-й дослідній групі де використовували найбільші дози препарату. Порівнюючи із групою, де не застосовували мікробіологічного препарату (контроль), температура була вищою на 14,7 %. Починаючи із 4-ї доби у дослідних групах температура посліду птиці поступово знижувалась у межах термофільного режиму до 18−19 доби. У контрольній групі температура органічних відходів нижче 40 °С була встановлена наприкінці другого тижня ферментування.

Процес компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою із 21-ї до 50-ї доби у контрольній та І-й дослідній групах перебігав у мезофільному режимі (20−40 °С). У групах, де застосовували у складі посліду птиці біодеструктор у дозі 1430 та 2860 мг/т, підвищення температури компосту вище 20 °С фіксували і на 61-шу добу ферментування. Після 61-ї доби компостування вірогідної різниці за температурою у компості дослідних і контрольної груп не встановлено.

За внесення найбільшої дози біодеструктора «Sviteco-MBT» біохімічні процеси за дії ензимів мікроорганізмів проходили найінтенсивніше, що є поясненням зростання температури у порівнянні із послідом птиці, де використовували низьку дозу біодеструктора, та контрольним варіантом, де діяли мікроорганізми, які натуральним способом потрапили у органічну біомасу перед компостуванням.

На 1-шу добу експерименту вміст вологи у посліді курчат-бройлерів із підстилкою був однаковий у всіх групах і становив у середньому 65,65 %. Відхилення вологи між групами не перевищувало середнього значення більше ніж на 0,1 %. По завершенню першого тижня ферментування було встановлено, що волога у посліді бройлерів із контрольної групи зменшилась на 0,3 % (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1. **Динаміка вмісту вологи у посліді курчат-бройлерів**, M±m, n=4

Період ферментування	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
1 доба	65,6±0,86	65,7±0,55	65,6±0,66	65,7±0,61
7 доба	65,3±0,75	65,2±0,65	65,1±0,56	65,0±0,58
14 доба	65,1±0,65	65,0±0,97	64,9±0,78	64,7±0,91
21 доба	64,5±0,95	64,2±0,89	64,0±0,97	63,8±0,81
28 доба	64,2±0,45	64,0±0,77	63,8±0,71	63,5±0,67
35 доба	64,1±0,68	63,9±0,58	63,7±0,65	63,4±0,91
42 доба	64,0±0,55	63,7±0,71	63,5±0,84	63,2±0,74
49 доба	63,9±0,82	63,7±0,56	63,4±0,84	63,1±0,91
56 доба	63,8±0,58	63,5±0,87	63,2±0,59	63,0±0,74
63 доба	63,8±0,64	63,5±0,91	63,2±0,28	63,0±0,84
70 доба	63,5±0,77	63,3±0,57	63,0±0,68	62,9±0,86
77 доба	63,4±0,72	63,2±1,12	62,9±0,58	62,8±0,65
84 доба	63,2±0,88	63,0±0,54	62,7±0,75	62,6±0,98
91 доба	63,2±0,77	63,0±0,87	62,7±0,98	62,6±0,52
98 доба	63,1±0,68	62,9±0,98	62,6±0,48	62,5±0,87
105 доба	62,9±0,37	62,7±0,93	62,4±0,73	62,3±0,81
112 доба	62,8±0,56	62,6±0,74	62,3±0,78	62,2±0,99
119 доба	62,6±0,76	62,4±0,66	62,1±0,96	62,0±0,85
126 доба	62,6±0,78	62,4±1,21	62,1±0,88	62,0±0,57
133 доба	62,5±0,65	62,3±0,67	62,0±0,85	61,8±0,67
140 доба	62,3±0,86	62,1±0,95	61,9±0,97	61,6±0,41
147 доба	62,0±0,35	61,9±0,66	61,5±0,54	61,1±0,75
154 доба	61,7±0,54	61,5±0,74	61,3±0,72	60,9±0,49
160 доба	61,3±0,64	61,1±0,33	60,5±0,54	60,2±0,74

Доведено, що чим більше у послід курчат-бройлерів вносили біодеструктора, тим вищими були втрати вологи. У І-й та ІІ-й дослідній групах вологість ферментованого посліду зменшилась відносно показника 1-ї доби на 0,5 %. Відносно контролю різниця становила, відповідно, 0,1 та 0,2 %. Найбільші втрати вологи впродовж першого тижня компостування відносно стартового показника були зафіксовані у ІІІ-й дослідній групі, різниця становила 0,7 %.

Найінтенсивніші втрати вологи у ферментованому посліді курчат-бройлерів було зафіксовано із 2-ї до 28-ї доби компостування. В цей період втрати у контрольній групі були на рівні 1,4 %. За використання найменшої дози біодеструктора (І-ша дослідна група) втрати вологи були вищими ніж у контролі на 0,2 %. За використання найбільшої дози біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) вологість була меншою ніж у контролі на 0,7 %.

Під час компостування вологість ферментованого посліду курчат-бройлерів постійно зменшувалась. Причиною цього є перебіг активних біохімічних процесів у біомасі та періодичної її аерації (перемішування).

Слід зазначити, що втрати вологи як у контрольній, так і дослідних, групах прямо пропорційно залежали від температури компостування. Чим вищою була температура посліду бройлерів, тим втрати вологи збільшувались. І навпаки, із зниженням біохімічних процесів і температури посліду втрати вологи впродовж одного тижня зменшувались.

Наприкінці експерименту загальні втрати вологи компосту у контрольній групі становили 4,3 %. У дослідних групах втрати вологи були, відповідно, на рівні 4,6, 5,1 та 5,5 %.

Мікробіологічні дослідження здійснювали по завершенню 3-ї доби після обробки посліду курчат-бройлерів різними дозами біодеструктора «Sviteco-МВТ». Встановлено, що у контролі показник КМАФАнМ був на рівні $2,4\times10^7$ КУО/г. За внесення у послід найменшої дози біодеструктора (І-ша дослідна група) показник КМАФАнМ зростав у 3,04 рази відносно контролю (табл. 3.2.).

Таблиця 3.2. **Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів (3-тя доба після початку експерименту**), КУО/г

Показник	Група			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
КМАФАнМ	$2,4\times10^7$	$7,3\times10^7$	$9,7\times10^8$	$5,0\times10^9$
Bacillus *spp.*	$1,1\times10^7$	$2,9\times10^7$	$6,9\times10^7$	$1,4\times10^9$
Streptococcus	$4,9\times10^6$	$7,9\times10^6$	$8,9\times10^7$	$3,1\times10^7$
Staphylococcus	$3,2\times10^5$	$3,1\times10^5$	$2,8\times10^5$	$2,6\times10^5$
Clostridium	$6,0\times10^9$	$1,0\times10^9$	$9,0\times10^8$	$7,2\times10^8$

За використання біодеструктора у кількості 2860 мг/т було виявлено значне зростання КМАФАнМ. Порівнюючи із контрольними даними показник зріс у 208,3 рази.

Експериментально встановлено, що із збільшенням дози біодеструктора «Sviteco-МВТ» у посліді курчат-бройлерів із підстилкою кількість Bacillus spp. у останньому зростає. У I-й та II-й дослідних групах кількість бактерій Bacillus spp. була більшою ніж у контрольних пробах у 2,6 та 6,3 рази. За найвищої дози біодеструктора у посліді птиці (III-тя дослідна група) кількість клітин Bacillus spp. збільшувалась у 127,3 рази.

Виявлено позитивну динаміку зменшення кількості бактерій Clostridium (грампозитивні бактерії − належать до патогенних бактерій) за додавання різних доз біодеструктора «Sviteco-МВТ» у послід курчат-бройлерів. За внесення препарату у дозі 1430 мг/т кількість клітин Clostridium була меншою відносно контролю у 6,7 рази. У III-й дослідній групі було встановлено зниження кількості бактерій цього виду відносно контролю у 8,3 рази. Із збільшенням концентрації біодеструктора у посліді бройлерів кількість патогенних бактерій Clostridium суттєво зменшується, що додатково підтверджує природне явище звичайної конкуренції. Також доведено, що із збільшенням кількості біодеструктора в посліді курчат-бройлерів знижується кількість клітин Staphylococcus.

Повторне вивчення мікробіологічного складу посліду курчат-бройлерів за використання різних доз біодеструктора у ньому проводили через 30 діб від початку експерименту (табл. 3.3.).

Показник КМАФАнМ у контрольній групі становив $2,4\times10^8$ КУО/г. Відносно даних одержаних у контролі, на 3-тю добу дослідження показник КМАФАнМ зріс у 10 разів, що свідчить про повільне проте незупинне нарощування кількості бактерій у посліді курчат-бройлерів. Незначне збільшення показника КМАФАнМ відносно результатів на 3-тю добу спостерігається також у І-й дослідній групі.

Встановлено, що показник КМАФАнМ за включення біодеструкторів у послід був вищим, ніж у контролі. Відносно результатів отриманих на 3-тю добу дослідження показник КМАФАнМ у ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах зменшився, відповідно, на 2,06 % і 3,12 рази.

Найбільша кількість клітин бактерій роду Bacillus spp. була встановлена у посліді бройлерів із ІІІ-ї дослідної групи. Відносно контролю цей показник був більшим у 4,6 рази. Проте відносно показника на 3-тю добу експерименту вміст бактерій Bacillus spp. зменшився у 1,4 рази.

Доведено, що у І-й та ІІ-й дослідних групах кількість клітин мікроорганізмів роду Bacillus spp. на 30-ту добу дослідження була більшою, ніж на 3-тю добу експерименту, відповідно, у 6,2 і 8,8 рази.

Таблиця 3.3. **Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів (30-та доба після початку експерименту),** КУО/г

Показник	Група			
	контрольна	І дослідна	ІІ дослідна	ІІІ дослідна
КМАФАнМ	$2,4\times10^8$	$3,1\times10^8$	$9,5\times10^8$	$1,6\times10^9$
Bacillus *spp.*	$2,1\times10^8$	$2,8\times10^8$	$5,8\times10^8$	$9,7\times10^8$
Staphylococcus	$1,7\times10^6$	$9,3\times10^5$	$4,9\times10^5$	$2,7\times10^5$
Streptococcus	$3,9\times10^7$	$6,2\times10^5$	$1,9\times10^6$	$2,6\times10^7$
Clostridium	$8,5\times10^9$	$1,0\times10^9$	$5,2\times10^8$	$4,6\times10^8$

Доведено збереження закономірності зменшення кількості бактерій родів Clostridium та Staphylococcus за включення препарату «Sviteco-МВТ» у послід бройлерів. У ІІІ-й дослідній групі кількість клітин мікроорганізмів відносно контролю була меншою у 18,4 і 6,3 рази.

За 10 діб до завершення експерименту показник КМАФАнМ та кількість бактерій у посліді курчат-бройлерів дослідних та контрольної груп зменшились відносно досліджень на 30-ту добу ферментування (табл. 3.4.).

Таблиця 3.4. **Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів (150-та доба після внесення біодеструктора**), КУО/г

Показник	Група			
	контрольна	І дослідна	ІІ дослідна	ІІІ дослідна
КМАФАнМ	$0,6\times10^8$	$0,8\times10^8$	$2,1\times10^8$	$3,8\times10^8$
Bacillus *spp.*	$5,1\times10^7$	$7,3\times10^7$	$1,5\times10^8$	$2,5\times10^8$
Staphylococcus	$4,2\times10^5$	$2,3\times10^5$	$2,0\times10^5$	$0,5\times10^5$
Streptococcus	$1,5\times10^7$	$2,5\times10^5$	$7,6\times10^5$	$1,0\times10^7$
Clostridium	$3,1\times10^9$	$3,7\times10^8$	$1,9\times10^8$	$1,3\times10^8$

Виявлено незмінну закономірність, що із підвищенням вмісту біодеструктора у ферментованій біомасі показник КМАФАнМ та кількість клітин Bacillus *spp.* збільшуються, а кількість часточок Staphylococcus та Clostridium зменшується.

Встановлено, чим більшу кількість додавали біодеструктора у послід курчат-бройлерів, тим більше по завершенню ферментування у компості було сирого протеїну. Найбільша концентрація сирого протеїну була виявлена у ІІІ-й дослідній групі. Різниця із контролем становила1,32 % ($p<0,05$). Це явище можливо обґрунтувати тим, що чим більше мікроорганізмів у посліді, тим більша їх біомаса, яка є досить багатою на амінокислоти та протеїн. Встановлено, що вміст сирого протеїну у посліді бройлерів до проведення

ферментації, який використовували для експериментів, становив 12,43 % (на натуральну вологу) (табл. 3.5.).

Таблиця 3.5. **Хімічні показники посліду курчат-бройлерів до і після ферментування,** M±m, n=5

Показник	Послід до ферментації	Група			
		контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Сирий протеїн, %	12,43±1,345	5,12±0,232 ^{b**}	5,40±0,311 ^{b**}	5,75±0,265 ^{b**}	6,44±0,244 $^{a* b**}$
Фосфор (P_2O_5), %	1,54±0,077	0,36±0,012 ^{b***}	0,46±0,027 $^{a* b***}$	0,58±0,024 $^{a** b***}$	0,62±0,032 $^{a** b***}$
Кальцій, г/кг	14,3±1,832	40,3±3,288 ^{b**}	44,7±2,743 ^{b**}	45,3±3,541 ^{b***}	47,4±2,987 ^{b***}
Нітроген загальний, %	1,99±0,052	0,82±0,042	0,86±0,033	0,92±0,025	1,03±0,043 ^{a*}

Примітка: ^{a*} - p<0,05 ; ^{a**} - p<0,01 – відносно даних контролю

^{b**}- p<0,01; ^{b***} - p<0,001 – відносно даних до ферментації посліду.

У ферментованому посліді курчат-бройлерів із контрольної групи вміст сирого протеїну за час компостування знижується у 2,4 рази.

Уміст Кальцію у компостованому посліді бройлерів підвищується у 3,12−3,31 рази відносно посліду до ферментації (I−III-тя дослідні групи). Причому із збільшенням вмісту біодеструктора концентрація Кальцію у посліді курчат-бройлерів збільшується. Це явище можливо пояснити тим, що за підвищених доз біодеструктора інтенсифікується процес мінералізації посліду бройлерів.

Встановлено, що із підвищенням вмісту біодеструктора «Sviteco-МВТ» у посліді бройлерів відсоток збереження Нітрогену і Фосфору після процесу ферментації збільшується. За відсутності біодеструктора в посліді бройлерів (контрольна група) вміст Нітрогену після ферментації становив лише 0,82 %. За використання найбільшої дози біодеструктора − 2860 мг/т збереження Нітрогену у ферментованому посліді було на 0,21 % вище порівнюючи із контрольними даними.

На початку експерименту (1-ша доба внесення біодеструктора) як уконтрольних так і дослідних групах послід птиці із підстилкою мав стійкий, різкий аміачний запах, притаманний цим органічним відходам. За зовнішнім виглядом послід відповідав сипучій масі із часточками посліду і підстилки розміром від 0,5 до 11 мм. Біомаса мала коричневий колір (табл. 3.6.).

Таблиця 3.6. **Сенсорні показники посліду птиці через 25 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Сипуча маса брудно-коричневого кольору. Цілісність підстилки незмінна. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Виражений тухлоаміачний.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має специфічний запах, з легким аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору з сірими включеннями. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Перепрілого субстрату із легким аміачним відтінком.
ІІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору з сірими включеннями. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються.	Перепрілого субстрату із легким кислувато-аміачним відтінком.

Сенсорний аналіз посліду птиці за дії різних доз біодеструктора проводили через 25 діб від початку закладання проб. Результати дослідження представлені у таблиці 3. Встановлено, що під час ферментування за температури повітря 20−22 °С у контрольних пробах послід мав брудно-коричневий колір. Запах посліду був тухлий із стійкими, добре відчутними аміачними домішками.

У І-й дослідній групі зовнішній вигляд посліду не відрізнявся від показників у контролі. Виявлено, що за незначної дози біодеструктора аміачний запах посліду знижується відносно контролю. У ІІ-й дослідній групі запах відрізнявся від контролю. Було відчутно субстратний запах із легким аміачним відтінком. За дії найбільшої дози біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) виявлено підвищене розм’якшення волокон підстилки у порівнянні із контролем. Проте було відчутно незначний кислувато-аміачний запах.

Повторне визначення сенсорних показників посліду курчат-бройлерів проводили через 50 діб від початку експерименту. Було виявлено, що вміст вологи у контрольних і дослідних зразках знизився, що підтверджувалось слабким формуванням грудки під час стискання. Аналізуючи запах ферментованого посліду у контролі, встановлено, що цей сенсорний показник сильно не змінився у порівнянні із даними отриманими на 25-ту добу компостування, проте додався тухлий запах, що свідчить про незначний перебіг біохімічних процесів ферментації. За ферментації посліду курчат-бройлерів біодеструктором у кількості 143 мг/т з’явився субстратний (прілої органіки) запах. Проте відчувались аміачні домішки (табл. 3.7.).

Тимчасом, застосування 1430 мг/т біодеструктора «Sviteco-МВТ» на 50-ту добу привело до помітного розм’якшення стружки часток тирси, з’явились сірі включення. Запах мав слабкий аміачний відтінок у порівнянні із І-ю дослідною групою.

Виявлено значне зменшення кислого та аміачного запахів у посліді птиці із ІІІ-ї дослідної групи, де застосовували 2860 мг/т біодеструктора порівняно із контролем.

Таблиця 3.7. **Сенсорні показники посліду птиці через 50 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Сипуча маса брудно-коричневого кольору. Цілісність підстилки незмінна. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Тухлий із чітким аміачним відтінком.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має специфічний субстратний запах, з незначним аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору із сірими включеннями. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має специфічний субстратний запах, з незначним аміачним відтінком.
ІІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору із сірими включеннями. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються.	Перепрілого субстрату із ледь відчутним аміачним відтінком.

Доведено, що за 100 діб ферментування без внесення біодеструктора послід курчат-бройлерів кольору не змінив, проте запах став кислим із меншим вмістом аміаку. У І-й дослідній групі за дії біодеструктора ферментований послід птиці набув субстратного запаху із кислувато-аміачним відтінком. За дози біодеструктора 1430 мг/т колір компосту змінився через значні включення сірого кольору. Запах посліду курчат-бройлерів був субстратний із ледь відчутним аміачним відтінком (табл. 3.8.).

Таблиця 3.8. **Сенсорні показники посліду птиці через 100 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Сипуча маса брудно-коричневого кольору. Цілісність підстилки незмінна. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Кислувато-тухлий із аміачним відтінком.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має кислувато-субстратний запах, з незначним аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольорі із сірими включеннями. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має специфічний субстратний запах, з незначним аміачним відтінком.

III дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору зі значною кількістю сірих включень. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають. Волокна підстилки розм'якшені і легко розриваються. Розсипання волокон від дотику не спостерігається.	Перепрілого субстрату із ледь відчутним аміачним відтінком.

Найбільше сірих включень на 100-ту добу експерименту було виявлено у посліді курчат-бройлерів, який ферментували за додавання 2860 мг/т біодеструктора. Довговолокнисті частини тирси за дотику не розсипались проте легко руйнувались порівняно із контролем та іншими дослідними групами. Запах компосту у цій групі був прілий компостний, із майже невідчутним запахом аміаку, що свідчить про значний відсоток деградації органічних сполук.

По завершенню 160-добового ферментування посліду курчат-бройлерів без застосування біодеструтора зовнішній вигляд не змінився, порівнюючи із даними отриманими на 25-ту добу експерименту. Запах був неприємним кислим із відчуттям незначного вмісту аміаку. Застосування найменшої дози біодеструктора (I-ша дослідна група) сприяє зниженню вмісту аміаку у компості та виникненню субстратного запаху у порівнянні із контролем (табл. 3.9.).

Виявлено, що обробка посліду курчат-бройлерів біодеструктором «Sviteco-MBT» у дозах 1430 та 2860 мг/т дозволяє отримати необхідні органолептичні показники, які відповідають готовому органічному добриву для рослин або субстрату для вирощування вермикультури.

Чутливим біооб'єктом до вмісту аміаку у гнойовій біомасі є олігохети (черв'яки). За високого вмісту аміаку черв'яки гинуть. Тому за зменшення вмісту аміаку у посліді курчат-бройлерів за дії ферментування черв'яки виживають.

Таблиця 3.9. **Сенсорні показники посліду птиці через 160 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Сипуча маса брудно-коричневого кольору. Цілісність підстилки незмінна. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується.	Кислуватий із аміачним відтінком.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується.	Субстратний запах з незначним кислувато-аміачним включенням.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору зі сірими включеннями. Волокна підстилки легко розриваються. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується.	Перепрілого субстрату.
ІІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору зі значною кількістю сірих включень. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується. Волокна підстилки легко руйнуються під впливом механічної дії.	Перепрілого субстрату.

Біопробу посліду курчат-бройлерів із підстилкою за використання черв'яків проводили через 25 діб після її обробки різними дозами біодеструктора. Для цього з кожного мішка із посліду птиці відбирали проби по 600 г. Проби посліду із підстилкою поміщали у поліетиленові лотки. З кожної групи було відібрано по три проби. У проби посліду із підстилкою

вносили по 6 статевозрілих гнойових черв'яків (*Eisenia foetida*). Спостереження за черв'яками проводили постійно.

Найшвидша загибель черв'яків була виявлена у пробах відібраних у контролі, де для компостування посліду курчат-бройлерів не використовували біодеструкторів. Тривалість життя черв'яків у такому середовищі становила лише 4−7 хвилин. Це явище свідчило про значну концентрацію аміаку у середовищі (табл. 3.10.).

Застосування посліду курчат-бройлерів із І-ї дослідної групи не мало суттєвого пролонгування виживання черв'яків. За 12 хв усі 6 особин загинули. Різниця із контролем становила лише 5 хв.

Таблиця 3.10. **Результати біопроби через 25 діб після обробки посліду птиці біодеструктором**

Група	Кількість черв'яків заселених	Час загибелі першого черв'яка, хв	Час загибелі останнього черв'яка в групі, хв	Кількість черв'яків, що вижили
Контрольна	6	4	7	не виявлено
І дослідна	6	10	12	не виявлено
ІІ дослідна	6	20	25	не виявлено
ІІІ дослідна	6	34	45	не виявлено

Використання біодеструктора у кількості 1430 мг/т дозволило продовжити час життя черв'яків у посліді до 25 хвилин. Показник був вищим ніж у контролі у 3,5 рази.

Найдовше тривав період життя у черв'яків, яких поміщали у послід курчат-бройлерів, відібраний із ІІІ-ї дослідної групи. Загибель усіх особин наставала через 45 хв, що у 6,4 рази довше ніж у контролі. Отже, встановлено закономірність − чим більше вносили біодеструктора «Sviteco-МВТ» у послід курчат-бройлерів, тим час виживання черв'яків був довшим.

Повторну біопробу проводили через 50 діб від початку досліду. У контрольних пробах черв'яки гинули за 7−11 хвилин. Порівнюючи з даними

отриманих на 25-ту добу експерименту, суттєвих змін у контролі не виявлено, різниця становила лише 4 хв (табл. 3.11.).

Таблиця 3.11. **Результати біопроби через 50 діб після обробки посліду птиці із підстилкою біодеструктором**

Група	Кількість черв'яків заселених	Час загибелі першого черв'яка, хв	Час загибелі останнього черв'яка в групі, хв	Кількість черв'яків, що вижили
Контрольна	6	7	11	не виявлено
I дослідна	6	23	28	не виявлено
II дослідна	6	86	95	не виявлено
III дослідна	6	180	210	не виявлено

Застосування найменшої дози біодеструктора дозволяє на 50-ту добу ферментування зменшити вміст аміаку у посліді бройлерів, що підтверджується збільшенням часу виживання черв'яків на 17 хв відносно контролю. Порівнюючи до показника отриманого на 25-ту добу експерименту виявлено, що час виживання збільшився у 2,3 рази. Використання біодеструктора у дозі 1430 мг/т приводить до суттєвих біохімічних перетворень у посліді курчат-бройлері, що дозволяє збільшити час виживання черв'яків у 8,6 рази відносно контролю.

За 90-добової обробки посліду бройлерів біодеструктором у III-й дослідній групі виявлено значну деградацію полімерних структур (целюлоза, протеїн, крохмаль), що підтверджується незначним вмістом аміаку. Час виживання черв'яків збільшився у 4,7 рази порівняно із результатами у цій групі, отриманими на 25-ту добу дослідження.

Тенденція на 90-ту добу експерименту зберігалась − із підвищенням вмісту біодеструктора у посліді птиці із підстилкою час виживання черв'яків збільшується.

Досліджуючи ферментований послід (100-та доба експерименту) виявлено, що у контролі закономірність щодо швидкості загибелі черв'яків

збереглась і була найшвидшою. За 37 хв усі шість особин отруїлись надмірним вмістом аміаку у посліді (табл. 3.12.).

Таблиця 3.12. **Результати біопроби через 100 діб після обробки посліду птиці із підстилкою біодеструктором**

Група	Кількість черв'яків заселених	Час загибелі першого черв'яка	Час загибелі останнього черв'яка в групі	Кількість черв'яків, що вижили
Контрольна	6	20 хвилин	37 хвилин	не виявлено
І дослідна	6	120 хвилин	360 хвилин	не виявлено
ІІ дослідна	6	1,5 доби	2,0 доби	не виявлено
ІІІ дослідна	6	2,5 доби	3,5 доби	не виявлено

У посліді курчат-бройлерів із І-ї дослідної групи черв'яки жили довше, ніж у контролі у 9,7 рази. У порівнянні із дослідженнями на 50-ту добу компостування час життя черв'яків збільшився у 12,8 раз, що є показником зниження вмісту аміаку продовж 100-добового ферментування.

За використання ферментованого посліду із ІІ-ї дослідної групи встановлено, що тривалість виживання черв'яків становила до 2 діб. Показник відносно даних на 50-ту добу зріс на 46,4 год або у 30,7 раз. Відносно контролю показник був вищим у 77,8 раз.

Найдовше жили черв'яки у посліді ІІІ-ї дослідної групи. Порівнюючи із контролем період був більшим у 135,2 раз. Відносно показника на 50-ту добу компостування період виживання черв'яків зріс у 24 рази.

На 150-ту добу експерименту виявлено, що компостування посліду курчат-бройлерів без внесення біодеструктора не дозволило отримати субстрат придатний для вирощування вермикультури. Тривалість життя черв'яків на такому посліді становила лише 65 хв. Застосування дози 143 мг/т біодеструктора «Sviteco-МВТ» пролонгувало життя черв'яків у 8,6 рази відносно контролю, проте рівень аміаку не дозволяв комфортно розвиватись вермикультурі (табл. 3.13.).

Таблиця 3.13. **Результати біопроби через 150 діб після обробки посліду птиці із підстилкою біодеструктором**

Група	Кількість черв'яків заселених	Час загибелі першого черв'яка	Час загибелі останнього черв'яка в групі	Кількість черв'яків, що вижили
Контрольна	6	35 хвилин	65 хвилин	не виявлено
І дослідна	6	220 хвилин	560 хвилин	не виявлено
ІІ дослідна	6	2,5 доби	4,0 доби	не виявлено
ІІІ дослідна	6	4,0 доби	-	5

За внесення 2860 мг біодеструктора на 1,0 т посліду птиці виживання черв'яків становило 83,3 %. Застосування менших доз біодеструктора (ІІ-га дослідна група) не забезпечило виживання вермикультури на ферментованому субстраті.

Отже, встановлено, що використання біодеструктора «Sviteco-MBT» у кількості 2860 мг/т впродовж 5 місяців дозволяє підготувати послід курчат-бройлерів із підстилкою, придатний для вирощування черв'яків.

Результати досліджень цього підрозділу опубліковані в одній науковій праці [34].

3.1.2. Компостування посліду птиці із використанням біодеструктора «Компоназа»

У період закладки досліду послід курчат-бройлерів як у контролі, так і дослідних групах, мав температуру 20,0 °С. Протягом 24 год було помітно швидке збільшення температури (рис 3.2.).

На 2-гу добу температура посліду бройлерів у контролі була на рівні 35,4 °С. Наявність біодеструктора у посліді бройлерів із І-ї дослідної групи призвела до збільшення температури на 13,3 % відносно контролю. У ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах температура в середині посліду птиці була вищою, відповідно, на 31,3 та 34,2 % відносно даних у контролі.

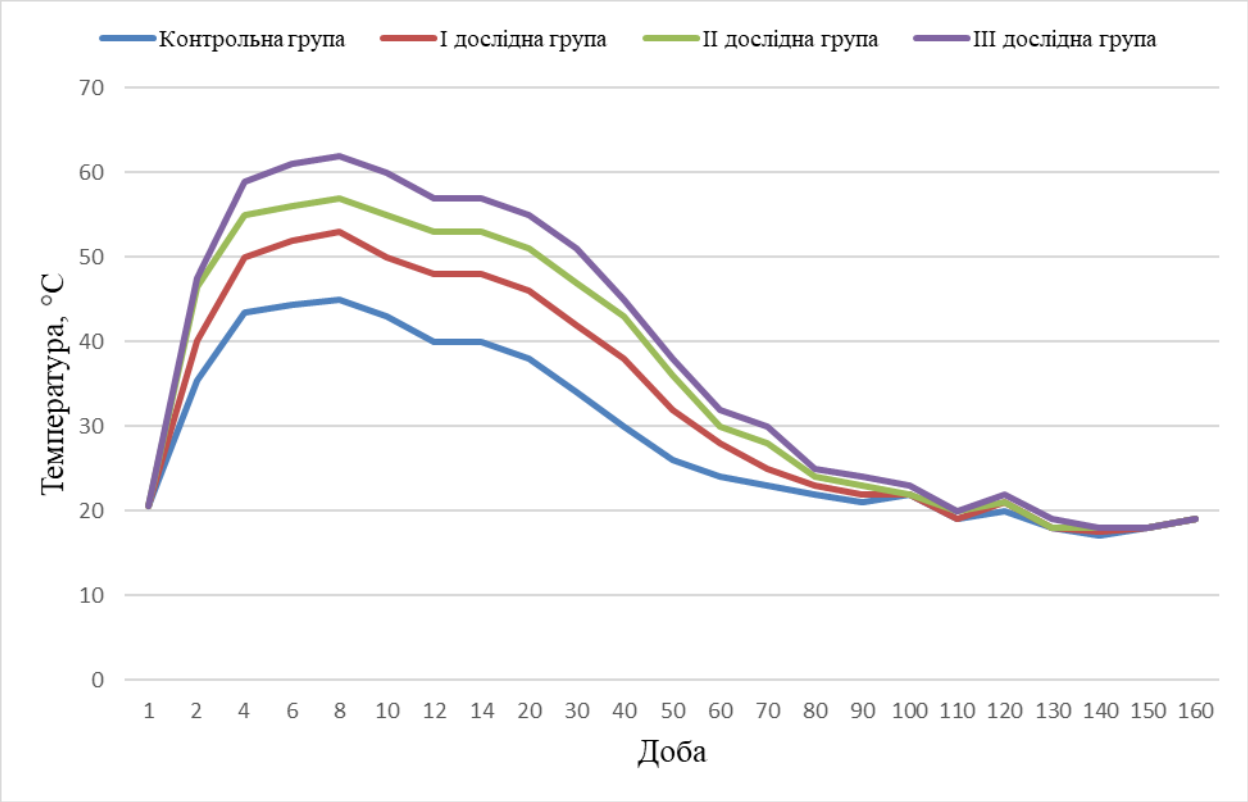

Рис. 3.2. **Динаміка температури посліду птиці під час ферментації**

Зростання температури посліду у контрольних групах спостерігалось до 8-ї доби. Найвища температура біомаси була зафіксована у ІІІ-й дослідній групі. Різниця із контролем становила 37,8 %. У І-й дослідній групі ферментування посліду у термофільному режимі тривало із 2-ї до 30-ї доби. Термофільну температуру відмічали у посліді курчат із ІІ-ї дослідної групи із 2-ї до 40-ї доби. Тривалість ферментування посліду бройлерів за термофільного режиму у ІІІ-й дослідній групі була більшою, ніж у контролі, на 32 доби.

Продовж 160-ти діб експерименту у контрольній групі процес ферментування у мезофільному режимі тривав 98 діб. У І-й дослідній групі компостування за мезофільного режиму було меншим на 28 діб. За підвищених доз біодеструктора у посліді курчат-бройлерів (ІІ-га та ІІІ-тя дослідні групи) мезофільний температурний режим тривав лише 60 діб.

Отже, доведено, чим більший вміст біодеструктора «Компоназа» у посліді курчат-бройлерів, тим температура компостування швидше зростає і є вищою.

Вміст вологи посліду курчат-бройлерів із підстилкою у мішках на початку експерименту становив 65,2−65,3 %. Відхилення від середнього арифметичного не перевищувало 0,05 %.

Внесення різних доз біодеструктора «Компоназа» вплинуло на вміст вологи у посліді курчат-бройлерів. За використання біодеструктора у кількості 3,75 $см^3$/т на 7-му добу ферментування вологість знизилась на 0,1 % відносно контролю (табл. 3.14.).

Із внесенням більшої дози біодеструктора вміст вологи у посліді курчат-бройлерів зменшується, що можна пояснити підвищенням температури компосту та інтенсивнішими гідролітичними процесами. За використання 11,25 $см^3$ біодеструктора на тонну посліду встановлено зниження у ньому вологи на 0,3 % відносно контролю.

На 14-ту добу ферментування вміст вологи у посліді бройлерів із контрольної групи знизився на 0,4 % відносно 1-ї доби експерименту. За використання біодеструктора у кількості 7,5 $см^3$/т вміст вологи у посліді птиці знизився на 0,8 % відносно показника у цій групі на початку ферментування. За використання найбільшої дози біодеструктора цей показник становив 1,1 %.

Значні втрати вологи спостерігали продовж перших 28-ми діб ферментування посліду курчат-бройлерів. Впродовж перших 4-х тижнів втрати вологи у посліді контрольної групи становили 1,3 %. У І-й дослідній групі вологість на 28-му добу була зменшена на аналогічну величину, що і в контролі. За внесення найбільшої дози біодеструктора «Компоназа» (ІІІ-тя дослідна група) вологість була меншою на 0,8 % відносно контролю.

Таблиця 3.14. **Динаміка вмісту вологи у посліді курчат-бройлерів продовж його компостування,** M±m, n=4

Період ферментування	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
1 доба	65,3±0,65	65,2±0,54	65,3±0,85	65,2±0,74
7 доба	65,2±0,54	65,1±0,55	65,0±0,42	64,9±0,57
14 доба	64,9±0,56	64,8±0,42	64,5±0,85	64,1±0,65
21 доба	64,3±0,71	64,1±0,41	63,9±0,84	63,7±0,61
28 доба	64,0±0,55	63,9±1,02	63,6±0,57	63,2±0,77
35 доба	63,9±0,34	63,7±0,64	63,5±0,75	63,0±0,88
42 доба	63,8±0,66	63,6±0,48	63,4±0,52	62,9±0,64
49 доба	63,6±0,77	63,4±0,59	63,2±0,49	62,7±0,28
56 доба	63,5±0,68	63,3±0,81	63,0±0,88	62,5±0,63
63 доба	63,1±0,99	63,0±0,49	62,8±0,57	62,3±0,61
70 доба	62,8±0,51	62,7±0,61	62,5±0,47	62,0±0,59
77 доба	62,8±0,55	62,7±0,61	62,4±0,71	62,0±0,53
84 доба	62,6±0,64	62,5±0,83	62,2±0,54	61,9±0,75
91 доба	62,5±0,67	62,4±0,45	62,1±0,57	61,9±0,61
98 доба	62,3±0,45	62,2±1,13	62,0±0,89	61,7±0,67
105 доба	62,1±0,66	62,0±0,75	61,8±0,77	61,5±0,36
112 доба	62,0±0,55	61,9±0,87	61,7±0,75	61,3±0,52
119 доба	61,8±0,44	61,7±0,61	61,4±1,25	61,0±0,69
126 доба	61,7±0,72	61,6±0,64	61,3±0,61	60,9±0,51
133 доба	61,5±0,73	61,3±0,35	61,1±0,44	60,7±0,46
140 доба	61,5±0,63	61,2±0,61	61,1±0,74	60,6±0,55
147 доба	61,3±0,78	61,0±0,75	60,9±0,44	60,4±0,59
154 доба	61,2±0,24	60,9±0,65	60,8±0,74	60,3±0,85
160 доба	60,9±0,26	60,5±0,54	60,3±0,75	59,9±0,77

Із 28-ї доби компостування втрати вологи із посліду птиці продовжувались як у контрольній, так і дослідних групах, проте інтенсивність зменшилась. Основною причиною втрати вологи є періодичне перемішування посліду. Наприкінці експерименту залишалась закономірність щодо вмісту вологи у компості: чим більшу кількість біодеструктора застосовували, тим вміст вологи у зразках був менший. У цей період ферментативні процеси і температура посліду бройлерів знизились.

По завершенню експерименту вологість компосту у контрольній групі знизилась на 4,4 % відносно показника на 1-шу добу дослідження. У І-й дослідній групі втрати вологи за 160 діб становили 4,7 %, що на 0,3 % більше ніж у контролі. За використання біодеструктора у кількості 7,5 та 11,25 $см^3$ на тонну посліду курчат-бройлерів сумарна втрата вологи була більшою ніж у контролі, відповідно, на 0,6 та 0,9 %.

Показник КМАФАнМ у контролі становив $2,6\times10^7$ КУО/г. За використання біодеструктора у І-й дослідній групі показник КМАФАнМ збільшився у 2,1 рази. За внесення у послід курчат-бройлерів біодеструктора у кількості 7,5 $см^3$/т значення КМАФАнМ збільшується у 12,2 рази відносно контролю. Найвищий показник КМАФАнМ було встановлено у посліді бройлерів із ІІІ-ї дослідної групи (табл. 3.15.).

Таблиця 3.15. **Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів (3-тя доба після початку експерименту)**, КУО/г

Показник	Група			
	контрольна	І дослідна	ІІ дослідна	ІІІ дослідна
КМАФАнМ	$2,6\times10^7$	$5,7\times10^7$	$0,7\times10^8$	$7,9\times10^8$
Bacillus *spp.*	$1,0\times10^7$	$1,4\times10^7$	$7,7\times10^7$	$1,2\times10^8$
Escherichia coli	$3,4\times10^4$	$1,8\times10^4$	$0,4\times10^4$	$7,5\times10^3$
Staphylococcus	$3,3\times10^5$	$3,5\times10^5$	$2,7\times10^5$	$2,4\times10^5$
Clostridium	$5,8\times10^9$	$1,2\times10^9$	$8,0\times10^8$	$6,2\times10^8$
Trichoderma	$2,2\times10^5$	$4,1\times10^5$	$1,2\times10^5$	$6,9\times10^4$

Встановлена тенденція − чим більше вносили біодеструктора «Компоназа» у послід курчат-бройлерів, тим кількість бактерій Bacillus *spp*. була вищою. У І- й дослідній групі кількість клітин була більшою ніж у контролі на 40,0 %. За використання біодеструктора у кількості 11,25 $см^3$/т збільшення бактерій Bacillus *spp*. становило у 12 разів.

Виявлено позитивний вплив збільшення дози біодеструктора на зменшення кількості бактерій Escherichia coli у посліді бройлерів. Внесення препарату у кількості 3,75 $см^3$/т сприяло зменшенню клітин кишкової палички на 47,0 % відносно контролю. У ІІ-й дослідній групі спостерігалось зменшення бактерій Escherichia coli у 8,5 раз ніж у контролі. Ще більше зниження клітин кишкової палички було виявлено у посліді курчат-бройлерів, куди вносили 11,25 $см^3$ біодеструктора на тонну.

Експериментально також було підтверджено вплив біодеструктора на зниження вмісту у посліді птиці клітин Staphylococcus та Clostridium. За дії найбільшої дози біодеструктора кількість бактерій була меншою, відповідно, на 27,2 % та у 9,3 рази відносно контролю.

За внесення біодеструктора «Компоназа» виявлено конкуренте співіснування домінуючих бактерій препарату із грибами Trichoderma. За високих доз біодеструктора 7,5 та 11,25 $см^3$/т кількість КУО гриба зменшилась на 45,4 % і у 3,2 рази.

Дослідження мікробіологічного складу посліду курчат за 10 діб до завершення експерименту показало, що показник КМАФАнМ у контролі становив $1,3\times10^8$ КУО/г. У дослідних групах величина КМАФАнМ була більшою ніж у контролі, відповідно, на 38,4 % та у 2,07 і 3,2 рази (табл. 3.16.).

Збереглась закономірність щодо збільшення вмісту бактерій Bacillus *spp*. у ферментованому посліді курчат-бройлерів із дослідних груп із підвищенням дози біодеструктора. У ІІ-й дослідній групі кількість клітин мікроорганізмів була на 41,0 % більшою відносно контролю. Застосування біодеструктора у кількості 11,25 $см^3$/т сприяло підвищенню бактерій Bacillus *spp*. у

ферментованому посліді курчат-бройлерів у 4,4 рази у порівнянні із контрольною групою.

Таблиця 3.16. **Мікробіологічні показники у посліді курчат-бройлерів (150-та доба після початку експерименту**), КУО/г

Показник	Група			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
КМАФАнМ	$1,3\times10^8$	$1,8\times10^8$	$2,7\times10^8$	$4,2\times10^8$
Bacillus *spp.*	$5,6\times10^7$	$6,1\times10^7$	$7,9\times10^7$	$2,5\times10^8$
Escherichia coli	$3,4\times10^5$	$8,7\times10^4$	$5,4\times10^4$	$1,3\times10^4$
Staphylococcus	$4,0\times10^5$	$2,9\times10^5$	$2,2\times10^5$	$0,4\times10^5$
Clostridium	$2,9\times10^9$	$8,2\times10^8$	$1,2\times10^8$	$0,5\times10^8$
Trichoderma	$6,1\times10^6$	$5,7\times10^6$	$2,2\times10^6$	$7,7\times10^7$

Наприкінці досліду збереглась тенденція конкурентного впливу мікроорганізмів, які входять у склад біодеструктора «Компоназа», що підтверджується зниженням вмісту у ферментованій біомасі Escherichia coli. У III-й дослідній групі кількість клітин бактерій була меншою у 26,1 рази відносно контролю.

Кількість бактерій Staphylococcus та Clostridium залишалась меншою у ферментованому посліді курчат-бройлерів із дослідних груп, куди вносили підвищені дози біодеструктора. За дії дози препарату 11,25 $см^3$/т зниження клітин мікроорганізмів становило, відповідно, у 10,0 та 58,0 раз відносно контрольних показників.

Наприкінці експерименту конкурентна дія домінуючих бактерій, які входять в склад біодеструктора і гриба роду Trichoderma не змінилась, за високої концентрації клітин Bacillus *spp.* ріст і розмноження Trichoderma сповільнюється.

По завершенню експерименту масова частка сирого протеїну у посліді курчат-бройлерів із контрольної групи становила 5,61 %. Цей показник

знизився у 2,23 рази відносно вмісту сирого протеїну у посліді до ферментації ($p<0,01$). Встановлена тенденція, що із підвищенням дози біодеструктора «Компоназа» у посліді птиці вміст сирого протеїну наприкінці експерименту зростав (табл. 3.17.).

Таблиця 3.17. **Хімічні показники посліду бройлерів до і після ферментування,** M±m, n=5

Показник	Послід до ферментації	Група			
		контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Сирий протеїн, %	12,54±0,86	5,61±0,25 ^{b**}	6,25±0,49 ^{b**}	6,85±0,22 ^{a*b**}	7,12±0,21 ^{a*b**}
Фосфор (P_2O_5), г/кг	16,0±0,98	3,5±0,15 ^{b***}	4,9±0,24 $^{a** b***}$	6,0±0,36 $^{a** b***}$	7,1±0,34 $^{a** b***}$
Кальцій, г/кг	14,1±1,08	38,9±2,16 ^{b***}	45,7±2,71 ^{b***}	46,2±1,89 ^{b***}	48,8±2,05 ^{a*b***}
Нітроген загальний, %	2,03±0,15	0,90±0,08 ^{b**}	1,05±0,10 ^{b**}	1,11±0,09 ^{b**}	1,15±0,10 ^{a*b*}

Примітка: ^{a*} - $p<0,05$; ^{a**} - $p<0,01$ – відносно даних контролю;

^{b*}- $p<0,01$; ^{b**}- $p<0,01$; ^{b***} - $p<0,001$ – відносно даних до ферментації посліду

За внесення у одну тонну посліду 3,75 $см^3$ біодеструктора також встановлено зниження на статистично значущу величину сирого протеїну у 2,0 рази відносно показника на початок експерименту. Проте відносно контролю вміст протеїну був більшим на 0,64 %.

На статистично значущу величину встановлено збільшення сирого протеїну у ферментованому посліді бройлерів із II-ї та III-ї дослідних груп відносно контролю.

Доведено, що за час ферментування у посліді дослідних груп вміст Фосфору знижується у 2,3−4,5 рази. Проте встановлено, що чим більшу кількість біодеструктора «Компоназа» вносили у послід, тим більше у компості залишається Фосфору. У I-й дослідній групі за дії біодеструктора виявлено збільшення вмісту Фосфору у посліді на 40,0 % відносно контролю ($p<0,01$). За використання найбільшої дози біодеструктора (III-тя дослідна

група) вміст Фосфору у посліді був більшим у 2,02 рази відносно показника у контролі.

Процес ферментації обумовлює збільшення вмісту мінеральних речовин на одиницю маси посліду, зокрема і Кальцію. За ферментації біомаси без внесення біодеструктора (контроль) вміст Кальцію у компості збільшується у 2,7 рази відносно показника у посліді до ферментації. Внесення у послід 3,75; 7,5 та 11,25 $см^3$ біодеструктора привело до збільшення вмісту Кальцію на 17,4; 18,7 та 25,4 % відносно контролю. Отже, доведено, що із збільшенням вмісту біодеструктора «Компоназа» у посліді відсоток його мінералізації збільшується.

Виявлено, що процес компостування суттєво знижує вміст Нітрогену у біомасі. У контролі наприкінці експерименту вміст Нітрогену був меншим у 2,25 рази ніж у цьому посліді до компостування. Із підвищенням вмісту біодеструктора у посліді вміст Нітрогену зростає відносно контролю. У І-й, ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах вміст Нітрогену у посліді курчат-бройлерів після ферментування був вищим, відповідно, на 16,6; 23,3 та 27,7 % відносно контролю.

Досліджуючи зовнішній вигляд і запах посліду курчат-бройлерів у контрольній групі було встановлено, що органолептичні показники на 25-ту добу не відрізнялись від органолептичних показників посліду на 1-шу добу експерименту. Ферментований послід мав виражений аміачний запах. Надлишкової вологи за період ферментування не утворилось (табл. 3.18.).

За використання біодеструктора «Компоназа» у кількості 3,75 $см^3/т$ зовнішній вигляд посліду курчат-бройлерів не відрізнявся, проте запах змінився на затхлий із менш вираженим аміачним відтінком порівняно із контролем. У ІІ-й дослідній групі за 25 діб ферментування виникли незначні зміни у зовнішньому вигляді компостної маси. У посліді курчат-бройлерів було помітно незначну кількість сірих включень. Змінився колір органічних часток та утворився прілий запах із аміачним відтінком.

Таблиця 3.18. **Сенсорні показники посліду курчат-бройлерів через 25 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Брудно-коричневого кольору маса. Цілісність стружки незмінна. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Сильно виражений аміачний.
І дослідна	Брудно-коричневого кольору маса. Цілісність стружки незмінна. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Затхлий запах із аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Маса брудно-коричневого кольору з сірими включеннями. Волокна підстилки розм'якшені. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Перепрілого субстрату із аміачним відтінком.
ІІІ дослідна	Маса брудно-коричневого кольору з сірими включеннями. Волокна підстилки розм'якшені. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Перепрілого субстрату із легким кислувато-аміачним відтінком.

За використання найбільшої дози біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) у посліді птиці також було виявлено сірі включення. Запах був пріло-кислий із аміачним відтінком. Отже, доведено, що за використання різних доз біодеструктора «Компоназа» навіть за короткий проміжок часу компостування (25 діб) змінюються органолептичні показники посліду курчат-бройлерів із підстилкою.

Досліджуючи показники ферментації продовж 50-ти діб встановлено, що у контролі виявлено розм'якшення довгих волокон стружки дерев. Виник затхлий запах і зменшився аміачний запах, порівнюючи із 25-ю добою ферментування. Застосування найменшої дози біодеструктора сприяло зміні запаху у порівнянні із контролем. Послід курчат-бройлерів набув прілого запаху тирси із незначним відтінком аміаку (табл. 3.19.).

Таблиця 3.19 **Сенсорні показники посліду курчат-бройлерів через 50 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Брудно-коричневого кольору маса. Цілісність стружки незмінна, проте розм'якшена. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Затхлий із вираженим аміачним відтінком.
І дослідна	Брудно-коричневого кольору маса. Цілісність стружки незмінна. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Має специфічний запах прілої тирси, з незначним аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору із сірими включеннями. Волокна підстилки розм'якшені і легко розриваються. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Має специфічний запах прілої тирси, з незначним аміачним відтінком.
ІІІ дослідна	Волога маса, коричнево-сіра. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають. Волокна підстилки розм'якшені і легко розриваються.	Має специфічний запах прілої тирси із ледь відчутним аміачним відтінком.

Порівнюючи послід птиці із ІІ-ї дослідної групи із контролем виявлено значну різницю у запаху. За дії біодеструктора послід курчат-бройлерів набув запаху прілої тирси. Аміак був у незначній концентрації. Порівнюючи із результатами оцінювання на 25-ту добу, відмічено значне зменшення інтенсивності запаху аміаку та збільшення кількості сірих включень у біомасі посліду.

Внесення у послід курчат-бройлерів біодеструктора «Компоназа» у кількості 11,25 $см^3$ на тонну сприяло зміні кольору біомаси із брудно-коричневого на коричнево-сірий. Це свідчить про значну деградацію органічних часточок, які містили меншу кількість поліцукрів, зокрема клітковини. Порівнюючи до контролю, запах посліду птиці із ІІІ-ї дослідної

групи був найбільш насичений прілим відтінком тирси. Порівнюючи із ІІ-ю дослідною групою, аміачний запах був набагато слабшим.

Ферментування посліду курчат-бройлерів без внесення біодеструктора продовж 100 діб мало незначний вплив на зміни органолептичних показників, порівнюючи із попередніми даними. Зміни були помітні лише у виникненні кислуватого запаху. Аміак відчувався добре (табл. 3.20.).

Таблиця 3.20. **Сенсорні показники посліду курчат-бройлерів через 100 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Брудно-коричневого кольору маса. Цілісність стружки незмінна, проте розм'якшена. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Кислувато-затхлий із аміачним відтінком.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса із сірими вкрапленнями. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Має кислувато-прілий запах, з незначним аміачним відтінком.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору із сірими включеннями. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, волога не виділяється.	Специфічний запах прілої тирси, з незначним аміачним відтінком.
ІІІ дослідна	Волога маса коричнево-сіра. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають. Волокна підстилки розм’якшені і легко розриваються.	Перепрілого субстрату із майже невідчутним аміачним відтінком.

У І-й дослідній групі агрегаційний стан посліду із підстилкою не змінився. Виявлено незначні вкраплення сірого кольору аналогічні за величиною як у біомасі із ІІ-ї до ІІІ-ї дослідних груп. Утворився кислувато-прілий запах. Інтенсивність аміаку була меншою ніж у контролі, та меншою відносно показника на 50-ту добу ферментування біомаси.

Застосування біодеструктора у кількості 7,5 $см^3$/т супроводжувалось підвищенням розм’якшення довговолокнистих частин стружки та зниженням

вмісту аміаку у компостованому посліді курчат-бройлерів. У ІІІ-й дослідній групі ферментування сприяло утворенню більш темнішого коричневого кольору із сірими вкрапленнями (проте колір залишався коричнево-сірий) відносно контролю і попереднього етапу досліджень. Запах аміаку у компості був майже невідчутний. Із агрегаційного погляду, ферментований послід курчат-бройлерів на 100-ту добу став більш розсипчастим.

Наприкінці експерименту було виявлено, що у контролі, де не вносили біодеструктора, ферментативні процеси перебігали більш повільно. Виявлено незначну зміну кольору компосту. На фоні коричневої маси посліду утворились сірі включення, майже рівномірно розташовані по біомасі. За дії природного конгломерату мікроорганізмів та інших фізико-хімічних чинників вміст аміаку значно знизився і компост у контролі мав кислуватий запах із аміачним відтінком.

У І-й дослідній групі компост набув більш темного коричневого кольору волокна стружки були добре розм’якшені, легко руйнувались, проте зберігали цілісну структуру. Запах змінився і був аналогічний перепрілим рослинним відходам. Аміачний запах із кислуватими відтінками був майже не відчутний. Ледь відчутній запах наявності продуктів розпаду білка у компості свідчить про недостатню кількість біодеструктора «Компоназа» у посліді курчат-бройлерів (табл. 3.21.).

За внесення біодеструктора у послід птиці у кількості 7,5 $см^3$/т було виявлено значні зміни порівняно із контролем та показниками на початок експерименту. За органолептичними даними було одержано повноцінне органічне добриво або придатний компост для вирощування гібрида червоних каліфорнійських черв’яків. Порівнюючи із контролем компост мав темніший коричневий колір і більше сірих включень, був більш розсипчастий. Аналізуючи сенсорні показники встановлено, що за запахом компост у цій групі відповідав перепрілим рослинним рештками. Навіть за підігрівання компосту до температури 55 ℃ запаху аміаку не відчувалось.

Таблиця 3.21. **Сенсорні показники посліду курчат-бройлерів через 160 діб від початку експерименту**

Група	Зовнішній вигляд	Запах
Контрольна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса із сірими вкрапленнями. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Кислувато-затхлий із аміачним відтінком.
І дослідна	Сипуча, брудно-коричнева, волога маса із сірими вкрапленнями. За стискання посліду в кулаці формується грудка, яка легко руйнується, краплини води не виступають.	Запах перепрілої органіки з ледь відчутним кислувато-аміачним включенням.
ІІ дослідна	Волога маса, брудно-коричневого кольору з сірими включеннями. Волокна підстилки легко розриваються. За стискання посліду в кулаці слабко формується грудка, яка легко руйнується.	Перепрілої органіки.
ІІІ дослідна	Волога маса коричнево-сіра. Волокна підстилки легко руйнуються під впливом механічної дії.	Перепрілої органіки.

За використання найбільшої дози біодеструктора «Компоназа» у порівнянні із контролем також отримали із посліду курчат-бройлерів із підстилкою із стружки дерев готовий субстрат для вирощування біомаси вермикультури.

Дослідження на придатність посліду курчат-бройлерів для вермикультивування починали проводити із 25-ї доби після внесення біодеструктора. Встановлено загальну закономірність, що період життя черв’яків у посліді птиці залежав від дози внесеного у нього біодеструктора. У варіанті, де послід курчат-бройлерів не містив біодеструктора, час виживання вермикультури був найменший. Загибель першого черв’яка була зафіксована через 2 хв після заселення популяції. Тривалість між загибеллю першого та останнього черв’яка у контролі становила лише 4 хвилини.

Використовуючи послід курчат-бройлерів із вмістом біодеструктора у кількості 3,75 $см^3$/т, тривалість життя черв'яків збільшилась на 16 хвилин. Це є свідченням того, що за дії біодеструктора кількість аміаку в органічному добриві зменшується (табл. 3.22.).

Таблиця 3.22. **Показники біопроб посліду курчат-бройлерів на 25-ту добу компостування**

Група	Кількість черв'яків, шт.	Час загибелі першого черв'яка в групі, хв	Час загибелі останнього черв'яка в групі, хв	Кількість черв'яків, які вижили
Контрольна	6	2	6	не встановлено
І дослідна	6	16	22	не встановлено
ІІ дослідна	6	24	35	не встановлено
ІІІ дослідна	6	38	63	не встановлено

Ферментування посліду курчат-бройлерів із вмістом біодеструктора «Компоназа» у ІІ-й дослідній групі дозволило пролонгувати час життя черв'яків у останньому на 29 % або у 5,8 рази відносно показника у контролі. Відносно даних у І-й дослідній групі, показник тривалості життя був більшим на 59,0 %, що підтверджувало позитивний вплив біодеструктора на гідроліз білкових сполук і зниження вмісту аміаку.

За використання найбільшої дози біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) тривалість виживання черв'яків у посліді курчат-бройлерів була найбільшою. Показник перевищував дані контролю у 10,5 рази. Отже, за 25 - добовий період компостування посліду птиці рівень аміаку залишається летальним для вермикультури. Слід зазначити, що як у контролі так і дослідних групах черв'яки не занурювались у ферментований послід курчат-бройлерів.

Ферментування посліду курчат-бройлерів без внесення біодеструктора (контроль) продовж 50 діб дозволило збільшити тривалість життя черв'яків у

компості у 2,3 рази відносно показника одержаного на 25-ту добу експерименту (табл. 3.23.).

Таблиця 3.23. **Показники біопроби посліду курчат-бройлерів на 50-ту добу компостування**

Група	Кількість черв'яків, шт.	Час загибелі першого черв'яка в групі, хв	Час загибелі останнього черв'яка в групі, хв	Кількість черв'яків, які вижили
Контрольна	6	6	14	не встановлено
І дослідна	6	35	43	не встановлено
ІІ дослідна	6	98	115	не встановлено
ІІІ дослідна	6	200	250	не встановлено

У посліді курчат-бройлерів із І-ї дослідної групи тривалість життя черв'яків була більшою у 3,07 рази відносно контролю. Значний вплив на зменшення вмісту аміаку у посліді птиці було встановлено у ІІ-й дослідній групі. Це підтвердилось пролонгуванням виживання вермикультури у середовищі у 8,2 рази відносно контрольних показників та у 2,7 рази відносно даних у І-й дослідній групі.

За використання посліду курчат-бройлерів ферментованого 50 діб із ІІІ-ї дослідної групи період виживання черв'яків був найдовший. У цьому варіанті навіть спостерігалось явище занурювання 50 % особин у середину ферментованої органічної біомаси з подальшим виповзанням через декілька хвилин.

На 100-ту добу ферментування посліду курчат-бройлерів спостерігалась тенденція, що із збільшенням вмісту біодеструктора час виживання черв'яків подовжується. Перевіряючи послід із контрольної групи було доведено, що з часом за природного вмісту мікроорганізмів поволі проходить зменшення вмісту аміаку, що підтверджується збільшенням часу виживання вермикультури ніж на 50-ту добу досліджень (табл. 3.24.).

Таблиця 3.24. **Показники біопроби посліду курчат-бройлерів на 100-ту добу компостування**

Група	Кількість черв'яків, шт	Час загибелі першого черв'яка в групі	Час загибелі останнього черв'яка в групі	Кількість черв'яків, які вижили
Контрольна	6	25 хв	41 хв	не встановлено
І дослідна	6	165 хв	350 хв	не встановлено
ІІ дослідна	6	2,5 доби	3,0 доби	не виявлено
ІІІ дослідна	6	3,5 доби	не виявлено	5

Спостерігаючи за черв'яками на посліді птиці із І-ї дослідної групи, відмічали занурювання усіх особин у глибину органічної біомаси, проте через 10−15 хв вони вилазили назовні. У цьому варіанті час виживання вермикультури був довшим ніж у контролі у 8,5 рази.

Ферментування посліду птиці за використання біодеструктора у кількості 7,5 $см^3$/т продовж 100 діб значно вплинуло на зниження у ньому аміаку, що дозволило тривалість виживання вермикультури збільшити до 3-х діб. Занурювання і виповзання черв'яків із посліду проходило постійно.

За біопроби на посліді курчат-бройлерів, що ферментували із використанням найбільшої дози біодеструктора «Компоназа», виявлено загибель лише однієї особини вермикультури. Виживання більшості черв'яків дозволяє вважати ферментований послід умовно придатним для вермикультивування.

За 10 діб до закінчення експерименту було доведено, що послід курчат-бройлерів у який не вносили біодеструктор (контроль), не був придатний для вирощування біомаси вермикультури. Максимальна тривалість життя черв'яків на такому компості становила не більше півтори години. Це свідчило про значні залишкові дози аміаку у ньому (табл. 3.25.).

Доведено, що послід курчат-бройлерів із І-ї дослідної групи не був придатний для вермикультивування. Час виживання черв'яків збільшився на 62,8 % відносно показника одержаного на 100-ту добу експерименту.

Таблиця 3.25. **Показники біопроби посліду курчат-бройлерів на 150-ту добу компостування**

Група	Кількість черв'яків, шт.	Час загибелі першого черв'яка в групі	Час загибелі останнього черв'яка в групі, хв	Кількість черв'яків, які вижили
Контрольна	6	45 хв	80 хв	не встановлено
І дослідна	6	330 хв	570 хв	не виявлено
ІІ дослідна	6	3,5 доби	не виявлено	5
ІІІ дослідна	6	не виявлено	не виявлено	6

Ферментований послід курчат-бройлерів із вмістом біодеструктора 7,5 $см^3$/т на 150-ту добу можна вважати умовно придатним для вермикультивування, оскільки виживання черв'яків становило 83,3 %. Черв'яки вільно занурювались у глибину компосту, однак проявилась індивідуальна чутливість однієї особини до солей амонію.

За внесення у послід бройлерів біодеструктора «Компоназ» в кількості 11,25 $см^3$/т виникає такий рівень ферментації, який дозволяє на 150-ту добу отримати придатний компост для вермикультивування.

Отже, доведено, що за допомогою біодеструктора «Компоназа» можливо у 2,3 рази швидше провести компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев) і одержати високопоживний субстрат для вирощування вермикультури.

3.2. Встановлення ефективності використання посліду курчат-бройлерів, ферментованого за участі біодеструкторів за технології вермикультивування

3.2.1. Вирощування черв'яків на субстраті із послідом птиці, ферментованого імпортним біодеструктором «Sviteco-MBT»

Вивчаючи вплив компосту, одержаного за використання імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT», було встановлено, що на 100-ту добу у контрольних мікроложах було в середньому 132 статевозрілих особин черв'яків. Це свідчить, що в перші 10 діб після внесення вермикультури у компост було сформовано лише 3-4 кокони. Черв'яки в цей період практично не парувались. За внесення посліду курчат-бройлерів компостованого за участі 143 мг/т біодеструктора продовж 6 місяців (І-ша дослідна група) кількість статевозрілих черв'яків була більшою на 13,6 % відносно даних контролю. Найшвидша адаптація вермикультури була виявлена у дослідній групі, куди вносили компост, одержаний за найбільшої дози біодеструктора. Протягом 10 діб від початку експерименту тут утворилось найбільше повноцінних коконів. У ІІІ-й дослідній групі кількість статевозрілих особин була більшою ніж у контрольній групі на 45,5 % (табл. 3.26.).

Таблиця 3.26. **Показники росту і розвитку вермикультури на 100-ту добу досліджень,** M±m, n=6

Група-мікроложа	Статевозрілі черв'яки у мікроложі		Черв'яки, які не досягли статевої зрілості		Маса черв'яків, яку вирощують на тонні досліджуваного субстрату, кг
	кількість, шт.	маса, г	кількість, шт.	маса, г	
Контрольна	132±2,3	93,7±0,9	3866±56,3	127,6±3,7	41,5
І дослідна	150±3,5*	112,5±0,7	4799±74,2**	177,6±5,8	45,5
ІІ дослідна	185±2,8**	148,0±0,7	4850±65,5***	194,0±7,3	50,2
ІІІ дослідна	192±4,5**	153,6±1,3	5000±70,7***	200,0±4,1	53,4

Примітка: * - p≤0,05; ** - p≤0,01; *** - p≤0,1.

Середня маса однієї статевозрілої особини у контрольній групі становила 0,71 г. У І-й дослідній групі цей показник був більшим на 5,6 % відносно контролю. Маса одного черв'яка у ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах була однаковою та становила по 0,8 г, що на 12,7 % більше ніж у контрольній групі.

Вивчаючи кількість черв'яків, які не досягли статевої зрілості було встановлено, що найменший показник виявлено у контрольній групі. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду, ферментованого за використання біодеструктора «Sviteco-MBT» в дозі 1430 мг/т (ІІ-га дослідна група), кількість особин була більшою відносно контрольної групи на 25,4 %. У ІІІ-й дослідній групі було зафіксовано зростання кількості популяції гібридів червоних каліфорнійських черв'яків. Чисельність нестатевозрілих гібридів була більшою на 29,3 % порівнюючи із контролем.

Середня маса особин у контрольній групі, які не досягли статевої зрілості була на рівні 0,033 г. За вирощування вермикультури на компості, ферментованому за участі біодеструктора (І-ша дослідна група), маса одного черв'яка зростає на 12,1 % відносно контролю. Найвища середня маса однієї нестатевозрілої особини була зафіксована у ІІІ-й дослідній групі, різниця із контрольною групою становила 21,2 %.

За отриманих даних кількості і маси статевозрілих і нестатевозрілих черв'яків за 100 діб експерименту було розраховано, що за переробки тонни компосту у контрольній групі можливо виростити 41,5 кг біомаси вермикультури. Розрахунково доведено, що використання компосту із вмістом посліду, ферментованого за прискореного методу (ІІІ-тя дослідна група), дає можливість виростити на 28,6 % більше біомаси черв'яків порівняно із контролем.

За кількістю коконів у ложі можливо судити про інтенсивність спаровування статевозрілих черв'яків та про вміст доступних поживних речовин у субстраті. Найменша кратність спаровувань черв'яків спостерігалась у контрольній групі, де вермикультуру вирощували на компості із вмістом ферментованого посліду бройлерів продовж 540-ка діб. На

100-ту добу досліджень кількість коконів становила 145 штук. Доведена закономірність − чим вищий вміст біодеструктора «Sviteco-MBT» у посліді бройлерів, тим виявлено більшу кількість коконів у ложі. У ІІІ-й дослідній групі чисельність коконів черв'яків була більшою на 41,4 % відносно показників контрольної групи (рис.3.3.).

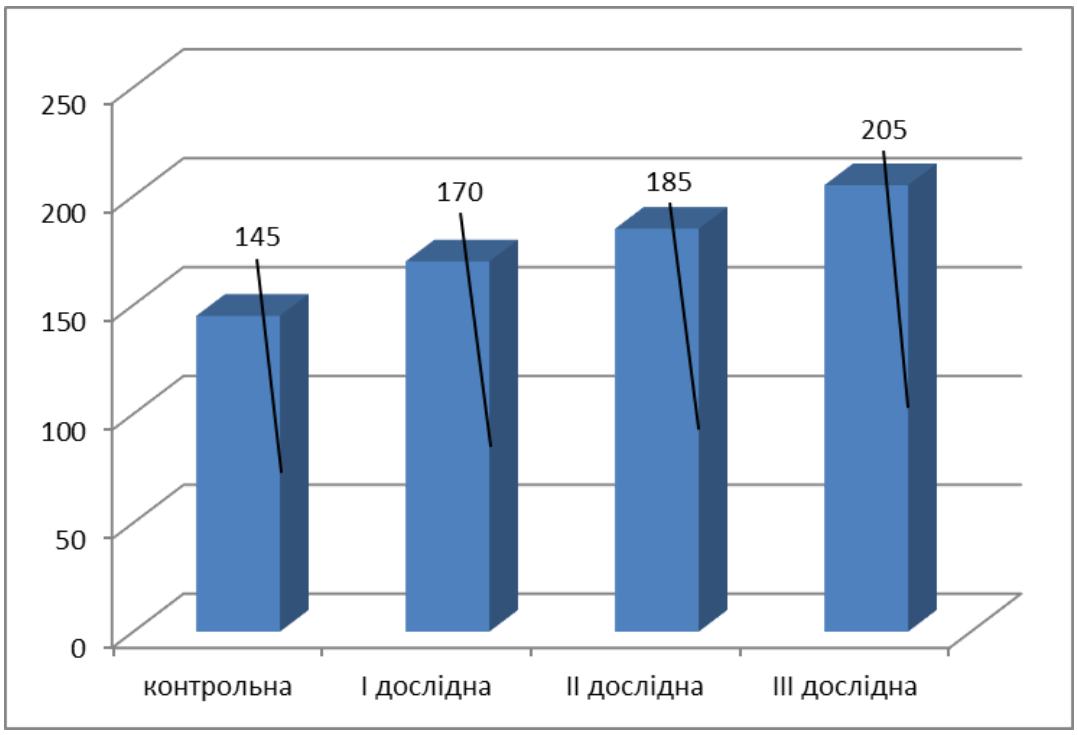

Рис. 3.3. **Кількість коконів у мікроложі, шт.**

Маса коконів черв'яків корелює із кількістю останніх, які розвиваються у них. Маса коконів у І-й дослідній групі була більшою на 7,8 % відносно контрольного значення. Найбільша маса одного кокона була встановлена в ІІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила 17,1 % (рис. 3.4.).

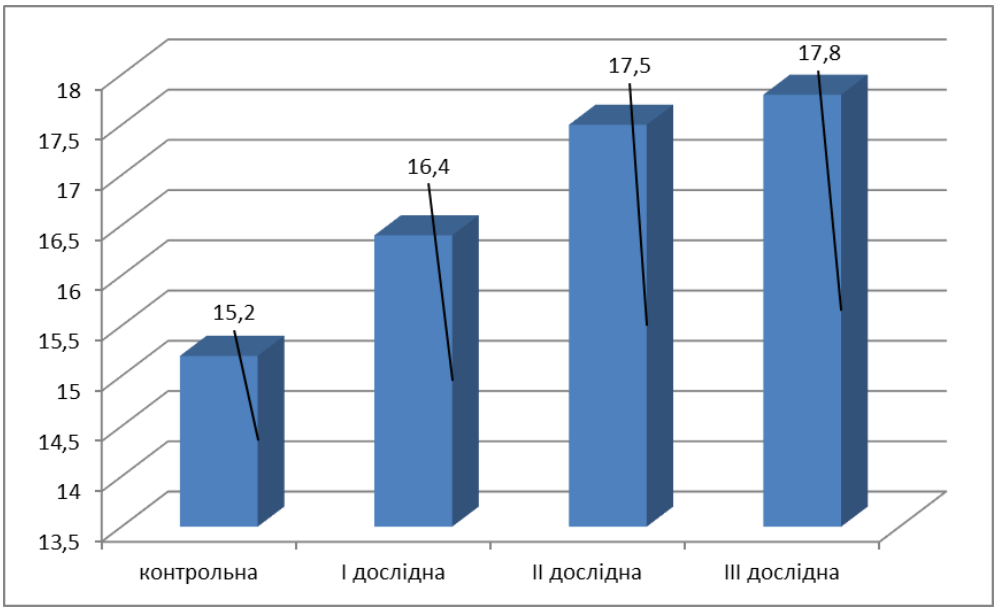

Рис. 3.4. **Маса кокона черв'яків, мг**

Крім впливу складу субстрату на технологічні показники досліджували також хімічний склад біомаси черв'яків. У вермикультурі із контрольної групи вміст білка становив 683 г/кг сухої речовини (рис. 3.5.). Вирощування черв'яків на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого за участі біодеструктора «Sviteco-МВТ», не справляло статистично значущого підвищення білка в їх біомасі, різниця із контролем становила в межах 0,4−1,0 %.

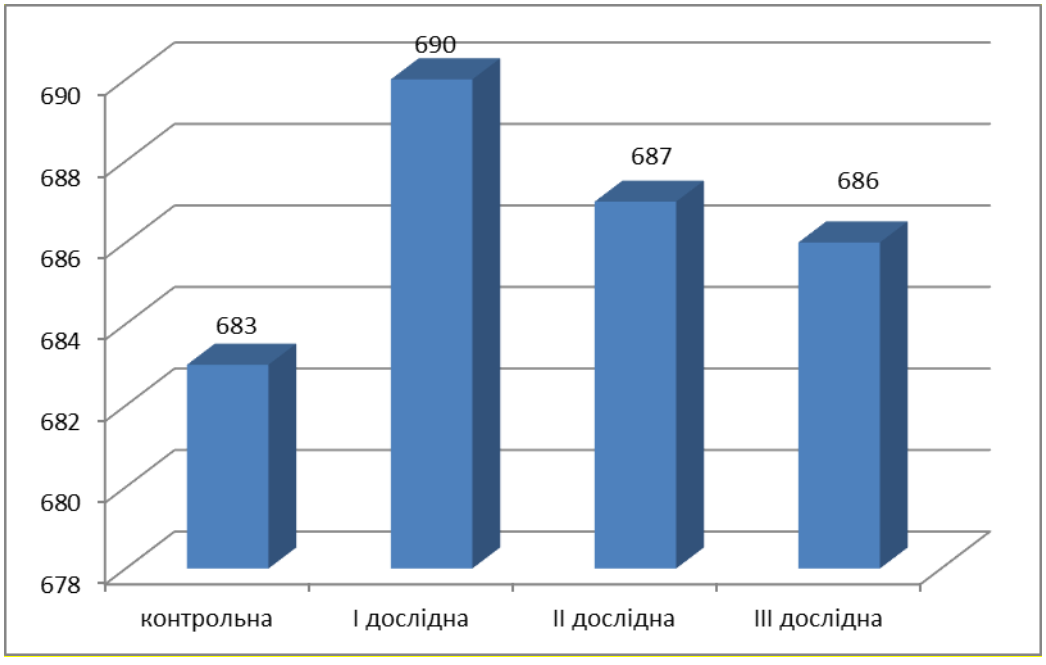

Рис. 3.5. **Вміст білка у біомасі черв'яків, сухої речовини г/кг**

Також була поставлена мета встановити вплив вирощування черв'яків на посліді, ферментованого прискореним методом, на вміст у біомасі останніх ліпідів. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого продовж 6-ти місяців (І-ша дослідна група) під час використання 143 мг/т біодеструктора вміст ліпідів у біомасі черв'яків був вищим на 4,3 % відносно цього показника у контролі. Встановлено підвищений вміст ліпідів у біомасі вермикультури із ІІ-ї дослідної групи, різниця із контролем була статистично значущою. Культивування вермикультури на субстраті, який складається із посліду бройлерів, ферментованого найбільшою дозою біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група), призвело до збільшення вмісту ліпідів у біомасі черв'яків на 10,7 % відносно показника у контрольній групі, різниця мала статистичну значущість (рис. 3.6.).

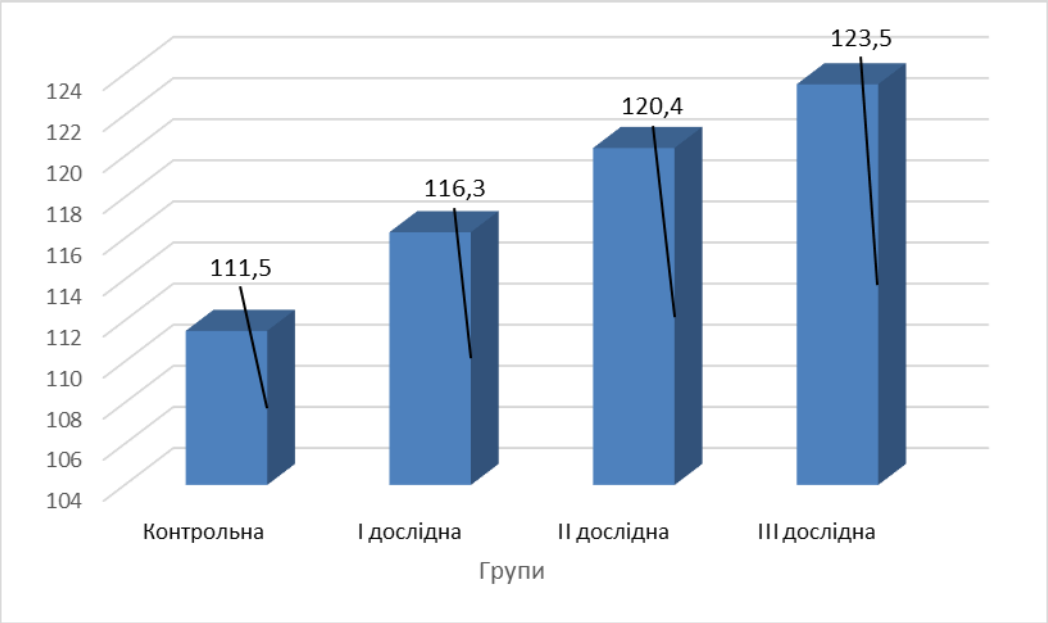

Рис. 3.6. **Вміст ліпідів у черв'яках, (у перерахунку на суху речовину) г/кг**

Отже, виявлена закономірність, що вміст ліпідів у біомасі вермикультури збільшується за умови підвищення дози біодеструктора «Sviteco-МВТ» під час ферментування посліду курчат-бройлерів, який використовували у складі субстрату для черв'яків.

Вивчаючи вміст золи у біомасі черв'яків, вирощених на субстратах із вмістом посліду бройлерів компостованого за різних доз біодеструкторів було встановлено, що ступінь мінералізації органічних відходів впливає на вміст золи у біомасі вермикультури. У біомасі черв'яків із контрольної групи вміст золи був на рівні 35,0 г/кг сухої маси. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду птиці, компостованого найменшою дозою біодеструктора, вміст золи у її біомаси був меншим ніж у контролі на 40,0 % ($p<0,05$). У біомасі вермикультури із II-ї дослідної групи вміст сирої золи був вищим у порівнянні із цим показником у I-ї дослідній групі на 14,3 %. Порівняно із контрольною групою вміст золи у черв'яках із II-ї дослідної групи був меншим на 31,4 % (рис. 3.7.).

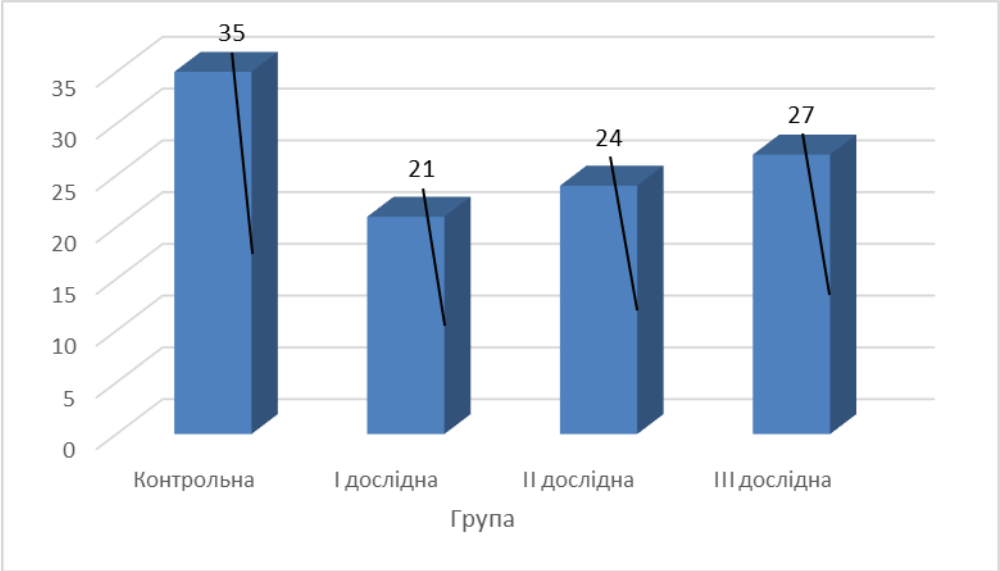

Рис. 3.7. **Вміст сирої золи у біомасі черв'яків, сухої речовини г/кг**

У біомасі черв'яків III-ї дослідної групи вміст золи був меншим ніж у контролі і вищим у порівнянні із I-ю та II-ю дослідними групами. Зростання вмісту сирої золи на фоні дослідних груп обґрунтовується ступенем мінералізації основного компоненту субстрату – посліду курчат-бройлерів, зокрема трансформацією мінеральних речовин із поживного середовища у біомасу черв'яків.

Із металів-біотиків у біомасі вермикультури визначали вміст Купруму, Феруму та Цинку. Вміст Купруму в біомасі черв'яків із контрольної групи становив 7,9 мг/кг сухої маси. Найменший вміст металу-біотику було встановлено в біомасі вермикультури із І-ї дослідної групи. Показник був меншим відносно контролю на 12,6 %, різниця не мала статистичної значущості. У біомасі черв'яків із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп вміст металу був нижчим ніж у контролі на 5,1 та 7,6 %, різниця мала виражену тенденцію (табл. 3.27.).

Таблиця 3.27. **Вміст металів-біотиків у біомасі вермикультури, сухої речовини мг/кг,** M±m, n=4

Група-мікроложа	Елемент		
	Купрум	Цинк	Ферум
Контрольна	7,9±0,48	75,1±2,55	875,5±18,12
І дослідна	6,9±0,52	73,4±3,45	845,2±22,45
ІІ дослідна	7,3±0,39	74,2±1,99	857,4±35,53
ІІІ дослідна	7,5±0,37	74,7±4,15	861,2±17,69

Вивчаючи вміст Цинку у біомасі вермикультури встановлено, що найвищий показник був у контрольній групі. У дослідних групах прослідковується закономірність, що чим більше використовували біодеструктора за ферментації посліду, який вносили у субстрат, тим Цинку у біомасі черв'яків більше.

Вміст Феруму у черв'яках із контрольної групи становив 875,5 мг/кг сухої речовини. За вирощування вермикультури на субстраті із послідом курчат-бройлерів, який компостували найвищою дозою біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) вміст металу-біотику був нижчим ніж у контролі на 1,63 %, різниця не перевищувала похибки.

Досліджуючи вміст Плюмбуму встановлено, що найвища концентрація цього металу-токсиканту була виявлена у біомасі черв'яків із контрольної групи. Найменший вміст мікроелемента зафіксовано у вермикультурі із І-ї

дослідної групи, різниця відносно контролю становила 11,6 % і не мала статистичної значущості. Встановлено закономірність, що із збільшенням деструктора під час компостування посліду курчат-бройлерів, який вносили до складу субстрату, вміст металу-токсиканту підвищується у межах похибки (рис. 3.8.).

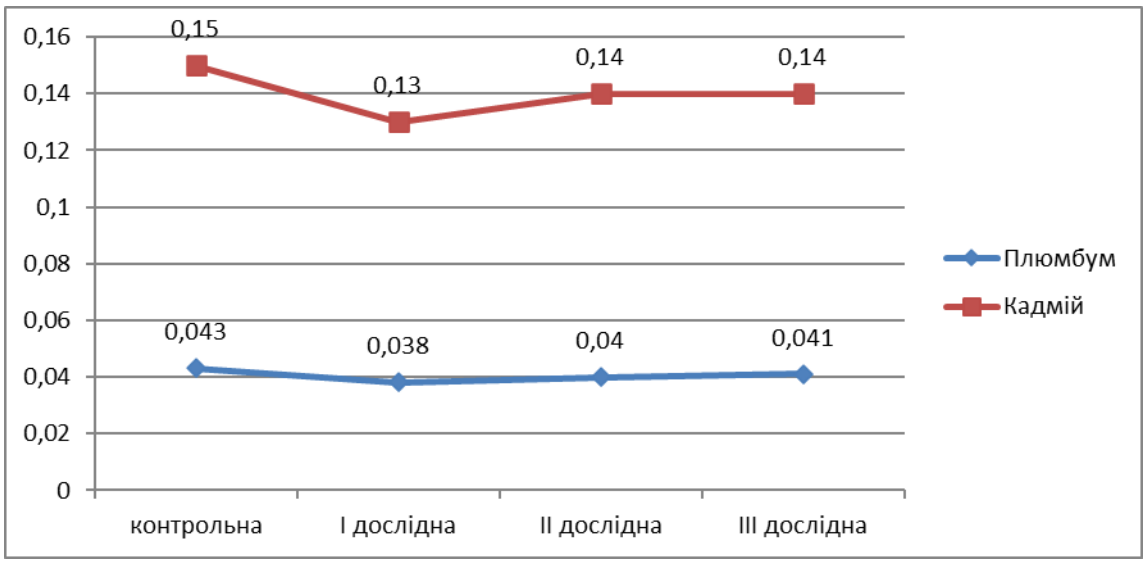

Рис. 3.8. **Вміст металів-токсикантів у біомасі вермикультури, мг/кг сухої речовини**

Уміст Кадмію у біомасі вермикультури із контрольної групи був на рівні 0,15 мг/кг. У біомасі черв'яків із дослідних груп вміст металу-токсиканту був меншим на 6,7-13,3 % відносно контрольної групи, різниця була у межах похибки.

Результати досліджень цього підрозділу опубліковано в одній науковій праці [35].

3.2.2. Вирощування черв'яків на субстраті із послідом птиці ферментованого біодеструктором «Компоназа»

На 100-ту добу експерименту виявлено, що у контролі кількість статевозрілих черв'яків становила 140 штук. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого біодеструктором «Компоназа» у дозі 7,5 $см^3$/т, кількість статевозрілих особин

збільшилась на 9,2 % відносно контролю. У ІІ-й дослідній групі кількість черв'яків була більшою ніж у контрольній на 35,7 %. Найвищий показник кількості статевозрілих особин було виявлено у ІІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила 40,0 % (табл. 3.28.).

Таблиця 3.28. **Показники росту і розвитку вермикультури на 100-ту добу досліджень,** M±m, n=6

Група-мікроложа	Статевозрілі черв'яки у мікроложі		Черв'яки, які не досягли статевої зрілості		Маса черв'яків, яку вирощують на тонні досліджуваного субстрату, кг
	кількість, шт.	маса, г	кількість, шт.	маса, г	
Контрольна	140±3,4	103,6±0,97	4120±77,4	132,5±2,86	42,7
І дослідна	153±2,4	114,7±2,16	4850±65,4 **	184,5±7,55	46,9
ІІ дослідна	190±3,5 **	148,2±4,54	4930±82,5 ***	198,5±9,77	52,3
ІІІ дослідна	196±2,2 ***	154,8±5,42	5130±79,6 ***	205,4±6,87	56,7

Примітка: ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,1$.

Встановлено збільшення маси статевозрілих черв'яків у дослідних групах. У І-й дослідній групі маса була більшою на 10,7 % відносно контролю. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду бройлерів, ферментованого біодеструктором «Компоназа» у дозі 11,25 $см^3$/т, маса черв'яків збільшилась на 49,4 %.

Доведена закономірність, чим більше використовували біодеструктора за ферментування посліду курчат-бройлерів, який вносили у субстрат, тим більшою була кількість статевонезрілих черв'яків у такому субстраті. За використання посліду птиці, ферментованого біодеструктором у дозі 3,75 $см^3$/т, кількість особин була більшою ніж у контролі на 17,7 %. У ІІ-й дослідній групі кількість черв'яків, які не досягли статевої зрілості була більшою на 19,7 % відносно контролю. Застосування посліду бройлерів,

ферментованого біодеструктором у дозі 11,25 см^3/т, привело до найбільшого нарощування поголів'я черв'яків.

Маса статевонезрілих черв'яків у одній мікроложі становила 132,5 г. У І-й дослідній групі біомаса вермикультури була більшою ніж у контролі на 39,2 %. Найбільша маса черв'яків, які не досягли статевої зрілості, була встановлена у ІІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила 55,0 %.

За вирощування вермикультури на посліді курчат-бройлерів ферментованого біодеструктором «Компоназа», вихід маси черв'яків на тонну субстрату збільшується на 9,8−32,7 %.

Аналізуючи кількість коконів, встановлено вплив на цей показник часу і способу ферментації посліду курчат-бройлерів, який входив у склад субстрату для черв'яків (рис. 3.9.).

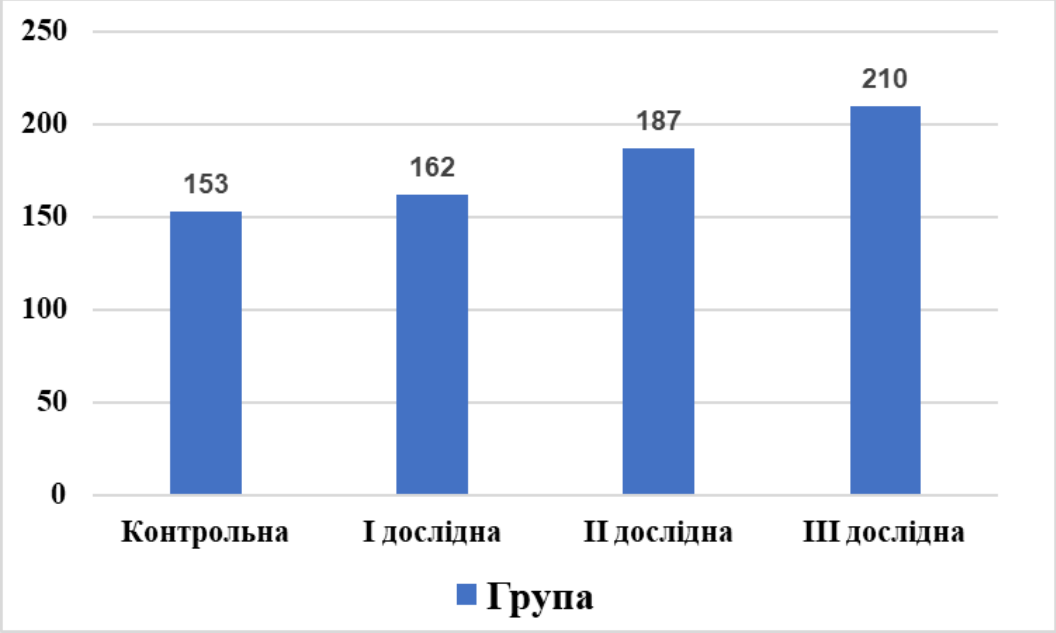

Рис. 3.9. **Кількість коконів, шт.**

Найменша кількість коконів була у варіанті, де гібридів червоних каліфорнійських черв'яків вирощували на посліді, який ферментували 18 місяців (контроль). За вирощування черв'яків на субстраті із послідом курчат-бройлерів, ферментованого біодеструктором за дози 11,25 см^3/т, кількість коконів збільшується на 35,1 % відносно контролю, показник був статистично значущим ($P<0,05$).

Виявлено позитивний вплив використання ферментованого за різних доз біодеструктора «Компоназа» посліду птиці у складі субстрату для вермикультури на масу коконів (рис. 3.10.).

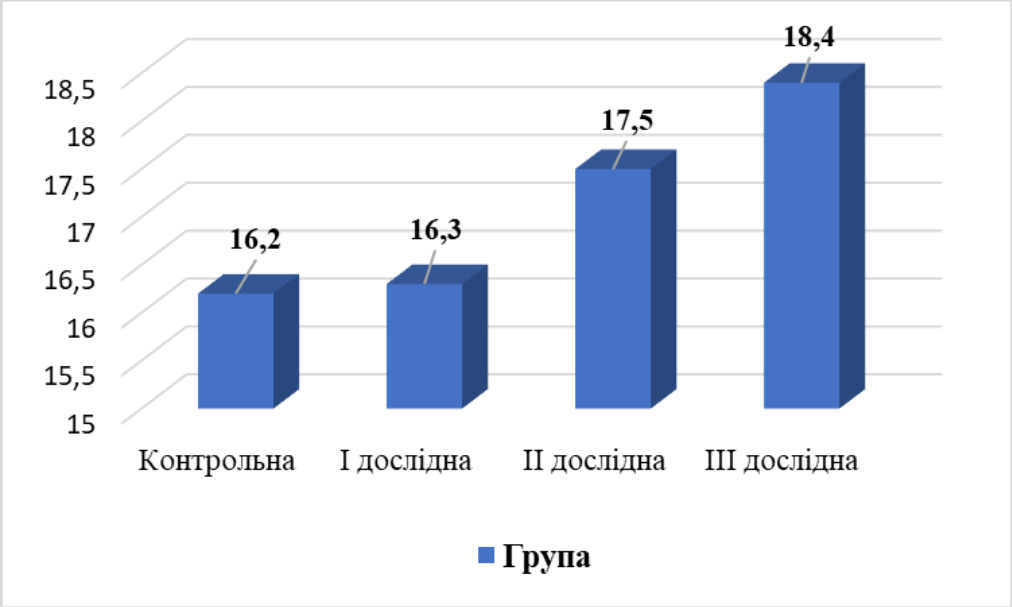

Рис. 3.10. **Маса одного кокона черв'яків, мг**

У контролі за використання посліду курчат-бройлерів, ферментованого тривалий час, середня маса одного кокона була найменшою. У ІІІ-й дослідній групі встановлено статистично значуще збільшення маси коконів черв'яків відносно контролю (P<0,05).

У контрольній групі показник щодо загального білка у біомасі вермикультури становив 650 г/кг сухої речовини. За вирощування черв'яків на субстраті, який містив послід курчат-бройлерів, ферментований за внесення біодеструктора «Компоназа» у дозі 3,75 $см^3$/т, вміст білка майже не змінився. Різниця із контрольною групою становила лише 1,07 %. Доведено, що із збільшенням дози мікробіологічного препарату під час ферментації посліду птиці кількість білка в біомасі вермикультури збільшується. Зокрема, у ІІ-й дослідній групі концентрація білка була більшою на 1,5 % відносно контролю.У біомасі вермикультури із ІІІ-й дослідної групи зростання вмісту білка не мало статистичної значущості, відхилення від контролю становило 2,1 % (рис. 3.11.).

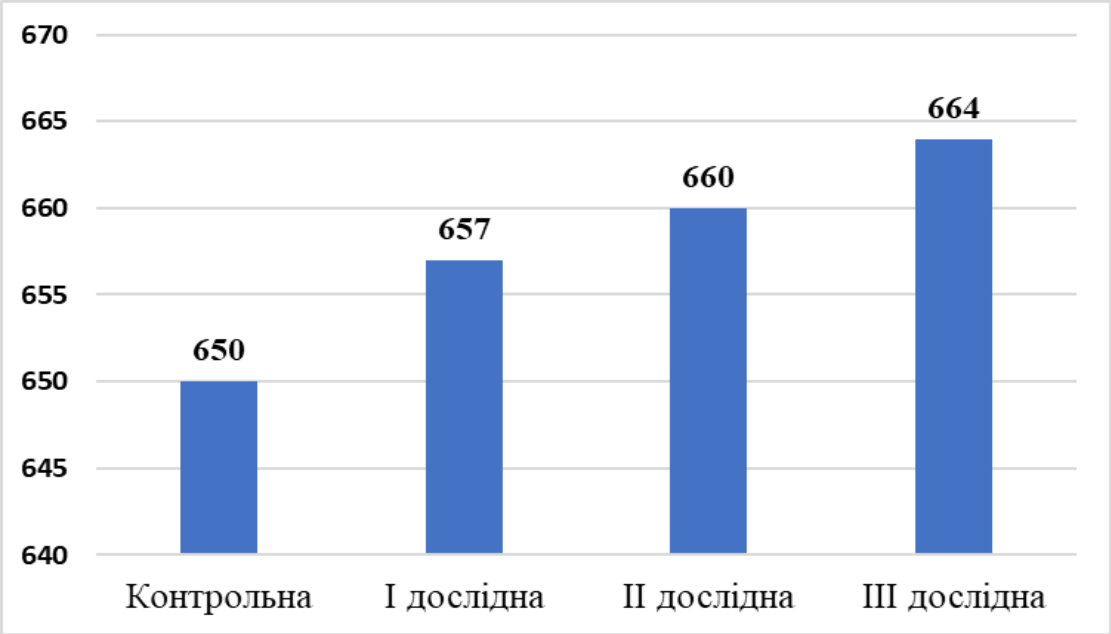

Рис. 3.11. **Вміст білка у біомасі черв'яків, сухої речовини г/кг**

Обґрунтуванням тенденції щодо підвищення вмісту загального білка є те, що субстрат із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп містить оптимальну кількість доступних амінокислот для вермикультури. Крім того, такий субстрат є оптимальним поживним середовищем для росту та розмноження у ньому синбіотичної відносно черв'яків мікрофлори, здатної підвищувати засвоєння Нітрогену вермикультурою із субстрату.

Внесення посліду бройлерів у субстраті із І-ї дослідної групи не мало впливу на збільшення вмісту ліпідів у біомасі вермикультури, яку вирощували у цьому середовищі. За використання субстрату, який містив послід курчат-бройлерів, ферментований за високої дози біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група), виявлено збільшення вмісту ліпідів у біомасі черв'яків відносно контрольної групи. Різниця була статистично значущою ($p<0,05$) і становила 6,7 % (рис. 3.12.).

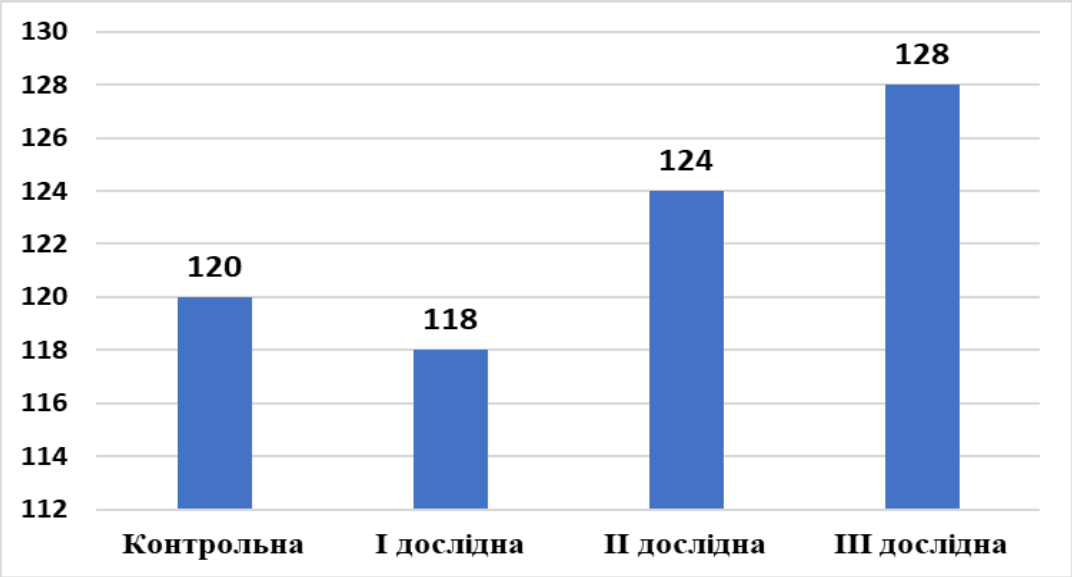

Рис. 3.12. **Вміст ліпідів у біомасі вермикультури, сухої речовини г/кг**

Статистично значуще збільшення вмісту ліпідів у біомасі черв'яків вирощених на субстраті, який містить ферментований послід, за участі мікробіологічного препарату у дозі 11,25 $см^3$/т, можливо пояснити, максимально оптимальною концентрацією доступних карбонових кислот у поживному середовищі на якому культивували вермикультуру.

Вивчаючи вміст золи, виявлена закономірність − чим інтенсивніше пройшла мінералізація посліду курчат-бройлерів у субстраті, тим був вищим вміст сирої золи у біомасі вермикультури. У контрольній групі вміст золи у черв'яках становив 33 г/кг із перерахунку на суху речовину. У біомасі вермикультури із І-ї дослідної групи вміст сирої золи був найнижчим, різниця із контролем була на рівні 18,1 % ($p<0,05$). Культивування черв'яків на субстраті із вмістом посліду, який компостували біодеструктором «Компоназа» у дозі 7,5 $см^3$/т, сприяє зменшенню вмісту сирої золи у біомасі вермикультури на 12,1 % (різниця статистично значуща). У ІІІ-й дослідній групі вміст сирої золи у біомасі вермикультури був меншим ніж у контролі на 6,0 % (рис. 3.13).

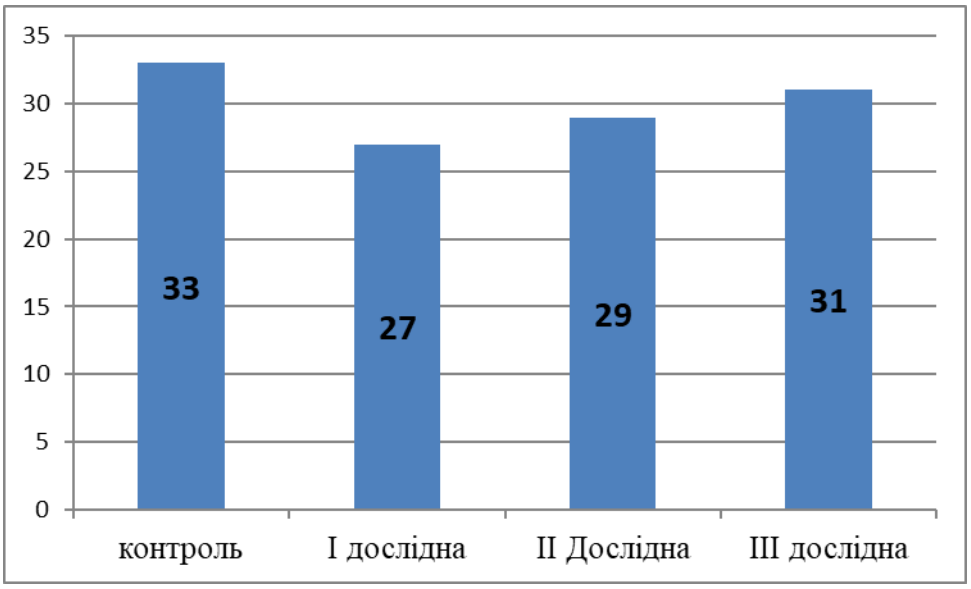

Рис. 3.13. **Вміст золи у біомасі вермикультури, сухої маси г/кг**

Вивчаючи вміст мікроелементів встановлено, що Ферум у біомасі вермикультури із контрольної становив 902,1 мг/кг сухої речовини. Найнижчий вміст металу-біотику встановлено у вермикультурі із І-ї дослідної групи, різниця із контролем була в межах тенденції і становила 2,7 % (табл. 3.29.).

Таблиця 3.29. **Вміст мікроелементів у біомасі черв'яків, сухої речовини г/кг,** M±m, n=4

Група-мікроложа	Метали-біотики		
	Ферум	Купрум	Цинк
Контрольна	902,1±16,84	8,1±0,35	80,1±2,31
І дослідна	877,3±21,13	7,4±0,29	77,9±1,85
ІІ дослідна	884,5±24,76	7,7±0,54	78,5±3,55
ІІІ дослідна	895,2±25,55	7,9±0,24	79,4±4,87

Застосовуючи субстрат, який містить послід ферментований високими дозами біодеструктора (ІІ-га і ІІІ-тя дослідні групи), вміст металу у біомасі черв'яків був меншим у порівнянні із контролем, відповідно, на 1,95 та 0,76 %.

Досліджуючи вміст Купруму у біомасі вермикультури доведено, що найбільший вміст цього мікроелемента був встановлений у контролі. В черв'ячній біомасі із І-ї дослідної групи вміст Купруму був меншим, ніж у контрольні на 8,6 %. Зростання вмісту металу-біотику у біомасі вермикультури із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп відносно І-ї дослідної групи свідчить про вищу його трансформацію із субстрату в результаті більшої мінералізації посліду бройлерів.

Вміст Цинку в біомасі черв'яків аналогічно як і інших металів-біотиків був найбільшим у контролі. Виявлено зниження цього елемента у біомасі вермикультури із дослідних груп, залежно від складу субстрату на якому її вирощували. Чим більшу дозу використовували біодеструктора «Компоназа» для компостування посліду курчат-бройлерів, який додавали до субстрату, тим вміст Цинку у гібридах червоних каліфорнійських черв'яках був вищим.

Також досліджували у біомасі вермикультури вміст металів-токсикантів. Встановлено, що вміст Кадмію та Плюмбуму не перевищував гранично допустимої норми у біомасі черв'яків за вирощування їх на субстраті із вмістом компостованого посліду курчат-бройлерів (рис. 3.14.).

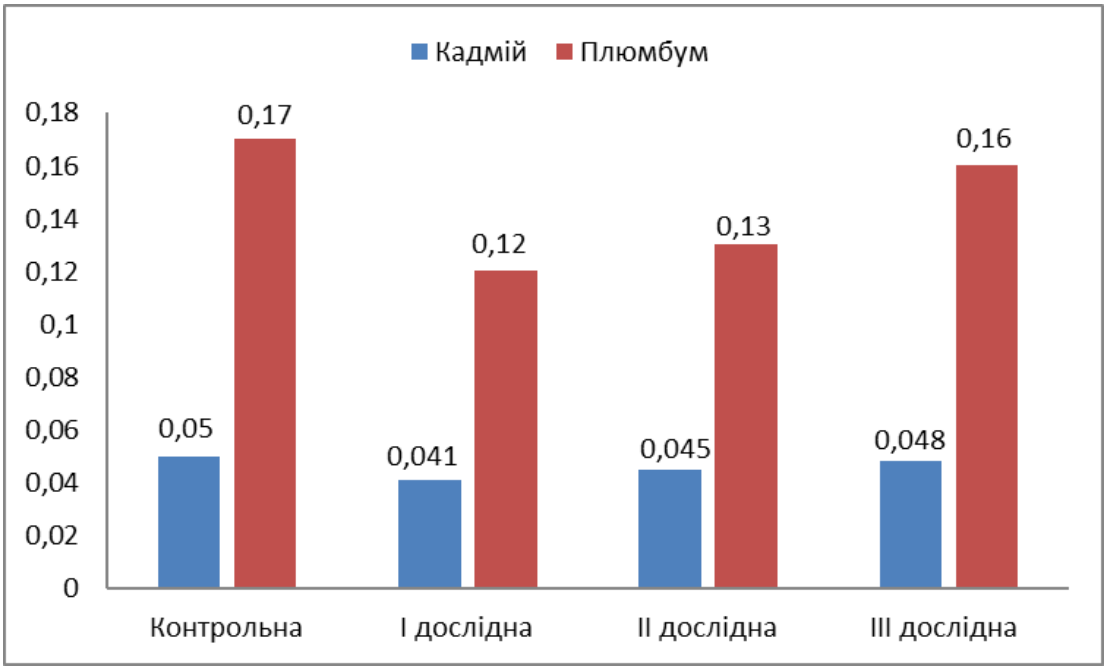

Рис. 3.14. **Вміст металів-токсикантів у біомасі черв'яків, сухої речовини мг/кг**

Уміст Кадмію у біомасі черв’яків із контрольної групи становив 0,05 мг/кг сухої речовини. Найнижчий вміст металу виявлено у біомасі вермикультури із І-ї дослідної групи. Різниця порівняно із контролем не мала статистичної значущості. Вміст металу у біомасі черв’яків із ІІ-ї дослідної групи був меншим, порівняно із контролем на 10,0 %. Вміст Кадмію у ІІІ-й дослідній групі був більшим ніж у І-й та ІІ-й дослідній групах, відповідно, на 17,0 та 6,7 %.

Доведено, що біомаса черв'яків вирощена на субстраті із вмістом посліду бройлерів, ферментованого за участі біодеструктора «Компоназа», акумулює менше металів-токсикантів, що робить її більш ефективною кормовою добавкою для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці.

Результати досліджень цього підрозділу опубліковані в одній науковій праці [35].

3.3. Встановлення ефективності використання біомаси вермикультури за вирощування курчат-бройлерів

3.3.1. Вивчення впливу біомаси вермикультури на продуктивність курчат-бройлерів

Одним із головних показників, який характеризує ефективність використання комбікормів, є маса тіла птиці. Встановлено, що маса тіла курчат-бройлерів змінювалась залежно від концентрації у комбікормах біомаси черв’яків, вирощених на субстраті із вмістом посліду, який пройшов прискорене ферментування (табл. 3.30.).

У контрольній групі жива вага курчат-бройлерів наприкінці експериментів становила 2604 г. За внесення у комбікорм біомаси вермикультури у кількості 1,5 % маса тіла бройлерів збільшується на 0,7 % у порівнянні із контролем. Встановлено позитивний вплив вмісту у комбікормах 3,0 % біомаси вермикультури. Маса тіла птиці у ІІ-й дослідній групі була більшою на 3,5 % ($p<0,01$) відносно маси тіла бройлерів у контролі. За вмісту в комбікормах 4,5 % біомаси черв’яків маса

курчат-бройлерів збільшується на статистично значущу величину у порівнянні із контролем. На основі одержаних даних слід зазначити, що маса тіла птиці із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп статистично не відрізнялась між собою, різниця становила 0,25 %.

Таблиця 3.30. **Показники продуктивності,** M±m, n=100

Група	Маса тіла наприкінці експерименту, г	Показник збереженості птиці, %
Контрольна	2604±18,6	96,0
І дослідна	2622±26,9	96,0
ІІ дослідна	2695±25,4**	97,0
ІІІ дослідна	2702±27,3**	97,0

Примітка: ** – p<0,01.

У контрольній групі збереженість курчат-бройлерів становила 96 %. Збереженість бройлерів, яким згодовували комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків, була вищою ніж у контролі на 1,0 %.

Статистично значуще зростання маси тіла курчат-бройлерів із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп обґрунтовується тим, що в результаті використання біомаси черв'яків комбікорми збагачуються критичними амінокислотами, зокрема лізином і метіоніном, та іншими біологічно активними речовинами. За оптимального надходження амінокислот та біологічно активних речовин проходить інтенсифікація синтезу ензимів, активація коензимів, тому метаболічні процеси в організмі дослідних бройлерів активуються.

Водночас встановлено вплив різних доз біомаси черв'яків у комбікормах на прирости курчат-бройлерів. Абсолютний приріст птиці у контрольній групі становив 2554 г (табл. 3.31.).

Наприкінці експерименту абсолютний приріст у бройлерів із І-ї дослідної групи був більшим порівняно з контролем на 0,7 % або 18,0 г, різниця в межах похибки. Виявлено збільшення на статистично значущу величину абсолютного приросту у курчат, які споживали комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси черв'яків. Показник переважав результати в контролі на 3,6 %. Абсолютний приріст курчат-

бройлерів із ІІІ-ї дослідної групи був більшим порівняно з контролем на 3,8 % (статистично значущий показник).

Таблиця 3.31. **Приріст курчат-бройлерів,** M±m, n=100

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

Примітка: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$.

Середньодобові прирости бройлерів у контролі становили 53,7 г. Відносно дослідних груп курчат виявлена закономірність: чим птиця споживали більшу масу вермикультури у складі комбікормів, тим середньодобові прирости були вищими. За згодовування найменшої дози біомаси вермикультури курчатам (І-ша дослідна група), середньодобові прирости були більшими ніж у контролі, проте різниця не була статистично значущою. У ІІ-й дослідній групі різниця за середньодобовими приростами із контролем становила 17,1 % ($p<0,05$). Найбільші показники середньодобових приростів було виявлено у курчат-бройлерів, яким у складі комбікормів згодовували 4,5 % біомаси вермикультури.

3.3.2. Встановлення впливу біомаси вермикультури на метаболічний статус в організмі птиці

Серед показників білкового обміну вивчали вміст загального білка і активність амінотрансфераз у печінці курчат. Виявлено, що за згодовування комбікорму із умістом 1,5 % біомаси черв'яків вміст білка у печінці бройлерів був майже на рівні контролю (табл. 3.32.).

Таблиця 3.32. **Показники білкового обміну в печінці курчат,** M±m, n=6

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

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

У ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах встановлено позитивну тенденцію щодо підвищення концентрації білка у печінці бройлерів. Зростання цього показника підтверджувалось збільшенням активності аспартатамінотрансферази у печінці курчат, яким згодовували комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків. Різниця із контрольною групою становила, відповідно, 18,2 та 16,7 % і була статистично значущою. Також підтверджено аналогічну закономірність щодо підвищення активності аланінамінотрансферази у печінці курчат.

Сульфгідрильні групи в організмі сільськогосподарських тварин та птиці тісно пов'язані із комплексом метаболічних процесів і біохімічних перетворень. За вмістом тіолових груп у печінці бройлерів можливо судити про рівень обмінних реакцій, а також ступеня токсичності досліджуваної кормової добавки – біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці, ферментованого прискореним методом за участі біодеструктора.

У печінці бройлерів контрольної групи концентрація загальних HS-груп становила 902 мкг/г. У курчат із І-ї дослідної групи вміст загальних тіолових груп був вищим ніж у печінці курчат із контрольної групи, різниця була у межах похибки. Під час згодовування бройлерам комбікорму із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури вміст загальних сульфгідрильних груп у печінці

бройлерів збільшується на 3,4 % відносно контролю, різниця не була статистично значуща. У ІІІ-й дослідній групі курчат-бройлерів також відмічали тенденцію щодо зростання вмісту загальних HS-груп (табл. 3.33.).

Таблиця 3.33. **Концентрація HS-груп у печінці курчат-бройлерів,** мкг/г M±m, n=6

Група	Сульфогідрильні групи		
	вільні	білкові	загальні
Контрольна	115±2,5	787±8,7	902±9,8
І дослідна	111±3,6	799±13,4	910±15,4
ІІ дослідна	102±5,9	831±14,4	933±12,9
ІІІ дослідна	99±5,5	830±16,8	929±10,9

Згодовування бройлерам 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків у складі комбікормів супроводжувалось зростанням вмісту білкових сульфогідрильних груп у печінці. Різниця із контролем мала прояв тенденції. Доведена закономірність: чим більше вводили до складу комбікормів біомаси черв'яків, тим вміст вільних тіолових груп у печінці курчат дослідних груп був меншим. У ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах різниця із показником у контролі становила, відповідно, 11,3 та 13,9 %.

Отже, за вмістом загальних, білкових та вільних HS-груп у печінці курчат можливо стверджувати, що згодовування їм біомаси черв'яків вирощених на субстраті, який містить послід птиці, компостований прискореним методом, сприяє анаболізму сірковмісних амінокислот у печінці бройлерів і не має токсичних речовин, які б блокували білкові HS-групи.

Для більш глибокого аналізу впливу біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті ферментованому біодеструктором, на метаболічні показники в організмі курчат-бройлерів визначали ряд біохімічних показників у їх крові. Згідно з експериментами, виявлено вплив досліджуваної кормової добавки на вуглеводний та білковий обмін, що може ґрунтуватись на високій

інтенсивності енергетичних процесів в тканинах і органах птиці та відсутності негативного впливу біомаси черв'яків на метаболізм (табл. 3.34.).

Таблиця 3.34. **Біохімічні показники крові курчат-бройлерів**, M±m, n=5

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Вміст глюкози, ммоль/л	8,6±0,21	8,6±0,45	9,1±0,25	9,3±0,32
Вміст загального білка, г/л	37,6±1,87	38,8±2,43	40,4±1,93	40,3±3,02
Альбумін, г/л	32,4±1,17	32,6±0,98	33,0±0,75	34,1±2,16
Глобулін α, %	17,9±0,75	18,6±0,86	18,6±0,88	18,9±1,04
Глобулін β, %	9,8±0,54	10,3±0,33	10,2±0,71	10,7±0,43
Глобулін γ, %	26,4±0,98	26,9±1,09	29,7±1,76	30,0±1,88
Сечова кислота, мкмоль/л	3,1±0,29	3,3±0,38	3,6±0,28	3,8±0,48

Використання найменшої дози біомаси вермикультури не вплинуло на підвищення вмісту глюкози в крові бройлерів. У II-й дослідній групі вміст глюкози у крові курчат-бройлерів був більший ніж у контролі на 5,8 %. За згодовування 4,5 % біомаси вермикультури виявлена тенденція до підвищення вмісту глюкози у крові птиці стосовно контрольної групи.

Доведено, що згодовування бройлерам черв'яків сприяє підвищенню вмісту загального білка у їх крові. За внесення у комбікорми 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків вміст білка збільшується у крові курчат, відповідно, на 7,4 та 7,1 % у порівнянні із контролем. Різниця із контролем в обох дослідних групах мала прояв тенденції.

Вивчення білкових фракцій у крові молодняку птиці, показало, що вміст альбуміну у бройлерів із I-ї дослідної групи був вищим ніж у контролі, проте різниця була в межах похибки. За споживання курчатами-бройлерами комбікорму із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури встановлено збільшення вмісту альбуміну у їх крові у межах тенденції. У птиці із III-ї дослідної групи збільшення вмісту альбуміну у крові становило 5,2 %, різниця не мала

статистичної значущості.

За використання найменшої дози біомаси черв'яків у складі комбікормів концентрація α-фракції глобуліну у крові бройлерів збільшується на 3,9 % відносно контролю. Аналогічні результати досліджень були одержані у ІІ-й дослідній групі. Доведено тенденцію щодо підвищення концентрації α-глобуліну у крові курчат, які споживали комбікорми із вмістом 4,5 % біомаси черв'яків.

Встановлено зростання концентрації β-фракцій білка в крові дослідних курчат-бройлерів. Найвищий вміст β-глобуліну виявлено у крові бройлерів із ІІІ-ї дослідної групи. Різниця із контролем становила 9,1 % і мала прояв тенденції.

Виявлено збільшення γ-фракції у крові дослідних груп, що є підтвердженням про посилення імунітету у курчат із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп. Гамма-глобуліни забезпечують гуморальний захист бройлерів, тому їх вміст є критерієм морфологічної зрілості і функціональної повноцінності імунної системи.

Одним із показників, за яким можливо оцінювати білковий обмін у організмі курчат є вміст у крові сечової кислоти. Це кінцевий продукт обміну ряду нуклеопротеїдів, під час гідролізу яких утворюються нуклеїнові кислоти, які надалі гідролізуються до нуклеотидів. За процесу дезамінування аденіну та гуаніну утворюється гіпоксантин і надалі ксантин, який окиснюється в печінці ензимами з утворенням сечової кислоти.

Наявність у комбікормах біомаси вермикультури справляла вплив на вміст у крові бройлерів сечової кислоти. У ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах вміст сечової кислоти був більшим ніж у контролі, відповідно, на 16,1 та 22,5 %.

Отже, на основі проведених експериментів встановлено, що використання у складі комбікормів біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті компостованому біодеструктором, має вплив на основні біохімічні показники крові бройлерів.

Результати досліджень цього підрозділу опубліковані в одній науковій праці [36].

3.3.3. М’ясні якості, органолептичні показники, хімічний склад м’яса курчат-бройлерів, вирощених на комбікормах із різним вмістом біомаси вермикультури

За дослідження хімічного складу м’яса курчат-бройлерів встановлено, що вміст вологи у пробах із дослідних груп був меншим ніж у контролі. У м’язовій тканині бройлерів із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп вміст вологи був нижчим, відповідно, на 1,1 та 1,2 % відносно контрольної групи, різниця не була статистично значуща (табл. 3.35.).

Встановлено незначне збільшення на 0,4 % вмісту сухої речовини у м’язовій тканині курчат-бройлерів із І-ї дослідної групи. Найбільший вміст сухої речовини у зразках м’яса курчат визначено за споживання яка споживала комбікормів із вмістом 4,5 % біомаси черв’яків.

Таблиця 3.35. **Хімічний склад м’яса курчат-бройлерів**, %, M±m, n=5

Показник	Група			
	контрольна	І дослідна	ІІ дослідна	ІІІ дослідна
Волога	71,7±1,14	71,3±2,05	70,6±0,95	70,5±2,15
Суха речовина	28,3±0,65	28,7±0,89	29,4±0,85	29,5±0,97
Загальний білок	20,1±0,48	20,6±0,55	21,1±0,61	21,2±0,81
Жир	5,3±0,21	5,2±0,18	5,1±0,14	5,2±0,24
Сира зола	1,3±0,05	1,3±0,08	1,4±0,06	1,4±0,07

Вміст біомаси черв’яків у комбікормах для курчат-бройлерів із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп сприяв збільшенню концентрації загального білка у м’язовій тканині птиці, відповідно, на 1,0 та 1,1 % відносно контролю.

Уміст жиру у пробах м’яса бройлерів із І-ї дослідної групи на 0,1 % був нижчим порівняно з контролем. Згодовування бройлерам 3,0 та 4,5 % біомаси

вермикультури у складі комбікормів не зумовлювало підвищення вмісту жиру у м’язовій тканині дослідної птиці.

Вміст золи у м’язовій тканині курчат із І-ї дослідної групи був майже аналогічним, як у контрольній групі. У зразках м’яса бройлерів із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп вміст сирої золи був більшим ніж у контролі на 0,1 %.

3.3.4. Токсичність та біологічна цінність м’язової тканини курчат-бройлерів

Одночасно із хімічним складом м’язової тканини бройлерів досліджували 4-добової її біологічну цінність за використання культури *Tetrachimena piriformis*. Цей метод передбачає застосування тест-організмів, які є досить чутливі до вмісту біологічних і хімічних речовин у м’ясі сільськогосподарських тварин та птиці, що дає змогу виконувати токсичні дослідження продовж короткого проміжку часу (від 60 хв до 24 годин). За 72 год за допомогою культури інфузорій можливо визначити біологічну цінність м’язової тканини [32].

Встановлено, що клітини *Tetrachimena piriformis,* яких вирощували на середовищі, із умістом гомогенату з грудних м’язів курчат-бройлерів І−ІІІ-ї дослідних груп, за етологічними даними не різнились від поведінки клітин інфузорій, яких вирощували на середовищі із вмістом гомогенату із грудних м’язів бройлерів контрольної групи. У полі зору (мікроскопічного дослідження) мертвих клітин на дослідних середовищах не виявлено. Наявні інфузорії мали округлу форму із чітким, вираженим прямолінійним рухом. Патологічних форм та розмірів клітин інфузорій із неправильними (манежними, по колу) рухами не виявлено.

Клітини *Tetrachimena piriformis,* які культивували на середовищах, із умістом гомогенату із м’язів стегон бройлерів, яким згодовували комбікорми із біомасою черв’яків (1,5; 3,0 та 4,5 %), характеризувались природними

випуклими формами із правильною рухливістю. Форма і рухи тетрахімени нічим не відрізнялись від контрольних клітин.

За етологічними дослідженнями *Tetrachimena piriformis,* яку культивували на середовищах із вмістом гомогенатів із стегнових і грудних м'язів дослідних курчат, доведено швидке нарощування кількості особин культури. За спостереження постійно констатували утворення (поділом навпіл) нових клітин. Чисельність клітин інфузорій збільшилась у 7−8 разів відносно *Tetrachimena piriformis*, яку вирощували на 0,56 % розчині солі (морська стерильна).

Ріст і розмноження клітин інфузорій на середовищі, що містить гомогенізовані м'язи (стегна і грудей) бройлерів, які споживали комбікорм без добавок біомаси черв'яків, були аналогічні показникам із дослідних груп.

Отже, вирощування курчат-бройлерів із використанням комбікормів із вмістом біомаси черв'яків не супроводжується синтезом і акумулюванням у їх м'язовій тканині сполук, що проявляють токсичну дію на клітини інфузорій.

Біологічним підґрунтям визначення цінності м'язової тканини бройлерів, які із комбікормами споживали біомасу черв'яків, вважається швидкість нарощування чисельності особин інфузорій у середовищі із досліджуваним чинником. Біологічна цінність м'яса дослідної птиці вважається вищою за умови, коли в середовищі із вмістом останнього більше утвориться клітин *Tetrachimena* за 72 год культивування у термостаті у порівнянні із аналогічними середовищами із гомогенатом з м'язової тканини контрольної групи.

Підраховуючи клітини *Tetrachimena piriformis* встановлено, що в 1 $см^3$ середовища із додаванням гомогенату із стегнових та грудних м'язів курчат, яким не згодовували корм із вмістом біомаси черв'яків, кількість клітин культури була на рівні, відповідно, $9{,}11\times10^4$ і $9{,}24\times10^4$ штук (табл. 3.36.).

Доведено, що біологічна цінність м'язів (стегнові та грудні) бройлерів, які споживали комбікорм із вмістом досліджуваної добавки відносно контрольних значень була більшою.

Таблиця 3.36. – **Кількість клітин *Tetrachimena piriformis,*** M±m, n=5

Група	Предмет дослідження	Кількість клітин культури в $см^3$ поживного середовища, х 10^4, шт.	Показник біологічної цінності, виражений у відсотках
Контрольна	м'язи грудей	9,11±0,956	100,0
	м'язи стегна	9,24±0,877	100,0
І дослідна	м'язи грудей	9,55±0,682	104,8
	м'язи стегна	9,64±0,785	104,3
ІІ дослідна	м'язи грудей	10,15±0,659	111,4
	м'язи стегна	10,25±0,488	110,9
ІІІ дослідна	м'язи грудей	10,12±1,052	111,0
	м'язи стегна	10,27±0,951	112,7

За вирощування *Tetrachimena piriformis* на поживному середовищі, яке вміщало виготовлений із стегнових і грудних м'язів бройлерів І-ї дослідної групи гомогенат, кількість клітин в $см^3$ була вищою, відповідно, на 4,3 та 4,8 % відносно контрольного показника.

За додавання у середовище гомогенату із грудних і стегнових м'язів курчат-бройлерів, яких утримували у ІІ-й дослідній групі, кількість клітин інфузорій була більшою ніж у контрольному зразку, відповідно, на 11,4 та 10,9 %. Найбільшу чисельність клітин *Tetrachimena piriformis* було виявлено у середовищах із вмістом гомогенату м'язів стегна від курчат-бройлерів, яким задавали комбікорми із вмістом 4,5 % біомаси черв'яків, різниця із контролем становила 12,7 %.

Порівнюючи чисельність клітин інфузорій у середовищі із використанням гомогенату із грудних м'язів курчат-бройлерів вирощених у ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах, встановлено, що у варіанті із використанням м'язів птиці, яка поїдала комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси черв'яків кількість *Tetrachimena piriformis* була більшою на 0,4 %, порівнюючи із варіантом, де курчата отримували корми, із вмістом 4,5 % біомаси черв'яків, вирощених на посліді прискореної ферментації.

Експериментально доведено, що за використання 3,0 та 4,5 % біомаси черв’яків у складі рецептури комбікормів для бройлерів із добового віку і до забою підвищується біологічна цінність їх м’яса на 10,9−12,7 % відносно курчат, яким згодовували комбікорм без вмісту досліджуваної добавки. Це можливо обгрунтувати тим, що у м’язовій тканині (грудні та стегнові м’язи) курчат-бройлерів за поїдання біомаси черв’яків, вирощених на оптимальному субстраті, накопичується більша концентрація амінокислот (зокрема незамінних) та інших біологічно активних сполук, якими багата біомаса черв’яків.

3.3.5. Забійні показники дослідної птиці

За результатами проведених контрольних забоїв курчат-бройлерів встановлено позитивний вплив згодовування біомаси вермикультури на м’ясні якості птиці. Дані проведених досліджень представлені у таблиці 3.37.

Використовуючи у складі комбікормів 1,5 % біомаси черв'яків, вага непатраних тушок курчат була більшою ніж у контролі на 1,2 %. Більш суттєвий вплив біомаси вермикультури на збільшення маси непатраних тушок було виявлено у ІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила 4,2 %. Встановлено збільшення маси не патраних тушок бройлерів, яким згодовували 4,5 % біомаси черв'яків, різниця була статистично значущою ($p \leq 0,01$).

Згодовування курчатам-бройлерам черв’яків, вирощених на субстраті одержаному за ферментації біодеструктором, сприяє збільшенню маси патраних тушок курчат. У І-й дослідній групі встановлено статистично незначуще збільшення маси, відхилення від контролю становило 1,5 %. Вага патраних тушок курчат-бройлерів, які споживали комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури, була більшою відносно контролю на 5,1 %, величина мала статистично значуще відхилення. За введення найбільшої дози біомаси черв’яків у комбікорми маса патраних тушок у ІІІ-й дослідній групі була

більшою на 109 г або 5,5 % відносно показників у контрольній групі.

Таблиця 3.37. **Забійні показники курчат-бройлерів**, M±m, n=5

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Середня маса курчат перед забоєм, г	2604±18,6	2622±26,9	2695±25,4**	2702±27,3**
Вага непатраних тушок курчат (без крові та пір'я), г	2450±13,2	2480±20,8	2554±23,7**	2561±25,5**
Вихід непатраних тушок курчат, %	94,1	94,6	94,8	94,8
Вага патраних тушок курчат, г	1968±11,8	1998±19,9	2069±20,8***	2077±21,1***
Вихід патраних тушок курчат, %	75,6	76,2	76,8	76,9
Вага грудних м'язів, г	499,9±11,48	508,6±9,65	530,9±8,78*	529,5±9,89
Вихід грудних м'язів, %	19,2	19,4	19,7	19,6
Вага стегнових м'язів, г	419,2±10,11	430,0±5,87	458,1±9,12**	462,0±14,18*
Вихід стегнових м'язів, %	16,1	16,4	17,0	17,1

Примітка: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,1$.

Вивчаючи окремі групи м'язів бройлерів виявлено позитивний вплив наявності у комбікормах черв'ячної біомаси на їх масу. У курчат-бройлерів із контрольної групи середня маса грудних м'язів становила 499,9 г. У бройлерів із І-ї дослідної групи маса грудних м'язів була більшою ніж у контролі на 1,7 %. Споживання комбікорму із вмістом біомаси черв'яків курчатами-бройлерами (ІІ-га дослідна група) привело до збільшення на статистичну величину маси їх грудних м'язів. Показник переважав дані контролю на 6,2 %. Грудні м'язи бройлерів із ІІІ-ї дослідної групи були важчими на 5,9 %, різниця мала прояв тенденції.

Споживання курчатами-бройлерами найменшої дози біомаси вермикультури (1,5 %) вплинуло на підвищення маси стегнових м'язів на 2,5 % у порівнянні із контрольною групою, різниця не була статистично

значущою ($p \leq 0,05$). Найбільша маса стегнових м'язів була встановлена у III-й дослідній групі, показник був більшим ніж у контролі на 10,2 %. Статистично значуще збільшення маси стегнових м'язів (II-га дослідна група) встановлено у птиці, яка споживала комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси черв'яків.

Слід зазначити, що добрими забійними якостями характеризується птиця із II-ї та III-ї дослідних груп, якій у предстартерний, стартерний, гроверний та фінішний комбікорми вносили 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури, яку вирощували на субстратах, ферментованих за участі біодеструктора. Забійний вихід патраних тушок становив у межах 76,8−76,9 %. Найбільший вихід грудних м'язів було встановлено у курчат-бройлерів із II-ї дослідної групи.

Науковий інтерес становлять дослідження щодо впливу біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті, ферментованому біодеструктором у складі комбікормів, на масу деяких внутрішніх органів курчат-бройлерів (табл. 3.38.).

Таблиця 3.38. **Показники маси деяких внутрішніх органів бройлерів,** M±m, n=5

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Печінка	57,7±3,85	60,3±4,84	64,7±4,73	65,0±4,67
Серце	9,3±0,85	10,1±0,65	10,7±0,59	10,5±0,61
Легені	8,8±0,43	9,1±0,19	9,5±0,47	9,7±0,51

Експериментально доведено, що застосування біомаси черв'яків у годівлі курчат не супроводжувалось патологічними збільшеннями маси їх печінки, легень та сердець. За внесення у комбікорми 1,5 % біомаси черв'яків маса печінки бройлерів була більшою ніж у контролі на 4,5 %. Споживання птицею комбікормів із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури супроводжувалось підвищенням маси печінки у бройлерів, відповідно на 12,1 та 12,6 % відносно контролю. Збільшення маси печінки спостерігається пропорційно масі тіла бройлерів. Статистично значущих відхилень маси печінки у порівнянні із контролем не встановлено.

Із збільшенням маси тушок у дослідних групах спостерігалось зростання маси сердець. У курчат-бройлерів із ІІ-ї дослідної групи маса сердець була більшою ніж у контролі на 15,0 %. Виявлено збільшення маси сердець у курчат, які споживали 4,5 % біомаси вермикультури, різниця із контролем становила 12,9 % і не була статистично значущою.

Виявлено збільшення маси легенів у курчат-бройлерів із дослідних груп пропорційно масі тіла. Найбільша маса легенів була виявлена у курчат із ІІІ-ї дослідної групи, різниця із контролем становила 10,2 %. Збільшення маси легенів у бройлерів із ІІ-ї дослідної групи відносно цього показника у контролі також мало прояв тенденції.

3.3.6. Показники виробничої перевірки

Для масштабування ефективності використання біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із послідом птиці ферментованим за використання біодеструктора, у годівлі курчат-бройлерів була проведена виробнича перевірка. Під час її проведення формували 2 групи контрольну та дослідну по 3500 голів добових курчат-бройлерів у кожній. У дослідній групі комбікорм містив 3,0 % біомаси вермикультури. Контрольна птиця споживала стандартні комбікорми.

Під час виконання експерименту мікроклімат, умови утримання та догляду для бройлерів були однаковими, як для контрольних, так і дослідних курчат. Дані, одержані в результаті виробничих випробувань на курчатах бройлерах представлені у таблиці 3.39.

Облік маси тіла курчат-бройлерів в умовах виробництва здійснювали наприкінці 41-ї доби вирощування. Маса тіла курчат-бройлерів (в середньому) із контрольної групи на 41-шу добу становила 2570 г. За використання у складі комбікормів 3,0 % біомаси черв’яків маса тіла бройлерів дослідної групи збільшується на 3,3 % відносно даних у контролі.

Таблиця 3.39. **Показники вирощування бройлерів за виробничої перевірки,** M±m, n=3500

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Кількість курчат на початку виробничої перевірки, гол	3500	3500
Кількість курчат наприкінці виробничої перевірки (41-ша доба вирощування), гол.	3443	3451
Збереженість птиці, %	98,37	98,60
Середня маса тіла одного бройлера в 41-добовому віці, г	2570±14,7	2654±16,1*
Витрати повнораціонного комбікорму на 1 кг приросту маси тіла курчат, кг	1,87	1,73

Примітка: * – $p \leq 0,05$.

Кількість курчат-бройлерів наприкінці виробничої перевірки у дослідній групі була більшою 0,23 % у порівнянні із контролем. Збереженість бройлерів за використання у комбікормах біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті підготовленому за участі біодеструткора зростає.

Аналізуючи поїдання кормів та їх витрати доведено, що за згодовування курчатам-бройлерам повнораціонного комбікорму із вмістом біомаси черв'яків цей показник був меншим у порівнянні із контрольною групою на 7,48 %.

Отже, за додаткового внесення у склад рецептури комбікормів для курчат-бройлерів біомаси черв'яків в кількості 3% до маси комбуорму покращуються господарські показники вирощування птиці.

3.3.7. Економічні показники використання біомаси черв'яків за вирощування бройлерів

За експерименту, проведеного під час виробничої перевірки, встановлено позитивний вплив вмісту біомаси вермикультури у комбікормах на прирости курчат-бройлерів. Також визначено зниження витрат комбікормів на одержання одиниці маси тіла птиці, що є важливим показником, оскільки у структурі собівартості м'яса бройлерів до 74,0 % займають корми. Внесення біомаси вермикультури у комбікорми призвело до підвищення вартості останніх на 2,4 %.

Результати обрахунків економічної ефективності згодовування біомаси черв'яків курчатам-бройлерам представлено в таблиці 3.40.

Таблиця 3.40. **Фінансові показники використання біомаси вермикультури у комбікормах**

Господарсько-економічний показник	Контрольна група	Дослідна група
Приріст маси тіла курчат за період експерименту, кг	8848,5	9145,1
Витрати комбікорму за період експерименту, кг	16546,7	15821,0
Середня вартість однієї тонни комбікормів, грн	12400	12700
Витрати на комбікорми, грн	205179	200926
Витрати біомаси черв'яків на 1 кг корму, г		30,0
Вартість використаної біомаси вермикультури, грн	–	4740
Вартість добових курчат, грн	59500	59500
Загальні витрати, грн	312321	307302
Вартість 1 кг маси тіла, грн	60,0	60,0
Загальна сума виручки за реалізації бройлерів, грн	530910	548706
Собівартість 1 кг маси тіла, грн	35,3	33,6
Прибуток за вирощування птиці, грн	218589	241404
Рентабельність, %	69,9	78,5

З огляду на одержані дані, включення до складу рецептури комбікормів черв'яків у дозі 3,0 % має позитивний економічний ефект. Витрати комбікормів за вирощування дослідної групи були нижчими на 4,38 % відносно контролю, що привело до зменшення витрат пов'язаних із годівлею на 2,07 %.

Під час проведення виробничої перевірки за вирощування дослідної птиці біомаси вермикультури було використано на суму 4740,0 грн.

Завдяки одержанню додаткової продукції і зменшенню витрат комбікормів встановлено зниження загальних витрат під час вирощування дослідної птиці. Різниця із контролем становила 1,6 %.

Згодовування курчатам-бройлерам біомаси вермикультури сприяє зниженню собівартості одиниці маси тіла птиці на 4,8 % відносно контролю. Збільшується прибуток ведення бройлерного птахівництва на 10,43 %. Застосування досліджуваної добавки сприяє збільшенню рентабельності на 8,6 %.

Отже, доведено, що за згодовування у складі комбікормів біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті одержаному прискореним методом, можливо отримати додаткову продукцію бройлерів та прибутки, що створює передумови для рекомендації цієї кормової добавки птахівникам різної форми власності.

РОЗДІЛ 4
АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Тенденції сталої динаміки населення світу передбачають інтенсивне зростання виробництва м’яса птиці, як джерела білка, зокрема курчат-бройлерів [186]. Швидке нарощування поголів’я птиці на обмежених локаціях призводять до накопичення значної маси посліду [84]. Послід яєчної та м’ясної птиці із підстилкою і без неї є об’ємним джерелом забруднення навколишнього середовища, яке містить значний відсоток сухої речовини із неперетравленими і незасвоєними поживні речовинами та мінеральними елементами [83].

Перспективними методами раціональної утилізації залишкових поживних речовин, що містяться у посліді курчат-бройлерів, є його анаеробне, мікробіологічне компостування та вермикультивування [4, 123, 160].

Для технологій вермикультивування практикують гнойових черв’яків або гібрид червоних каліфорнійських черв’яків. Черв’яки належать до групи олігохет та є гермафродитами.

Для вирощування черв’яків використовують різні підготовлені (ферментовані) органічні відходи: рослинництва (тирса, полова, солома, зіпсовані корми для тварин: сіно, концкорми, силос та сінаж), тваринництва (послід, гній та відходи забійних підприємств), промислові та харчові відходи. Вермикомпостування є мезофільним біоокисненням органічних сполук [4, 85, 113, 160].

Через високу концентрацію у посліді курчат-бройлерів нітрогеновмісних сполук, під час розкладання, утворюється значна кількість газів, зокрема аміак, який є токсичним для черв’яків і призводить до їх загибелі. Для того, щоб послід курчат-бройлерів можливо було використовувати у вермикультивуванні, його необхідно компостувати. Для традиційного способу компостування посліду птиці необхідно до 600 діб, що призводить до пролонгованого забруднення навколишнього середовища і значних втрат

поживних речовин. Ефективним способом компостування є використання мікробіологічних препаратів із проведенням періодичного перебивання посліду. Невивченими є питання щодо режимів та операцій використання під час компостування посліду курчат-бройлерів імпортних і вітчизняних біодеструкторів. У доступній літературі не зустрічається достатньо інформації щодо ефективності використання посліду курчат-бройлерів, ферментованого прискореним методом за використання біодеструкторів у складі субстрату для вермикультури та застосування біомаси черв'яків за вирощування курчат-бройлерів.

Вивчаючи ферментування посліду курчат-бройлерів із підстилкою за використання імпортного біодеструктора «Sviteco-MBT» застосовували різні його дози. У контролі ферментування посліду проводили без внесення біодеструктора. У І-й, ІІ-й та ІІІ-й дослідних групах вносили 143, 1430 та 2860 мг препарату на тонну посліду курчат-бройлерів.

Виявлено, що за введення біодеструктора у послід птиці за добу температура останнього збільшувалась залежно від дози внесеного мікробіологічного препарату. Чим більшою була доза мікробіологічного препарату, тим вищою була температура саморозігріву під час компостування. Найвища температура спостерігалась у ІІІ-й дослідній групі.

Із 4-ї доби температура посліду у дослідних групах поступово знижувалась у межах термофільного режиму до 18−19-ї доби. Найшвидше охолодження посліду нижче 40 °С проходило у контролі. У групах із використанням біодеструктора у дозах 1430 та 2860 мг/т підвищення температури компосту вище 20 °С спостерігалось і на 61-шу добу ферментування.

Зростання температури посліду курчат-бройлерів за внесення найбільшої дози біодеструктора обґрунтовується підвищенням біохімічних процесів за дії збільшеної концентрації ензимів, які синтезують мікроорганізми у порівнянні із варіантами, де використовували низьку дозу біодеструкторів та контрольний варіант, де діяли мікроорганізми, які природним способом

потрапили у послід перед компостуванням. Підвищення температури за процесу компостування із використанням різних конгломератів мікроорганізмів підтверджує ряд дослідників [79]. Згідно з їх дослідженнями розігрів компосту (курячий послід із органічними відходами) на 2−5-ту добу може сягати до 64 °С.

Доведено, що чим більше у послід курчат-бройлерів додавали біодеструктора, тим втрати вологи були більшими. Найінтенсивніші втрати вологи у ферментованому посліді бройлерів було зафіксовано у період із 3-ї до 28-ї доби компостування.

Втрати вологи, як у контрольній так і дослідних групах були прямо пропорційно залежні до температури компостування. Чим вищою була температура посліду бройлерів, тим збільшились втрати вологи. Наприкінці експерименту загальні втрати вологи компосту у контрольній групі становили 4,3 %. У дослідних групах втрати вологи були, відповідно, на рівні 4,6, 5,1 та 5,5 % від початкового показника. Отже, збільшення втрати вологи із компостованого посліду курчат-бройлерів із дослідних груп, куди вносили високі дози біодеструктора (II-га та III-тя дослідні групи). пояснюється інтенсивними процесами гідролізу органічних сполук та підвищеною температурою. Дані щодо вищих показників втрат вологи компосту у буртах без покриття (гній худоби із рисовою половою) за дії мікроорганізмів представили дослідники [76]. За їх даними, втрати вологи продовж 40-ка діб компостування становлять до 37,6 %. Компостування у полімерних ємностях знижує відсоток втрати вологи, що певною мірою підтверджує результати наших досліджень.

Дослідження мікробіологічних показників, проведене на 3-тю, 30-ту та 150-ту добу компостування показало, що кількість мікроорганізмів залежала від дози внесення біодеструктора у послід курчат-бройлерів. По завершенню 3-ї доби показник КМАФАнМ у контролі становив $2,4\times10^7$ КУО/г. За внесення у послід біодеструктора у кількості 2860 мг/т виявлено значне

зростання КМАФАнМ. У порівнянні із контрольними даними, даний показник статистично зріс.

Встановлено, що із збільшенням дози біодеструктора «Sviteco-МВТ» у посліді курчат-бройлерів кількість Bacillus spp. у останньому зростає. За найвищої дози біодеструктора у посліді птиці (ІІІ-тя дослідна група) кількість клітин Bacillus spp. збільшувалась у 127,3 рази.

Виявлено позитивну динаміку зменшення кількості бактерій Clostridium та Staphylococcus за додавання різних доз біодеструктора.

Продовж місячного компостування посліду бройлерів показник КМАФАнМ у контрольній групі зріс у 10 разів відносно даних одержаних на 3-тю добу. Незначне збільшення показника КМАФАнМ відносно результатів на 3-тю добу спостерігається і в І-й дослідній групі. За використання найвищої дози біодеструктора на 30-ту добу ферментування показник КМАФАнМ був вищим ніж у контролі.

Найбільша кількість бактерій роду Bacillus *spp.* була виявлена у посліді бройлерів, до якого вносили біодеструктор у кількості 2860 мг/т. Відносно контролю цей показник був вищим у 4,6 рази, проте відносно даних на 3-тю добу експерименту вміст бактерій Bacillus *spp.* зменшився у 1,4 рази.

На 30-ту добу компостування зберігалась закономірність зменшення кількості бактерій роду в Clostridium та Staphylococcus за включення біодеструктора у послід бройлерів. У ІІІ-й дослідній групі кількість клітин мікроорганізмів відносно контролю була меншою у 18,4 і 6,3 рази.

Наприкінці процесу ферментування показник КМАФАнМ та кількість бактерій у посліді бройлерів дослідних та контрольної груп зменшились відносно даних отриманих на 30-ту добу ферментування. Цей процес можливо пояснити значним використанням бактеріями легкодоступних поживних речовин посліду курчат-бройлерів, які необхідні для їх живлення і розмноження. Результати наших досліджень підтверджуються даними дослідників [151, 152], які зазначають про зростання нарощування кількості бактерій у перший місяць ферментування і зменшення кількості

мікроорганізмів у ферментованій біомасі під час останнього етапу компостування.

Проводили дослідження деяких хімічних показників посліду курчат-бройлерів до і після ферментування. Вміст сирого протеїну у посліді бройлерів до проведення ферментації становив 12,43 % (на натуральну вологу). За час ферментування вміст сирого протеїну знизився більше ніж у 2 рази у дослідних групах відносно показника до компостування. Втрата сирого протеїну відбувається внаслідок його деградації до аміаку і випаровування у повітря.

Доведено, що чим більше вносили біодеструктора у послід курчат-бройлерів, тим більше по завершенню ферментування у біомасі було сирого протеїну. За найбільшої дози біодеструктора вміст сирого протеїну зростає на статистично значущу величину порівняно із контролем. Обгрунтовується це тим, що чим більше мікроорганізмів у посліді, тим більша їх біомаса, яка є багатою на амінокислоти та протеїн.

Із збільшенням вмісту біодеструктора концентрація Кальцію у посліді курчат-бройлерів збільшується. Пояснюється це тим, що за підвищених доз біодеструктора інтенсифікується процес мінералізації посліду бройлерів.

Із підвищенням вмісту біодеструктора у посліді курчат-бройлерів відсоток збереження Нітрогену і Фосфору після процесу ферментації збільшується.

Досліджуючи органолептичні показники компостованої біомаси встановлено, що вони змінювались залежно від часу ферментації і дози використаного біодеструктора. На початку дослідження (1-ша доба внесення біодеструктора), як у контрольній, так і дослідних групах послід курчат-бройлерів із підстилкою мав стійкий, різкий аміачний запах. Біомаса мала коричневий колір. За дії найбільшої дози біодеструктора на 160-ту добу компостування послід мав брудно-коричневий колір із сірими включеннями, запах відповідав прілому готовому компосту. Запаху аміаку зовсім не

відчувалось. Волокна підстилки легко руйнувались. Тимчасом у контролі ферментований послід бройлерів мав кислий запах із відтінками аміаку.

Враховуючи, що за ступенем виживання вермикультури у ферментованій біомасі можливо судити про ступінь її готовності, продовж компостування було проведено ряд біопроб із використанням черв'яків.

Першу біопробу посліду курчат-бройлерів за використання черв'яків проводили через 25 діб після її обробки різними дозами біодеструктора. Виявлено, що найшвидша загибель черв'яків була у пробах із контролю де для компостування посліду курчат-бройлерів не використовували біодеструкторів. Тривалість життя черв'яків у такому середовищі становила лише 4−7 хвилин. Це явище свідчило про значну концентрацію аміаку у середовищі. Найдовше жили черв'яки, яких поміщали у послід курчат-бройлерів відібраний із ІІІ-ї дослідної групи. Тривалість життя була у 6,4 рази довше ніж у контролі.

За проведення біопроб на 50-ту та 100-ту добу компостування доведено, що тривалість виживання черв'яків збільшувалась, проте загибель була на рівні 100 %. Найдовше виживання черв'яків було у компості, який ферментували із використанням високих доз біодеструктора.

За біопроби на 150-ту добу доведено, що використання біодеструктора у кількості 2860 мг/т впродовж 5 місяців дозволяє підготувати послід курчат-бройлерів із підстилкою для вирощування черв'яків. Наші дослідження підтверджуються даними [2].

За дослідження використання біодеструктора «Компоназа» під час компостування посліду курчат-бройлерів встановлено підвищення його температури впродовж перших 24 годин. Застосування найвищої дози біодеструктора призводить до підвищення температури посліду птиці продовж перших 10-ти діб компостування вище 60 °С. Тривалість ферментування посліду бройлерів за термофільного режиму у ІІІ-й дослідній групі була більшою ніж у контролі на 32 доби. За підвищених доз

біодеструктора у посліді курчат-бройлерів (ІІ-га та ІІІ-тя дослідні групи) мезофільний температурний режим тривав 60 діб.

Доведено, що чим більший вміст біодеструктора «Компоназа» у посліді курчат-бройлерів, тим температура компостування швидше зростає і є вищою. Показники наших досліджень щодо динаміки температури посліду курчат-бройлерів певною мірою обгрунтовуються дослідниками [79], які встановили збільшення температури у компості до 64 °С продовж першої декади ферментування.

Встановлено, що внесення різних доз біодеструктора «Компоназа» вплинуло на вміст вологи у посліді курчат-бройлерів. Із внесенням більшої дози біодеструктора вміст вологи у посліді курчат-бройлерів зменшується, що може пояснюватись підвищенням температури компосту та інтенсивнішими гідролітичними процесами. Значні втрати вологи спостерігали продовж перших 28-ми діб ферментування. За внесення найбільшої дози біодеструктора «Компоназа» вологість була меншою на 0,8 % відносно контролю. Із 28-ї доби компостування втрати вологи із посліду птиці продовжувались як у контрольній, так і дослідних групах, проте інтенсивність зменшилась.

Досліджуючи мікробіологічний склад посліду курчат-бройлерів встановлено, що на 3-тю добу після внесення біодеструктора спостерігалось підвищення показника КМАФАнМ у дослідних групах. Виявлена закономірність: чим більше вносили біодеструктора, тим показник був вищим. За використання біодеструктора у кількості 11,25 $см^3$/т збільшення бактерій Bacillus *spp.* становило у 12 разів відносно контролю. Виявлено позитивний вплив збільшення дози біодеструктора на зменшення кількості бактерій Escherichia coli у посліді бройлерів.

Водночас експериментально було підтверджено вплив біодеструктора на зниження вмісту у посліді птиці клітин Staphylococcus та Clostridium. За дії найбільшої дози біодеструктора кількість бактерій була меншою, відповідно, на 27,2 та у 9,3 рази відносно контролю. За внесення біодеструктора

«Компоназа» встановлено конкуренту взаємодію домінуючих бактерій препарату із грибами Trichoderma. Це підтверджується тим, що за високих доз 7,5 та 11,25 $см^3$/т біодеструктора кількість КУО гриба зменшилась на 45,4 % і у 3,2 рази. Результати наших досліджень щодо конкурентної взаємодії бактерій і грибів підтверджуються даними інших дослідників [50].

Встановлено, що на 150-ту добу компостування величина КМАФАнМ у дослідних групах була більшою ніж у контролі, відповідно, на 38,4 % та у 2,07 і 3,2 рази. Збереглась закономірність щодо збільшення вмісту бактерій Bacillus *spp*. у ферментованому посліді курчат-бройлерів із дослідних груп із підвищенням дози у них біодеструктора. Застосування біодеструктора у кількості 11,25 $см^3$/т сприяло підвищенню бактерій Bacillus *spp*. у ферментованому посліді курчат-бройлерів у 4,4 рази у порівнянні із контрольною групою.

Наприкінці досліду збереглась тенденція конкурентного впливу мікроорганізмів, які входять у склад біодеструктора «Компоназа», що підтверджується зниженням вмісту у ферментованій біомасі Escherichia coli, Staphylococcus, Clostridium та Trichoderma.

Вивчення хімічного складу ферментованого посліду курчат-бройлерів показало, що за процесу компостування проходить зменшення сирого протеїну, Нітрогену та Фосфору відносно посліду птиці до ферментування. Проте за дії різних доз біодеструктора у посліді птиці вміст сирого протеїну наприкінці експерименту зростав. Доведено, що чим більше вносили біодеструктора «Компоназа» у послід, тим більше у компості із нього залишається Фосфору. За використання найбільшої дози біодеструктора (III-тя дослідна група) вміст Фосфору у посліді був більшим у 2,02 рази відносно показника у контролі.

Процес ферментації обумовлює збільшення вмісту мінеральних речовин які не елімінуються у навколишнє середовище, на одиницю маси посліду, зокрема Кальцію. Це підтверджує те, що із збільшенням вмісту біодеструктора у посліді відсоток його мінералізації збільшується.

Проводячи органолептичний аналіз ферментованого посліду курчат-бройлерів виявлено, що на початку експерименту останній мав різкий запах аміаку. Часточки тирси мали міцну структуру. Проте з часом показники запаху і кольору змінювались. На 25-ту добу дослідження виявлено зниження запаху аміаку у групах, де застосовували високі дози біодеструктора. На 50-ту добу ферментування внесення у послід курчат-бройлерів біодеструктора «Компоназа» у кількості 11,25 $см^3$ на тонну сприяло зміні кольору біомаси із брудно-коричневого на коричнево-сірий, що свідчило про значну деградацію органічних часточок, які містили меншу кількість поліцукрів, зокрема клітковини. Запах змінився від аміачного до прілого.

На 160-ту добу ферментування за використання найбільшої дози біодеструктора «Компоназа», у порівняні із контролем, за органолептичними показниками вдалось отримати із посліду курчат-бройлерів із підстилкою із стружки дерев готовий субстрат для вирощування біомаси вермикультури.

За проведення біопроб із використанням черв'яків встановлено, що ферментування продовж 50-ти діб не дає змоги отримати компост із посліду курчат-бройлерів без загибелі черв'яків. За використання біодеструктора «Компоназа» у кількості 11,25 $см^3$ на тонну на 100-ту добу компостування вдалось досягти 83,0 % виживання черв'яків. За цієї самої дози на 150-ту добу виживання черв'яків було 100,0 %, що дає можливість отримати придатний компост для вермикультивування.

Доведено, що за допомогою біодеструктора «Компоназа» можливо у 2,3 рази швидше провести компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев) і одержати високопоживний субстрат для вирощування вермикультури.

Вивчаючи вплив компосту, одержаного за використання імпортного біодеструктора «Sviteco-МВТ» встановлено, що ріст і розмноження черв'яків залежали від кількості використаного біопрепарату. За вирощування вермикультури на посліді курчат-бройлерів, ферментованого найбільшою дозою біодеструктора, кількість і маса статевозрілих особин була більшою ніж

у контрольній групі, відповідно, на 45,5 і 12,7 %. Найбільша кількість черв'яків, які не досягли статевої зрілості була у ІІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила, відповідно, 29,3 та 21,2 %.

Доведена закономірність, що чим вищий вміст біодеструктора у посліді бройлерів, тим виявлено більшу кількість коконів у ложі. У ІІІ-й дослідній групі чисельність коконів черв'яків і їх маса були більшими, відповідно, на 41,4 та 17,1 % відносно показників контрольної групи. Поясненням такого явища є те, що ферментований (продовж 160-ти діб) послід курчат-бройлерів із використанням біодеструктора має більший вміст поживних речовин у порівнянні із послідом птиці, ферментованого без використання біодеструкторів продовж 18-ти місяців.

Дослідження хімічного складу біомаси вермикультури показало, що вирощування черв'яків на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого за участі біодеструктора, не обумовлювало статистично значущого підвищення білка в їх біомасі, різниця із контролем була в межах 0,4-1,0 %.

Культивування вермикультури на субстраті, який складається із посліду бройлерів, ферментований найбільшою дозою біодеструктора (ІІІ-тя дослідна група) привело до збільшення вмісту ліпідів у біомасі черв'яків на 10,7 % відносно показника у контрольній групі. Різниця мала статистичну значущість. Підвищення вмісту ліпідів у біомасі вермикультури пояснюється підвищеною концентрацією у посліді птиці і вищим показником конверсії.

Експериментально доведено, що ступінь мінералізації посліду бройлерів впливає на вміст золи у біомасі вермикультури. У біомасі черв'яків ІІІ-ї дослідної групи вміст золи був меншим ніж у контролі і вищим у порівнянні із І-ю та ІІ-ю дослідною групами. Зростання вмісту сирої золи на фоні дослідних груп обґрунтовується ступенем мінералізації основного компоненту субстрату – посліду курчат-бройлерів, зокрема трансформацією мінеральних речовин із поживного середовища у біомасу черв'яків.

Із металів-біотиків у біомасі вермикультури визначали вміст Купруму, Феруму та Цинку. Найвищий показник цих елементів встановлено у контрольній групі. У біомасі вермикультури із дослідних груп вміст металів залежав від використання різних доз біодеструктора. Обґрунтовується це тим, що біодоступність елементів із посліду птиці залежала від рівня мінералізації. Наші дані збігаються із результатами інших досліджень [2].

Вивчаючи вміст металів-токсикантів у біомасі черв'яків встановлено, що прискорена ферментація посліду птиці за допомогою біодеструктора, як основної складової субстрату, не приводить до підвищення вмісту цих елементів у вермикультурі у порівнянні із варіантом, де для поживного середовища черв'яків використовували послід, ферментованим традиційним способом.

Водночас було проведено дослідження ефективності вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого за різних доз біодеструктора «Компоназа». Виявлено, що вермикультура інтенсивніше розвивається на посліді птиці, для ферментації якої використовували більші дози біодеструктора. Найвищий показник кількості статевозрілих особин було виявлено у ІІІ-й дослідній групі. Різниця із контролем становила 40,0 %. За вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду бройлерів, ферментованого біодеструктором «Компоназа» у дозі 11,25 $см^3$/т, маса черв'яків збільшилась на 49,4 %. Аналогічна закономірність була виявлена у молодняку черв'яків. Застосування посліду бройлерів, ферментованого біодеструктором у дозі 11,25 $см^3$/т, привело до найбільшого нарощування поголів'я черв'яків. Найбільша маса черв'яків, які не досягли статевої зрілості була встановлена у ІІІ-й дослідній групі, різниця із контролем становила 55,0 %. Збільшення кількості статевозрілих особин і молодняку черв'яків можливо обґрунтувати оптимальним вмістом поживних і біологічно активних речовин посліду курчат-бройлерів у доступній для вермикультури формі.

Аналізуючи кількість коконів у ложах, встановлено вплив на цей показник часу і способу ферментації посліду курчат-бройлерів, який входив у склад субстрату для черв'яків. За вирощування вермикультури на субстраті із послідом бройлерів, компостованого біодеструктором за дози 11,25 $см^3$/т, кількість коконів збільшується на 35,1 % відносно контролю, показник був статистично значущим.

Виявлено позитивний вплив використання посліду, компостованого високими дозами біодеструктора «Компоназа» продовж 160-ти діб на масу коконів черв'яків. Зокрема, на статистично значуще значення підвищується маса коконів у ІІІ-й дослідній групі. Це можна пояснити тим, що що субстрат містить значну концентрацію доступних поживних речовин, які використовують статевозрілі черв'яки під час формування коконів. Із збільшенням маси коконів збільшується кількість особин у них. Одержані дані підтверджуються експериментами інших дослідників [2].

Доведено, що за вирощування вермикультури на субстраті із вмістом посліду бройлерів, ферментованого біодеструктором у дозі 11,25 $см^3$/т, спостерігається виникає тенденція до підвищення вмісту білка у тілі черв'яків. Обгрунтуванням цього явища є те, що субстрат із дослідних груп містить оптимальну кількість доступних амінокислот для вермикультури, які легко засвоюються і використовуються у анаболічних процесах. Водночас, такий субстрат є оптимальним поживним середовищем для росту та розмноження у ньому синбіотичної відносно черв'яків мікрофлори, здатної підвищувати засвоєння Нітрогену вермикультурою із субстрату.

Застосування субстрату, який містив послід курчат-бройлерів ферментований за високої дози біодеструктора, супроводжується статистично значущим збільшення мвмісту ліпідів у біомасі черв'яків відносно контрольної групи ($p<0,05$) на 6,7 %. Такі дані можливо інтерпретувати максимально оптимальною концентрацією доступних карбонових кислот у поживному середовищі, на якому культивували вермикультуру.

Доведено, що найвищий вміст золи було виявлено у біомасі вермикультури у контролі. У ІІІ-й дослідній групі вміст сирої золи у біомасі вермикультури був меншим у порівнянні з контролем на 6,0 %. Це явище обґрунтовується ступенем мінералізації посліду бройлерів.

Вміст металів-біотиків (Ферум, Цинк, Купрум) у біомасі вермикультури із дослідних груп був меншим ніж у контролі і залежав від мінералізації субстрату, на якому вирощували черв'яків.

Також у біомасі вермикультури вивчали вміст металів-токсикантів. Вміст Кадмію та Плюмбуму не перевищував гранично допустимої норми у біомасі черв'яків за вирощування їх на субстраті із вмістом компостованого посліду курчат-бройлерів біодеструктором. Доведено, що біомаса черв'яків, вирощена на субстраті із вмістом посліду бройлерів, ферментованого за участі біодеструктора «Компоназа», акумулює менше металів-токсикантів, що робить її більш ефективною кормовою добавкою для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці.

За дослідження впливу біомаси вермикультури на продуктивність курчат-бройлерів у склад комбікормів вводили 1,5; 3,0 та 4,5 % її маси. Встановлено, що маса тіла куртат-бройлерів змінювалась залежно від концентрації у комбікормах біомаси черв'яків, вирощених на субстраті із вмістом посліду, який пройшов прискорене ферментування. Статистично значуще зростання маси тіла курчат-бройлерів із ІІ-ї та ІІІ-ї дослідних груп обґрунтовується тим, що в результаті використання біомаси черв'яків комбікорми збагачуються критичними амінокислотами. зокрема лізином і метіоніном, та іншими біологічно активними речовинами. За оптимального засвоєння птицею амінокислот та біологічно активних речовин проходить інтенсифікація синтезу ензимів, активація коензимів, що сприяє мобілізації метаболічних процесів в організмі дослідних бройлерів. Зростання приростів птиці за використання біомаси вермикультури у складі комбікормів підтверджується іншими дослідниками [4, 5].

Підвищення приростів курчат-бройлерів, які споживали біомасу вермикультури, можливо обґрунтувати тенденцією до зростання вмісту білка та статистично значущим підвищенням активності амінотрансфераз у їх печінці. Досліджуючи вміст сульфогідрильних груп у печінці курчат-бройлерів, виявлено тенденцію до їх збільшення у птиці, якій згодовували комбікорми із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків. За вмістом загальних, білкових та вільних HS-груп у печінці курчат можливо стверджувати, що згодовування їм біомаси черв'яків вирощених на субстраті, який містить послід птиці компостований прискореним методом, сприяє анаболічним процесам сірковмісних амінокислот у печінці бройлерів і не має токсичних речовин, які б блокували білкові HS-групи.

Згідно з проведеними експериментами виявлено вплив досліджуваної кормової добавки на вуглеводневий та білковий обмін, що може грунтуватись на високій інтенсивності енергетичних процесів в тканинах і органах птиці та відсутності негативного впливу біомаси черв'яків на метаболізм. Обґрунтовується це тенденцією щодо підвищення вмісту глюкози, загального білка та сечової кислоти у крові курчат-бройлерів, які споживали 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури.

Встановлено позитивний вплив біомаси вермикультури на хімічний склад м'яса курчат-бройлерів. Згодовування птиці 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури у складі комбікормів супроводжується тенденцією до підвищення у м'язовій тканині сухої речовини, білка та глікогену.

Завдяки використанню *Tetrachimena piriformis* доведено відсутність у м'язовій тканині курчат-бройлерів, які споживали біомасу черв'яків (3,0 та 4,5 % від корму) токсичних сполук. Крім того, встановлено, що біологічна цінність такої тканини підвищується на 10,9-12,7 % відносно м'язової тканини курчат, яким згодовували комбікорм без вмісту біомаси черв'яків. Це можливо пояснити тим, що у м'язовій тканині (грудні та стегнові м'язи) курчат-бройлерів за поїдання біомаси черв'яків, вирощених на оптимальному субстраті, накопичується більша концентрація амінокислот (зокрема

незамінних) та інших біологічно активних сполук, якими багата біомаса черв'яків.

Згодовування курчатам-бройлерам комбікорму із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури приводить до підвищення маси їх патраних тушок, відповідно, на 5,1 та 5,5 %.

Під час проведення виробничої перевірки формували 2 групи - контрольну та дослідну по 3500 голів добових курчат-бройлерів у кожній. У дослідній групі комбікорм містив 3,0 % біомаси вермикультури. Контрольна птиця споживала стандартні комбікорми. Експериментально доведено, що за використання у складі комбікормів 3,0 % біомаси черв'яків маса тіла бройлерів дослідної групи збільшується на 3,3 % відносно даних у контролі. Витрати кормів на виробництво одиниці маси продукції зменшуються на 7,48 %.

Згодовування курчатам-бройлерам біомаси вермикультури сприяє зниженню собівартості одиниці маси тіла птиці на 4,8 % відносно контролю. Збільшується прибуток ведення бройлерного птахівництва на 10,43 %. Застосування досліджуваної добавки сприяє збільшенню рентабельності на 8,6 %. Позитивний вплив використання біомаси вермикультури на економічні показники вирощування птиці підтверджуються даними [2, 4, 5].

Отже, доведено, що згодовування у складі комбікормів біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті одержаному прискореним методом, дозволяє отримувати додаткову продукцію бройлерів та прибутки, що створює передумови для рекомендації цієї кормової добавки птахівникам різної форми власності.

ВИСНОВКИ

Здійснено комплекс науково-практичних робіт з розробки прискореного способу ферментації посліду птиці за використання біодеструкторів, доведено його позитивний вплив на вирощування вермикультури та встановлено ефективність використання біомаси черв'яків у годівлі курчат-бройлерів.

1. За використання біодеструктора імпортного виробництва «Sviteco-МВТ» у дозі 2860 мг/т час компостування посліду курчат-бройлерів скорочується до 6-ти місяців, температура компостування збільшується на 14,7 %, показник КМАФАнМ та кількість Bacillus *spp.* зростає у 3,12 та 4,6 рази, вміст сирого протеїну, Кальцію, Фосфору та Нітрогену збільшується на 25,7; 17,6; 72,2 та 25,6 %.

2. Ферментування посліду курчат-бройлерів із використанням біодеструктора «Компоназа» дозволяє за 160 діб отримати біокомпост, а також приводить до підвищення температури компостування на 37,8 %, показника КМАФАнМ – у 3,2 рази, кількості Bacillus *spp* – у 4,4 рази, вмісту сирого протеїну – на 26,9 %, Кальцію – у 2,02 рази, Фосфору та Нітрогену у посліді, відповідно на 25,4 та 27,7 %.

3. Порівнюючи імпортний «Sviteco-МВТ» та вітчизняний біодеструктор «Компоназа» встановлено, що за використання вітчизняного біодеструктора час компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою можливо скоротити на 10 діб. Крім того, ступінь мінералізації (за вмістом Кальцію) є більшим на 2,1 %.

4. Вирощування черв'яків на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів, ферментованого біодеструктором імпортного виробництва «Sviteco-МВТ», сприяє збільшенню кількості статевозрілих і статевонезрілих черв'яків, їх маси і кількості коконі та вмісту у біомасі вермикультури білків і ліпідів, відповідно, на 29,3 і 45,4 %; 56,7 і 63,9 %; 41,4 % та 10,7 % відносно контролю.

5. За внесення до субстрату посліду курчат-бройлерів, ферментованого біодеструктором «Компоназа», збільшується кількість статевозрілих і статевонезрілих черв'яків, їх маса і кількість коконі та вміст у біомасі

вермикультури білків і ліпідів, відповідно, на 24,5 і 40,0 %, 49,4 і 55,0 %, 35,1 % та 2,1 і 6,7 %.

6. Введення у склад комбікормів для курчат-бройлерів 3,0 % біомаси черв'яків, сприяє підвищенню їх маси тіла на 3,5 % ($p<0,01$), збереженню поголів'я на 1,0 %, вмісту білка та активності АсАт у печінці на 7,2 та 18,2 %, збільшенню вмісту сечової кислоти і глюкози у крові птиці на 16,1 та 5,8 %.

7. За згодовування комбікормів із умістом 3,0 % біомаси вермикультури у м'язовій тканині курчат-бройлерів в межах тенденції збільшується вміст сухої речовини і загального білка на 3,8 та 4,9 %, підвищується біологічна цінність м'яса на 10,9–12,7 % відносно контролю.

8. Споживання бройлерами комбікорму з умістом 3,0 % біомаси черв'яків, вирощених на посліді птиці ферментованому прискореним методом, супроводжується зниженням собівартості одиниці маси тіла на 4,8 %, збільшенням прибутку на 10,43 % та рентабельності вирощування курчат-бройлерів на 8,6 % відносно контролю.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою прискореного компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев), рекомендуємо в нього вносити перед ферментацією біодеструктор «Компоназа» у дозі 11,25 $см^3$/т.

2. Для збільшення розмноження і росту черв'яків пропонуємо їх вирощувати на субстраті із вмістом 92,0 % посліду курчат-бройлерів, ферментованого прискореним методом та 8,0 % соломи пшениці за масою.

3. Для підвищення маси тіла курчат-бройлерів рекомендуємо у комбікорми вводити 3,0 % біомаси вермикультури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегма Н. А., Микитюк В. В. Продуктивність молодняку свиней за впливу альтернативних джерел кормового білка. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького. Львів, 2010. Т. 12. № 2(44). Ч. 3. С. 3–9.
2. Біотехнологія: підручник / В. Г. Герасименко та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. Київ: Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
3. Біохімічні методи дослідження крові тварин: методичні рекомендації для лікарів хіміко-токсикологічних відділів державних лабораторій ветеринарної медицини України, слухачів факультетів підвищення кваліфікації та студентів факультету ветеринарної медицини / В. І. Левченко та ін. Київ, 2004. 104 с.
4. Вовкогон А. Г., Мерзлов С. В. Вплив різних джерел та доз Йоду на нарощування біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків**.** Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Науковий вісник НУБіП України. 2014. № 202. С. 63–67.
5. 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.
6. Всесвітній день продовольства 16 жовтня 2021 року. ФАО. 2021. 16 с. URL: https://www.fao.org/3/cb5506uk/cb5506uk.pdf. (дата звернення: 15.08.2022).
7. ДСТУ 3143:2013 М'ясо птиці. Загальні технічні умови. Зі зміною № 1. від 11 червня 2013 р. № 622 з 2014-07-01. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. 20 с.
8. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. від 23 жовтня 2014 р. № 1257. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.
9. ДСТУ 7965:2015 Корми для тварин, сировина для виготовлення повнораціонних сумішей, виділення тварин. Визначання вмісту кадмію,

кобальту, молібдену, нікелю та хрому методом атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією. від 22 червня 2015 р. № 61 з 2017-01-01.

10. ДСТУ ISO 1442:2005 М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). З поправкою. від 2 грудня 2005 р. № 345 з 2007-04-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 4 с.
11. ДСТУ ISO 1443:2005 М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT). від 2 грудня 2005 р. № 345 з 2007-04-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 4 с.
12. ДСТУ ISO 936:2008 М’ясо та м’ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT) від 11.06.2008 р. № 188 чинність установлена з 2008–09–01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 5 с.
13. ДСТУ OIML R 133:2019 Термометри рідинні скляні (OIML R 133:2002, IDT) від 21 грудня 2019 р. № 466 з 2021-01-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 20 с.
14. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). Збірка договорів Ради Європи. Киів: Парлам. Вид-во, 2000. 57 с.
15. 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.
16. Жуков А. В. Своеобразие животного населения чернозема обыкновенного. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. 2005. № 3/1. С. 77–88.
17. Жуков А. В. Экологическое разнообразие и таксономическое разнообразие сообществ животных. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. 2005. № 3/2. С. 96–104.

18. Жуков О. В. Екоморфічний аналіз консорцій ґрунтових тварин. Дніпропетровськ.: «Свідлер А. Л.», 2009. 239 с.
19. Жуков О. В., Пахомов О. Є., Кунах О. М. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae). Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. 371 с.
20. Про захист тварин від жорстокого поводження. Закон України . Відомості Верховної Ради України. 2006. № 27. С. 990.
21. Інструкція до набору реактивів для визначення глюкози в біологічних рідинах по кольоровій реакції з орто-толуїдиновим реактивом (кат. № НР009.01): затверджена Інститутом хірургії та трансплантології АМН України від 10 жовтня 2003 р. Київ, 2003. 2 с.
22. Інструкція до набору реактивів для визначення сечової кислоти в біологічних рідинах (кат. № НР017.01.): затверджена Інститутом АМН України від 10 жовтня 2003 року. Київ, 2003. 3 с.
23. Кононенко В. К., Ібатуллін І. І., Патров В. С. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. Київ, 2003. 116 с.
24. 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.
25. Кунах О. М. Структура домінування тваринного населення ґрунту центральної заплави р. Самара в умовах експериментального забруднення важкими металами. Біорізноманіття та роль зооценозу у природних та антропогенних екосистемах: тези III Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. С. 195–196.
26. Кунах О. М. Структура домінування тваринного населення ґрунту центральної заплави р. Самара в умовах штучного експериментального забруднення важкими металами. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. 2005. № 3/2. С. 113–117.
27. Кунах О. М. Трофічний аспект функціонального розмаїття тваринного населення ґрунту за умов забруднення ґрунту важкими металами.

Екологічні дослідження у промислових регіонах України: мат. Всеукр. наук.-практ. конф.. Дніпропетровськ.: ДНУ, 2005. С. 109–111.

28. Кунах О. М., Жуков О. В., Пахомов О. Є. Морфологія дощових черв'яків (Lumbricidae) : навч.-метод. посіб. Дніпропетровськ : ФОП Дрига Т. В., 2010. 52 с.
29. Кунах О. Н. Анализ размерной структуры популяций дождевых червей г. Днепропетровска. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: мат. IV Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ, ДНУ. 2007. С. 204–207.
30. Кунах О. Н. Почвенная мезофауна центральной поймы р. Самара. Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та охорона: тези доп. міжнар. конф. Дніпропетровськ, 2005. С. 159–161.
31. Кунах О. Н. Экологическое разнообразие животного населения почвы в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами. Екологія і ноосферологія. 2005. Т. 16, № 3–4. С. 188–201.
32. Методичні вказівки щодо використання інфузорій Тетрахімена піріформіс (мікрометод) для токсикоз-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води/ П.В. Микитюк та ін. Біла Церква, 2004. 20 с.
33. Мітіна Н. Б. Технологія одержання кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування: автореф. дис ... канд. техн. наук: 03.00.20. Одеса, 2008. 22 с.
34. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Мікробіологічний склад посліду птиці за його компостування із біодеструктором. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 21 жовтня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 5–6. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/7000. (дата звернення: 05.07.2022).
35. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Біохімічний та хімічний склад біомаси вермикультури, вирощеної на посліді птиці, ферментованого

прискореним методом. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок Інституту біології тварин. Львів, 2023. Вип. 24. № 1. С. 105–112. URL: https://scivp-journal.com.ua/index.php/journal/article/download/270/267/.(дата звернення: 07.07.2023).

36. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Введення у склад комбікормів для курчат-бройлерів біомаси вермикультури вирощеної на субстраті прискореної ферментації. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. Львів, 2023. Т. 25, № 98. С. 34–39. URL: https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/4710/4825. (дата звернення: 07.07.2023).
37. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Використання біомаси вермикультури за виготовлення комбікормів та показники його поїдання курчатами-бройлерами. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 20 жовтня 2022 р.). Біла Церква: БНАУ, 2022. С. 25–27. URL: http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/8091 (дата звернення: 05.05.2023).
38. Отченашко В. В. Ефективність використання кормів у перепелів за різного протеїнового живлення. Птахівництво: міжвідом. темат. наук. зб. Харків, 2013. Вип. 69. С. 248–254.
39. Пахомов А. Е., Байбуз О. Н., Мисюра А. Н. Сравнительная характеристика содержания микроэлементов в организме различных видов дождевых червей с урбанизированной территории и использование этих показателей для биоиндикационного картографирования городской среды г. Днепродзержинска. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. Біологія. Екологія. 2001. Вип. 9, Т. 1. С. 97–101.
40. Пахомов А. Е., Байбуз О. Н., Смирнов Ю. Б. Трансформация и транслокация тяжелых металлов в системе почва – растение – животное в

экспериментальных и природных условиях. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. Біологія. Екологія. 2002. Вип. 10, Т. 1. С. 27–30.

41. Пахомов А. Е., Жуков А. В. Положительное и отрицательное влияние экологического инжиниринга: сравнение парадигм. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Дніпро. Сер. Біологія. Екологія. Дніпропетровськ, 2004. № 1. С. 141–146.
42. Пахомов А. Е., Кунах О. Н., Кожемяка О. Н. Изменение микробиологической активности почвы степных лесов под влиянием копролитов Lumbricidae в условиях антропогенного пресса. Біорізноманіття та роль зооценозу у природних та антропогенних екосистемах: тези II Міжнар. наук. конф. / ДНУ, Дніпро, 2003. С. 142–143.
43. Пахомов А. Е., Смирнов Ю. Б., Байбуз О. Н. Зооэкологическая и геохимическая характеристика почвенной мезофауны искусственных белоакациевых насаждений приводораздельно-балочного ландшафта Присамарья. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. Біологія. Екологія. 2000. Вип. 7. С. 3–7.
44. Пахомов О. Є., Кунах О. М. Дощові черв’яки в умовах експериментального забруднення ґрунту нікелем та свинцем у присутності пшениці. Вісн. Запор. ун-ту. Сер. Фізико-математичні науки. Біологічні науки. 2004. № 2. С. 192–196.
45. Пахомов О. Є., Кунах О. М. Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни заплавних степових лісів в умовах штучного забруднення середовища. Дніпропетровськ: Вид. ДНУ, 2005. 324 с.
46. Пахомов О. Є., Смирнов Ю. Б., Байбуз О. М. Зооекологічна характеристика грунтової мезофауни деяких біогеоценозів Придніпров’я. Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. Біологія. Екологія. 2002. Вип. 10, Т. 2. С. 208–215.
47. Пилипенко О. Ф., Жуков О. В. Роль трофічної структури ґрунтової мезофауни для зоологічної діагностики ґрунтів. Структура та функціональна роль тваринного населення в природних та

трасформованих екосистемах: тези І міжнар. наук. конф., Дніпропетровськ, 2001. С. 98.

48. Пилипенко О. Ф., Жуков О. В., Смирнов Ю. Б. Вплив антропогенних чинників на структуру і функціонування комплексу грунтових безхребетних в умовах урбанізації. Урбанізація як фактор змін біогеоценотичного покриву: матеріали конференцій. Львів: Академічний Експрес, 1994. С. 54.
49. Попов В. Є., Уманець Д. П. Ефективність використання комбікормів з різними рівнями сирого протеїну та лізину в годівлі молодняку кролів. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Ґжицького. Львів, 2010. Т.12, № 2(44). Ч. 3. С.198–202.
50. 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. Ґжицького. Львів, 2013. Т.15. № 3(57). Ч. 2. С. 283–289.
51. Склад раціону для перепелів: пат. 11997 Україна: МПК A23K 1/00. № 2005007186; заявл. 19.07.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1. 3 с.
52. Спосіб одержання біологічно активних речовин з біомаси дощових черв'яків: пат. 10814 Україна: МПК A23K 1/10. № 93090867; заявл. 11.02.93; опубл. 19.07.99, Бюл. № 4. 4 с.
53. Спосіб одержання біологічно активних фракцій з дощових черв'яків: пат. 35923 Україна: МПК6 A61K35/56. № 99041932; заявл. 06.04.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3. 2 с.
54. Спосіб одержання кормової добавки для сільськогосподарських тварин : пат. 90300 Україна: МПК A23K 1/16 (2006.01). № 201312490; заявл. 24.10.2013; опубл. 26.05.2014, Бюл. № 10. 4 с.
55. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes / J. Ryckeboer et al. Annals of Microbiology. 2003. Vol. 53(4). P. 349–410. URL: https://www.researchgate.net/publication/228558663 (date of access: 12.08.2022).

56. Aalok A., Tripathi A. K., Soni P. Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management. Journal Human Ecology. 2008. Vol. 24(1). P. 5–964. URL: DOI:10.1080/09709274.2008.11906100. (date of access: 15.10.2022).
57. Abu-Bakar N. A., Ibrahim N. Indigenous microorganisms production and the effect on composting process: In AIP conference proceedings November 2013. / American Institute of Physics, 2013. Vol. 1571, №. 1. P. 283–286. URL: https://doi.org/10.1063/1.4858669 (date of access: 02.12.2022).
58. Action de la faune sur les etats de la matiere organique dans les ecosystemes / M. B. Bouche et al. Humification et Biodegradation Pierron: Sarreguemines. 1975. P. 157–168.
59. Aleksandrova A. V., Velikanov L. L., Sidorova I. I. Vlijanie griba Trichoderma harzianum na pochvennye mikromicety (Effect of Trichoderma harzianum on soil fungi). Mycology and Phytopathology. 2000. Vol. 34, no. 3. P. 68–77.
60. Amino Acids in Animal Nutrition / P. Dalibard et al. Brussels, 2014. 92 p.
61. Amino asid profile of earthworm and earthworm meal (Lumbricus rubellus) for animal feedstuff / L. Istiqomah et al. Journal Indonesian Trop. Anim. Agric. 2009. № 34 (4). P. 253–257. URL: DOI:10.14710/jitaa.34.4.253-257 (date of access: 15.06.2022).
62. An integrated biochemical and physical model for the composting process / F. Sole-Mauri et al. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98(17). P. 3278–3293. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.012 (date of access: 12.08.2022).
63. Aslam D. N., Horwath W., Vander Gheynst J. S. Comparison of several maturity indicators for estimating phytotoxicity in compost-amended soil. Waste Management. 2008. Vol. 28(11). P. 2070–2076. URL: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.08.026 (date of access: 11.10.2022).
64. Atkinson C. F., Jones D. D., Gauthier, J. J. Biodegradability and microbial activities during composting of poultry litter. Poultry Science. 1996. Vol. 75

(5). P. 608–617. URL: https://doi.org/10.3382/ps. 0750608 (date of access: 11.10.2021).

65. Bacterial community patterns and thermal analyses of composts of various origins / S. Klammer et al. Waste Management & Research. 2008. Vol. 26(2). P. 173–187. URL: https://doi.org/10.1177/0734242X07084113 (date of access: 10.04.2022).
66. Bernal M. P., Alburquerque J. A., Moral R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology. 2009. Vol. 100(22). P. 5444–5453. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027 (date of access: 10.07.2022)
67. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview / J. Pérez et al. International Microbiology. 2002. Vol. 5(2). P. 53–63. URL: DOI: 10.1007/s10123-002-0062-3. (date of access: 10.08.2022).
68. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review / M. Tuomela et al. Bioresource Technology. 2000. Vol. 72(2). P. 169–183. URL: https://doi.org/10.1016/ S0960-8524(99)00104-2(date of access: 12.08.2022).
69. Blair R. Nutrition and feeding of organic poultry. Trowbridge: CAB International. 2008. 314 p.
70. Blakemore R. J. An updated list of valid, invalid and synonymous names of Criodriloidea and Lumbricoidea (Annelida: Oligochaeta: Criodrilidae, Sparganophilidae, Ailoscolecidae, Hormogastridae, Lumbricidae, Lutodrilidae). A Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World- Supplemental. CD publication under ICZN. 2007: Art. 8. URL: https://www.researchgate.net/publication/292401504_An_updated_list_of_valid_invalid_and_synonymous_names_of_Criodriloidea_and_Lumbricoidea_Annelida_Oligochaeta_Criodrilidae_Sparganophilidae_Ailoscolecidae_Hormogastridae_Lumbricidae_Lutodrilidae. (date of access: 12.10.2021).

71. Bouche M. B., Lohm U., Persson T. Strategies lombriciennes. In soil organisms as components of ecosystems. Biology Bulletin. 1977. No. 25. P. 122–132.
72. Bremner J. M. Nitrogen Total. In: Sparks, D.L., Ed., Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. 1996. P. 1085–1122. URL: https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1234500 (date of access: 10.01.2023).
73. Brown K. D. Earthworm Recorder's Handbook. Earthworm Society of Britain, 2019. 41 p. URL: https://www.earthwormsoc.org.uk/sites/default/files/2019-09/NERS%20Earthworm%20Recorder's%20Handbook%20v8.pdf (date of access: 16.10.2021).
74. Californian red worm biomass increase and its cobalt accumulation under different concentrations of the metal in nutrient medium / S.V. Merzlov et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7(4). P. 525–528. URL: doi: 10.15421/2017_155 (date of access: 16.10.2021).
75. Chattopadhyay G.N. Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2012. Vol. 1 (8). P. 1–6. URL: https://web.archive.org/web/20190328100650/https://core.ac.uk/download/pdf/81220291.pdf (date of access: 10.10.2022).
76. Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff / D. Liu et al. Bioresource Technology. 2011. Vol. 102. №. 19. P. 9040–9049. URL: DOI: 10.1016/j.biortech.2011.07.052 (date of access: 10.08.2022).
77. Changes of microbial population structure related to lignin degradation during lignocellulosic waste composting / D. L. Huang et al. Bioresource Technology. 2010. Vol. 101(11). P. 4062–4067. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009. 12.145 (date of access: 23.04.2022).
78. Chernosvitov L. Über einige Oligochaeten aus dem See- und Brackwasser Bulgariens. *Mitteilungen aus den Konigl. naturwissenschaftlichen Instituten in*

Sofia, Bulgarien. 1935. №. 8. P. 186–189. URL: https://www.biodiversitylibrary.org/page/27969722 (date of access: 11.10.2021).

79. Co-composting of chicken manure with organic wastes: characterization of gases emissions and compost quality / H. Y. Hwang et al. Applied Biological Chemistry. 2020. Vol. 63. P.1–10. URL: DOI:10.1186/s13765-019-0483-8. (date of access: 10.08.2022).
80. Co-composting of olive mill waste and wine-processing waste: an application of compost as soil amendment / Z. Majbar et al. Journal of Chemistry. 2018. Vol. 10. P. 1-9. URL: https://doi.org/ 10.1155/2018/7918583. (date of access: 01.06.2022).
81. Composting as a method of biodegradable waste management / I. I. Krstic et al. Facta Universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection. 2019. P. 135–145. URL: https://doi.org/10.22190/FUWLEP1802135I (date of access: 9.04.2022).
82. Comparison of physicochemical parameters during the forced-aeration composting of sewage sludge and maize straw at different initial C/N ratios / Z. Wang et al. Journal of the Air & Waste Management Association. 2013. Vol. 63(10). P. 1130–1136. URL: https://doi.org/10.1080/10962247.2013.800616 (date of access: 10.08.2022).
83. Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole / X. Shen et al. Applied Energy, Elsevier. 2015. Vol. 160(C). P. 108–119. URL: DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.09.034. (date of access: 10.05.2022).
84. Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content / P. Hepperly et al. Compost Science Utilisation. 2009. Vol. 17. P. 117–126. URL: DOI:10.1080/1065657X.2009.10702410. (date of access: 10.05.2022).

85. Composting of cow dung and crop residues using termite mound as bulking agent / T. Karak et al. Bioresource technology. 2014. Vol. 169. P. 731–741. URL: DOI: 10.1016/j.biortech.2014.06.110. (date of access: 10.08.2022).
86. Csuzdi Cs. C., Zicsi A. Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae). Pedozoologica Hungarica. Budapest: Hungarian Natural History Museum, 2003. No. 1. 273 p.
87. Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method / L. Zong et al.. Analitical Methods. 2015. Vol. 7. P. 2645–2652. URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/ay/c4ay03006k. (date of access: 10.01.2022).
88. Dedeke G. A., Owa S. O., Olurin K. B. Amino acid profile of four earthworms species from Nigeria. Agric. Biol. J. N. Am. 2010. Vol. 1(2). P. 97–102. URL: https://www.researchgate.net/publication/215718124_Amino_acid_profile_of_four_earthworm_species_from_Nigeria (date of access: 10.06.2022).
89. Degradation of prion protein and reduced infectivity by earthworm homogenates : pat. 8337902 B2 US, A61K35/12, A61K35/32, A61K35/34. WI (US). №. 12/566,406; filed 24.09.2009; publication 25.03.2010. 33 p.
90. Deobald L. A., Crawford D. L. Activities of cellulase and other extracellular enzymes during lignin solubilization by Streptomyces viridosporus. Applied microbiology and biotechnology. 1987. Vol. 26(2). P. 158–163. URL: https://doi.org/10.1007/BF00253902 (date of access: 6.07.2022).
91. Diaz L. F., De Bertoldi M., Bidlingmaier W. Compost science and technology. 1st Ed., Elsevier. (Eds.). 2007. 380 p. URL: https://www.sciencedirect.com/bookseries/waste-management-series/vol/8/suppl/C (date of access: 6.07.2022).
92. 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. URL: https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=51188. (date of access: 15.07.2022).

93. Earthworm as a potential protein resource / S. Zhenjun et al. Ecology of Food and Nutrition. 1997. Vol. 36(2-4). P. 221–236. URL: DOI:10.1080/03670244.1997.9991517 (date of access: 15.10.2022).
94. Economically viable mass production of lignocellulolytic fungal inoculum for rapid degradation of agrowaste / L. Shukla et al. Current Science. 2014. P. 1701–1704. URL: https://www.jstor.org/stable/24107944 (date of access: 14.08.2022).
95. Edwards C. A., Arancon N. Q., Sherman R. L. Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011. 623 p. URL: https://doi.org/10.1201/b10453 (date of access: 02.08.2022).
96. Edwards C. A., Lofty J. R. Biology of Earthworms. London: Chapman and Hall Ltd., 1972. 283 p.
97. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost / R. Guo et al. Bioresource Technology. 2012. Vol. 112. P. 171–178. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.099. (date of access: 5.05.2022).
98. Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust / G. F. Huang et al. Waste Management. 2004. Vol. 24. P. 805–813. URL: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004. 03.011. (date of access: 23.04.2022).
99. Effect of chitin compost and broth on biological control of Meloidogyne incognita on tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) / R. D. Park et al. Nematology. 2005. Vol. 7(1). P. 125–132. URL: https://doi.org/10.1163/1568541054192171 (date of access: 10.08.2022).
100. Effect of dietary protein sources on production performance, egg quality, and plasma parameters of laying hens / Xiaocui Wang et al. Asian-Australas Journal Animal Science. 2017. Vol. 30(3). P. 400–409. URL: doi: 10.5713/ajas.16.0457 PMCID: PMC5337920, PMID: 27608634. (date of access: 20.08.2022).

101. 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. 2017. Vol. 101. P. 12–32. URL: doi:10.1088/1755-1315/101/1/012032. (date of access: 13.07.2022).
102. Effect of inoculum size on production of compost and enzymes from palm oil mill biogas sludge mixed with shredded palm empty fruit bunches and decanter cake / T. Nutongkaew et al. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 2014. Vol. 36(3). P. 275–281. URL: https://www.researchgate.net/publication/288201240_Effect_of_inoculum_size_on_production_of_compost_and_enzymes_from_palm_oil_mill_biogas_sludge_mixed_with_shredded_palm_empty_fruit_bunches_and_decanter_cake (date of access: 07.08.2022).
103. Effects of different biochars, compost and lime treatments on the chemical properties of sandy soils / A. Holes et al. Columella Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2014. Vol. 2(2). P. 49–55. URL: DOI:10.18380/SZIE.COLUM.2014.1.2.49 (date of access: 03.03.2022).
104. Effects of differing temperature management on development of Actinobacteria populations during composting / K. Steger et al. Research in Microbiology, 2007. Vol. 158(7). P. 617–624. URL: https://doi.org/10.1016/j.resmic.2007.05.006 (date of access: 16.08.2022).
105. Effects of inoculation with Phanerochaete chrysosporium at various time points on enzyme activities during agricultural waste composting / G. Zeng et al. Bioresource Technology. 2010. Vol. 101(1). P. 222–227. URL: https://doi.org/10.1016/j. biortech.2009.08.013. (date of access: 17.09.2022).
106. 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: http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.08.013. (date of access: 10.07.2022).
107. Effects of supplementing laying hens' diets with vermiculite on morphometric parameters, chemical composition, fatty acid profile and egg production / T.

Abdigaliyeva et al. Journal Elem. 2017. Vol. 22(3). P. 1117–1130. URL: DOI: 10.5601/jelem.2017.22.1.1397. (date of access: 10.08.2022).

108. Efficiency of near-infrared reflectance spectroscopy to assess and predict the stage of transformation of organic matter in the composting process / R. Albrecht et al. Bioresource Technology. 2008. T. 99, №. 2. P. 448–455. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17317158/ (date of access: 11.10.2022).
109. Ekinci K., Keener H. M., Elwell D. L. Composting short paper fiber with broiler litter and additives. Compost Science & Utilization. 2002. Vol. 8(2). P. 16–28.
110. Ellman G. L. Tissue sulfhydryl groups. Archives of Biochemistry and Biophysics. 1959. Vol. 82. № .1. P. 70–77. URL: https://doi.org/10.1016/0003-9861(59)90090-6 (date of access: 01.05.2022).
111. Epstein E. The science of composting.1st ed. Boca Raton, CRC Press LLC. 1997. 504 p. URL: https://doi.org/10.1201/9780203736005 (date of access: 6.07.2022).
112. Evolution of carbon compounds during municipal solid waste composting: suitability of chemical and biochemical parameters in defining the stability and maturity of the end product. / P. Castaldi et al. Dynamic Soil, Dynamic Plant. 2009. Vol. 3. P. 17–31. URL: http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0906/DSDP_3(SI1)/DSDP_3(SI1)17-31o.pdf (date of access: 8.07.2022).
113. Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong (Factor of initial C/N ratio and aeration rate in co-composting processof bagasse and filter cake) / A. Ismayana et al. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 2012. Vol. 22. № 3. P. 173–179. URL: https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/7096. (date of access: 10.08.2022).
114. Fender W.M. Dendrobaena attemsi in an American greenhouse, with notes on its morphology and systematic position. Megadrilogica. 1982. Vol. 4. P. 8–11.
115. French Mediterranean islands as a refuge of relic earthworm species: Cataladrilus porquerollensis sp. nov. and Scherotheca portcrosana sp. nov.

(Crassiclitellata, Lumbricidae) / D. F. Marchan et al. European Journal of Taxonomy. 2020. Vol. 701. P. 1–22. URL: DOI:10.5852/ejt.2020.701 (date of access: 15.09.2022).

116. Fuchs J. G. Interactions between beneficial and harmful microorganisms: from the composting process to compost application. In Microbes at work. Springer, Berlin, Heidelberg. 2010. P. 213–229. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-04043-6_11 (date of access: 6.08.2022).
117. García-Gómez A., Bernal M. P., Roig A. Organic matter fractions involved in degradation and humification processes during composting. Compost Science & Utilization. 2005. Vol. 13(2). P. 127–135. URL: https://doi.org/10.1080/1065657X.2005.10702229 (date of access: 6.08.2022).
118. Gnojidba povrc´a, organska gnojiva i kompostiranje / Z. Loncˇaric et al. Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveucˇilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 2015. P. 32.
119. Grewal S., Sreevatsan S., Michel Jr. F. C. Persistence of Listeria and Salmonella during swine manure treatment. Compost Science & Utilization. 2007. Vol. 15(1). P. 53–62. URL: https://doi.org/10.1080/1065657X.2007.10702311 (date of access: 6.09.2022).
120. Hatti Shankerappa S. Chemical composition like protein, lipid and glycogen of local three species of earthworms of Gulbarga city, Karnataka-India. *International Journal of Advancements in Research &Technology.* 2013. Vol. 2, Is. 7. P. 73–97. URL: https://www.academia.edu/4188138/Chemical_Composition_like_Protein_Lipid_and_Glycogen_of_Local_Three_Species_of_Earthworms_of_Gulbarga_Karnataka (date of access: 09.10.2022).
121. Haug R. The practical handbook of compost engineering. Routledge. 2018. 752 p.
122. Hoornweg D., Bhada-Tata P. Environment: Waste production must peak this century. Nature. 2013. P. 502-615. URL: https://www.nature.com/articles/502615a (date of access: 12.08.2022).

123. Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH_3 emissions during aerobic composting of kitchen waste / H. Zhahg et al. Waste Manage 2016. Vol. 58. P. 369–375. URL: DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.022. (date of access: 10.07.2022).
124. 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. (date of access: 10.07.2022).
125. Influence of zeolite and lime as additives on greenhouse gas emissions and maturity evolution during sewage sludge composting / M. K. Awasthi et al. Bioresource Technology. 2016. Vol. 216. P. 172–181. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.05.065 (date of access: 11.09.2021).
126. Insam H., De Bertoldi M. Microbiology of the composting process. In Waste management series. 2007. Vol. 8. P. 25-48. URL: https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80006-6. (date of access: 21.04.2022).
127. In-vessel co-composting of yard waste and food waste: an approach for sustainable waste management in Cameron Highlands, Malaysia / A. Malakahmad et al. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2017. Vol. 6(2). P. 149–157. URL: https://doi.org/10.1007/s40093-017-0163-9 (date of access: 01.07.2022).
128. Isolation of Thermus strains from hot composts (60 to 80 degrees C)./ T. Beffa et al. Applied and Environmental Microbiology. 1996. Vol. 62(5). P. 1723-1727. URL: DOI: 10.1128/aem.62.5.1723–1727.1996. (date of access: 11.08.2022).
129. Jessica K. L., David C. V. Improving Waste management strategies for small livestock farms. Environmental Science and Technology. 2013. Vol. 47. №. 21. P. 11940–11941. URL: DOI:10.1021/es404078b. (date of access: 10.09.2022).
130. Klamer M., Bååth E. Microbial community dynamics during composting of straw material studied using phospholipid fatty acid analysis. FEMS

Microbiology Ecology. 1998. Vol. 27(1). P. 9–20. URL: https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1998.tb00521.x (date of access: 14.04.2022).

131. Kobayashi S. Distribution and some external characteristics of Pheretima (Ph.) carnosa (Goto et Hatai) from Korea. Science Report of the Tohoku Imperial University. 1936. Vol. 11(1). P. 115–138.
132. Kobayashi S. Earthworms from Koryo, Korea. Science Rep Tohoku Imp Univ. 1936. Vol. 11(1). P. 139–184.
133. Kobayashi S. Earthworms of Korea I. Sci Rep Tohoku Imp Univ 1938. Vol. 13(2). P. 89–170.
134. Kobayashi S. Earthworms of Korea II. Sci Rep Tohoku Imp Univ. 1941. Vol. 16. P. 147–156.
135. Kobayashi S. Terrestrial Oligochaeta from Manchoukuo. Sci Rep Tohoku Imp Univ. 1940. Vol. 15. P. 261–256.
136. Kobayashi S. Three new Korean earthworms belonging to the genus Pheretima, together with the wider range of the distribution of Pheretima hilgendorfi (Michaelsen). Journal Chosen Nat. Hist. Soc. 1934. Vol. 19. P. 1–11.
137. Komilis D. P., Ham R. K. The effect of lignin and sugars to the aerobic de composition of solid wastes. Waste Management. 2003. Vol. 23(5). P. 419–423. URL: https://doi.org/10.1016/S0956- 053X(03)00062-X (date of access: 10.04.2022).
138. Kucharska-Gaca J., Kowalska E., Dębowska M. In ovo feeding – technology of the future – a review. Annual Animal Science. 2017. Vol. 17. №. 4. P. 979–992. URL: DOI: 10.1515/aoas-2017-0004. (date of access: 05.07.2022).
139. Kuhad R. C., Singh A. Lignocellulose biotechnology: current and future prospects. Critical Reviews in Biotechnology. 2007. Vol. 13(2). P. 151–172. URL: DOI:10.3109/07388559309040630. (date of access: 11.04.2022).
140. Kumar M., Ou Y. L., Lin, J. G. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. Waste Management. 2010. Vol. 30(4). P. 602–609. URL: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.023. (date of access: 09.04.2022).

141. Lee K. E. Earthworms: their ecology and relationships with soil and Land use. London: Academy Press, 1985. 411 p.
142. Lee K. E. The earthworm fauna of New Zealand. Wellington: N.Z. Dept. Scient. Ind. Res., 1959. Vol. 130. P. 1–486.
143. Lee Y. Various microorganisms' roles in composting: A review. APEC Youth Scientist Journal. 2016. Vol. 8(1). P. 11–15.
144. Lowry O. H., Rosenbrough N. I., Farr A.L. Protein measurement with the Folin phenol refgent. Journal of Biological Chemistry. 1951. Vol. 193. P. 256–275. URL: DOI:10.1016/S0021-9258(19)52451-6 (date of access: 13.07.2022).
145. Macroecological inferences on soil fauna through comparative niche modeling: the case of Hormogastridae (Annelida, Oligochaeta) / D. F. Marchán et al. European Journal of Soil Biology. 2016. Vol. 75. P. 115–122. URL: DOI:10.1016/j.ejsobi.2016.05.003. (date of access: 14.09.2021).
146. Makan A., Mountadar M. Effect of C/N ratio on the in-vessel composting under air pressure of organic fraction of municipal solid waste in Morocco. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2012. Vol. 14. P. 241–249.
147. Merzlov S. Osipenko I., Merzlova H. Cultivation of worms on a substrate containing poultry droppings fermented with addition of biodestructors. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing: збірник наукових праць. Біла Церква: БНАУ, 2022. № 2(175). С. 51–57. URL: doi: 10.33245/2310-9289-2022-175-2-51-57 (дата звернення: 04.05.2023).
148. Methods to reduce pathogen microorganisms in manure / H. Heinonen-Tanski et al. Livestock Science. 2006. Vol. 102(3). P. 248–255. URL: https://doi.org/10.1016/j. livsci.2006.03.024. (date of access: 03.03.2022).
149. Michaelsen W. Oligochaeta. Berlin: Tierreich R. Friedländer und Sohn, 1900. 575 p. DOI: https://doi.org/10.5962/bhl.title.11605 (date of access: 10.10.2021).
150. Michel F. C., Marsh T. J., Reddy C. A. Bacterial community structure during yard trimmings composting. Microbiology of composting. 2002. P. 25–42.

URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-08724-4_3 (date of access: 01.07.2022).

151. Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis / S. Amir et al., 2008, Journal of Hazardous Materials. 2008. Vol. 159. №. 2-3. P. 593–601. URL: DOI:10.1016/j.jhazmat.2008.02.062 (date of access: 10.08.2022).
152. Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waster – a compost maturity analysis perspective / M. P. Raut et al. Bioresource Technology. 2008. Vol. 99 (14). P. 6512–6519. URL: DOI: 10.1016/j.biortech.2007.11.030. (date of access: 10.08.2022).
153. Microbial links and element flows in nested detrital food-webs / A. D. Pokarzhevskii et al. Pedobiologia. 2003. Vol. 47. P. 213–224. URL: https://doi.org/10.1078/0031-4056-00185 (date of access: 10.05.2022).
154. Microbial population dynamics and enzyme activities in composting processes with different starting materials / M. C. Vargas-García et al. Waste Management. 2010. Vol. 30(5). P. 771–778. URL: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.12.019 (date of access: 12.08.2022).
155. Molecular phylogenetic diversity of bacteria and its spatial distribution in composts / Y. Guo et al. Journal of Applied Microbiology. 2007. Vol. 103(4). P. 1344-1354. URL: https: //doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03367. (date of access: 5.04.2022).
156. Molecular phylogeny and systematics of native North American lumbricid earthworms (Clitellata: Megadrili) / C. Csuzdi et al. PLoS One. 2017.Vol. 12(8). P. 1–36. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181504 (date of access: 12.10.2021).
157. Mondini C., Fornasier F., Sinicco T. Enzymatic activity as a parameter for the characterization of the composting process. Soil Biology and Biochemistry. 2004. Vol. 36(10). P. 1587–1594. URL: https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.07.008. (date of access: 01.08.2022).

158. Mršić N. Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans I-II. – Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Zazred za Naravoslovne Vede Opera. 31. Ljubljana. 1991. 757 p.
159. Multigene phylogeny reveals two new isolated and relic earthworm genera (Oligochaeta: Lumbricidae) / J. Domínguez et al. Zoological Journal of Linnean Society. 2018. Vol. 20. P. 1–17. URL: https://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2017/02/new%20Lumbricidae%20genera_2017.pdf (date of access: 13.10.2021).
160. Nasiru A., Ismail N., Ibrahim M.H. Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. Journal of Waste Management. 2013. Article ID 732759. P. 1–7. URL: http://dx.doi.org/10.1155/2013/732759 (date of access: 10.08.2022).
161. 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. (date of access: 15.07.2022).
162. Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency / G. A. Ogunwande et al. Bioresource Technology. 2008. Vol. 99. P. 7495–7503. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.020 (date of access: 08.08.2022).
163. Optimization of process parameters for kitchen waste composting by response surface methodology / M. K. Iqbal et al. International Journal of Environmental Science and Technology. 2015. Vol. 12. P. 1759–1768. URL: https://doi.org/10.1007/s13762-014-0543-x (date of access: 20.04.2022).
164. Optimization of Protein Content in Earthworm-based Fish Feed Formulation for Catfish (Clarius gariepinus) / Z. Zakaria et al. Sains Malaysiana. 2012. Vol. 41 (9). P. 1071–1077. URL: https://www.researchgate.net/publication/260038513_Optimization_of_Protei

n_Content_in_Earthworm-based_Fish_Feed_Formulation_for_Catfish_Clarius_gariepinus (date of access: 13.07.2022).

165. Paoletti M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment. 1999. Vol. 74. P. 137–155.
166. Phylogenetic assessment of the earthworm Aporrectodea caliginosa species complex (Oligochaeta: Lumbricidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences / M. Pérez-Losada et al. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2009. Vol. 52. P. 293–302. URL: https://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2011/10/caliginosa-species-complex.pdf (date of access: 02.10.2021).
167. Phylogenomic analyses of Crassiclitellata support major Northern and Southern Hemisphere clades and a Pangaean origin for earthworms / F. E. Anderson et al. BMC evolutionary biology. 2017. Vol. 17(1). 18 p. URL: DOI:10.1186/s12862-017-0973-4 (date of access: 11.10.2021).
168. Phylogenomic analyses reveal a Palaeozoic radiation and support a freshwater origin for clitellate annelids/ C. Erséus et al. Zoologica Scripta. 2020. Vol. 49(5). P. 614–640. URL: https://doi.org/10.1111/zsc.12426 (date of access: 11.10.2021).
169. Pinpointing cryptic borders: Fine-scale phylogeography and genetic landscape analysis of the Hormogaster elisae complex (Oligochaeta, Hormogastridae)/ D. F. Marchán et al. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2017. Vol. 112. P. 185–193. URL: https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.05.005 (date of access: 15.09.2022).
170. Plodnost tala i gospodarenje organskim gnojivima / Z. Loncˇaric´ et al. Fakultet agrobiotehnicˇkih znanosti, Sveucˇilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek. 2019. P. 45.

171. Pop V. Zur phylogenie und Systematik der Lumbriciden. Zoologische Jahrbcher Abteilung for Systematik Ekologie und Geographie der Tiere. 1941. 74. P. 487–522.
172. Poulsen P. H., Møller J., Magid J. Determination of a relationship between chiti- nase activity and microbial diversity in chitin amended compost. Bioresource Technology. 2008. Vol. 99(10). P. 4355–4359. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.042 (date of access: 12.08.2022).
173. 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. Vol. 12. P. 237–243. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18727455/. (date of access: 13.07.2022).
174. Process considerations in the enzymatic hydrolysis of biomass / M. R. Ladisch et al. Enzyme and Microbial Technology. 1983. Vol. 5(2). P. 82–102. URL: https://doi.org/ 10.1016/0141-0229(83)90042-X (date of access: 01.04.2022)
175. Promjene kemijskih svojstava stajskih gnojiva pri kompostiranju / M. Vukobratovic´ et al. Poljoprivreda. 2008. Vol. 14(2). P. 29–37. URL: https://hrcak.srce.hr/31238 (date of access: 12.08.2022).
176. Reitman S., Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. American Journal of Clinical Pathology. 1957. Vol. 28. P. 56–63. URL: https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1528104. (date of access: 19.05.2022).
177. Rota E., Erseus C. First record of Dendrobaena attemsi (Michaelsen) (Oligochaeta, Lumbricidae) in Scandinavia, with a critical review of its morphological variations, taxonomic relathionships and geographical range. Annales Zoologica Fennica. 1997. Vol. 34. P. 89–104.
178. Sabine J.R. Earthworms as a source of food and drugs. Earthworm Ecology. 1983. P. 285–286. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-5965-1_24. (date of access: 10.07.2022).

179. Said-Pullicino D., Erriquens F. G., Gigliotti G. Changes in the chemical character- istics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98(9). P. 1822–1831. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.06. 018 (date of access: 14.08.2022).
180. Sánchez Ó. J., Ospina D. A., Montoya S. Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. Waste Management. 2017. Vol. 69. P. 136–153. URL: https://doi.org/10. 1016/j.wasman.2017.08.012. (date of access: 12.08.2022).
181. Singh S., Nain L. Microorganisms in the conversion of agricultural wastes to compost. In Proceedings of the Indian Natn Sci Acad. 2014. Vol. 80 (2). P. 473–481. (date of access: 15.08.2022).
182. Small-Scale Compost Production through vermiculture Biotechnology / Satish Kumar Yadav et al. International J. of research in Agriculture and Forestry. 2014. Vol 1. P. 7–12. URL: https://www.ijraf.org/pdf/v1-i2/2.pdf. (date of access: 09.01.2023).
183. Sorry atlanticus, you are not my type. Molecular assessment splits Zophoscolex (Lumbricidae, Crassiclitellata) into French and Iberian genera / S. Jiménez et al. Zoological Journal of the Linnean Society. 2021. Vol. 194(3). P. 1–10. URL: DOI:10.1093/zoolinnean/zlab011 (date of access: 14.09.2022).
184. Study of biochemical and microbiological parameters during composting of pine and eucalyptus bark / A. C. Cunha-Queda et al. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98(17). P. 3213–3220. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.006 (date of access: 8.07.2022).
185. Sung M., Ritter W. F. Food waste composting with selected paper products. Compost Science & utilization, 2008. Vol. 16(1). P. 36–42. URL: https://doi.org/10.1080/1065657X.2008.10702353 (date of access: 19.08.2022).
186. Tackling climate change through livestock a global assessment of emissions and mitigation opportunities / P. J. Gerber et al. Rome. Food and Agriculture

Organization of the United Nations (FAO). 2013. 139 p. URL: https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf. (date of access: 10.02.2022).

187. Mitiohlo L., Merzlov S., Merzlova H., Osipenko I. The application of mineral carriers for immobilization of Trichoderma viride / Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing: збірник наукових праць. Біла Церква: БНАУ. 2022. № 2(175). С. 58–63. URL: doi: 10.33245/2310-9289-2022-175-2-58-63 (дата звернення: 07.10.2022).
188. The disjunct distribution of relict earthworm genera clarifies the early historical biogeography of the Lumbricidae (Crassiclitellata, Annelida)/ D. F. Marchán et al. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, Wiley. 2021. № 59 (8). P.1703–1717. DOI: 10.1111/jzs.12514. URL: https://www.researchgate.net/publication/354255736 (date of access: 11.10.2021).
189. The influence of the C: N ratio on the composting rate / M. Neugebauer et al. International Journal of Smart Grid and Clean Energy. 2017. Vol. 6(1). P. 54–60. URL: DOI:10.12720/sgce.6.1.54-60. (date of access: 05.08.2022).
190. Tognetti C., Mazzarino M. J., Laos F. Improving the quality of municipal organic waste compost. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98(5). P. 1067–1076. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006. 04.025 (date of access: 20.09.2022).
191. Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting/ Abd El Kader et al. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98(14). P. 2619–2628. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.035 (date of access: 02.12.2022)
192. Underground evolution: New roots for the old tree of lumbricid earth worms / J. Domínguez et al. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2015. Vol. 83. P. 7–19.

193. Unearthing the historical biogeography of Mediterranean earthworms (Annelida: Hormogastridae)/ M. Novo et al. Journal of Biogeography. 2015. Vol. 42(4). P. 751–762.
194. Vermiculture as a tool for domestic wastewater management/ O. Bajsa et al. Water Science & Technology. 2003. Vol. (48), №/ (11/12). P. 125–132. URL: https://www.researchgate.net/publication/8893405 (date of access: 10.08.2022).
195. Vidovic' I., Luttenberger L. R. Doprinos kuc´nog kompostiranja zaštiti okoliša. Politehnika: C˘asopis za tehnic˘ki odgoj i obrazovanje. 2019. Vol. 3(1). P. 41–50. URL: https://hrcak.srce.hr/231070. (date of access: 12.08.2022).
196. Wichuk K. M., McCartney D. A review of the effectiveness of current time–temperature regulations on pathogen inactivation during composting. Journal of Environmental Engineering and Science. 2007. Vol. 6(5). P. 573–586. URL: https://doi.org/10.1139/S07-011 (date of access: 20.08.2022).
197. Wichuk K. M., McCartney D. Compost stability and maturity evaluation – a literature review. Canadian Journal of Civil Engineering. 2010. Vol. 37(11). P. 1505–1523. URL: https://doi.org/10.1139/L10- 101 (date of access: 12.08.2022).
198. Wilcke D. E. Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. Zeitsch. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere. 1953. Vol. 41. P. 372–385.
199. Wolf A., Watson M., Wolf N. Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters J., Ed. Recommended Methods of Manure Analysis, University of Wisconsin-Extension, Madison. 2003. P. 30–38. URL: https://datcp.wi.gov/Documents/NMManureAnalysisUWEX.pdf. (date of access: 10.02.2022).
200. Wollum A. G. Cultural methods for soil microorganisms. In: Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological properties, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, 1982. Vol. 1159. P. 781–813. URL:

https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1973856. (date of access: 01.02.2023).

201. Yu H., Huang G. H. Effects of sodium acetate as a pH control amendment on the composting of food waste. Bioresource Technology. 2009. Vol. 100(6). P. 2005–2011. URL: https://doi.org/10.1016/ j.biortech.2008.10.007 (date of access: 15.08.2022).
202. Zhu N. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. Bioresource Technology. 2007. Vol. 98. P. 9–13. URL: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.12.003 (date of access: 10.10.2022).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А1

УКРАЇНА
Приватне акціонерне товариство
"Оріль-Лідер"
ЄДРПОУ 24426809
51831, Дніпропетровська область,
Дніпровський р-н., с.Єлизаветівка, вул.Хмельницького 1
№ 3 «5» червня 2023р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ПАТ "ОРІЛЬ-ЛІДЕР"
Сплодитель О.Ю.
5 червня 2023 р.

Акт

впровадження результатів науково-дослідних,

дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Підприємство де здійснюється впровадження: структурний підрозділ ПАТ «ОРІЛЬ-ЛІДЕР» в с. Єлізаветівка Кам'янського району Дніпропетровської області.

Вид впроваджувальних результатів: застосування біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом в годівлі курчат-бройлерів.

Автор наукової роботи: аспірант кафедри харчових технологій та технології переробки продукції тваринництва Осіпенко І.С.

Практичні рекомендації: включення у склад комбікормів 3,5 % біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці ферментованого прискореним методом який сприяє підвищенню продуктивності курчат-бройлерів на 3,2 – 3,3 %.

Характер масштабів впровадження: дослідження були проведені на бройлерній площадці в с. Єлізаветівка, Кам'янського району Дніпропетровської області на поголів'ї 8 тис. голів в одному приміщенні.

Продовження додатка А1

Новизна результатів досліджень: застосовуються нові біотехнологічні підходи компостування та біотрансформації курячого посліду у біомасу вермикультури з наступним її згодовуванням бройлерам.

Включення біомаси вермикультури у комбікорм сприяє покращенню конверсії корму до 4%.

Головний технолог _____ Р.А. Леонов

Аспірант кафедри харчових технологій
та технологій переробки продукції тваринництва _____ І.С. Осіпенко

Доктор с-г наук, професор _____ С. В. Мерзлов

ДОДАТОК А2

ЗАТВЕРДЖУЮ
ФОП "Фостик І.І."
Фостик
25 серпня 2021 р.

Акт
впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Підприємство, де здійснюється впровадження: приватне фермерське господарство ФОП «Фостик І.І.» по вирощуванню курчат-бройлерів розміщене в с. Клювинці Гусятинського району Тернопільської області.

Вид впроваджувальних результатів: застосування біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом курячого посліду, ферментованого прискореним методом, в годівлі курчат-бройлерів.

Автор наукової роботи: аспірант кафедри харчових технологій та технології переробки продукції тваринництва Осіпенко І.С.

Практичні рекомендації: включення до складу комбікормів 3,5 % біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці ферментованого прискореним методом, який сприяє підвищенню живої маси курчат на 42 добу вирощування на 4,0 % та зменшенню конверсії корму на 1,9 %.

Характер масштабів впровадження: дослідження були проведені на території птахівничої ферми в с. Клювинці Гусятинського району Тернопільської області на поголів'ї 10600 голів в одному пташнику. Курчата були розділені на дві групи по 5300 голів у кожній. Відмінність контрольної і дослідної групи полягала у тому, що курчата дослідної групи отримували комбікорм із введенням 3,5 % біомаси вермикультури.

Новизна результатів досліджень: застосовуються нові біотехнологічні підходи компостування та біотрансформації курячого посліду із підстилкою у високо цінну білкову біомасу вермикультури з наступним її згодовуванням курчатам-бройлерам у складі комбікорму.

Економічний ефект: застосування біодеструкторів для біотранформації та компостування курячого посліду із підстилкою зменшує час компостування у два рази. Включення біомаси вермикультури у комбікорм сприяє підвищенню живої маси курчат на 4,0 % та зменшенню конверсії корму на 1,9 %.

Директор _____ І.І. Фостик

Аспірант кафедри харчових технологій та технології переробки продукції тваринництва _____ І.С. Осіпенко

Доктор с.-г. наук, професор _____ С.В. Мерзлов

ДОДАТОК А3

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ТОВ «Омега Три»
В.Я. Лесняк
_____ 2023 р.

Акт
впровадження результатів науково-дослідних,
дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Підприємство, де здійснюється впровадження: структурний підрозділ ТОВ «Омега Три» площадка по вирощуванню курчат-бройлерів розміщене в с. Старосілля Городищенського району Черкаської області.

Вид впроваджувальних результатів: застосування біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом курячого посліду, ферментованого прискореним методом, в годівлі курчат-бройлерів.

Автор наукової роботи: аспірант кафедри харчових технологій та технології переробки продукції тваринництва Осіпенко І.С.

Практичні рекомендації: включення до складу комбікормів 3,5 % біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду птиці ферментованого прискореним методом, який сприяє підвищенню живої маси курчат на 42 добу вирощування на 5,0 % та зменшенню конверсії корму на 2,1 %.

Характер масштабів впровадження: дослідження були проведені на території бройлерної площадки в с. Старосілля Городищенського району Черкаської області на поголів'ї 14000 голів в одному пташнику. Курчата були розділені на дві групи по 7000 голів у кожній. Відмінність контрольної і дослідної групи полягала у тому, що курчата дослідної групи отримували комбікорм із введенням 3,5 % біомаси вермикультури.

Продовження додатка А3

Новизна результатів досліджень: застосовуються нові біотехнологічні підходи компостування та біотрансформації курячого посліду із підстилкою у високо цінну білкову біомасу вермикультури з наступним її згодовуванням курчатам-бройлерам у складі комбікорму.

Економічний ефект: застосування біодеструкторів для біотранформації та компостування курячого посліду із підстилкою зменшує час компостування у 1,9 рази. Включення біомаси вермикультури у комбікорм сприяє підвищенню живої маси курчат на 5,0 % та зменшенню конверсії корму на 2,1 %.

Головний технолог _____ О.С. Капелюшний

Аспірант кафедри харчових технологій
та технологій переробки продукції тваринництва _____ І.С. Осіпенко

Доктор с.-г. наук, професор _____ С.В. Мерзлов

ДОДАТОК Б
СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Merzlov S., Osipenko I., Merzlova H. The cultivation of worms on a substrate containing poultry droppings fermented with addition of biodestructors. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2022. № 2. P. 51–57. DOI: 10.33245/2310-9289-2022-175-2-51-57 *(0,15 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення дослідження на вермикультурі, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання)*.

2. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Біохімічний та хімічний склад біомаси вермикультури, вирощеної на посліді птиці, ферментованого прискореним методом. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2023. Вип. 24. № 1. С. 105–112. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1.15 *(0,23 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення хімічного та біохімічного дослідження біомаси вермикультури, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

3. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Ведення у склад комбікормів для курчат-бройлерів біомаси вермикультури вирощеної на субстраті прискореної ферментації. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 25 (98). С. 34–39. DOI: https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/4710/4825 *(0,16 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення дослідження на курчатах-бройлерах, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання)*.

4. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В. Температура, мікробіологічний та хімічний склад посліду курчат-бройлерів із підстилкою за його компостування з різними дозами біодеструктора. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 25 (99). С. 94–101. DOI: 10.32718/nvlvet-a9916 *(0,23 д.а.; особистий внесок дисертантки:*

проведення дослідження, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).

5. Осіпенко І. С., Мерзлов С. В., Поліщук А. А., Мерзлова Г. В. Показники м’яса курчат-бройлерів за згодовування їм комбікорму із вмістом біомаси вермикультури. Scientific Progress & Innovations. 2023. № 26 (2). С. 79–83. DOI: https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1765/2210 *(0,1 д.а.; особистий внесок дисертантки: проведення дослідження, здійснення розрахунків та підготовка статті до видання).*

Матеріали науково-практичних конференцій:

1. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Мікробіологічний склад посліду птиці за його компостування із біодеструктором. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. (Білоцерківський НАУ, 21 жовтня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 5–6. (0,07 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: проведення мікробіологічного дослідження посліду, здійснення розрахунків та підготовка тез до видання).*

2. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Використання біомаси вермикультури за виготовлення комбікормів та показники його поїдання курчатами-бройлерами. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 20 жовтня 2022 р.). Біла Церква: БНАУ. 2022. С. 25–27. (0,1 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: виготовлення зразків комбікормів, проведення дослідження, розрахунків та підготовка тез до видання).*

3. **Осіпенко І. С.**, Мерзлов С. В. Показники м’яса курчат-бройлерів за згодовування їм біомаси вермикультури. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток технологій тваринництва. Інноваційні підходи в харчових технологіях: матеріали

міжнародної науково-практичної конференції (Білоцерківський НАУ, 26 жовтня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ. 2023. С. 9−11 (0,1 *д.а.*; о*собистий внесок дисертантки: дослідження біологічної цінності м'яса курчат-бройлерів, проведення розрахунків та підготовка тез до видання).*

Рекомендації:

1. **Осіпенко І.С.**, Мерзлов С.В. Рекомендації щодо використання вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом у годівлі курчат-бройлерів. Біла Церква, 2023, 8 с. 0,27 *д.а.*; *дисертантка здійснила дослідження, аналіз одержаних результатів та брала участь у написані рекомендацій*).

ДОДАТОК В1

Рецепт 42612 ПК 6-0 Престарт бройлери		**Заголовок**
Номер	42612	
Назва	ПК 6-0 Престарт бройлери	
Дескриптор	Норма Кобб 500	
Дата розрахунку	11.12.2023	
Примітки	Вік 0-10 днів	

Рецепт 42612 ПК 6-0 Престарт бройлери		**Сировина**
Назва	**Частина**	
ПШЕНИЦА СП 11%	28,00	
КУКУРУЗА 7,5% СП	27,13	
Жмых соевый 42/7,5/5	18,93	
Соя шрот СП 45 %	15,00	
Подсолнечный шрот СП 35СК 19	5,00	
СОЯ масло	1,50	
ИЗВЕСТНЯК 30% Са	1,49	
Монокальций фосфат 15,4/22/20	1,00	
L-Лизин Сульфат 70%	0,66	
Соль	0,38	
Метионин	0,38	
Треонин	0,21	
Смесь микроэл Бройлеры 0,1 %	0,10	
Гепатрон Бетаин 98% ангдр Холін	0,09	
Кокцидиостатик Роникокс (робенидин)	0,06	
Вітленс Бройл 0,03% Вітагро2022	0,04	
Кингзайм	0,01	
Кингфос 10000 Термост 2*50г	0,01	
	100,00	

Рецепт 42612 ПК 6-0 Престарт бройлери					**Показники якості**
Назва	**Одиниці виміру**	**Значення**	**Назва**	**Одиниці виміру**	**Значення**
МЭ птица (Обменная энергия)	ккал	3019,17	Витамин A	ЕД/г	13,00
Сырой протеин	г/кг	225,00	Витамин D3	ЕД/г	5,91
Сырой жир	г/кг	46,38	Витамин E	мг/кг	59,11
Сырая клетчатка	г/кг	41,60	Витамин K	мг/кг	3,55
Кальций	г/кг	9,60	Витамин B1	мг/кг	2,36
Фосфор	г/кг	6,33	Витамин B2	мг/кг	7,09
ДостФосф птица	г/кг	4,93	Витамин B3	мг/кг	15,37
Натрий	г/кг	1,80	Витамин B6	мг/кг	4,73
Хлор	г/кг	2,66	Витамин B12	мкг/кг	18,90
Лизин	г/кг	14,55	Ниацин (Никотиновая к-та)	мг/кг	65,02
УсвЛиз птица	г/кг	12,80	ФолиеваяКис	мг/кг	2,07
Метионин	г/кг	7,13	Биотин	мкг/кг	236,56
УсвМет птица	г/кг	6,69	Холин	мг/кг	999,00
Метион + Цистин	г/кг	10,80	ХолинХлорид	мг/кг	650,92
УсвМетЦис птица	г/кг	9,59	Железо	мг/кг	40,00
Треонин	г/кг	10,07	Медь	мг/кг	16,00
УсвТрн птица	г/кг	8,60	Цинк	мг/кг	110,00
Триптофан	г/кг	2,62	Марганец	мг/кг	120,01
УсвТрпт птица	г/кг	2,23	Йод	мг/кг	1,25
Аргинин	г/кг	14,81	Кобальт	мг/кг	1,00
Аргинин птица	г/кг	13,12	Селен	мг/кг	0,35
Валин	г/кг	10,19	Вес	кг	100,00
УсвВалин птица	г/кг	8,61			

ДОДАТОК В2

Рецепт 42613 ПК 5-0 Старт бройлери	Заголовок
Номер	42613
Назва	ПК 5-0 Старт бройлери
Дескриптор	Кобб 500
Примітки	11-21 днів

Рецепт 42613 ПК 5-0 Старт бройлери		Сировина
Назва	**Частина**	
КУКУРУЗА 7,5% СП	31,07	
ПШЕНИЦА СП 11%	28,00	
Соя шрот СП 45 %	15,00	
Жмых соевый 42/7,5/5	12,56	
Подсолнечный шрот СП 35СК 19	7,00	
СОЯ масло	2,68	
ИЗВЕСТНЯК 30% Ca	1,42	
Монокальций фосфат 15,4/22/20	0,81	
L-Лизин Сульфат 70%	0,45	
Соль	0,36	
Метионин	0,25	
Смесь микроэл Бройлеры 0,1 %	0,10	
Треонин	0,10	
Гепатрон Бетаин 98% ангдр Холін	0,09	
Никамакс кокцидиостатик 0,5 -0,65 кг/т	0,07	
Вітленс Бройл 0,03% Вітагро2022	0,03	
Кингзайм	0,02	
Кингфос 10000 Термост 2*50г	0,01	
	100,00	

Рецепт 42613 ПК 5-0 Старт бройлери					Показники якості
Назва	**Одиниці виміру**	**Значення**	**Назва**	**Одиниці виміру**	**Значення**
МЭ птица (Обменная энергия)	ккал	3098,45	Витамин A	ЕД/г	11,00
Сырой протеин	г/кг	205,00	Витамин D3	ЕД/г	5,00
Сырой жир	г/кг	55,00	Витамин E	мг/кг	50,00
Сырая клетчатка	г/кг	43,08	Витамин K	мг/кг	3,00
Кальций	г/кг	9,00	Витамин B1	мг/кг	2,00
Фосфор	г/кг	5,73	Витамин B2	мг/кг	6,00
ДостФосф птица	г/кг	4,50	Витамин B3	мг/кг	13,00
Натрий	г/кг	1,70	Витамин B6	мг/кг	4,00
Хлор	г/кг	2,53	Витамин B12	мкг/кг	15,99
Лизин	г/кг	12,11	Ниацин (Никотиновая к-та)	мг/кг	55,00
УсвЛиз птица	г/кг	10,50	ФолиеваяКис	мг/кг	1,75
Метионин	г/кг	5,71	Биотин	мкг/кг	200,10
УсвМет птица	г/кг	5,28	Холин	мг/кг	999,00
Метион + Цистин	г/кг	9,14	ХолинХлорид	мг/кг	717,74
УсвМетЦис птица	г/кг	8,00	Железо	мг/кг	40,00
Треонин	г/кг	8,27	Медь	мг/кг	16,00
УсвТрн птица	г/кг	6,90	Цинк	мг/кг	110,00
Триптофан	г/кг	2,37	Марганец	мг/кг	120,00
УсвТрпт птица	г/кг	2,02	Йод	мг/кг	1,25
Аргинин	г/кг	13,47	Кобальт	мг/кг	1,00
Аргинин птица	г/кг	11,94	Селен	мг/кг	0,35
Валин	г/кг	9,38	Вес	кг	100,00
УсвВалин птица	г/кг	7,91			

ДОДАТОК В3

Рецепт 42614 ПК 5-4 Гровер бройлери		**Заголовок**
Номер	42614	
Назва	ПК 5-4 Гровер бройлери	
Дескриптор	Кобб 500	
Примітки	вік 22-35 днів	

Рецепт 42614 ПК 5-4 Гровер бройлери		**Сировина**
Назва	**Частина**	
КУКУРУЗА 7,5% СП	32,05	
ПШЕНИЦА СП 11%	28,00	
Жмых соевый 42/7,5/5	15,55	
Подсолнечный шрот СП 35СК 19	12,00	
Соя шрот СП 45 %	5,61	
СОЯ масло	3,50	
ИЗВЕСТНЯК 30% Ca	1,08	
L-Лизин Сульфат 70%	0,61	
Монокальций фосфат 15,4/22/20	0,56	
Соль	0,34	
Метионин	0,27	
Треонин	0,13	
Смесь микроэл Бройлеры 0,1 %	0,10	
Гепатрон Бетаин 98% ангдр Холін	0,07	
Никамакс кокцидиостатик 0,5 -0,65 кг/т	0,07	
Вітленс Бройл 0,03% Вітагро2022	0,03	
Кингзайм	0,02	
Кингфос 10000 Термост 2*50г	0,01	
	100,00	

Рецепт 42614 ПК 5-4 Гровер бройлери					**Показники якості**
Назва	**Одиниці виміру**	**Значення**	**Назва**	**Одиниці виміру**	**Значення**
МЭ птица (Обменная энергия)	ккал	3177,02	Витамин A	ЕД/г	11,00
Сырой протеин	г/кг	195,00	Витамин D3	ЕД/г	5,00
Сырой жир	г/кг	65,00	Витамин E	мг/кг	50,00
Сырая клетчатка	г/кг	47,72	Витамин K	мг/кг	3,00
Кальций	г/кг	7,60	Витамин B1	мг/кг	2,00
Фосфор	г/кг	5,12	Витамин B2	мг/кг	6,00
ДостФосф птица	г/кг	4,00	Витамин B3	мг/кг	13,00
Натрий	г/кг	1,60	Витамин B6	мг/кг	4,00
Хлор	г/кг	2,44	Витамин B12	мкг/кг	15,99
Лизин	г/кг	11,73	Ниацин (Никотиновая к-та)	мг/кг	55,00
УсвЛиз птица	г/кг	10,20	ФолиеваяКис	мг/кг	1,75
Метионин	г/кг	5,83	Биотин	мкг/кг	200,10
УсвМет птица	г/кг	5,41	Холин	мг/кг	777,00
Метион + Цистин	г/кг	9,13	ХолинХлорид	мг/кг	581,90
УсвМетЦис птица	г/кг	8,00	Железо	мг/кг	40,00
Треонин	г/кг	8,12	Медь	мг/кг	16,00
УсвТрн птица	г/кг	6,80	Цинк	мг/кг	110,00
Триптофан	г/кг	2,20	Марганец	мг/кг	120,01
УсвТрпт птица	г/кг	1,85	Йод	мг/кг	1,25
Аргинин	г/кг	12,72	Кобальт	мг/кг	1,00
Аргинин птица	г/кг	11,29	Селен	мг/кг	0,35
Валин	г/кг	8,83	Вес	кг	100,00
УсвВалин птица	г/кг	7,44			

ДОДАТОК В4

Рецепт 42615 ПК 6-4 Фініш бройлери	Заголовок
Номер	42615
Назва	ПК 6-4 Фініш бройлери
Дескриптор	Кобб 500
Примітки	вік старше 36 днів

Рецепт 42615 ПК 6-4 Фініш бройлери	Сировина
Назва	**Частина**
КУКУРУЗА 7,5% СП	33,54
ПШЕНИЦА СП 11%	28,00
Жмых соевый 42/7,5/5	17,61
Подсолнечный шрот СП 35СК 19	14,00
СОЯ масло	3,70
ИЗВЕСТНЯК 30% Ca	1,22
Монокальций фосфат 15,4/22/20	0,52
L-Лизин Сульфат 70%	0,51
Соль	0,39
Метионин	0,18
Смесь микроэл Бройлеры 0,1 %	0,10
Треонин	0,09
Гепатрон Бетаин 98% ангдр Холін	0,07
Вітленс Бройл 0,03% Вітагро2022	0,03
Кингзайм	0,02
Кингфос 10000 Термост 2*50г	0,01
	100,00

Рецепт 42615 ПК 6-4 Фініш бройлери					Показники якості
Назва	**Одиниці виміру**	**Значення**	**Назва**	**Одиниці виміру**	**Значення**
МЭ птица (Обменная энергия)	ккал	3200,35	Витамин A	ЕД/г	11,00
Сырой протеин	г/кг	185,00	Витамин D3	ЕД/г	5,00
Сырой жир	г/кг	68,57	Витамин E	мг/кг	50,00
Сырая клетчатка	г/кг	48,95	Витамин K	мг/кг	3,00
Кальций	г/кг	7,90	Витамин B1	мг/кг	2,00
Фосфор	г/кг	4,96	Витамин B2	мг/кг	6,00
ДостФосф птица	г/кг	3,90	Витамин B3	мг/кг	13,00
Натрий	г/кг	1,80	Витамин B6	мг/кг	4,00
Хлор	г/кг	2,77	Витамин B12	мкг/кг	15,99
Лизин	г/кг	10,46	Ниацин (Никотиновая к-та)	мг/кг	55,00
УсвЛиз птица	г/кг	9,00	ФолиеваяКис	мг/кг	1,75
Метионин	г/кг	4,92	Биотин	мкг/кг	200,10
УсвМет птица	г/кг	4,51	Холин	мг/кг	777,00
Метион + Цистин	г/кг	8,11	ХолинХлорид	мг/кг	467,74
УсвМетЦис птица	г/кг	7,00	Железо	мг/кг	40,00
Треонин	г/кг	7,38	Медь	мг/кг	16,00
УсвТрн птица	г/кг	6,10	Цинк	мг/кг	110,00
Триптофан	г/кг	2,07	Марганец	мг/кг	120,01
УсвТрпт птица	г/кг	1,73	Йод	мг/кг	1,25
Аргинин	г/кг	12,07	Кобальт	мг/кг	1,00
Аргинин птица	г/кг	10,72	Селен	мг/кг	0,35
Валин	г/кг	8,42	Вес	кг	100,00
УсвВалин птица	г/кг	7,09			