

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Канда Марія Іванівна

УДК 636.5: 502.55

ДИСЕРТАЦІЯ

**Забезпечення екологічної безпеки в зоні впливу діяльності птахоферм
спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека, галузь знань 101 - екологія**

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

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

_____М.І.Канда

(підпис,

ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Мальований Мирослав Степанович, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України

Львів – 2019

Канда М.І. Забезпечення екологічної безпеки в зоні впливу діяльності птахоферм. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 21.06.01 «екологічна безпека». – Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, Львів, 2019.

Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.052.22. Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

В дисертаційному дослідженні розв'язана актуальна науково-практична задача: підвищення рівня екологічної безпеки в зоні впливу птахоферм шляхом додавання у підстилку суміші природних дисперсних сорбентів.

Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України. Встановлено, що можна виділити 3 потенційні джерела екологічної небезпеки від пташиного посліду на птахофабриці, котрі тісно пов'язані із місцями його утворення, транспортування та локалізації. Визначальним джерелом екологічної небезпеки є пташники – місця утворення пташиного посліду, який є джерелом виділення забруднень в атмосферу, гідросферу та в ґрунти. Розрахунками встановлено, що внесення в склад підстилки сорбентів із співвідношенням суміші палигорськіт + клиноптилоліт (1:1) та курячого посліду із підстилкою 1:5 дозволяє адсорбувати 84% всього виділеного послідом птахів аміаку, тобто у випадку введення в склад підстилки адсорбентів у встановленому оптимальному співвідношенні кількість аміаку, який потрапляє у вентиляційну систему, зменшується в 6,3 разів.

Для визначення оптимальних умов реалізації процесу адсорбції аміаку із посліду птахів експериментально встановлювався оптимальний розмір зерна сорбенту, досліджувалась кінетика процесу адсорбції аміаку, визначався вплив температури повітряного середовища на адсорбцію аміаку, встановлювалась залежність сорбції від типу структури мінерального сорбенту, визначалось

оптимальне співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та курячого посліду. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що найбільш високу ємність продемонструвала композиція із суміші клиноптилоліту та палигорськіту в пропорції 1:1.

Досліджувалась механічна міцність гранул композиції органо-мінерального добрива на стиск. Результати досліджень показали, що статична міцність гранул на стиск збільшується із зменшенням вологості гранул. Тому у технологічному режимі слід витримувати максимально можливу нижчу кінцеву вологість гранул, за якої відсутні втрати заадсорбованого аміаку.

Аналіз результатів проведених експериментів свідчать, що з ціллю попередження втрат аміаку сушіння слід проводити за мінімальних значень температур сушіння – $(20\div 25)$ °С. За такої температури сушіння у фільтраційному режимі відносна вологість гранул органо-мінерального добрива складе $\approx 30\%$, а вміст азоту амонійного – $0,86\%$.

На основі аналізу даних досліджень запропонована принципова технологічна схема виготовлення органо-мінерального добрива на основі курячого посліду, яка складається із стадій:

- 1) Усереднення матеріалу підстилки в змішувачі-усереднювачі для досягнення однорідності;
- 2) Гранулювання в шнековому грануляторі закритого типу до розміру гранул діаметром 4-6 мм і довжиною 15-20 мм;
- 3) Сушіння гранул до вологості $\approx 30\%$ в установці фільтраційного сушіння за температури $T = 25^{\circ}\text{C}$;
- 4) Фасування товарної фракції.

Досліджений вплив композиції курячого посліду та суміші природних сорбентів на зміну рН ґрунту. У всіх зразках встановлено незначний зсув рівня рН ґрунтового розчину в сторону нейтральності (в середньому на 0,6 одиниці показника рН), тобто зниження кислотності ґрунтового середовища. Найбільш сприятлива для

рослин слабокисла і слаболужна реакція ґрунтового розчину знаходиться в межах $\text{pH} = 6 \div 7,5$.

Визначався вплив композиції на зміну концентрації амонійного азоту в ґрунті. Встановлено, що кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб, зросла в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів. Якщо на початку проведення експерименту протягом перших чотирьох діб рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом був низьким (4-15 мг/л), то вже через 7 діб рівень підвищувався до середнього (16-24 мг/л). Протягом наступних двох тижнів рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом залишався середнім і рівномірним. Це свідчить про те, що запропонована композиція є ефективним органічним добривом пролонгованої дії.

Визначався вплив досліджуваної композиції на зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту. Встановлено, що вміст фосфору з внесенням суміші сорбенту і посліду збільшується для темно-сірого та сірого типів ґрунтів (в 1,38-1,53 рази). Завдяки застосуванню досліджуваної композиції вміст фосфору зростає в 3,45 рази для дерново-підзолистого типу ґрунту, що свідчить про високу ефективність її використання. Вміст калію, кальцію і мангану для сірого типу ґрунту залишається практично незмінною, але для дерново-підзолистого типу ґрунту вміст калію знижується, концентрація кальцію зростає, а мангану майже не змінюється.

За даними однорічних досліджень, внесення органо-мінеральних добрив достовірно впливає на вихід насіння з одиниці площі – різниця до контролю без удобрення за варіантами становить від 0,09 т/га (15,0 %) до 0,22 т/га (36,7 %) при найменшій істотній різниці 0,022 т/га. Відмічено також тенденцію до зростання схожості одержаного насіння та маси 1000 насінин.

Ключові слова: екологічна безпека, органо-мінеральні добрива, композиція, послід, аміак, природні сорбенти, палигорський, клиноптилоліт.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

В яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Determining the optimal ratio of natural mineral adsorbents with regard to ammonia adsorption. M. Kanda, M. Maliovanyy, Z. Odnorih, O. Kharlamova, N. Chornomaz. *Ecological safety. Scientific Journal*. Issue 1/2016 (21). -Kremenchug 2016. P. 76-80.
2. The synthesis of prolonged fertilizers by means of adsorption of nutrition and trace elements by natural sorbents from industrial and agricultural wastes./ M. Maliovanyy, O. Zakhariv, M. Kanda, Z. Odnorih, G. Sakalova, A. Bratashchuk, N. Chornomaz. *Scientific herald of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, collection of scientific works, issue number 240*. -Kyiv 2016. P. 168-175.
3. Utilising organic-mineral fertilisers produced from man-made waste of poultry farms/ I. Tymchuk, M. Kanda, M. Malovanyy. *Environmental Problems*. Vol.4, No. 1. - 2019. - С. 57-62.
4. Analysis of poultry manure utilisation methods to produce organic fertiliser/ M. Malovanyy, Z. Odnorih, M. Kanda. *Environmental Problems*. Vol. 3, No. 4, - 2018. С.245-251.
5. Aspects of Poultry Manure Low-Emission Utilization Process / M. Malovanyy, Z. Odnorih, M. Kanda, I. Parashchiienko. *International journal of engineering and technology*. 7 (4.8) - 2018. - P. 301-305.
6. Determination of an impact of the composition on the ph level and the concentration of ammonium nitrogen in soil of pustomyty distract, Lviv region/ M. Kanda, Z. Odnorih, M. Maliovanyy. Lviv Polytechnic National University “Environmental problems”. – Volume 2. Number 1. – 2017. – P. 37-40.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Обов’язкова умова мінімізації екологічної небезпеки від суспільно створених відходів - комплексність рішень (теоретичні та практичні аспекти)/

- Мальований М.С., Чайка О.Г., Канда М.І. *Матеріали Українського екологічного конгресу 10-11 грудня 2009р.* -Київ 2009. С. 226-229.
8. Шляхи утилізації курячого посліду. / Канда М.І., Одноріг З.С., Мальований М.С. *V-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю.* -Вінниця 23-24 вересня 2015р. С. 175.
 9. Адсорбція аміаку із посліду. / Канда М.І., Одноріг З.С. *«Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки»* збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. -Харків 2015. С. 184.
 10. Дослідження адсорбції аміаку природними сорбентами / Клиш Г.М., Канда М.І., Одноріг З.С. Третій студентський конгрес. *Захист навколишнього середовища збалансоване природокористування.* -Львів 2016. С. 61-62.
 11. Визначення оптимальної пропорції сорбентів та нативного курячого посліду / Канда М.І., Одноріг З.С. 4-й науковий конгрес *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.* -Львів 2016. С. 119
 12. Optimal liter composition for Industrial Poultry Houses / М. Kanda. 6-й міжнародний молодіжний науковий форум *«LITTERIS ET ARTIBUS».* -Львів 2016. С. 476.
 13. Визначення впливу суміші сорбентів і курячого посліду на зміну рН та концентрацію азоту амонію в ґрунтах пустомитівського району Львівської області / Канда М.І., Одноріг З.С., Мальований М.С. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії.* Збірник матеріалів науково-практичної конференції. -Запоріжжя 2017. С. 206-207.
 14. Вплив органо мінерального добрива на стан ґрунтів / Канда М.І., Одноріг З.С. Міжнародна науково-практична конференція *«Хімічна технологія та інженерія»* НУ «Львівська політехніка» 26- 29 червня 2017р. С. 397.
 15. Дослідження зміни вмісту елементів живлення у ґрунтах Львівської області / Канда М.І., Мальований М.С. XVII Міжнародна науково-практична

- конференція *«Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки»*. Матеріали конференції – Кременчук. 2017. С. 94.
16. Визначення впливу композиції органічного добрива на стан ґрунтів Львівської області / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. *VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*. -Вінниця, 20–22 вересня 2017 р. С. 26.
17. Попередження забруднення поверхневих вод іонами амонію від діяльності птахофабрик. / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. Матеріали 2-ї Міжнародної науково-практичної конференції. *Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг*. 18-19 жовтня 2017 р. -Львів. С. 74-75.
18. Вплив органічного добрива на стан ґрунтів Львівської області / М.І.Канда, З.С.Одноріг. Національний університет «Львівська політехніка». *«Сталий розвиток – погляд у майбутнє»*. -Львів, 15 вересня 2017 р. С.9
19. Спосіб утилізації курячого посліду як компостного матеріалу / Канда М., Одноріг З.С. Тези доповідей міжнародного студентського наукового форуму *«Студентська молодь і науковий прогрес в АПК»*, ЛНАУ, 20-22 вересня 2017. -Львів С.29-30.
20. Disposal of poultry droppings with the use of natural sorbents / M.I Kanda, M. Maliovanuu, Z. Odnorih. 7-th Internation youth science forum *“Litteris et artibus”* November 23-25, 2017. Ukraine, Lviv, p. 158.
21. Determination of the adsorption capacity for moisture and ammonia in manure / M.I. Kanda, M.S. Malovanyuu, Z.S. Odnorih. III Ukrainian- Polish scientific conference *«Membrane and sorption processes and technologies»*. National university of Kyiv-Mohyla academy scientific center of Polish academy of sciences in Kyiv. 2017. p.115.
22. Використання курячого посліду як органічного гранульованого добрива / Канда М., Одноріг З.С. XV Міжнародна науково-технічна конференція *«Проблеми екологічної безпеки»* 11-13 жовтня 2017. м. Кременчук. С. 39.

23. Мінімізація екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні діяльності птахофабрик / М.І. Канда, М.С. Мальований, З.С. Одноріг. Міжнародний науковий симпозіум *«Сталий розвиток – стан та перспективи»*. 28 лютого – 3 березня 2018 року. Львів. Славське. С. 145-146.
24. Зниження екологічної небезпеки від забруднення атмосфери аміаком в результаті функціонування птахофабрик./ Канда М.І., Мальований М.С., Одноріг З.С. П'ятий міжнародний молодіжний конгрес *«Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування»*. -Львів. 22-23 травня 2018 р. С. 65-66.
25. Застосування природних сорбентів з метою підвищення якості органічного добрива / М.І. Канда, М.С. Мальований, З.С. Одноріг. 5-й Міжнародний конгрес захист навколишнього середовища. *«Енергоощадність. збалансоване природокористування»*. 26–29 вересня 2018 року. С. 112.
26. Poultry Waste Disposal. / Maliovanyy M., Odnorih Z., Kanda M. 8-th International youth science forum “Litteris et artibus” November 22-24, 2018. Lviv, 2018. P. 301.

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

27. Спосіб отримання органічного гранульованого добрива. Патент на корисну модель UA 118020 U. / Канда М.І., Одноріг З.С., Мальований М.С. МПК C05F 3/02 (2006.01), C05G 3/04 (2006.01). Номер заявки а 2016 12981; дата подання заявки 19.12.2016; дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня 25.07.2017, бюл. № 14.

M. I. Kanda. Ensuring Environmental Safety in the Area of Impact of Poultry Farms Activity. - Qualifying research paper based on manuscript copyright

A thesis for an academic degree of Candidate of Technical Sciences (PhD) in Speciality 21.06.01 "Environmental Safety". – National University "Lviv Polytechnics" of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2018.

Thesis defence will take place at the meeting of the Specialized Academic Board K 35.052.22. of the National University "Lviv Polytechnics" of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

The thesis research provides a solution for the topical scientific and practical issue: increase of the environmental safety in the area of impact of poultry farms by adding a mixture of natural dispersive sorbents to litter.

The paper identifies the sources of ecological hazard in the area of impact of poultry farms in Ukraine. It has been found that there are 3 potential sources of ecological hazard posed by poultry droppings at a poultry farm, closely related to their accumulation, transportation and localisation sites. Poultry farms as places of generation of poultry droppings releasing contamination into the atmosphere, hydrosphere and lithosphere are the determinative source of ecological hazard. It has been estimated that sorbents applied to litter at the ratio of palygorskite + clinoptilolite (1:1) to poultry manure with litter 1:5 allow for adsorbing 84% of total ammonia emitted by poultry droppings, namely, after introduction of the adsorbents to the litter content at the determined optimal ratio the amount of ammonia released to the ventilation system drops 6.3 times.

In order to find optimal conditions for realisation of the process of ammonia adsorption from poultry droppings, we defined experimentally an optimal size of sorbent grain, studied kinetics of the ammonia adsorption process, estimated influence of ambient temperature on ammonia adsorption, assessed dependence of sorption on a type of the mineral sorbent structure, and determined an optimal ratio of mixed natural dispersive sorbents to poultry manure. An analysis of the results of experimental studies showed that the highest capacity was demonstrated by a composition of clinoptilolite and palygorskite at the ratio of 1:1.

We studied mechanical crushing strength of compositional granules of organic-mineral fertiliser. The study results have shown that static crushing strength of the granules rises with the decrease of granule moisture. Therefore, the end moisture of the granules should be held as low as possible during the process to ensure there is no loss of adsorbed ammonia.

The results of the conducted experiments analysed show that drying must be carried out at minimum drying temperature values (20- 25)⁰C in order to prevent ammonia loss. With drying at this temperature under filtration conditions, relative moisture of granules of organic-mineral fertiliser will be $\approx 30\%$, and ammonium nitrogen content will be 0.86%.

On a basis of the analysed study data, we proposed a process diagram for production of organic-mineral fertiliser based on poultry manure, which involves the following stages:

- 1) Equalizing of litter material in an equalizing mixer to achieve uniformity.
- 2) Granulating in a closed screw granulator to granules 4-6 mm in diameter and 15-20 mm long.
- 3) Drying granules in a filtration dryer at temperature $T = 25^{\circ}\text{C}$ until the moisture content $\approx 30\%$.
- 4) Packing in a commercial fraction.

We studied an impact of poultry manure and a mixture of natural sorbents on soil pH change. All samples showed minor shift of pH of a soil solution towards neutrality (by 0.6 of pH value unit on average), i.e. acidity reduction in soil medium. The most favourable weak-acid and weak-alkaline reaction of a soil solution for plants is within $\text{pH} = 6 \div 7.5$.

We determined an impact of the composition on change in the concentration of ammonium nitrogen in soil. It was found that ammonium nitrogen amount released within 24 days increased 4 times for dark grey and grey soil types, and 6 times for sod-podzolic soil. When at the beginning of the experiment during the first four days the level of mineral nitrogen in soil was low (4-15 mg/l), after only 7 days it rose to medium (16-24 mg/l). During the next two weeks the level of mineral nitrogen in soil remained medium and even. This proves that the proposed composition is an efficient organic fertilizer of prolonged action.

We studied an impact of the study composition on change in the concentration of phosphorus, calcium, potassium, and mangan, depending on a soil type. It was found that with the application of a sorbent mixed with droppings the phosphorus content increased for dark grey and grey soil types (1.38-1.53 times). Application of the study composition stimulates growth of the phosphorus content 3.45 times for sod-podzolic soil, proving its high efficiency. The potassium, calcium and mangan content for grey soil remains almost unchanged; however, for sod-podzolic soil, the potassium content drops, calcium concentration rises, and mangan remains nearly the same.

According to the data of one-year studies, application of organic-mineral fertilisers has a reliable effect on seed yield from a unit area – the difference with the control without fertilisation by variants makes 0.09 t/ha (15.0%) to 0.22 t/ha (36.7%) with the lowest significant difference of 0.022 t/ha. We also noted a tendency towards the increase of similarity of obtained seeds and weight of 1000 seeds.

Key words: environmental safety, organic-mineral fertilisers, composition, droppings, ammonia, natural sorbents, palygorskite, clinoptilolite.

LIST OF PUBLICATIONS

Scientific works, in which the main scientific results of the dissertation are published:

1. Determining the optimal ratio of natural mineral adsorbents with regard to ammonia adsorption. M. Kanda, M. Maliovanyy, Z. Odnorih, O. Kharlamova, N. Chornomaz. *Ecological safety. Scientific Journal*. Issue 1/2016 (21). - Kremenchug 2016. P. 76-80.
2. The synthesis of prolonged fertilizers by means of adsorption of nutrition and trace elements by natural sorbents from industrial and agricultural wastes./ M. Maliovanyy, O. Zakhariv, M. Kanda, Z. Odnorih, G. Sakalova, A. Bratashchuk, N. Chornomaz. *Scientific herald of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, collection of scientific works, issue number 240*. - Kyiv 2016. P. 168-175.
3. Utilising organic-mineral fertilisers produced from man-made waste of poultry farms/ I. Tymchuk, M. Kanda, M. Malovanyy. *Environmental Problems*. Vol. 4, No. 1. - 2019. - C. 57-62.
4. Determination of an impact of the composition on the ph level and the concentration of ammonium nitrogen in soil of pustomyty distract, Lviv region/ M. Kanda, Z. Odnorih, M. Maliovanyy. *Lviv Polytechnic National University «Environmental problems»*. Volume 2. Number 1. – 2017. – P. 37-40.
5. Analysis of poultry manure utilisation methods to produce organic fertiliser/ M. Malovanyy, Z. Odnorih, M. Kanda. *Environmental Problems*. Vol. 3, No. 4, - 2018. C.245-251.
6. Aspects of Poultry Manure Low-Emission Utilization Process / Myroslav Malovanyy, Zoriana Odnorih, Mariia Kanda, Iryna Parashchiienko. *International journal of engineering and technology*. 7 (4.8) 2018. - P. 301-305.

Scientific works, testifying the approbation of dissertation materials:

7. Oboviazkova umova minimizatsii ekolohichnoi nebezpeky vid suspilno stvorenykh vidkhodiv-kompleksnist rishen (teoretychni ta praktychni aspekty) / Malovanyy M.S., Chaika O.H., Kanda M.I. *Materialy Ukrainskoho ekolohichnoho konhresu 10-11 hrudnia 2009r.* - Kyiv 2009. S. 226-229.
8. Shliakhy utylizatsii kuriachoho poslidu. / Kanda M.I., Odnorih Z.S., Malovanyy M.S. *V-y vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu.* - Vinnytsia 23-24 veresnia 2015r. S. 175.
9. Adsorbtsiia amiaku iz poslidu. / Kanda M.I., Odnorih Z.S. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «*Prykladni aspekty tekhnohenno-ekolohichnoi bezpeky*». - Kharkiv 2015. S. 184.
10. Doslidzhennia adsorbtsii amiaku pryrodnimy sorbentamy / Klyn H.M., Kanda M.I., Odnorih Z.S. Tretii studentskyi konhres. *Zakhyst navkolyshnoho seredovyscha zbalansovane pryrodokorystuvannia.* - Lviv 2016. S. 61-62.
11. Vyznachennia optymalnoi proporsii sorbentiv ta natyvnoho kuriachoho poslidu / Kanda M.I., Odnorih Z.S. 4-y naukovyi konhres «*Zakhyst navkolyshnoho seredovyscha. Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia*». - Lviv 2016. S. 119.
12. Optimal liter composition for Industrial Poultry Houses. / M. Kanda. 6-y mizhnarodnyi molodizhnyi naukovyi forum «*Litteris et artibus*». - Lviv 2016. S. 476.
13. Vyznachennia vplyvu sumishi sorbentiv i kuriachoho poslidu na zminu pH ta kontsentratsiiu azotu amoniiu v hruntakh pustomytivskoho raionu Lvivskoi oblasti / Kanda M.I., Odnorih Z.S., Malovanyy M.S. Zbirnyk materialiv naukovo-praktychnoi konferentsii «*Suchasni problemy biologii, ekolohii ta khimii*». - Zaporizhzhia 2017. S. 206-207.
14. Vplyv orhano mineralnoho dobryva na stan hruntiv / Kanda M.I., Odnorih Z.S. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia. «*Khimichna tekhnolohiia ta inzheneriia*». NU «Lvivska politekhnika» 26- 29 chervnia 2017r. S. 397.

15. Study of change in the concentration of nutrient elements in soils of Lviv region / Kanda M.I., Malovanyy M.S. XVII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «*Idei akademika V.I. Vernadskoho ta problemy staloho rozvytku osvity i nauky*» Materialy konferentsii. – Kremenchuk 2017. S. 94.
16. Vyznachennia vplyvu kompozytsii orhanichnoho dobryva na stan gruntiv lvivskoi oblasti / M.I. Kanda, M.S. Malovanyy, Z.S. Odnorih. VI Vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu. - Vinnytsia, 20–22 veresnia 2017r. S. 26.
17. Poperedzhennia zabrudnennia poverkhnevyykh vod ionamy amoniiu vid diialnosti ptakhofabryk. / M.I.Kanda, M.S.Malovanyy, Z.S.Odnorih. Materialy 2-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «*Vodopostachannia ta vodovidvedennia: proektuvannia, budova, ekspluatatsiia, monitorynh*». 18-19 zhovtnia 2017r. - Lviv. S. 74-75.
18. Vplyv orhanichnoho dobryva na stan gruntiv Lvivskoi oblasti / M.I.Kanda, Z.S.Odnorih. Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika». «*Stalyi rozvytok – pohliad u maibutnie*». - Lviv, 15 veresnia 2017r. S.9
19. Sposib utylizatsii kuriachoho poslidu yak kompostnoho materialu/ Kanda M., Odnorih Z.S. Tezy dopovidei mizhnarodnoho studentskoho naukovooho forumu «*Studentska molod i naukovyi prohres v APK*», LNAU, 20-22 veresnia 2017. - Lviv S.29-30.
20. Disposal of poultry droppings with the use of natural sorbents / M.I Kanda, M. Maliovanyy, Z. Odnorih. 7-th Internation youth science forum «*Litteris et artibus*» November 23-25, 2017. - Ukraine, Lviv, p. 158.
21. Determination of the adsorption capacity for moisture and ammonia in manure / M.I. Kanda, M.S. Malovanyy, Z.S.Odnorih. III Ukrainin-Polish scientific conference *Membrane and sorption processes and technologies*. National university of Kyiv-Mohyla academy scientific center of Polish academy of sciences in Kyiv. 2017. p.115.
22. Vykorystannia kuriachoho poslidu yak orhanichnoho hranulovanoho dobryva / Kanda M., Odnorih Z.S. XV Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia

- «Problemy ekolohichnoi bezpeky»* 11-13 zhovtnia 2017. - Kremenchuk. S. 39.
23. Minimizatsiia ekolohichnoi nebezpeky vid zabrudnennia dovkillia v zoni diialnosti ptakhofabryk / M.I.Kanda, M.S.Malovanyy, Z.S.Odnorih. Mizhnarodnyi naukovyi sympozium *«Stalyi rozvytok – stan ta perspektyvy»*. 28 liutoho – 3 bereznia 2018 roku. - Lviv. Slavske. S. 145-146.
24. Znyzhennia ekolohichnoi nebezpeky vid zabrudnennia atmosfery amiakom v rezultati funktsionuvannia ptakhofabryk. Kanda M.I., Malovanyy M.S., Odnorih Z.S. Piatyi mizhnarodnyi molodizhnyi konhres Zakhyst navkolysnogo seredovyscha. *«Zbalansovane pryrodokorystuvannia»*. - Lviv. 22-23 travnia 2018r. S. 65-66.
25. Zastosuvannia pryrodnykh sorbentiv z metoiu pidvyshchennia yakosti orhanichnoho dobryva / M.I. Kanda, M.S. Malovanyy, Z.S. Odnorih. 5-y Mizhnarodnyi konhres zakhyst navkolysnogo seredovyscha. *Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. 26–29 veresnia 2018 roku. S. 112.
26. Maliovanyy M., Odnorih Z., Kanda M. Poultry Waste Disposal. 8-th International youth science forum “Litteris et artibus” November 22-24, 2018. Lviv, 2018. P. 301.

Scientific works, which additionally reflect the scientific results of the dissertation:

27. Sposib otrymannia orhanichnoho hranulovanoho dobryva. Patent na korysnu model UA 118020 U. / Kanda M.I., Odnorih Z.S., Malovanyy M.S. MPK C05F 3/02 (2006.01), C05G 3/04 (2006.01). Nomer zaiavky a 2016 12981; data podannia zaiavky 19.12.2016; data publikatsii vidomostei pro vydachu patentu ta nomer biuletenia 25.07.2017, biul. № 14.

З М І С Т

| | стор. |
|---|-------|
| ВСТУП | 20 |
| РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | 27 |
| 1.1. Економічний потенціал та вплив птахівництва на стан оточуючого середовища | 27 |
| 1.2. Відомі технології знешкодження аміаку, що утворюється в результаті діяльності птахоферми | 33 |
| 1.3. Методи утилізації курячого посліду як органічного добрива | 37 |
| 1.3.1. Узагальнена характеристика добрив | 37 |
| 1.3.2. Перероблення відходів методом компостування | 40 |
| 1.3.3. Перероблення відходів методом виготовлення органічно-мінеральних добрив | 44 |
| 1.3.4. Перероблення відходів методом гранулювання та сушіння | 46 |
| 1.4. Цілі та завдання досліджень | 50 |
| РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ. | 52 |
| МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ | |
| 2.1. Загальна характеристика об'єкту та предмету дослідження | 52 |
| 2.2. Характеристика матеріалів | 54 |
| 2.2.1. Характеристика курячого посліду | 54 |
| 2.2.2. Характеристика палигорськіту Дашуківського родовища Черкаської області. | 57 |
| 2.2.3. Характеристика клиноптилоліту Сокирницького родовища Закарпатської області. | 60 |
| 2.3. Методики проведення досліджень адсорбції аміаку природними сорбентами | 62 |
| 2.3.1. Підготовка курячого посліду | 62 |
| 2.3.2. Підготовка зразків клиноптилоліту та палигорськіту | 64 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.3.3. | Методика дослідження сорбційних властивостей клиноптилоліту та палигорськіту щодо аміаку | 64 |
| 2.4. | Методики досліджень процесу гранулювання органо-мінерального добрива (визначення механічної міцності гранул на стиск) | 66 |
| 2.5. | Методики агроекологічних досліджень органо-мінерального гранульованого добрива | 68 |
| 2.5.1. | Методики дослідження впливу композиції на стан ґрунтів сільськогосподарського призначення Львівської області | 68 |
| 2.5.2. | Методика визначення вмісту в гранульованих добривах вологи та ступеня десорбції адсорбованого аміаку | 70 |
| 2.5.3. | Методика досліджень ефективності органо-мінеральних добрив у польових умовах | 72 |
| 2.5.4. | Метеорологічні умови вегетаційного періоду 2017-2018 рр | 72 |
| 2.6. | Методики проведення аналізів | 76 |
| 2.6.1. | Визначення концентрації іонів амонію | 76 |
| 2.6.2. | Методики аналізів характеристик ґрунтів | 77 |
| 2.7. | Висновки до 2 розділу | 80 |
| РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПТАХОФЕРМ | | 82 |
| 3.1 | Ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України | 82 |
| 3.2 | Аналіз динаміки розвитку та локалізації птахівництва в Україні | 85 |
| 3.3 | Оцінка екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик | 88 |
| 3.4 | Перспективні шляхи мінімізації екологічної небезпеки від діяльності птахофабрик | 89 |
| 3.5 | Висновки і узагальнення до 3 розділу | 92 |
| РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЇ АМІАКУ ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ ІЗ ПОСЛІДУ ПТАХІВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ОТРИМАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ГРАНУЛЬОВАНОГО ДОБРИВА | | 94 |

| | | |
|---|--|-----|
| 4.1. | Визначення оптимальних умов реалізації процесу адсорбції аміаку із посліду птахів | 94 |
| 4.1.1. | Встановлення оптимального розміру зерна сорбенту | 94 |
| 4.1.2. | Дослідження кінетики процесу адсорбції аміаку | 95 |
| 4.1.3. | Визначення впливу температури повітряного середовища на адсорбцію аміаку | 96 |
| 4.1.4. | Залежність сорбції від типу структури мінерального сорбенту | 98 |
| 4.1.5. | Встановлення оптимального співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та курячого посліду | 101 |
| 4.2. | Визначення механічної міцності на стиск гранул композиції органо-мінерального добрива | 104 |
| 4.3. | Визначення адсорбційної здатності гранульованого добрива запропонованої композиції щодо вологи та аміаку | 105 |
| 4.4. | Принципова технологічна схема виготовлення органо-мінерального добрива на основі курячого посліду | 108 |
| 4.5. | Узагальнення та висновки до 4 розділу | 113 |
| РОЗДІЛ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА НА ОСНОВІ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ТА СУМІШІ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ | | 116 |
| 5.1 | Визначення впливу досліджуваної композиції на зміну рН та концентрації амонійного азоту в залежності від типу ґрунту | 116 |
| 5.2 | Визначення впливу досліджуваної композиції на зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту | 119 |
| 5.3 | Польові випробування органо-мінеральних добрив | 122 |
| 5.4 | Узагальнення та висновки до 5 розділу | 126 |
| ВИСНОВКИ | | 128 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | | 130 |
| ДОДАТКИ | | 145 |

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ**

| | |
|-------|---|
| АПК | Аграрно-промисловий комплекс |
| ОМД | Органо-мінеральні добрива |
| ОМБД | Органо-мінеральні біоактивні добрива |
| НРК | Комплексні мінеральні добрива |
| ДЕН | Джерело екологічної небезпеки |
| ПБ | Приймальний бункер |
| ШТ | Шнековий транспортер |
| ЗУ | Змішувач-усереднювач |
| ШГ | Шнековий гранулятор |
| ЕК+ОП | Електрокалорифер, оснащений блоком осушування повітря |
| УФС | Установка фільтраційного сушіння |
| ГВ | Грохот вібраційний |
| АФ | Апарат фасувальний |
| Ц | Циклон |
| БЦ | Бункер цеоліту |

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Розвиток птахівництва в Україні, який в останні роки значно інтенсифікувався, супроводжується рядом негативних наслідків: забрудненням атмосфери пиловими викидами та емісією шкідливих газів; утворенням у значних об'ємах стічних вод, які містять небезпечні забруднення (ксенобіотики та іони амонію); накопиченням твердих відходів (посліду та інших продуктів життєдіяльності птахів); мікробіологічним забрудненням довкілля та, як наслідок – погіршенням епізоотичної ситуації; вилученням значної кількості сільськогосподарських угідь під птахофабрики та їх інфраструктуру; погіршенням стану біорізноманіття. Погіршення стану екологічної безпеки в зоні діяльності інтенсивного промислового птахівництва вимагає розроблення системи комплексних заходів для мінімізації цієї екологічної небезпеки, які одночасно забезпечили б санітарно-гігієнічні умови утримання птиці. Така стратегія мінімізації екологічної небезпеки від птахівництва узгоджується із позицією ЄС, яка гарантує безпеку продуктів харчування відповідно до стратегії «From farm to fork» («від ферми до виделки»). Ця стратегія була прийнята у 2002 р. на Конференції з безпеки харчових продуктів у Женеві, GFSI (Ініціатива забезпечення глобальної безпеки харчових продуктів). Основні принципи безпеки харчових продуктів викладено в законі General Food Law, прийнятому у 2002 р. Складовою цієї стратегії є екологічний аналіз та оцінювання стану довкілля у зоні діяльності птахоферм: кількісний та якісний аналіз забруднень довкілля, впливу на всі компоненти екосистеми. Кінцевою, найважливішою частиною стратегії є розроблення та впровадження системи технічних та організаційних заходів, які б дозволили досягти екологічної безпеки птахівництва. І в цьому ракурсі розв'язання завдання екологічно безпечної утилізації твердих відходів птахоферми розглядається як розроблення інноваційної технології зберігання та використання курячого посліду, впровадження якої одночасно дозволить знизити рівень екологічної небезпеки в зоні впливу діяльності птахофабрик, а також згідно міжнародних екологічних

сільськогосподарських вимог надасть додаткові конкурентні переваги українському агробізнесу.

Одним із найбільш небезпечних забруднень атмосфери та гідросфери в зоні впливу птахофабрик є виділення аміаку. Оскільки емісія аміаку відбувається на кожному етапі вирощування птиці, заходи щодо скорочення викидів також повинні бути комплексними - впродовж «азотного життєвого циклу» від підстилки у пташнику до внесення у ґрунт органічного добрива. Перспективним було б застосування на протязі всього цього азотного життєвого циклу природних адсорбентів, із допомогою яких вдалося б забезпечити фіксацію в них вільного аміаку (газова фаза) та іонів амонію (рідинне середовище). Із огляду на те, що в Україні експлуатуються одні із найбільших в світі родовищ корисних копалин із адсорбційними властивостями: клиноптилоліту (Сокирницьке, Закарпатська область), бентоніту та палигорськіту (Дашуківське, Черкаська область), така стратегія представляється інноваційно виправданою. Перевагою цих природних сорбентів є їх доступність, невелика вартість, висока адсорбційна здатність до аміаку та іонів амонію, досвід використання у рільництві для внесення мікро- та макроелементів, а також для покращення структуризації ґрунту. Тому представляє науковий інтерес вивчення можливості використання їх як адсорбентів емісійного аміаку та вологи із курячого посліду із отриманням в результаті ефективних органо-мінеральних добрив. Дослідженнями Е. Дегодюка, В. Сайка, К. Єанга, Ф. Калініна, Г. Песковського, В. Швартау, З. Грицаєнко, М. Якусика, С. Пономаренка та інших вчених встановлено, що за умови відповідності доз внесення групи NPK вимогам екологічної безпеки під час застосування органічних добрив достовірно зростає продуктивність ґрунту, поліпшуються його агрохімічні властивості, у тому числі збільшується мікробіологічна активність, зростає вологопоглинальна здатність, буферність та інші показники, що визначають бонітет ґрунту. Особливого значення набуває застосування органо-мінеральних добрив, які містять сорбенти, як одного із шляхів забезпечення екологічно безпечної та ресурсозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Екологія та збалансоване природокористування» Національного університету "Львівська політехніка" «Природоохоронні технології з використанням природних дисперсних сорбентів та мінеральних добрив пролонгованої дії» і виконувалась згідно із тематикою науково-дослідницької роботи кафедри з проблеми «Адсорбція іонів амонію природними сорбентами із газових та рідинних середовищ», № державної реєстрації 0118U006462.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки в зоні впливу птахоферм методом додавання у підстилку суміші природних дисперсних сорбентів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз джерел екологічної небезпеки та моніторинг забруднення довкілля в зоні впливу птахоферм;
- встановити можливість застосування в складі підстилки адсорбентів: природних каркасних та глинистих мінералів (зокрема клиноптилоліту і палигорськиту) та дослідити їхню сорбційну спроможність щодо аміаку;
- встановити оптимальні умови для здійснення процесу адсорбції вологи та аміаку природними сорбентами із курячого посліду;
- на основі аналізу технологій утилізації твердих відходів птахоферм розробити принципову схему екологічно безпечної технології утилізації підстилки шляхом виробництва органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії;
- обґрунтувати параметри технологічного режиму виготовлення органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів;
- встановити вплив досліджуваної композиції на зміну рН та концентрації амонійного азоту в залежності від типу ґрунту;

– провести дослідно-промислові випробування технології застосування та агрохімічні випробування якості отриманого органо-мінерального добрива.

Об'єкт дослідження – явище забруднення довкілля в зоні впливу птахоферм продуктами життєдіяльності птахів.

Предмет дослідження – процеси утилізації продуктів життєдіяльності птахів.

Методи досліджень включають в себе розроблені методики експериментальних досліджень, методи визначення вмісту компонентів у рідинних середовищах: фотоколориметрію, потенціометричний та титрометричний аналізи; для встановлення вмісту компонентів у субстраті - рентгенофлуоресцентний аналіз, метод визначення статичної міцності гранул; агрохімічні дослідження. Оцінку достовірності та інтерпретацію результатів проводили за допомогою математичного моделювання та статистичного аналізу. Для аналізу отриманих даних застосовувався програмний пакет Microsoft Office Excel 2013.

Наукова новизна одержаних результатів. З ціллю підвищення рівня екологічної безпеки довкілля дисертанткою отримані такі найбільш важливі наукові результати:

1. Вперше встановлено перспективність застосування в складі підстилки пташників суміші палигорськиту та клиноптилоліту, що дало можливість мінімізувати екологічну небезпеку від забруднення довкілля в зоні впливу птахофабрик.

2. Вперше встановлено оптимальний склад композиції «сорбенти : курячий послід», яка забезпечує найбільш високу адсорбційну ємність щодо аміаку, що дозволило реалізувати відповідні технологічні заходи для мінімізації екологічної небезпеки від забруднення довкілля аміаком в зоні впливу птахофабрик.

3. Вперше обґрунтовані параметри технологічного режиму виготовлення органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів, що дало можливість запропонувати екологічнобезпечну технологію утилізації відходів птахофабрик.

4. Отримали подальший розвиток дослідження використання відходів птахофабрик у суміші із природними сорбентами як ефективних органо-мінеральних добрив пролонгованої дії.

Практичне значення одержаних результатів. Аналіз даних експериментальних досліджень дав змогу розробити та запропонувати для впровадження спосіб отримання органо-мінерального гранульованого добрива із використанням як сировини підстилки, в складі якої знаходиться курячий послід та суміш сорбентів, який дозволяє мінімізувати екологічну небезпеку в зоні впливу птахоферм. На спосіб отримано патент України. Результати досліджень, які відносяться до впровадження виробництва гранульованого органо-мінерального добрива пролонгованої дії, передані в Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів, що підтверджується відповідним актом. Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у лекційному курсі із дисципліни «Агроекологія» для студентів спеціальності 101 «Екологія», тема 7 «Методи і заходи екологізації галузей АПК України. Екологічні аспекти» та в програмі практичних занять цього курсу, а також в дисципліні «Техноекологія», тема 12. «Агропромисловий комплекс» для спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Особистий внесок здобувача. Здобувачем особисто опрацьовано літературні джерела за темою дисертаційної роботи, проведено лабораторні експериментальні дослідження, систематизовано й узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано науково обґрунтовані висновки, підготовлено патент на корисну модель України. Постановка задач, розроблення методик дослідження процесів та технологій мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу птахоферм, обговорення поставлених задач проводились під керівництвом д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Мирослава Мальованого та доцента кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка» Зоряни Одноріг.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на таких міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях: Український екологічний конгрес (10-11 грудня 2009р. Київ 2009); V-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (23-24 вересня 2015р., Вінниця); Міжнародна науково-практична конференція «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (Харків 2015); Третій студентський конгрес «Захист навколишнього середовища збалансоване природокористування» (Львів 2016); 4-й науковий конгрес Захист навколишнього середовища «Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів 2016); 6-й міжнародний молодіжний науковий форум «Litteris et Artibus» (Львів 2016); Науково-практична конференція «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя 2017); Міжнародна науково-практична конференція «Хімічна технологія та інженерія» (НУ «Львівська політехніка» 26- 29 червня 2017р.); XVII Міжнародна науково-практична конференція «Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки» (Кременчук 2017); VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Вінниця, 20–22 вересня 2017р.); 2-а Міжнародна науково-практична конференція «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг» (18-19 жовтня 2017р. Львів); семінар «Сталий розвиток – погляд у майбутнє» (Львів, 15 вересня 2017р.); Міжнародний студентський науковий форум «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК», (ЛНАУ 920-22 вересня 2017 Львів); 7-th International youth science forum “Litteris et artibus” (November 23-25, 2017, Ukraine, Lviv); III Ukrainian- Polish scientific conference «Membrane and sorption processes and technologies» (Kyiv. 2017); XV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (11-13 жовтня 2017. м. Кременчук); Міжнародний науковий симпозіум «Сталий розвиток – стан та перспективи» (28 лютого – 3 березня 2018 року. Львів, Славське); П'ятий міжнародний молодіжний конгрес «Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування». (Львів, 22-23 травня 2018р.); 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване

природокористування» (Львів, 26–29 вересня 2018 року); 8-th Internation youth science forum “Litteris et artibus” (November 22-24, 2018. Lviv, 2018).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 27 друкованих наукових праць, в тому числі 1 стаття у закордонному фаховому періодичному виданні, 4 статті у фахових виданнях із технічних наук, 20 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях, 1 стаття у інших наукових виданнях та 1 деклараційний патент України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 169 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 27 рисунками, текст містить 17 таблиць, у бібліографії наведено 147 літературних джерела, дисертація містить 8 додатків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Економічний потенціал птахівництва та вплив птахівництва на стан оточуючого середовища

Сучасний аграрно-промисловий комплекс містить до 30% основних виробничих фондів, у ньому виробляється понад 20% валового суспільного продукту, формується 70% роздрібного товарообігу. Агропромисловий комплекс має найвищу територіальну поширеність у порівнянні із іншими галузями промисловості України.

Промислове птахівництво – одна із галузей тваринництва сільськогосподарського виробництва, основним завданням якої є розведення, селекційно-племінний добір птиці, її відгодівля та утримання, застосування повної автоматизації та механізації, суворе дотримання технологічних параметрів та проведення ветеринарної профілактики з метою збільшення виробництва яєць, м'яса та інших продуктів на промисловій основі. До птахівницьких підприємств відносяться комплекси із відгодівлі курчат-бройлерів, утримання курей-несучок, господарства із вирощування ремонтного молодняку курей-несучок, інкубатори для отримання добових курчат для їх подальшого постачання в господарства [1].

Нині Україна входить в десятку найбільших світових виробників та експортерів м'яса птиці і яєць. Птахівництво сьогодні є найбільш динамічною галуззю не тільки в тваринництві, але і в сільському господарстві України в цілому. В 2000 році вироблялося всього 193 тис. т м'яса птиці, з яких 36 тис. т, - промисловим способом. В 3,5 рази було зменшено виробництво продукції в порівнянні із 1990 р., коли Україна виробляла 708 тис. т м'яса птиці (на душу населення 17,9 кг), з них промисловим способом - 357 тис. т. [2].

Активний розвиток птахівництва почався з 2003 року, коли завдяки Указу Президента "Про приватизацію в сільському господарстві" розпочалося будівництво нових та реконструкція існуючих птахофабрик, а також почали вкладатися інвестиційні ресурси – 2,5 млрд.\$ протягом 2003-2013рр. [3]. Якщо на початку 2000

років в усіх категоріях господарств налічувалося лише 123,7 млн. голів птиці, то вже в 2015 р. її чисельність зросла до 214,6 млн. голів, або майже в 1,7 рази, виробництво яєць – до 19,6 млрд. шт., м'яса – до 1,9 млн. т. При цьому суттєво змінилася структура утримуваного поголів'я. Зокрема, частка птиці у сільськогосподарських підприємствах в 2001 р. становила лише 20,5 %, тоді як впродовж наступних 15 років вона підвищилася до 56,9 %.

В даний час в Україні виробництвом курячого м'яса займаються 20 підприємств, перші чотири з яких займають 85% ринку: «Миронівський хлібопродукт» (ТМ «Наша Ряба») забезпечує 60,6% загального виробництва; «Агромарс» (ТМ «Гаврилівські курчата») – 12,3%; Володимир-Волинська птахофабрика – 6,4%; Птахокомплекс «Дніпровський» – 5,7%.

Птахівництво як галузь також має значний експортний потенціал та перспективи його нарощування, що є однією зі стратегічних цілей підвищення ефективності розвитку агропромислового комплексу до 2020 року. Українські виробники курятини експортують свою продукцію у щонайменше 50 країн світу. Україна увійшла в ТОП-10 світових експортерів курятини [4, 5].

Зараз птахівництво – єдиний сегмент українського тваринництва, який має доступ до ринків ЄС. Продукція птахівництва поставляється, в основному, до Іраку (30 тис. т.), Узбекистану (23 тис. т.), Казахстану (19 тис. т.), Нідерландів (11,5 тис. т.), Молдови (10 тис. т.), країн Африки (Єгипту, Оману, Лівії) та Близького Сходу (Сирії, Йордану, Ємену, ОАЕ) [7].

Проте інтенсифікація виробництва яєць та м'яса птиці поєднана із збільшенням негативного тиску птахівництва на навколишнє середовище, що проявляється в таких формах:

- забруднення наземних водоймищ, ґрунтів та ґрунтових вод твердими відходами (послід, підстилка, птиця, що загинула, відходи забою птиці тощо) та продуктами їх розкладу;
- забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих газів (аміак, сірководень, метан, чадний газ, метилмеркаптан, диметиламін, диметилсульфід,

кислота капронова, альдегід пропіоновий, фенол) та пилу (пуховий, комбікормовий), які утворюються в результаті життєдіяльності птиці, мікробіологічного розкладу посліду, підстилки та інших відходів;

- забруднення стічними водами промислових птахівничих комплексів, які насичені мінеральними і органічними речовинами, дезінфектантами, інсектицидами, лікарськими препаратами, нітратами тощо, що утворюються в процесі напування птиці, переробки продукції, прибирання приміщень, обладнання, зберігання та утилізації відходів;

- мікро- та макробіологічного забруднення довкілля (мікроорганізми, гельмінти, мухи тощо);

- вилучення території під птахівницькі підприємства та гноєсховища.

Згідно із даними статистичних спостережень, за минулі роки з понад 13,5 млн. тонн утворених сільськогосподарських відходів частка тваринних екскрементів, сечовина та гній складають 37% (або 4,938 млн. тонн). Відходи рослинного походження складають – 57% або 7,742 млн. тонн; відходи тваринного походження та змішані відходи – 6% або 0,9 млн. тонн.

За приблизними оцінками, тільки в спеціалізованих господарствах вихід твердих відходів за рік складає: посліду природної вологості - близько 5,2 млн. т, птиці, що загинула - 50 тис. т, відходів інкубації - 12 тис. т, відходів забою птиці - 210 тис. т. [2]. Причинами виникнення екологічної небезпеки є низька якість виконання технологічних операцій видалення посліду із пташника, неправильне його зберігання, транспортування та використання під час внесення як органічного добрива. Проблема ліквідації твердих відходів є актуальною для всіх господарств із вирощування птиці, яку необхідно вирішувати комплексно.

Основними нормативними документами в цій сфері є Закон України «Про відходи» (від 05.03.1998р. №187/98-ВР); Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначених для споживання людиною» (від 07.04.2015 р., № 287-VIII); Закон України «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти тваринного походження, здоров'я та

благополуччя тварин» (від 18.05.2017р., № 2042-VIII (набрав чинності 04.04.2018 р.) [6].

У Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року, схваленій Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року № 820-р, передбачено:

- проведення досліджень щодо існування та достатності інфраструктури, а також доступності послуг із збирання, зберігання та транспортування твердих відходів;
- перероблення відходів сільського господарства тваринного походження;
- визначення існуючого потенціалу для перероблення відходів сільського господарства тваринного походження;

Для курячого посліду, який відноситься до IV класу небезпеки відходів згідно статті 246 Податкового Кодексу України (в редакції від 01.07.2019 р.) ставка за розміщення відходів встановлена на рівні 5 грн./т. Передбачене застосування до ставок податку коефіцієнта, який залежить від місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі. Ставки податку збільшуються втричі за умови розміщення відходів:

1) на звалищах, які не забезпечують повне виключення забруднення атмосферного повітря або водного об'єкту;

2) в межах населеного пункту або на відстані менше ніж 3 км від таких меж.

Звільняються від оподаткування птахофабрика, яка має змогу утилізувати пташиний послід будь-яким способом, або одразу реалізує його споживачам.

Неорганізовані викиди не враховуються ні підприємствами, ні природоохоронними органами (втрати летких сполук не включають у звіти про викиди).

Зазвичай утримання птиці відбувається на незмінній підстилці товщиною 3 ÷ 10 см. Після забою підстилку видаляють, компостують протягом одного місяця і

реалізують (вивозять на поля як добриво). У випадку утримання дорослих курей на підстилці згідно відомчих норм технологічного проектування птахівницьких підприємств за нормативних параметрів щільності посадки та мікроклімату у пташнику з 1 м² поверхні підстилки за 1 год виділяється (див. таблицю 1.1.) [8, 9].

Таблиця 1.1- Емісія основних забруднюючих речовин із пташника

| Речовина | Із 1 м ² поверхні підстилки, мг/год [8]. | Із 1 м ² безпідстилкового посліду натуральної вологості, мг/год, [8]. | В 1 м ³ вентиляційного газу, мг [9]. |
|------------------|---|--|---|
| NH ₃ | 25 | 8 | 3÷20 |
| H ₂ S | 15 | 5 | 1÷3 |
| CO ₂ | 8 | 5 | 0,1÷0,3% |
| Пил | | | 3÷5 |
| Мікробних тіл | | | 70-900 тис. |

Кількість вентиляційних викидів із одного типового пташника складає: взимку 10-50 тис. м³/год, влітку 200-500 тис. м³/год. Інтенсивність виділення газоподібних речовин в атмосферу залежить від умов зберігання (температури, вологості повітря, типу гноєсховища, способу гомогенізації) та специфічних властивостей гною. Виділення цих газів суттєво зростає за умови недотримання нормативних параметрів мікроклімату, збільшення вологості посліду та підстилки, перевищення щільності посадки птиці [10]. Було визначено, що зони розповсюдження специфічних запахів залежали від швидкості та напрямку вітру, температури атмосферного повітря, рельєфу місцевості та існування лісових насаджень.

Джерелами викиду аміаку в повітря на птахофермі є:

- сам пташник, який забезпечений загальнообмінною системою вентиляції;
- газові викиди в період санітарної дезінфекції приміщення концентрованим розчином аміаку (після вивозу курчат на забій);
- місце зберігання курячого посліду (неорганізоване джерело).

Аміак є одним із небезпечних джерел забруднення довкілля. Він має відносно короткий період життя в атмосфері (від кількох годин до 5 днів), оскільки легко адсорбується водою або нейтралізується кислими газами (NO_x та SO_2). Таким чином, це сприяє підкисленню ґрунтів та евтрофікації поверхневих водойм.

Не є рідкісними випадки отруєння газами і серед працівників птахоферм. Окрім того, вони страждають хворобами шлунку, очей та мозку, частіше хворіють онкологічними хворобами [10]. Мінімальна концентрація аміаку, яка впливає на людину негативно, складає 0,00035 мг/л. Концентрація 0,00045 мг/л викликає зміну біопотенціалів головного мозку, а 0,04÷0,08 мг/л подразнює очі, верхні дихальні шляхи, спричиняє затримку дихання та головний біль. Вдихання 0,003 мг/л аміаку людиною впродовж 8 годин порушує утилізацію кисню в організмі та уповільнює пульс. За умови вдихання 0,05 мг/л аміаку можливий набряк легень, а концентрація 0,35÷0,7 мг/л може бути небезпечною для життя людини [11].

Чинне екологічне законодавство виокремлює діяльність та об'єкти, що потенційно становлять підвищену екологічну небезпеку. Основними нормативно-правовими актами України щодо хімічно-активного азоту є: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про охорону атмосферного повітря», Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», Закон України «Про дозвільну систему в сфері господарської діяльності». В преамбулі і в додатку IX до Протоколу про боротьбу із підкисленням, евтрофікацією і приземним озоном (Гетеборзький протокол (1999 р.) до Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані (в Україні набула чинності 1983 р.) рекомендовано належним чином враховувати необхідність скорочення втрат аміаку впродовж усього азотного циклу. Цільовою комісією з хімічно активного азоту Task Force on Reactive Nitrogen (TFRN) задля сприяння скороченню викидів аміаку розроблений Рамковий кодекс ЄЕК ООН для належної сільськогосподарської практики (2001р., оновлений 2015 р.) Документ включає статті з усіх значних сільськогосподарських джерел аміаку і націлений на сприяння Сторонам Конвенції в удосконаленні і/або розробці своїх власних національних документів щодо

впровадження належної сільськогосподарської практики із врегулювання емісії хімічно активного азоту. Такі методичні рекомендації [12] розроблені і для України. Вони враховують кліматично-територіальні, ґрунтові та геоморфологічні умови нашої держави. Розрахунок азотного балансу на рівні країни, регіону або окремого підприємства використовується як інструмент для оцінки ефективності застосування поживних речовин і відповідного екологічного навантаження на навколишнє природне середовище [13].

Екологічно безпечне виробництво промислового птахівництва є необхідною умовою збереження сприятливого стану навколишнього природного середовища в зоні його діяльності. Зменшення впливу існуючих джерел забруднення на довкілля, покращення еколого-економічних показників підприємства, модернізація системи екологічного управління, перехід на безвідходні технології, бережне використання невідновлюваних ресурсів, забезпечення випуску екологічнобезпечної продукції є основними завданнями екологізації виробництва птахівничої продукції.

1.2. Відомі технології знешкодження аміаку, що утворюється в результаті діяльності птахоферми

Про проблеми забруднення довкілля, яке спричиняється діяльністю тваринницьких комплексів, науковці почали звертати увагу із середини 90-х років ХХ століття. Як правило, наводиться інформація про питомий рівень емісії аміаку, метану та закису азоту в процесі утримання на фермі різної кількості крупної рогатої худоби та птахів, аналізується вплив кліматичних умов в місцях розміщення ферм, ваги тварин, кількості та складу кормів, температури атмосфери та стоків, рівня вмісту аміаку в довкіллі, кількості тварин на фермі, інтенсивності вентиляції приміщень та інших факторів на інтенсивність емісії та рівень вмісту аміаку у викидних газах [14-19].

Ведуться дослідження щодо зменшення концентрації аміаку у вентиляційних викидах із приміщень пташника. Можна виділити такі основні шляхи:

- технологічний – суворе дотримання нормативних параметрів та умов утримання птиці;
- кормовий – додавання у раціон птиці спеціальних добавок;
- хімічна обробка підстилки – з метою пригнічення розвитку бактерій, які перетворюють сечовину посліду в аміак;
- різні способи обробки відпрацьованої підстилки – компостування в буртах, високотемпературне сушіння, спалювання задля отримання теплової енергії, отримання біогазу;
- фізико-хімічний – застосування певних видів сорбентів (торф, цеоліт, монтморилоніт, бентоніт) для адсорбції вологи, амоній-іону та аміаку із підстилки.

Для дезодорації запахів, особливо неприємних, зараз застосовують різні способи: метод мокрого продування повітря в скруберах [20], фільтрація через спеціальні поглиначі, впровадження установок із мікробіологічним обладнанням для маскуванню запахів за допомогою приємно пахучих речовин (наприклад, лаванди), [21 - 23].

В залежності від технології утримання тварин отримують підстилковий та безпідстилковий (напіврідкий та рідкий) гній, який розрізняється за складом, способами збереження та використання. Підстилковий гній складається із твердих та рідких виділень тварин та підстилки. Склад та добривна цінність залежать від виду тварин, складу кормів, якості та кількості підстилки, а також способу зберігання гною.

Тверді та рідкі виділення тварин є нерівноцінними за складом та добривними якостями. В рідких виділеннях міститься більше азоту (0,4—1,9%) та калію (0,5—2,3%), ніж в твердих (відповідно 0,3—0,6% и 0,1—0,3%), а фосфору, навпаки, значно більше в твердих виділеннях (0,17—0,41%), ніж в рідких (0,07—0,1%). Азот та фосфор в твердих виділеннях міститься в складі органічних сполук та переходять в доступну для рослин форму після їх мінералізації. В рідких виділеннях елементи живлення представлені у розчинній, легкодоступній формі.

В [24] наводиться аналіз існуючих методів обробки підстилкових матеріалів, яку проводять із метою зниження їх контамінації патогенними мікроорганізмами, зменшення емісії шкідливих газів та дезодорації неприємних запахів в приміщенні. До таких методів відносять хімічний, фізико-хімічний та біологічний.

Обробку підстилки хімічними реагентами проводять, використовуючи речовини окиснювального типу (розчини кислот та лугореагуючі солі), які зміщують рН посліду в кислу сторону, пригнічуючи розвиток амоніфікуючих та патогенних мікроорганізмів, а також нейтралізуючи аміак [24].

Із кислот застосовують соляну [25, 26], азотну [27], сірчану [28, 29], фосфорну [30], та молочну кислоти [34]. Із лугореагуючих солей застосовують хлористі, нітратні та сульфатні солі [31, 32].

Як дезінфікуючі засоби застосовують формалін, засоби на основі четвертинних амонієвих сполук [34]. Обробка підстилки мікробіологічним препаратом целюлозоруйнуючого типу «Ембіонік К» давала змогу зменшити емісію аміаку із підстилки в 1,5 - 1,3 рази і забезпечувала зниження вологості підстилки на 4,3-7,9% [35].

Можна застосовувати і сукупність методів. Зокрема [36] як дезінфектант пропонується використовувати препарат «Біоцидін», який містить (в мас %): дихлорантин – 12,5, хлорантоїн – 11, кислоту трихлорізоціанурову – 11,5 та цеолітове борошно (яке забезпечує адсорбційні і гігроскопічні властивості) – 65.

Засіб для дезінфекції та дезодорації «Mistral» містить морські водорості, адсорбенти рослинного та мінерального походження, активатор осушення, рослинну олію [37].

Як правило, у вигляді підстилки використовують такі матеріали: стружка дерев, солома (5÷20см), подрібнена солома (2,5÷5см), лущиння соняшника, подрібнені стебла соняшника (3÷5см), подрібнені стержні кукурудзи (0,5÷1,5см). Такі матеріали швидко адсорбують вологу, аміак та сірководень, чим покращують санітарно-гігієнічні норми в приміщенні. Хімічний склад всіх наведених підстилкових матеріалів характеризується високим вмістом вуглецю, що є

необхідною умовою для розвитку аеробної мікрофлори та проходження біотермічних процесів. Завдяки цим процесам пригнічується розвиток амоніфікуючої мікрофлори, відповідно знижуються виділення аміаку [24].

В [38] і [39] перед використанням солому пропонується подрібнювати до розмірів 10,0-4,0 мм, після використання насичена субстратом суміш вологістю 35-40% обробляється у роторно-вихровій камері із одночасним зневодненням до вологості 15-18% та структуризацією матеріалу до розмірів 6,0-8,0 мм.

Для застосування фізико-хімічного методу стає популярним добавляння до підстилки таких природних мінеральних сорбентів як цеоліт, бентоніти, торф.

Miner J.R. із співавт. [40] рекомендують добавляти цеоліт у кількості 4% від маси гною. Емісія аміаку у цьому випадку зменшується на 60%.

Включення 10% цеоліту в підстилку зменшило вологість вологи та випаровування аміаку [41].

В [42] наводяться результати досліджень впливу на емісію аміаку завдяки нанесенню природного цеоліту у кількості 1 кг/м² підлоги пташника. Вони встановили, що вміст аміаку в повітрі пташника зменшився в результаті цього в середньому на 40% .

В [43] в двох окремих експериментах вивчали вплив цеоліту на емісію аміаку: 1 - добавлянням його до складу підстилки у кількості 5 кг/м²; 2 - введенням до складу комбікорму у кількості 10%. В першому випадку емісія аміаку зменшувалася на 35%, у другому – на 8% .

В [44 - 45] пропонується як підстилковий матеріал використовувати суміш клиноптилолітового туфу (30-60%) та монтморилоніту (5-60%) від загальної маси, а також суміш туфу та бентонітової глини (від 10 до 50%). Недоліком цього способу є відносно висока затратність використання такої кількості природних дисперсних сорбентів, створення некомфортних умов проживання для пташенят та неможливість набуття продуктом зручної для споживача форми у вигляді гранул.

1.3. Методи утилізації курячого посліду як органічного добрива

1.3.1. Узагальнена характеристика добрив. Відходи тваринництва є органічними добривами, які підвищують родючість ґрунтів та врожайність вирощуваної продукції. Потреба в таких добривах особливо велика зараз, коли мінеральні добрива дорогі, а ґрунти в Україні в значній мірі втратили свій природний потенціал родючості через прискорене винесення гумусу.

Добриво – речовина, призначена для покращення живлення рослин та підвищення родючості ґрунту. За характером дії на рослини та ґрунт добрива поділяються на:

- добрива прямої дії – містять у собі необхідні для рослини елементи живлення і мають безпосередній вплив на поживний режим ґрунту (мінеральні та органічні добрива);

- добрива непрямої дії – застосовуються для покращення фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей ґрунту. Вони позитивно впливають на рухливість поживних речовин та живлення рослин. До них відносяться вапнякові добрива, гіпс та бактеріальні добрива.

Добрива можна поділити на чотири групи [46]:

- 1) органічні;
- 2) мінеральні;
- 3) бактеріальні;
- 4) мікродобрива.

До **органічних** добрив відносяться ті, які є залишками рослин та тваринних виділень (компости, сидерати, гній, торф, пташиний послід).

До **мінеральних** добрив належать добрива, які отримують промислово-заводським способом, шляхом хімічної або механічної обробки мінеральної сировини. В основний склад мінеральних добрив входять метали та їх різні сполуки (солі кальцію, магнію, сірки, заліза, оксиди, кислоти). Мінеральні добрива поділяються на азотні, фосфорні, калійні, комплексні (складні, складнозмішані), вапнякові і та ін.

Бактеріальні добрива - препарати, що містять мікроорганізми, які здатні підвищувати вміст поживних речовин (азотфіксуючі, бульбочкові бактерії) і мобілізувати їх, тобто переводити важкодоступні речовини у доступні форми (силікатні бактерії, фосфоробактерин та ін.).

Мікродобрива або мікроелементи. До мікроелементів відносяться такі хімічні елементи, як марганець, цинк, залізо, мідь, бор, сірка, та інші необхідні рослинам в невеликій кількості елементи. Ці елементи виконують важливі фізіологічні функції, беруть участь в окиснювальних процесах, активізують асимілюючу здатність рослин. Дефіцит засвоєваних мікроелементів обумовлює зниження врожаю та погіршення якості отримуваної продукції.

Азот, який міститься в азотних мінеральних добривах, входить до складу найважливіших рослинних сполук. Він міститься в білках, нуклеїнових кислотах, фосфатидах, пептонах, поліпептидах, амінокислотах, хлорофілі, ферментах, вітамінах та ін. Тому нестача азоту призводить до зниження вмісту в рослині вказаних сполук, і в результаті – до порушення нормального перебігу життєвих процесів. Особливо сильно нестача азоту позначається на рості рослин. В результаті підсилення азотного живлення рослини розвивають міцну вегетативну масу: в них збільшується вміст білку, спостерігається загальне зростання врожайності. Регулюючи азотне живлення рослин, можна не тільки впливати на абсолютну величину врожаю, а й на його якість та структуру [46].

Перевагами туків (складно змішаних добрив) є широкий спектр дії, зручність під час транспортування та внесення, вони працюють в холодному ґрунті і за умов мінусових температур.

Недоліками мінеральних добрив, особливо азотних форм, є швидке вимивання водою із родючого шару, що призводить до забруднення поверхневих та підземних вод, засолення ґрунтів, імовірності накопичення в сільськогосподарській продукції, що призводить до зниження її якості. Як правило, мінеральні добрива містять у своєму складі не більше 50% корисних хімічних елементів, решта – баласт.

Застосування тільки мінеральних добрив в більшості випадків призводить до зниження вмісту гумусу в ґрунті, а у кращому випадку стабілізує його рівень.

Органічне добриво є основою для родючості ґрунтів, має значний вплив на структурування ґрунту, є джерелом енергії для корисних мікроорганізмів. Підстилковий гній та пташиний послід раніше використовували як органічне добриво у чистому вигляді, або у складі простих компостів.

Органічні добрива компенсують неминучі втрати гумусу, оскільки 75% від внесеної кількості мінералізується і бере участь у харчуванні рослин, а решта – гуміфікується. Якщо вносити на 1 га ріллі 8÷20 т органічних добрив на рік, баланс за гумусом буде позитивним.

Таблиця 1.2. - Запаси поживних речовин в орному шарі ґрунту, т/га

| Ґрунт | Азот (N) | Оксид фосфору (P ₂ O ₅) | Оксид калію (K ₂ O) |
|-------------------------|----------|--|--------------------------------|
| Дерново-підзолистий | 2,4 | 1,3 | 24 |
| Сірий опідзолений | 3,0 | 2,7 | 40 |
| Темно-сірий опідзолений | 4,5 | 3,9 | 50 |

Курячий послід як органічне добриво покращує склад ґрунту, активізуючи циркуляцію води в ґрунті, допомагає рослинам переносити посуху. Коренева система рослин (овочеві та плодово-ягідні культури) добре вбирає всі необхідні корисні речовини (азот, калій, фосфор, залізо, магній, кальцій), які знижують схильність до грибкових та бактеріальних захворювань, прискорюють дозрівання плодів і підвищують врожайність.

Проте властивості цього добрива погіршуються внаслідок втрати азоту (N) – до 55%, в основному через леткість аміаку NH₃. Для укрупненого розрахунку приймають обмеження щодо внесення азоту (N_{балансове}) не більше 170кг/га і фосфору (P_{балансове}) не більше 25 кг/га. [47].

1.3.2. Перероблення відходів методом компостування. В Україні на даний час розроблені регламентні технологічні операції із курячим послідом: карантин, знезараження та перероблення [48, 49].

Для знезараження посліду застосовують різні способи: біотермічний, термічний, хімічний, фізичний та інші.

Найбільш поширені такі способи утилізації чи повторної переробки відходів птахівництва:

- вивіз на поля (курячому посліду необхідно відстоюватись 2-3 роки в закритих контейнерах, перш ніж його можна використовувати як добриво);
- компостування в буртах (утворюється біогумус високої якості);
- вермікомпостування;
- термічне сушіння (від 65 до 1000°C) для отримання пудрети;
- перероблення методом гранулювання;
- виготовлення збалансованих композицій органо-мінерального добрива;
- перероблення на корми (висушений курячий послід використовується як кормова добавка для великої рогатої худоби);
- анаеробне зброджування та біоферментація за допомогою аеробних мезо- і термофільних бактерій з метою отримання біогазу (наприклад [50]).

Наразі близько 50% заводів Нідерландів, що виробляють біоенергію, є збитковими. На вироблення 1 кВт/год потрібно затратити 22 євроценти за 1 кВт/год, а на вироблення біометану – 75 євроцентів за 1 м³. В Україні ці цифри, відповідно, 13,5 та 40 євроцентів [51] - безпосереднє спалювання посліду задля отримання теплової енергії.

Отже, можна зробити висновок, що в загальному способи утилізації поділяються на два основних – виготовлення органічного добрива та виробництво енергії. Вище перелічені інженерні рішення є достатньо енергомісткими, потребують удосконалення та ретельного дотримання умов проведення процесу, подекуди – значних капіталовкладень. Це спонукає здійснювати пошук нових екологічно безпечних технологій перероблення курячого посліду.

Як правило, основним способом, що сприяє збереженню поживних речовин в курячому посліді тривалий період, є компостування із використанням природних сорбентів. Враховуючи специфіку діяльності птахоферми: вид птиці (яйценосні кури або бройлери), спосіб утримання (підстилковий або безпідстилковий) виготовлення органічний добрив може здійснюватися такими способами [52]:

1. Пасивне компостування – послід змішують або складають пошарово із одним із компонентів (% загальної маси) — торфом (25-30%), соломною (15-20%), тирсою (30-50%). Органічна суміш на польових ділянках формується у штабелі висотою до 2,5м. Протягом 3-6 місяців утворюється органічне добриво, більше 6 місяців – утворюється чистий перегній. Проте нативний послід має незадовільні фізико-механічні характеристики – він несипкий, легко злипається, погано піддається транспортуванню, фасуванню та рівномірному розподілу для підживлення. Найбільш цінним продукт стає, коли його термічно висушити.

2. Інтенсивне компостування відбувається протягом 6-7 діб завдяки життєдіяльності мезофільних та термофільних мікроорганізмів і добавлянню ферментерів. Як правило, таке добриво реалізується для споживачів.

Правильне зберігання і перероблення птахівничих відходів підвищує ефективність їх використання як органічних добрив. Тому для ферментації та зберігання гній слід поміщати в гноєсховища або бурти. Використання спеціального приміщення для перероблення посліду надає переваги у порівнянні із відкритими майданчиками. Це дозволяє автоматизувати спеціальне обладнання, організувати припливно-витяжну вентиляцію, що знизить екологічну та санітарно-гігієнічну небезпеку для довкілля та працівників підприємства.

Відповідно до способу утримання курей і технології видалення гною із птахівничих приміщень гноєсховища бувають наземні, заглиблені (на 1,5-2 м) або напівзаглиблені. Дно та стіни гноєсховища виконують з бетону або облицьовують панелями. Гноєсховище для рідкого гною влаштовують глибиною до 2,5 м із залізобетонних конструкцій. Розміри гноєсховища залежать від поголів'я тварин, кількості гною та терміну його зберігання (як правило, 2-3 роки).

Значний вклад у дослідження процесу компостування внесли такі вчені як Власюк П.А. [53]. Вивченням факторів, які впливають на цей процес займалися: впливом аерації – В.Ємцев та Є.Мішустін [54]; діяльністю мікроорганізмів – В.Коваленко та І.Петренко [55], впливом вологості компосту - В. Афанасієв та В.Міллер [56].

Бурти формують висотою у 1-2,5 м, шириною до 3-3,5 м та довжиною до 50 м. Розрізняють два способи компостування: пошарове та вогнищеве. Поверхня бурту періодично зволожується (40 л/т в декілька прийомів). Кількість води, необхідної для балансування вологості, повинна становити 150–250 л/т сировини, щоб забезпечити оптимальну вологість перероблюваної сировини на рівні 55-65% [57]. В процесі компостування утворюється достатньо складна система між послідом, мікроорганізмами, вологою та киснем у ґрунті. Мікроорганізми (бактерії, актиноміцети, гриби, дріжджі) в процесі своєї життєдіяльності споживають органічні відходи, виділяючи теплоту, воду, метан та вуглекислий газ, перегній, в тому числі гумінові кислоти. Тому, як правило, є необхідність попереднього застосування в складі підстилки та верхнього шару таких адсорбуючих матеріалів як солома чи торф (до 50 см).

Температура є індикатором проходження фаз процесу компостування. У буртах термічні процеси відбуваються в мезофільному (40-45 °С) або термофільному (55-65°С) режимах, що є недостатнім для повного знищення патогенної мікрофлори. Перша фаза – формування компостного бурта – мікроорганізми формують умови для свого існування. Впродовж другої фази (1-2 тижні) популяція мезофільних мікроорганізмів бурхливо зростає, тому температура всередині бурта зростає до 40-45°С. За умови зростання температури до 55-65 °С активно розвивається термофільна популяція мікроорганізмів. Виявлено, що в процесі компостування кількість мікроорганізмів перевищує аналогічні показники в 10 - 20, а іноді і в 50 разів [58].

Вище 60 °С основна маса патогенних мікроорганізмів гине, а вище 70 °С життєдіяльність термофільних мікроорганізмів припиняється. Тому температура

знову знижується до 45 °С – фаза затухання [55]. Балансова пропорція між азотом та вуглецем повинна складати $C : N = 1 : (25-30)$. За умови нижчої концентрації азоту мікробний метаболізм так само знижується. За умови надлишку азоту утворюється аміак та інші гази, які виділяються в атмосферне повітря, що спричиняє поширення неприємного запаху. Із збільшенням значення рН >7 збільшуються втрати азоту в вигляді аміаку. В кінці процесу компостування рН = 8,0-9,0. Оптимальною для збереження азоту в біомасі є її вологість в межах 50-70%. Висока температура біомаси також сприяє виділенню аміаку в атмосферу [58].

Остання фаза – фаза дозрівання – може тривати декілька місяців. Ведуться розробки щодо зменшення терміну перебування посліду у буртах.

Спосіб одержання солом'яно-послідного компосту пролонгованої дії [59] включає змішування наповнювача, а саме соломи вологістю 64% із пташиним послідом вологістю 76%, у співвідношенні 1:2 та наступне компостування протягом 30 діб.

Спосіб отримання органічного добрива із пташиного посліду за Садченко С.І., Панукаренко С.В. [60] полягає в тому, що проводять змішування пташиного посліду вологістю 90% із наповнювачем (солома, тирса) у високообертovому змішувачі-аераторі за вагового співвідношення 1 : 3, компостування проводять протягом 21 доби. Тривалість компостування скорочується за рахунок інтенсивного збагачення суміші киснем повітря. Недоліком є знижений вміст азоту завдяки емісії аміаку, що призводить до забруднення атмосферного повітря, а також існування патогенної мікрофлори.

Перевагами компостування є простота та дешевизна технології, можливість постійного відслідковування за фазами процесу, отримання високоякісного біогумусу. Недоліками є значна втрата (до 30-60 %) азоту під час емісії газів. Також, згідно даних [61] в дійсності, температура маси посліду всередині бурта не піднімається вище 36-38 °С внаслідок впливу різних погодних умов та недостатньої аерації, що призводить до неповного знезараження від патогенної мікрофлори.

Для пришвидшення процесу та покращення умов утворення біогумусу останніми десятиліттями ведуться дослідження щодо використання вермікультури, що достатньо повно описано у [62 - 64].

В [65] процес включає додавання перед ферментацією до пташиного посліду в певному співвідношенні соломи, тирси, торфу, піску, а після закінчення ферментації - заселення готового субстрату черв'яками.

Незважаючи на перспективність застосування культури дощових черв'яків, вермикомпостування також має недоліки, зокрема значний період процесу (4-6 місяців) за температури $+16\div 24$ °С, некерованість мікробіологічних процесів, складність реалізації у технологічному відношенні стадії відокремлення черв'яків від біогумусу [66].

1.3.3. Перероблення відходів методом виготовлення органо-мінеральних добрив. Проводяться дослідження і у сфері розроблення збалансованих композицій органо-мінерального добрива, яке могли би поєднувати корисні властивості органічного та мінерального добрив, шляхом оптимізації пропорції фосфору та азоту.

Органо-мінеральні добрива (ОМД) - це різні види добрив, які містять ядро, що включає азотні, фосфорні, або калієві живильні речовини, або їх комбінації і покрите оболонкою із органічної речовини. Вони відрізняються як за фізико-хімічними властивостями, так і за компонентами, що входять до їх складу. Технології виготовлення ОМД відрізняються як за вмістом органічної речовини (курячий послід, гній ВРХ, сапрпель, лігнін), так і за домішками, які змінюють властивості добрив [67].

Спосіб отримання органо-мінерального добрива завдяки змішуванню курячого посліду із цеолітом, та/або активованим вугіллям, бентонітом, фосфорною мукою, суперфосфатом, фосфогіпсом, розглядається в [68]. В [69] пропонується до підстилки пташника (30% мас.) додавати буре вугілля (3%), монтморилоніт (10%), клиноптилоліт (45%), коректор хімічного складу (5%), коректор водневого

показника (7%). Недоліком способу є висока залишкова вологість продукту (30-40%) та високий вміст (58%) природних сорбентів, що збільшує вартість добрива.

В патенті [70] пропонується до пташиного посліду у кількості 73% мас. і вологістю 78% додавати 5% мас. гіпсу та мінеральних добрив (наприклад, 10% мас. нітрату амонію, 5% мас. подвійного суперфосфату, 7% мас. сульфату калію). Отриману масу подрібнюють до однорідної пульпи розміром 30-450 мкм. Сушіння та гранулювання проводиться шляхом розпилення органо-мінеральної пульпи в псевдозрідженому шарі за температури 55-90°C.

До складу ОМД фірми ТОВ «УкрТехноФос» входять такі компоненти: свіжий та сухий осади очисних споруд, торф, фосфогіпс, туф, аміачна селітра, мінеральні компоненти NPK.

Здійснюються розробки для випуску органо-мінеральних біоактивних добрив (ОМБД), які одержані на основі посліду, який спочатку анаеробно розкладають в біореакторі. Опісля масу змішують із мінеральними компонентами і гранулюють. Біогаз, гній та насичену аміачну воду використовують за призначенням [71, 72].

В [73] наводяться результати досліджень промислових партій таких добрив:

1) ОМБД «Екобіом-Ф», які були виготовлені на основі нативного безпідстилкового пташиного посліду із додаванням у процесі компостування деревної тирси, торфу, мінеральних компонентів, сорбентів та іонообмінних матеріалів, специфічної біоти. Добрива містять: загальних форм азоту - 3 %, фосфору - 3 %, калію - 3%, органічної речовини - 60%.

2) ОМД «Добрі добрива» виготовлені на основі нативного пташиного посліду, перемішаного із сорбентами (із вмістом мікроелементів – марганцю, цинку, міді, кобальту) та комплексними мінеральними добривами (NPK), які містять у своєму складі загальних форм азоту - 2%, фосфору - 3%, калію - 5% та органічної речовини - 30%.

3) ОМД «Вітафілд» виготовлені на основі пташиного посліду із додаванням мінеральних добрив. Містять загальних форм: азоту - 3%, фосфору - 2%, калію - 5% та органічної речовини - 62%.

1.3.4. Перероблення відходів методом гранулювання та сушіння. На даний момент технологія внесення органічного добрива у вигляді простих компостів є низькорентабельною у зв'язку із високими транспортними витратами. На відміну від мінеральних, органічні добрива і далі вносяться шляхом розкидування полями із подальшими заорюванням (перегній) або шляхом розбризкування із мобільних цистерн (рідкі добрива) [74].

Тому, на нашу думку, найефективнішим способом утилізації курячого посліду є застосування гранулювання із наступним обезвожуванням. Перевагами такої схеми є такі міркування:

- добриво є практично стерильним від патогенної мікрофлори та насіння бур'янів;
- висушений за відносно низьких температур послід містить 80-85% органічної речовини, 4-5,5% азоту, 2,6-2,8% P_2O_5 , 1,3-1,8% K_2O (за даними [73]).
- після термічного сушіння маса посліду зменшується в 3-4 рази, отже, суттєво знижуються витрати на складування та транспортування;
- зараз уся серійна сільськогосподарська техніка повністю пристосована для внесення добрив у гранульованому вигляді.

Найбільш поширені такі способи гранулювання: екструдкування, в псевдозрідженому стані, пресування порошку.

Гранулювання способом екструдкування здійснюється в спеціальних установках – прес-грануляторах із кільцевою або пласкою матрицею. Гранулятор складається із пресу, встановленого на рамі, та змішувача. Прес призначений для утворення гранул шляхом продавлювання його пресуючими вальцями через радіальні отвори кільцевої матриці.

Утворення гранул в умовах псевдозрідженого стану відбувається шляхом розпилювання рідкого посліду форсунками у вільний об'єм сушарки із наступним пресуванням утвореного порошку. Недоліками є:

1) неефективне знезараження патогенних мікроорганізмів через короткий час перебування (15-20 с) у полум'ї факелу – мікроорганізми знаходяться у тепловій ізоляції верхнього шару частинок;

2) висока залишкова вологість (в межах 18-20%), оскільки гранулювання пресуванням є неможливим за меншої вологості, і, як наслідок, непластичності формованої маси;

3) низька насипна густина гранульованого продукту, що збільшує витрати на упакування, складські приміщення, транспортування.

Теплообмінний процес під час гранулювання в апаратах киплячого шару відрізняється від сушіння тим, що на поверхню гранул постійно подається рідина та органічні частинки розміром 10-20 мкм. Інтенсивність теплообміну залежить від температури повітря та швидкості подачі теплоносія, розмірів частинок та їхніх фізико-хімічних властивостей [75].

На відміну від сирого курячого посліду, висушений послід (пудрет) має низьку насипну густина ($0,25-0,3 \text{ т/м}^3$), тобто високу здатність до пилоутворення. Для уникнення цього недоліку послід необхідно гранулювати. Гранульований послід має насипну густина $0,6-0,65 \text{ т/м}^3$, що дозволяє мінімум вдвічі зменшити площу складів зберігання, підвищує екологічну безпеку для працівників.

В таблиці 1.3 представлені чисельні показники зміни маси та об'єму посліду завдяки сушінню, гранулюванню та спалюванню [76].

Таблиця 1.3 - Показники зміни маси та об'єму, необхідні для зберігання посліду

| Агрегатний стан курячого посліду | Маса від початкової кількості, % | Необхідний об'єм для зберігання, м ³ |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Сирий курячий послід (вологість 70%) | 100 | 1,5 |
| Висушений послід (пудрет) | 35 | 4,0 |
| Гранульований послід | 35 | 1,5 |
| Зола (після спалювання) | 3,5 | 5,0 |

Недоліком є висока вартість теплоносія. На висушування 1 т посліду необхідно використати 450-500 кг умовного палива.

Термічне сушіння посліду відбувається в спеціальних установках (сушарках) різних типів: барабанних (прямотечійних або протитечійних), шахтно-барабанних, апаратах сушіння в киплячому шарі, сушарках контактного (кондуктивного) сушіння, тунельних та стрічкових.

В установках барабанного типу послід висушується, пересипаючись із лопаті на лопать під час обертання барабану. Подача теплоносія (гарячого повітря або топочних газів) відбувається прямотечією або протитечією.

В установках тунельного типу сушіння відбувається під час руху рельсовим шляхом в тунелі із цегляними стінками. Як теплоносієм використовується гаряче повітря, яке нагріте калориферами.

В установках стрічкового типу теплоагент циркулює скрізь шар матеріалу знизу вгору, зверху вниз, вздовж транспортеру прямотечією або протитечією.

Температура сушіння може коливатись в діапазоні від 80°C до 100°C, в залежності від типу сушарки. Основною метою є знищення патогенних бактерій, вірусів, личинок та яєць гельмінтів. У прямотечійних сушарках послід знезаражують за температури вхідних газів від 800°C до 1000°C, вихідних від 120°C до 140°C і експозиції не менше ніж 30 хв. У протитечійних сушарках знезараження сировини забезпечується за температури вхідних газів від 600°C до 700°C, у барабані від 220°C до 240°C, газів на виході з барабану від 100°C до 110°C і експозиції від 50 до 60 хв. Температура посліду в цьому випадку не перевищує 90°C. Продукт висушується до вологості 10-12% [77].

Згідно даних, представлених в [76], курячий послід, висушений за температури 600-700°C, втрачає до 18-50% загального азоту, до 4-12% неорганічного посліду та до 6-18% калію.

В [78] наведені результати досліджень щодо кінетики сушіння посліду у широкому діапазоні зміни теплових навантажень (від 70 до 700°C) та розміру частинок (від 1 до 6 мм), а також за умов різних швидкостей теплоносія (1-3-5 м/с),

що можна використовувати для методики розрахунку установки сушіння. Частинки розмірами 4÷6мм у процесі їх сушіння вище $T=500^{\circ}\text{C}$ починали спалахувати, не досягнувши рівноважної вологи.

Згідно [79] термічна обробка вихідної сировини здійснюється у сушильній шафі протитечією із теплоносієм у три етапи: за температури 90-100 $^{\circ}\text{C}$ на першому етапі, 270 $^{\circ}\text{C}$ на другому етапі, 650-700 $^{\circ}\text{C}$ на третьому етапі. Ведення процесу із поступовим підвищенням температури дозволяє втратити значну частину цінного азоту завдяки виділенню аміаку.

Спосіб [80] передбачає термічне оброблення вихідної сировини теплоносієм у сушильній камері барабанного типу на початковому етапі за $T=1200^{\circ}\text{C}$ та зниження температури до 400-600 $^{\circ}\text{C}$ на кінцевому етапі із вологістю готового продукту 10-12%. Недоліком такого способу є втрата органічної частини посліду, висока температура термообробки, яка може призвести до зміни мікроклімату, а також достатньо тривалий час процесу (5 годин).

Спосіб сушіння гарячими газами передбачає спочатку горизонтальний рух матеріалу протитечією, під час цього руху здійснюється поступовий нагрів маси. Після досягнення зони максимальних температур, здійснюється розворот на 180 $^{\circ}$, а далі рух продовжується прямотечією із гарячими газами. Одночасно відбувається гравітаційне розділення за фракційним складом готового подрібненого продукту [81].

Патент [82] передбачає частину посліду використовувати як біопаливо шляхом його спалювання. Отриману суміш вологістю 20 - 25% гранулюють та досушують до 12 - 14% нагрітим (під час спалювання посліду) повітрям.

Отже, можна зробити висновки, що гранулювання із наступним термічним сушінням є оптимальним вирішенням завданням збереження всіх позитивних якостей курячого посліду.

У [83] пропонується для частини курячого посліду зменшити вологість від 70% до 15-18% із подальшим подрібненням у ротаційній камері. Температура всередині камери зростає до 70-90 $^{\circ}\text{C}$ за рахунок тертя в процесі подрібнення. Зневоднений

таким чином продукт ретуром повертають до основної маси із метою формування гранул (вологість тоді знижується від 70 до 65 %). Отримані гранули досушують до вологості 35 %. Недоліком цього способу є емісія аміаку, залишаються патогенні мікроорганізми, вологу солону підстилку важко подрібнювати.

Аналіз наведених прикладів показує, що розробляються нові види добрив, які характеризуються вищою ефективністю у порівнянні із традиційними мінеральними та органічними добривами. Ведуться пошуки шляхів збільшення тривалості дії та зменшення частки втраченого азоту. Перероблення курячого посліду вимагає збереження певних параметрів матеріалу – відповідної вологості, подрібненості та однорідності маси. Все це буде обумовлювати в подальшому підбір технології виготовлення органічного добрива.

Перспективним та актуальним є розроблення технологічного процесу одержання гранульованого органічного добрива пролонгованої дії, яке є джерелом постійного та рівномірного підживлення рослин амонійною формою азоту. Перевагами гранульованих органічних добрив є зручність транспортування та внесення в ґрунт для споживача; легка дозованість добрива безпосередньо у лунку (точкове або локальне внесення) сприяє рівномірності їх розподілу, що значно підвищує агрохімічну ефективність. Завдяки грануляції добрива краще зберігають товарний вигляд, не порошать, повільно вимиваються ґрунтовими водами. Гранульовані добрива мають підвищену сипкість та густину, вузький гранулометричний склад, що полегшує пневмотранспорт, дозування, пакування, автоматизацію та механізацію виробничих процесів [73].

1.4. Цілі та завдання досліджень

Мета роботи - підвищення рівня екологічної безпеки в зоні впливу птахоферм шляхом додавання у підстилку суміші природних дисперсних сорбентів.

Задачі, що розв'язувались для досягнення поставленої мети:

- провести аналіз джерел екологічної небезпеки та моніторинг забруднення довкілля в зоні впливу птахоферм;

- встановити можливість застосування в складі підстилки адсорбентів: природних каркасних та глинистих мінералів (зокрема клиноптилоліту і палигорськіту) та дослідити їхню сорбційну спроможність щодо аміаку;
- встановити оптимальні умови для здійснення процесу адсорбції вологи та аміаку природними сорбентами із курячого посліду;
- на основі аналізу технологій утилізації твердих відходів птахоферм розробити принципову схему екологічно безпечної технології утилізації підстилки шляхом виробництва органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії;
- обґрунтувати параметри технологічного режиму виготовлення органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів;
- провести дослідно-промислові випробування технології застосування та агрохімічні випробування отриманого органо-мінерального добрива.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.

МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика об'єкту та предмету дослідження

Об'єктом дослідження є забруднення довкілля в зоні впливу птахоферм продуктами життєдіяльності птахів. Послід птахів, який утворюється на птахофермах у значних масштабах, є джерелом забруднення атмосфери аміаком, а гідросфери – іонами амонію.

Предметом дослідження є процеси утилізації продуктів життєдіяльності птахів. В дисертації пропонується мінімізація екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик шляхом внесення в склад підстилки суміші сорбентів. Таким чином досягається зв'язування (адсорбція) вільного аміаку адсорбентами на стадії утворення та накопичення курячого посліду, на стадії його транспортування до сховищ та на стадії гранулювання композиції із отриманням гранульованого органо-мінерального добрива. Утворену композицію пропонується гранулювати та використовувати як ефективне органо-мінеральне добриво пролонгованої дії.

Логічно-послідовна схема теоретичних та експериментальних дисертаційних досліджень в межах об'єкту дослідження із ціллю реалізації завдань предмету дослідження представлена на рис.2.1.

Логічно-послідовна схема складається із трьох блоків.

Перший блок – блок аналізу інформації містить два підблоки:

- 1 – Ідентифікація джерел екологічної небезпеки;
- 2 – Моніторинг стану забруднень довкілля в зоні впливу птахофабрик.

Для обох цих підблоків вхідною інформацією є стан екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик, вихідна інформація – встановлений на основі моніторингових досліджень стан довкілля в зоні цього впливу. Ця інформація є вихідною для другого блоку – дослідження перспективних технологічних рішень для мінімізації екологічної небезпеки від птахофабрик.

Другий блок – блок досліджень технічних рішень щодо мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик.

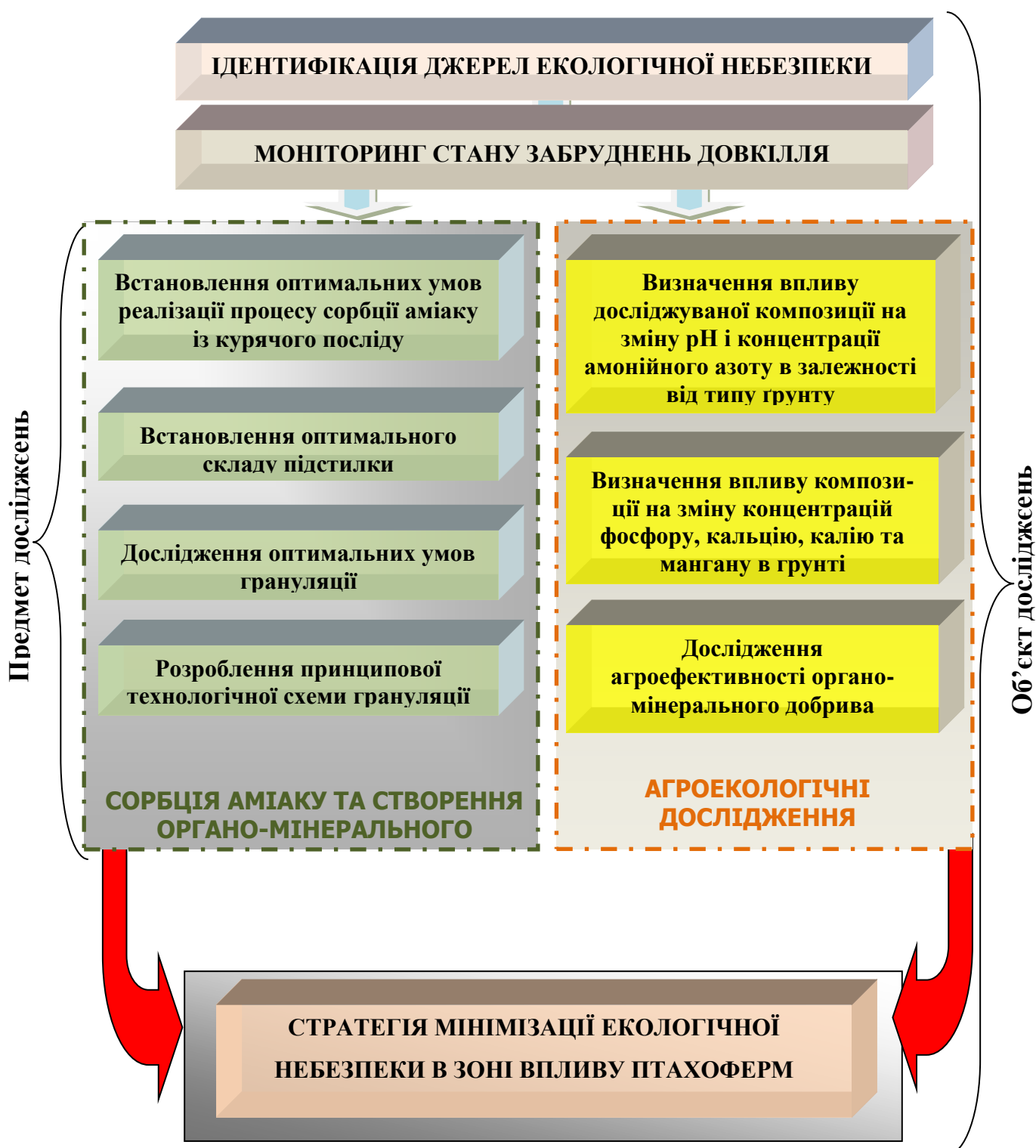


Рисунок 2.1 - Логічно-послідовна схема теоретичних та експериментальних дисертаційних досліджень.

Цей блок складають два підблоки, які відповідають двом стадіям мінімізації екологічної небезпеки на птахофабрикам. Перший підблок – дослідження шляхів мінімізації викидів аміаку шляхом адсорбції його із курячого посліду природними сорбентами, які вводяться в склад підстилки, та синтез із отриманої композиції гранульованих органо-мінеральних добрив пролонгованої дії. Другий підблок – агроекологічні дослідження нового типу органо-мінеральних добрив.

Вихідна інформація другого блоку є вхідною інформацією для третього блоку – розроблення стратегії мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик.

Весь цей описаний вище комплекс досліджень і заходів складає об'єкт досліджень дисертаційної роботи.

2.2. Характеристика матеріалів

2.2.1. Характеристика курячого посліду. Пташиний послід - це колоїдне капілярно-пористе тіло темно-сірого кольору. Свіжий курячий послід має гострий яскраво виражений запах, належить до III класу небезпеки відходів, його включено до групи відходів 01, класифікаційне угруповання — 012, до коду: 0124.2.6.03 "Послід пташиний" [85].

У посліді міститься сечова кислота $C_5H_4N_4O_3$ (80%), аміак (10%) і сечовина $CO(NH_2)_2$ (5%). Сечова кислота через деякий час перетворюється в сечовину, що розщеплюється природним шляхом ферментом уреазі завдяки життєдіяльності уробактерій. Сечовина перетворюється в карбонат амонію, який розкладається до аміаку NH_3 та вуглекислого газу CO_2 :



Такі реакції проходять за умови високої температури, $pH=8-13$ і в присутності вологи [86]. Вуглекислий газ використовується рослиною для створення врожаю за

сприятливого освітлення, вологості та температури повітря і ґрунту.

Утворений у курячому посліді аміак (NH_3) є джерелом забруднення середовища азотом. У водному середовищі він існує як іон амонію (NH_4^+) та аміак (NH_3 (вод.)) в залежності від рН та температури [87].

NH_4^+ виступає як слабка кислота, а NH_3 (вод.) виступає як слабка основа. Вони взаємопов'язані між собою хімічною рівновагою за такими рівняннями:



Під час зберігання курячого посліду у гноєсховищі в чистому вигляді його втрати можуть становити: за органічною речовиною – до 30-60%, за азотом – до 36%, за фосфором – 12%, за калієм – 10%. [88, 89, 57]. Для зменшення втрат амонійного азоту деякі дослідники рекомендують додавати 25-50% торфу або 15-20% ґрунту [57].

Відповідно до [90], кількість утвореного посліду встановлюють розрахунковим шляхом за приблизними нормам виходу свіжого посліду від однієї середньорічної голови птиці за рік або шляхом зважування. Вихід на 1 курку становить приблизно 0,27 - 0,32 кг/добу. Вихід гнойової біомаси залежить від багатьох факторів: віку птиці, типу годівлі, способу утримання, технології видалення та накопичення гнійної маси.

Курячий послід має різні фізико-механічні та хімічні показники, які залежать від способу утримання птиці (підстилковий чи безпідстилковий), виду птиці (курка або курча - бройлер), курка, качка, гуска, індичка, віку (30 або 400 діб утримання). Хімічний склад посліду залежно від технології утримання птиці наведено в Додатку А, а розрахунок доз органічної суміші для внесення у ґрунт – в Додатку Б [91].

Згідно даних [92] вміст азоту у курячому посліді (загальний N) становить в середньому 1,5%, амонійний - N у курячому посліді складає в середньому (від загального N) – 7%, N протеїн (від загального N) – 40%.

Висушений послід на 80% складається із органічної речовини (4,1% - сирого жиру, 14,3% - сирі клітковини, 46,9% - безазотистих екстрактивних речовин, 9,3% - амінокислот, 7,3% - домішок), решта: 4,6% - загального азоту, 2% - загального фосфору, 1,7% - оксиду калію, 8,6% - кальцію, 0,03% - міді, 0,03% - заліза, 0,02% - цинку, 0,7% - марганцю, 0,3% - магнію [93].

Якщо порівнювати із гноєм ВРХ, то в пташиному посліді азоту і фосфору міститься більше в 4-5 разів. Пташиний послід за ефективністю дії не поступається мінеральним добривам, проте завдяки органічній формі азот, фосфор та інші поживні речовини набагато менше вимиваються з ґрунту, добре доходять до коренів і не створюють високої концентрації солей. Фосфор курячого посліду не закріплюється у ґрунті у вигляді фосфатів заліза, алюмінію чи кальцію, тому краще за фосфор мінеральних добрив засвоюється рослинами. Засвоювана форма азоту міститься до 50%, фосфору – до 20%, калію – до 70%.

Пташиний послід використовують для підживлення зернових та технічних культур. Основні періоди внесення посліду – це весна та осінь під основну обробку ґрунту, проте корисним він є для підживлення і протягом усієї вегетації рослин. Курячий послід має ефект пролонгованої дії, тому його рекомендують вносити у ґрунт раз на 2 - 3 роки. Результат передозування - накопичення нітратів в овочах. До того ж свіжий пташиний послід токсичний для рослин через водорозчинність метаболітів (продуктів життєдіяльності птиці) і прямий його контакт з рослиною може призвести до опіків, захворювання і навіть загибелі. В сирому (необробленому) посліді частина поживних речовин, зокрема азотистих сполук, знаходяться в нестабільному стані та легко втрачаються в атмосферу чи з рідкими стоками, інша частина поживних речовин, особливо у підстилковому посліді, знаходяться у важкодоступній для рослин формі. Тому використання сирого посліду як добрива заборонено чинним законодавством України.

Норми внесення встановлюють із урахуванням потреб культури і забезпеченості ґрунту засвоєваними формами поживних речовин. Під картоплю та коренеплоди рекомендується вносити 4-5 т/га сухого посліду, 8-10 т/га посліду природної вологості, під зернові – відповідно 2 - 2,5 або 5 – 6 т/га. Одну частину курячого посліду розчиняють в 10 - 15 частинах води та вносять в ґрунт культиваторами рослинного живильника. Рекомендований розрахунок доз органічної суміші для внесення у ґрунт наведено в Додатку Б [90].

2.2.2. Характеристика палигорськіту Дашуківського родовища Черкаської області. Природні адсорбенти мають ефективні поглинальні властивості, екологічно безпечні, термостійкі, мають достатню механічну стійкість, піддаються регенерації. Для більшості сорбентів налагоджене їх промислове добування. Палигорськіт та клиноптилоліт мають розвинену пористу поверхню, володіють адсорбційними властивостями і застосовуються у природоохоронних технологіях широкого спектру. Їх застосування як мінеральної добавки до органічного добрива не буде викликати додаткового забруднення середовища, оскільки вони є природними компонентами донних осадів.

На сьогоднішній день існує понад 100 родовищ глинистих мінералів різних генетичних типів сумарним запасом понад 100 млн. тонн [94 - 97].

Черкаське родовище є одним із найбільших не тільки на території України, а й в усьому світі. Його унікальність обумовлена не тільки величезними запасами (18 млн. тонн), але й зосередженням в одному місці чотирьох дисперсних мінералів, розміщених природою пошарово горизонтально або під невеликим нахилом. В межах однієї ділянки виділені п'ять різних за складом шарів глинистих мінералів, між якими часом спостерігаються поступові переходи [96, 97].

Палигорськіт відноситься до слабо набухаючих бентонітів. Завдяки заміщенням частини кремнію на алюміній стехіометрично, проявляється обмінний комплекс із крупних катіонів калію, кальцію та магнію, які входять у валовий хімічний склад. Для усіх палигорськітів сумарна ємність обміну складає 20-30 мг-екв/100г зразку.

Мінеральний склад палигорськіту представлений палигорськітом 85 ÷ 97% та домішками кальциту, кварцу, гідроксидів марганцю. За механічним складом порода складається із дисперсної фази: фракції менше 0,01мм – 98,8 - 99,2%; 0,01 ÷ 0,1 мм – 0,1 - 3,1%; 0,1 ÷ 0,25 мм – 0,4 - 4,2%; більше 0,25 мм – 0,2 - 4,0%. В склад крупних фракцій входить порівняно обмежений комплекс мінералів (легка частина: кварц, опал, польовий шпат, слюда; важка частина: ільменіт - біля 80%).

Палигорськіт (див. рис.2.2) - це природний мінерал стрічково-шаруватої структури із загальною формулою:



Усереднений хімічний склад палигорськіту [96]. (масова частка, %) такий: SiO_2 – 50,65; Al_2O_3 – 11,97; Fe_2O_3 – 7,45; TiO_2 – 0,2; MgO – 7,75; MnO – 7,75; CaO – 0,14; H_2O^+ - 10,56; H_2O^- - 9,72; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0,56$.

Спостерігаються домішки заліза, кальцію, натрію, калію, мінерал не містить в собі сполук ртуті, свинцю, радіоактивних речовин. [98].

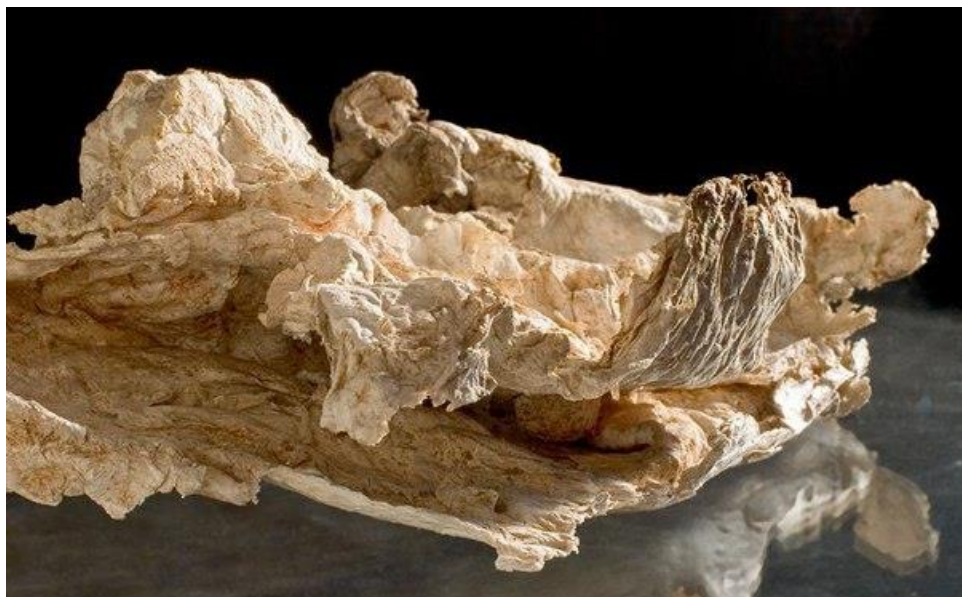


Рисунок 2.2 - Світлина палигорськіту із колекції мінералогічного музею імені А.В.Сидорова.

За забарвленням - це світло-сірі із чорними вкрапленнями марганцю та зеленим вкрапленням монтморилоніту дисперсні зерна неправильної форми із гострими краями [96].

Згідно [99]: густина палигорськіту (за водою) - 2700 кг/м^3 , густина (за бензолом) - 2600 кг/м^3 . Питомий (загальний) об'єм пор становить $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$, первинний об'єм пор (мікропори) - $0,015 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$, питома поверхня - $300 \text{ м}^2/\text{г}$, насипна густина - 520 кг/м^3 . Механічна міцність – не менше 90%. Природна вологість коливається в межах 60-75%.

За допомогою електронного мікроскопа визначені форми кристалів у вигляді волокон довжиною до 4 – 5 мкм (кристалічна порода або вапняки – «гірська шкіра», «гірський папір», «гірський корок») та до 0,5-1 мкм для палигорськіту із глин. Кристали палигорськіту мають яскраво виражену голкоподібну форму (рис.2.3). Відповідно, його коагуляційна структура має сітчасту текстуру із великою кількістю макро- та мікропор. Існуючі мікропори та канали разом із дрібними частинками та волокнами розвивають велику площу - середня площа зовнішньої та внутрішньої поверхні становить, відповідно, 400 та 500 $\text{м}^2/\text{г}$.



Рисунок 2.3. Електронно-мікроскопічна фотографія кристалів («голок») палигорськіту [100].

Палигорськіт належить до мінералів, що складаються зі спарених у стрічки піроксенових ланцюжків. Сусідні стрічки з'єднуються вздовж основ тетраедрів так, що їхні кінцеві вершини в кожній стрічці спрямовано в протилежні боки. Завдяки цьому через кожну наступну стрічку в одному й тому самому напрямку повторюється простір або канал, розташований строго паралельно стрічці.

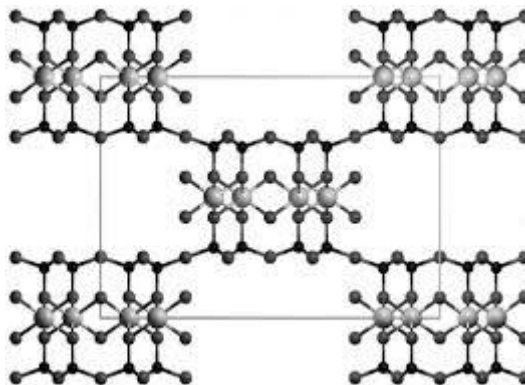


Рисунок 2.4 - Каркас ґратки палигорськіту.

Палигорськіт характеризується високою поглинальною здатністю, яка представлена цеолітними каналами із розмірами $0,37 \times 0,64$ та $0,56 \times 1,1$ нм (первісні пори), що знаходяться в самих кристалах і є невеликою частиною стрічки. Часом стрічки міцно поєднуються між собою, утворюючи снопоподібну форму. Пакуючись, стрічки утворюють пори різної форми, досягаючи $200 \div 300$ нм завдовжки із середнім поперечним перерізом $0,27$ нм (вторинні пори).

2.2.3. Характеристика клиноптилоліту Сокирницького родовища Закарпатської області. Для досліджень використовувався природний цеоліт — клиноптилоліт, видобутий із родовища Сокирниця (південно-східна частина Закарпатського внутрішнього прогину) із балансовими запасами в кількості $126,1$ млн. т. Він вважається висококремнієвим цеолітом із співвідношенням кремнезему до глинозему від $3,5$ до $10,5$ та містить в середньому 60% двоокису кремнію. В залежності від родовища спостерігається мінливість співвідношення Si/Al і склад обмінних катіонів.

Мінеральний склад цеоліту представлений: клиноптилоліт – 60 – 90 %, кварц та польовий шпат — 6 – 7 %, глинисті мінерали — 2 – 6 %, плагіоклаз — до 2 %.

Склад клиноптилоліту відповідає формулі :



Хімічний склад цеоліту (масова частка, %) такий: SiO_2 - 70,21; Al_2O_3 - 12,27; Fe_2O_3 - 1,2; FeO - 0,55; TiO_2 - 0,14; MnO - 0,073; P_2O_5 - 0,033; K_2O - 3,05; Na_2O - 1,77; SO_3 - 0,10; $\text{CaO} + \text{MgO}$ - 10,604.

Для фракції 0,5÷1мм істинна густина цеоліту дорівнює $2,38 \cdot 10^3$ кг/м³, насипний об'єм — 1,04 см³, насипна густина або об'ємна маса $0,93 \cdot 10^3$ кг/м³; питома поверхня - 653 м²/г; об'єм пор за бензолом $0,181 \cdot 10^3$ м³/кг, за водою $0,33 \cdot 10^3$ м³/кг; діаметр пор за бензолом - 11 нм, за водою - 20 нм.

Клиноптилоліт має подрібненість – 2,4 %, здатність до стирання – 0,32 %, пористість шару - 53 – 60 %, пористість гранули – 25 %. Він дуже стійкий до зневоднення та термічно стійкий до температури 700⁰С в повітрі.

Сегмент каркасу клиноптилоліту представлена на рис. 2.5-2.6.

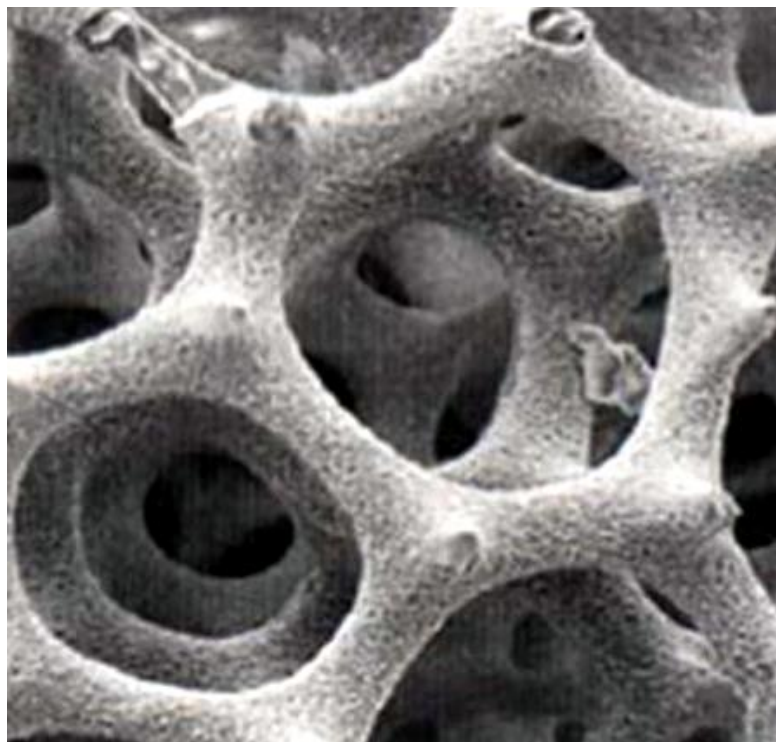


Рисунок 2.5 - Сегмент каркасу клиноптилоліту.

Коли кількість електричного заряду тривалентного алюмінію є меншою, ніж негативний заряд навколо кисню, тоді електричні зарядні числа тетраедра Al-O є незбалансованими. Це потребує компенсації лужними та лужноземельними металами, які можна замінити іонним обміном. Тому клиноптилоліт має високу здатність до іонного обміну. Клиноптилоліт має хороший адсорбційний ефект через комбіновану дію сили розсіювання та електростатичної сили [101].

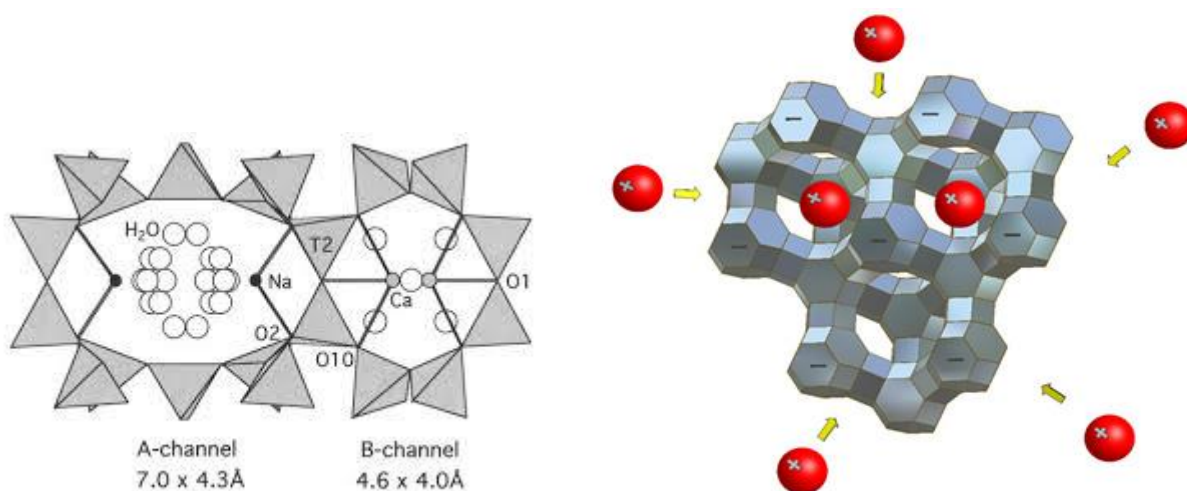


Рисунок 2.6 - Головні елементи структури клиноптилоліту вказують на молекулярні зв'язки лужноземельних елементів Na і Ca з водою у кристалі цеоліту.

Катіони знаходяться в отворах кристалічної ґратки клиноптилоліту, тимчасом як частини ґратки мають негативний заряд, тому навколо цих іонів існує сильне електричне поле.

Найчастіше клиноптилоліт використовується для сорбції катіонів, таких як важкі метали та NH_4^+ із водних розчинів.

2.3. Методики проведення досліджень адсорбції аміаку природними сорбентами

2.3.1. Підготовка курячого посліду. Утримання курчат-бройлерів у пташнику відбувається на незмінній підстилці товщиною 3÷10 см, причому стічні води не утворюються. Як підстилка використовується рублена пшенична солома. Кількість

соломи, що використовується для підстилки, складає 80-100 т на рік (для птахоферми виробничою потужністю 500 тис. шт. птиці на рік).

Після того, коли бройлерів автотранспортом вивозять на забій, підстилку видаляють із пташників і вивозять на вільні землі, де вона складується для того, щоб на протязі одного місяця перетворитись у компост і бути використаною як органічне добриво. Курячий послід із пташників вивозять на площадку зберігання.



Рисунок 2.7 - Фотографія типового пташника.

У відповідності із технологією на відгодівлю бройлерів (виробнича потужність птахоферми складає 500 тис. шт. птиці на рік) необхідно витратити 2 тис. т на рік кормів, в тому числі: 20 % сої, 40 % пшениці, 40 % кукурудзи. Перший тиждень пташат вигодовують «Престартером для бройлерів (0-7 діб)», поживність комбікорму становить: сирий протеїн – 3,5 %; сирий жир – 3,7 %; сира клітковина – 5,5 %; лізин – 1,5 %; метіонін – 0,7 %; М+Ц – 1,05 %; Са – 0,95 %; засвоюваний Р – 0,67 %; обмінна енергія – 2940 ккал.

Корми частинами завозяться у кормоцех, що розміщений на території птахоферми, де і готуються – подрібнюються, змішуються в необхідних пропорціях, вітамінізуються та розподіляють по 5-ти пташниках.

Для досліджень на птахофермі підстилку відбирали у скляні бутлі із герметичною кришкою. В лабораторії безпосередньо відібрану для досліджень пробу підстилки продували з ціллю віддувки аміаку.

2.3.2. Підготовка зразків клиноптилоліту та палигорськїту. Підготовка мінералів цеолітової та бентонітової порід полягала в попередньому подрібненні на кульовому млині, просіюванні на стандартних ситах та висушуванні в сушильній шафі за температури 105°C до сталої маси протягом 1 години. Це сприяло видаленню фізичної води та збільшенню пористості. В подальшому клиноптилоліт та палигорськїт поміщали в ексікатор для охолодження.

Усі наважки повітряно-сухих сорбентів квартували та зважували із точністю 0,01г на аналітичних терезах марки ВЛР.

Із зменшенням діаметру зерна сорбенту зростає інтенсивність поглинання речовини за рахунок збільшення ефективної питомої поверхні шару та збільшення площі контакту фаз. Для дослідів готувались зразки сорбентів із дисперсним складом, який відповідав рекомендованому для практичного застосування, $d = 0,5 \div 1,0$ мм.

2.3.3. Методика дослідження сорбційних властивостей клиноптилоліту та палигорськїту щодо аміаку. Схема експериментальної установки, на якій проводились дослідження з ціллю визначення оптимальних умов та оптимального співвідношення компонентів у суміші природних мінеральних сорбентів та курячого послїду щодо поглинання аміаку, який виділявся, зображена на рисунку 2.8.

Для проведення досліджень використовувалась установка, що складається із реакційної колби, до якої приєднувався повітряний насос Atinan At-A850 1 із електродвигуном, який використовує живлення струму напругою 220В, та склянок Дрекселя 3.

У склянки Дрекселя 3 поміщали 10 мл сірчаної кислоти ($0,5 \text{ моль/дм}^3$), 5 крапель метилового червоного та 100 мл води (дистильованої). Після встановлення режиму роботи установки проводився відбір проб аміачно-повітряної суміші для визначення вмісту аміаку, що не поглинувся сорбентом. Через певні проміжки часу (кожні 5, 15, 30, 60 хвилин) склянку Дрекселя замінюють на іншу, а кількість сульфатної кислоти, витраченої на нейтралізацію відігнутого аміаку, аналізувалась методом зворотного титрування розчином гідроксиду натрію із концентрацією 1 моль/дм^3 (1 н).

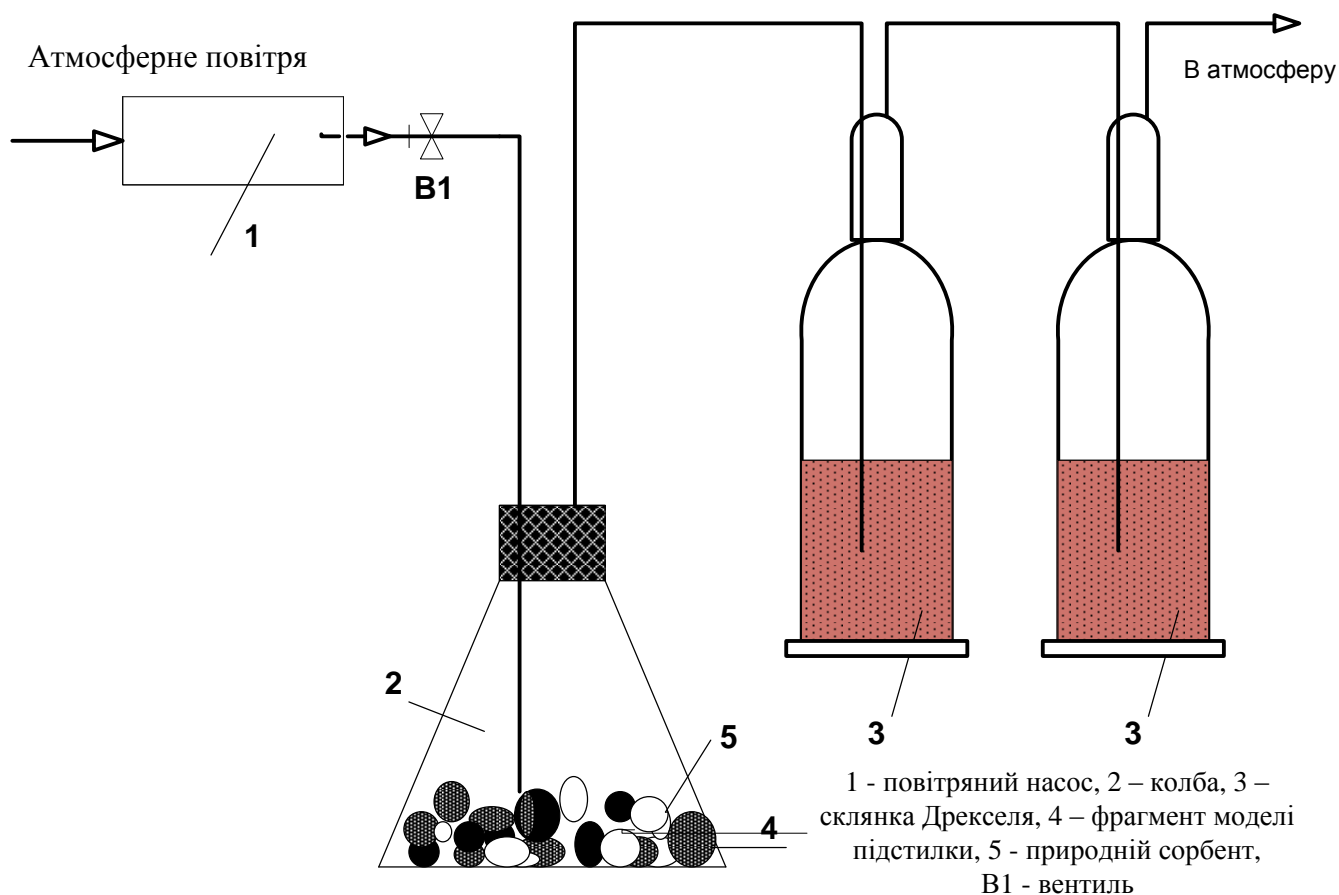


Рисунок 2.8 - Схема експериментальної установки

Моделні суміші витримували протягом кількох години. Цей часовий період був достатнім для встановлення рівноважної концентрації аміаку в сорбенті та

повітряному просторі колби. На основі результатів досліджень розраховували масу аміаку, який поглинувся сорбентом (або в подальших експериментах – досліджуваною композицією).

Кінетику процесу адсорбції аміаку досліджували за такою методикою. У колби місткістю 250 см³ насипали наважки повітряно-сухого сорбенту масою 10г та доливали по 5 см³ розчину аміаку (25% мас.). Метою експериментів було визначення та порівняння здатності природних мінеральних сорбентів щодо поглинання аміаку із 5 см³ розчину аміаку (25%) в різному часовому діапазоні. Колби місткістю 250 см³ із модельними сумішами попередньо витримували протягом 0,5 години (1-3 колби №) та 7 діб (4-6 колби). Спочатку «віддували» досуха із колби 5 мл аміаку. Отриманий результат становив 0,87 г аміаку в 5 мл 25% розчину аміаку.

Оскільки головною ціллю досліджень було встановлення оптимальних умов для мінімізації викидів аміаку в довкілля, аналізувалась не залежність в часі адсорбованого природними сорбентами (котрі вносились в склад підстилки) аміаку, а зміна в часі так званого «проскоку аміаку» - кількості аміаку, який вивільнявся із підстилки в навколишнє середовище, забруднюючи його.

Дослідження впливу температури навколишнього середовища на адсорбційну здатність клиноптилоліту та палигорськіту щодо аміаку проводили за такою методикою. У колби місткістю 250 см³ насипали наважки повітряно-сухого сорбенту та доливали по 1 см³ розчину аміаку (25% мас.). Колби із модельними сумішами витримували протягом 1 доби.

2.4. Методики досліджень процесу гранулювання органо-мінерального добрива (визначення механічної міцності гранул на стиск)

Метою досліджень було визначення впливу температури сушіння на механічну міцність гранул запропонованої композиції органічного добрива.

Досліджувану композицію (суміш сорбентів у пропорції 1:1 змішана із сирим курячим послідом у співвідношенні 1:5, (ці оптимальні співвідношення встановлені

дослідженнями, опис яких приводиться у 4 розділі) у вигляді кубиків розміщували у спеціальні форми із розміром комірки 15×15×15 мм. Отримані зразки витримували протягом 24 годин для набуття фіксованої форми (див. рис. 2.9).



Рисунок 2.9 - Загальний вигляд композиції органічного добрива у вигляді кубиків 15×15×15 мм.

Сформовані кубики висушували двома способами: в сушильній шафі за температури, що відповідала температурі досліджень, до постійної ваги протягом 6 годин, а також під витяжною шафою протягом доби за температури $T=20^{\circ}\text{C}$.

Визначення механічної міцності на стиснення досліджуваних зразків здійснювалося на універсальному пресі УММ-5 із максимальним навантаженням 50кН, який призначений для випробовування зразків на розтяг, стиск, згин. Загальний вигляд пресу УММ-5 представлений на рис. 2.10.

Прес призначений для роботи в приміщеннях лабораторного типу. Результати досліджень наведені в розділі 4.2.



Рисунок 2.10 - Фотографії універсального пресу УММ-5.

2.5. Методики агроекологічних досліджень органо-мінерального гранульованого добрива

2.5.1. Методики дослідження впливу композиції на стан ґрунтів сільськогосподарського призначення Львівської області. Наступним етапом досліджень було встановлення закономірності впливу композиції органічного добрива на зміну рН, концентрації амонійного азоту та масової частки корисних елементів (фосфору, кальцію, калію та мангану) в залежності від типу ґрунту.

Природні умови Львівської області та непроста історія формування ґрунтів спровокувала формування складної структури ґрунтового покриву. На території Львівської області переважають дерново-підзолисті, сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи. Відбір зразків ґрунтів сірого, темно-сірого та дерново-підзолистого типів проведений на землях Пустомитівського району,

камінці, скло, вугілля, кістки тварин, частинки гіпсу, вапна. Далі ґрунт розтирали у ступці товкачиком і просівали через поліетиленове сито з діаметром отворів 1 мм.

Проведення досліджень полягали у:

- аналізуванні водних витяжок зразків ґрунтів з метою визначення актуальної кислотності;

- аналізуванні вмісту амонійного азоту в гумусі з метою визначення родючості ґрунту;

- аналізуванні проб ґрунтів з метою вимірювання масової частки елементів.

Дослідження проводились із 3-ма видами зразків ґрунтів :

1. зразок ґрунту (без внесених добрив);

2. зразок ґрунту із внесеним курячим послідом у певній пропорції, витриманий протягом 25 діб;

3. зразок ґрунту із внесеною композицією органічного добрива (суміш курячого посліду та дисперсних сорбентів (клинотилоліт та палигорськіт) у певній пропорції) – витриманий протягом 25 діб.

Методика проведення дослідження полягала у аналізуванні водних витяжок із ґрунту.

2.5.2. Методика визначення вмісту в гранульованих добривах вологи та ступеня десорбції адсорбованого аміаку. Вміст в гранульованих добривах вологи та адсорбованого аміаку визначалась згідно таких методик: ГОСТ 26713-85 «Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка»; ДСТУ 4729:2007 «Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту». За основу взяті балансові залежності.

Для визначення поглинальної здатності щодо вологи використовували такі композиції: до курячого посліду (КП) масою 50г додавали суміш сорбентів СС у таких співвідношеннях: 1:1 (50г : 50г); 1:2,5; 1:3; 1:3,5; 1:4; 1:5; 1:5,5; 1:6; 1:0 (50г КП : сорбенти відсутні). Після ретельного перемішування композиційну масу пропускали через екструдер лабораторний (див. рис. 2.12), гранули розміром 5×15 мм залишали протягом доби в герметичних контейнерах для стабілізації.

Метод визначення масової частки вологи базується на визначенні втрати маси зразка органічного добрива за умови висушування до постійної маси в сушильній шафі за $T = 105^{\circ}\text{C}$.

Масову частку вологи X_1 у відсотках обчислювали за формулою:

$$X_1 = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

де m_1 – маса бюкса із наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса із наважкою після висушування, г;

m – маса наважки, г.

Результати досліджень представлені в п. 4.3.

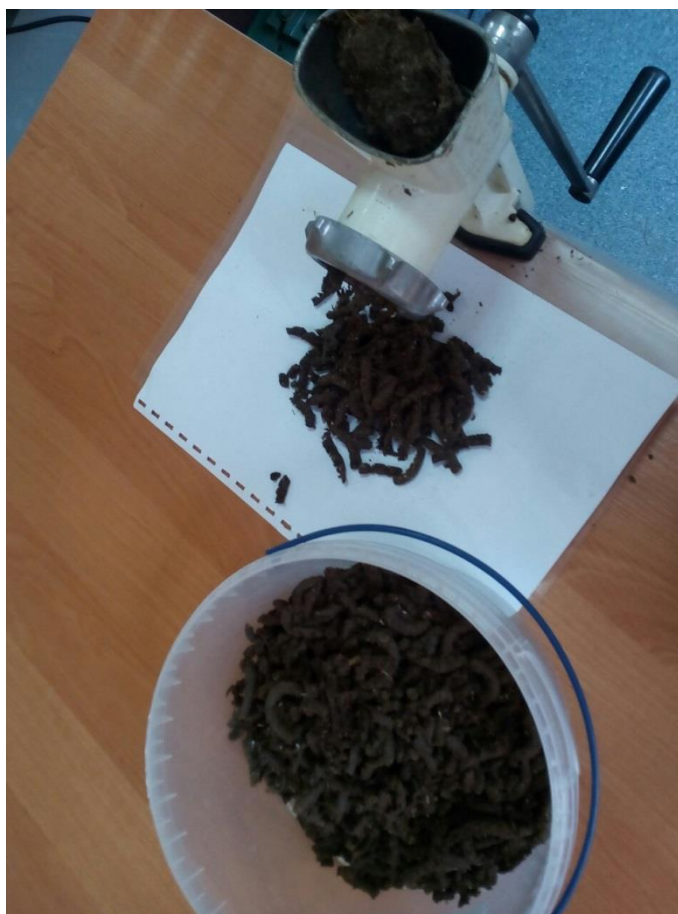


Рис. 2.12. Формування гранул лабораторним екструдером

Для визначення ступеня десорбції адсорбованих іонів амонію гранули композиції висушували в сушильній шафі за температури досліджень протягом 6 годин. В подальшому визначався вміст аміаку в гранулах.

Далі дослід проводили протягом 25 діб таким чином. У мірні контейнери об'ємом 250 мл засипалися наважки певного типу ґрунту масою 50 грам, далі поміщалась наважка гранульованої композиції масою 5 грам, а зверху присипалося ґрунтом масою 15 грам. Температурний режим підтримувався в межах $18\div 20^{\circ}\text{C}$, а вологість ґрунту у контейнерах завжди була в межах 55%. Кожні три доби із зразків вказаних типів ґрунтів готували водні витяжки.

2.5.3. Методика досліджень ефективності органо-мінеральних добрив у польових умовах. Дослідження виконували за загальноприйнятими методиками [120], продовж 2017 - 2018 рр. на дерново-підзолистих поверхнево-оголених середньо-кислих ґрунтах на базі Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН із вивченням впливу різних органо-мінеральних добрив на культуру пажитниці багатоукісної сорту Жайвір. Впродовж вегетаційного періоду здійснювали такі визначення: висоти рослин перед збиранням, кількості рослин на 1 м^2 , структури врожаю (довжина суцвіть, кількість насіння з однієї рослини, вага насіння). Здійснювали облік врожаю насіння, а також визначення якісних показників насіння.

Дослід включав такі варіанти:

- Контроль (без добрив);
- 1 (курячий послід+ палигорськіт, 5:1)
- 2 (курячий послід+ клиноптилоліт , 5:1)
- 3 (курячий послід, без добавок)
- 4 (курячий послід+ палигорськіт + клиноптилоліт , 10:1:1)

2.5.4. Метеорологічні умови вегетаційного періоду 2017-2018 рр.

Метеорологічні умови 2017–2018 рр. представлено в табл. 2.1 та на рис 2.13. і 2.14. Вони характеризувалися значними перепадами температури повітря та кількості опадів.

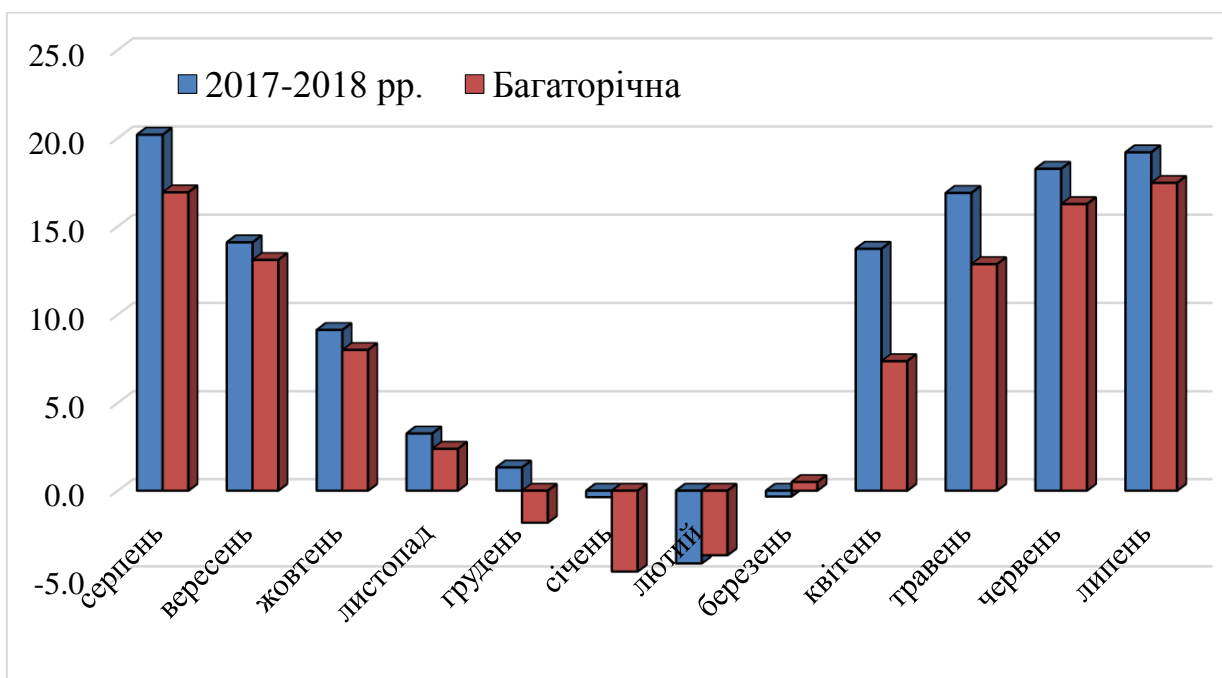


Рисунок 2.13 - Температура повітря протягом вегетації, °C

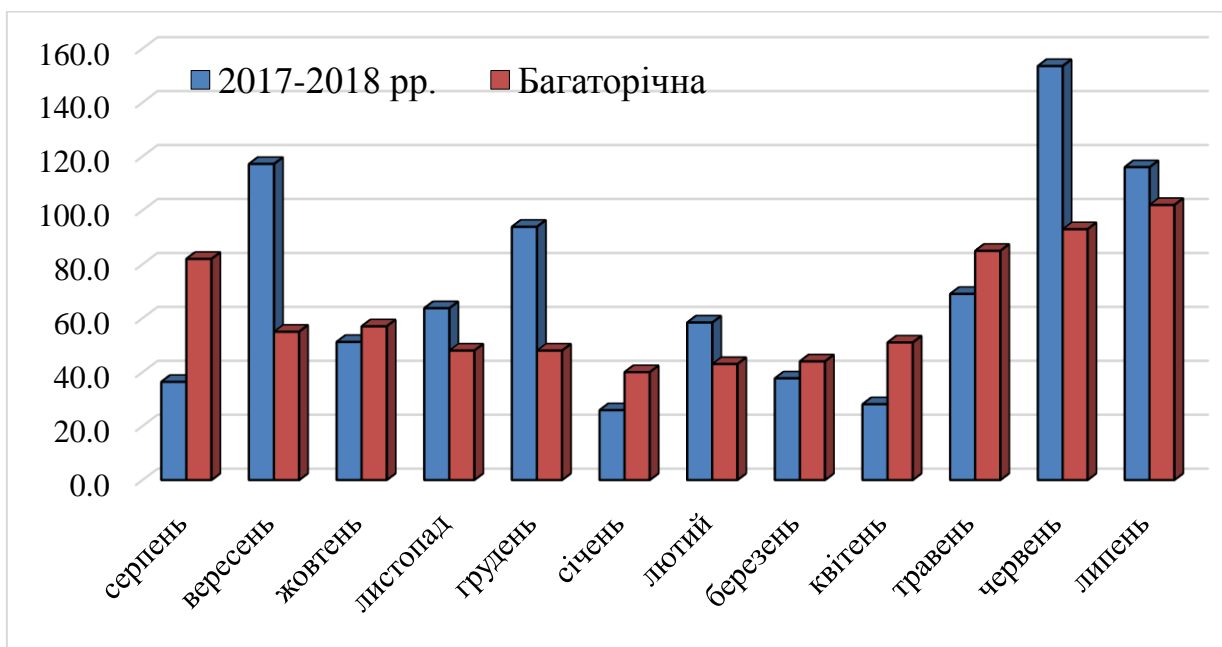


Рисунок 2.14 - Оподи протягом вегетаційного періоду, мм

Серпень характеризувався теплою і сухою погодою. Температура повітря була

на 3,3 °С вища багаторічної, а кількість опадів – на 45,6 мм менше від норми. Найтеплішою була перша декада місяця (5,0 °С вища від норми), найбільша кількість опадів випала в першій декаді серпня.

Вересень відзначився теплою, (крім першої декади) і вологою погодою. Температура повітря була на 1 °С вища за норму, а кількість опадів – на 62,2 мм більша від норми. Так, погода в жовтні була помірно теплою та вологою, температура повітря була на 1,1 °С вище за норму, а кількість опадів – 5,8 мм менша від норми. Листопад характеризувався помірно теплою і вологою погодою, температура повітря була на 0,9 °С вища за норму, а кількість опадів – на 15,7 мм більша від норми.

Таблиця 2.1 – Метеорологічні дані (Гідрометеоцентр, м. Львів, Львівська гідрогеологомеліоративна станція, пункт спостереження – Оброшине)

| Показники | Місяці | | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|
| | І д. | ІІ д. | ІІІ д. | За міс. | І д. | ІІ д. | ІІІ д. | За міс. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | серпень 2017 | | | | вересень 2017 | | | |
| Т-ра, °С | 23,2 | 21,2 | 16,2 | 20,2 | 15,1 | 15,1 | 12,1 | 14,1 |
| норма | 18,2 | 16,8 | 15,8 | 16,9 | 15,3 | 12,8 | 11,2 | 13,1 |
| Відх., °С | 5,0 | 4,4 | 0,4 | 3,3 | -0,2 | 2,3 | 0,9 | 1,0 |
| Опади, мм | 22,4 | 1,1 | 12,9 | 36,4 | 58,2 | 27,9 | 31,1 | 117,2 |
| норма | 29,0 | 29,0 | 24,0 | 82,0 | 16,0 | 20,0 | 19,0 | 55,0 |
| Відх., мм | -6,6 | -27,9 | -11,1 | -45,6 | 42,2 | 7,9 | 12,1 | 62,2 |
| | жовтень 2017 | | | | листопад 2017 | | | |
| Т-ра, °С | 8,6 | 12,4 | 6,4 | 9,1 | 6,0 | 2,6 | 1,2 | 3,3 |
| Норма | 9,8 | 8,0 | 6,2 | 8,0 | 4,6 | 2,1 | 0,5 | 2,4 |
| Відх., °С | -1,2 | 4,4 | 0,2 | 1,1 | 1,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| Опади, мм | 14,9 | 3,9 | 32,4 | 51,2 | 10,6 | 31,7 | 21,4 | 63,7 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|--------------|-------|------|-------|---------------|------|------|-------|
| норма | 15,0 | 23,0 | 19,0 | 57,0 | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 48,0 |
| Відх., мм | -0,1 | -19,1 | 13,4 | -5,8 | -6,4 | 15,7 | 6,4 | 15,7 |
| | грудень 2017 | | | | січень 2018 | | | |
| Т-ра, °С | 0,4 | 1,1 | 2,5 | 1,3 | 2,7 | -3,1 | -0,7 | -0,4 |
| Норма | -0,9 | -2,3 | -2,3 | -1,8 | -4,4 | -5,2 | -4,3 | -4,6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Відх., °С | 1,3 | 3,4 | 4,8 | 3,2 | 7,1 | 2,1 | 3,6 | 4,3 |
| Опади, мм | 40,4 | 31,3 | 22,2 | 93,9 | 7,3 | 7,8 | 10,8 | 25,9 |
| норма | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 48,0 | 14,0 | 12,0 | 14,0 | 40,0 |
| Відх., мм | 23,4 | 15,3 | 7,2 | 45,9 | -6,7 | -4,2 | -3,2 | -14,1 |
| | лютий 2018 | | | | березень 2018 | | | |
| Т-ра, °С | -1,5 | -2,3 | -8,7 | -4,2 | -4,4 | 1,7 | 1,7 | -0,3 |
| Норма | -4,2 | -3,6 | -3,3 | -3,7 | -1,7 | 0,1 | 3,1 | 0,5 |
| Відх., °С | 2,7 | 1,3 | -5,4 | -0,5 | -2,7 | 1,6 | -1,4 | -0,8 |
| Опади, мм | 40,9 | 11,2 | 6,3 | 58,4 | 5,3 | 24,7 | 7,7 | 37,7 |
| норма | 13,0 | 15,0 | 15,0 | 43,0 | 15,0 | 14,0 | 15,0 | 44,0 |
| Відх., мм | 27,9 | -3,8 | -8,7 | 15,4 | -9,7 | 10,7 | -7,3 | -6,3 |
| | квітень 2018 | | | | травень 2018 | | | |
| Т-ра, °С | 10,6 | 15,7 | 14,9 | 13,7 | 17,6 | 14,1 | 19,0 | 16,9 |
| Норма | 6,1 | 7,0 | 9,0 | 7,4 | 11,5 | 13,4 | 13,7 | 12,9 |
| Відх., °С | 4,5 | 8,7 | 5,9 | 6,4 | 6,1 | 0,7 | 5,3 | 4,0 |
| Опади, мм | 14,1 | 0,3 | 13,7 | 28,1 | 12,8 | 31,8 | 24,4 | 69,0 |
| норма | 16,0 | 16,0 | 19,0 | 51,0 | 24,0 | 30,0 | 31,0 | 85,0 |
| Відх., мм | -1,9 | -15,7 | -5,3 | -22,9 | -11,2 | 1,8 | -6,6 | -16,0 |
| | червень 2018 | | | | липень 2018 | | | |
| Т-ра, °С | 19,6 | 19,1 | 16,1 | 18,3 | 17,8 | 19,0 | 20,8 | 19,2 |
| норма | 15,6 | 16,0 | 17,2 | 16,3 | 16,7 | 18,2 | 17,5 | 17,5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| Відх. °С | 4,0 | 3,1 | -1,1 | 2,0 | 1,1 | 0,8 | 3,3 | 1,7 |
| Опади, мм | 10,9 | 95,0 | 47,6 | 153,5 | 6,8 | 46,2 | 63,0 | 116,0 |
| норма | 30,0 | 30,0 | 33,0 | 93,0 | 32,0 | 33,0 | 37,0 | 102,0 |
| Відх., мм | -19,1 | 65,0 | 14,6 | 60,5 | -25,2 | 13,2 | 26,0 | 14,0 |

Температура повітря в грудні була на 3,2 °С вища за норму, а кількість опадів – на 45,9 мм більша від норми. Температура повітря в січні 2018 року була на 4,3 °С вища за норму, а кількість опадів – на 14,1 мм менша від норми. Температура повітря в лютому була на 0,5 °С нижча за норму, а кількість опадів – на 15,4 мм більша за норму.

Температура повітря в березні була на 0,8 °С нижча за норму, а кількість опадів – на 6,3 мм менша від норми. Квітень характеризувався теплою та помірно сухою погодою, температура повітря була на 6,4 °С вища за норму, а кількість опадів – на 22,9 мм менша від норми. Температура повітря в травні була на 4,0 °С вища за норму, а кількість опадів – на 16,0 мм менша від норми.

Червень характеризувався вологою і теплою погодою, опадів випало на 60,5 мм більше від норми і температура повітря – на 2,0 °С вища від норми. Температура повітря в липні була на 1,7 °С вища багаторічної, а кількість опадів – на 14,0 мм (13,7 %) більша за норму.

2.6. Методики проведення аналізів.

2.6.1. Визначення концентрації іонів амонію. Визначення концентрації іонів амонію нормується відповідними стандартними методиками. Вони повністю збігаються із міжнародними методиками визначення хімічних речовин та сполук у повітрі. Кількість аміаку в повітряно-аміачній суміші визначається абсорбцією аміаку стандартним (титрованим) розчином сірчаної кислоти і зворотним титруванням надлишку кислоти стандартним розчином гідроксиду натрію в присутності метилового червоного або змішаного метилового червоного індикатора.

Після додавання індикатора розчин набуває рожевого забарвлення, таке забарвлення індикатор зберігає за рН – 4,4. У випадку зміни рН на 6,2 індикатор забарвлюється в жовто-лимонний колір.

Окрім основного, виконувався ще контрольний аналіз, який полягав у титруванні розчину, який містить ті самі складові, тільки без проведення попередньої абсорбції аміаку.

Основна реакція:



Для виконання вимірювань за методикою використовували такі реактиви і матеріали:

- вода дистильована — за ГОСТ 6709;
- натрію гідроксид — за ГОСТ 4328;
- сірчана кислота — за ГОСТ 4204-77;
- індикатор метиловий червоний, етаноловий розчин — за ТУ 6-09-5169-84;

Всі реактиви були кваліфікації х.ч. або ч.д.а.

Коли об'єми, необхідні на титрування враховані, проводили математичний розрахунок кількості аміаку (М) у г за формулою:

$$M = (V - V_n) \cdot N \cdot M / 1000,$$

де V – об'єм лугу, який пішов на титрування холостої проби, см³;

V_n – об'єм лугу, який пішов на титрування проби, см³;

N – концентрація лугу, С (NaOH) = 1 моль/дм³ (1 н);

M – молекулярна маса аміаку.

2.6.2. Методики аналізів характеристик ґрунтів. Методика досліджень ґрунту включала приготування водної витяжки із ґрунту, визначення рН ґрунту, визначення амонійного азоту (N-NH₄⁺), визначення масової частки елементів.

Для приготування водної витяжки із ґрунту у мірні склянки об'ємом 250 мл засипалися наважки певного типу ґрунту масою 50 грам, далі поміщались наважка композиції масою 5 грам, а зверху присипалося ґрунтом масою 15 грам.

Концентрація ґрунтового розчину залежить від температурного режиму ґрунту та вологості ґрунту. Тому температурний режим підтримувався в межах $18 \div 20$ °С, а вологість ґрунту у склянках завжди була в межах 55%. Кожні три доби із зразків вказаних типів ґрунтів готували водні витяжки. Для цього повітряно-суху наважку ґрунту заливали дистильованою водою (пропорція 1 : 5), збовтували протягом 5 хвилин і залишали в статичному положенні протягом 24 годин. Утворений розчин фільтрували доти, поки фільтрат не ставав цілком прозорим. Отриманий фільтрат і є водною витяжкою ґрунту, яку досліджували.

Визначення рН ґрунту із водної витяжки здійснювалося за ДСТУ ISO 10390-2001 (ISO 10390:1994, IDT) за допомогою портативного рН/ISE/mV/°C-метра марки Senslontm2. Отримані результати дослідження зміни рН для різних типів ґрунтів представлено у таблиці 3.4.

Визначення амонійного азоту ($N-NH_4^+$) із водної витяжки здійснювалося реактивом Несслера за ДСТУ 4729:2007 «Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту» на фотоелектроколориметрі ФЭК-56.

Для цього попередньо приготовлена водна витяжка із ґрунту профільтровувалась через фільтрувальний папір. Фільтрат наливався в пробірку (5 см³ витяжки), додалися по дві краплі сегнетової солі та реактиву Несслера, після цього розчин збовтували. Потрібну кількість витяжки відміряли піпеткою і наливали у мірну колбу місткістю 50 см³, куди додавали також відповідні об'єми калібрувальних розчинів, розбавляли дистильованою водою до об'єму 40 см³, додавали 2 см³ сегнетової солі і ретельно перемішували. Потім додавали 2 см³ реактиву Несслера, доводили дистильованою водою до позначки, ще перемішували і через 10 хв проводили вимірювання. Паралельно проводився контрольний аналіз на чистоту реактивів. Вимірювалась оптична густина забарвленого розчину відносно розчину контрольного аналізу на чистоту реактивів.

Результати досліджень зміни $N-NH_4^+$ для різних типів ґрунтів подані в таблиці 3.5.

Визначення масової частки елементів (фосфору, кальцію, калію та мангану) із зразків проб фонових ґрунтів та для зразків сірого, темно-сірого та дерново-підзолистого типів ґрунтів із досліджуваною композицією після проведених експериментів здійснювалося за допомогою енергодисперсійного рентгенофлуоресцентного аналізатора «EXPERT 3L» (РФА). Принцип дії РФА полягає в збудженні атомів об'єкту контролю зовнішнім джерелом іонізуючого випромінювання та наступній реєстрації характеристичного рентгенівського випромінювання (ХРВ) атомів. Енергія ХРВ однозначно пов'язана зі структурою рівнів атому конкретного хімічного елемента.

Спочатку відбирались зразки досліджуваних ґрунтів масою 5г, які пронумеровувались. Потім виконувалось так зване «прицілювання», тобто шляхом орієнтації корпусу блоку вимірювання поєднувалась зона виміру впритул із підготовленим для контролю зразком (похибка до 2 мм). Підтверджувалось виконання "прицілювання" шляхом натиснення кнопки "прицілювання" на блоці вимірювання. Після того як була забезпечена відсутність людей поблизу блоку, оператор розташовувався із його тильної сторони і подавав завдяки комп'ютеру команду "Вимір". Після сигналу про завершення експозиції отриманий спектр оброблявся і результати зберігались у відповідності із інструкцією "Керівництва оператора". На фотографії 2.15 показаний момент здійснення аналізування на енергодисперсійному рентгенофлуоресцентному аналізатору «EXPERT 3L».

Результати обробки подавались у вигляді таблиць та графіків, що можуть бути відразу роздруковані на принтері із додаванням відповідних коментарів, або перенесені безпосередньо у звітні документи, що складаються за допомогою програм середовища MS Windows, в тому числі і програм графопобудови.



Рисунок 2.15 – Проведення аналізів на енергодисперсійному рентгенофлуоресцентному аналізатору «EXPERT 3L».

2.7. Висновки до 2 розділу

Відповідно до мети дисертаційної роботи приведено загальну характеристику об'єкту та предмету досліджень.

Приведена характеристика матеріалів, які використовувались у дослідженнях: курячого посліду та природних адсорбентів, які застосовувались як добавка у підстилку для забезпечення адсорбції вільного аміаку та попередження забруднення навколишнього середовища: палигорськіту Дашуківського родовища Черкаської області та клиноптилоліту Сокирницького родовища Закарпатської області.

Приведені методика проведення досліджень адсорбції аміаку природними сорбентами та методика агроекологічних досліджень органо-мінерального добрива.

Детально описані методики аналізів, адаптованих до умов які експериментальних досліджень: методика визначення концентрації іонів амонію, методики аналізів характеристик ґрунтів.

Результати, які приведені у цьому розділі детально висвітлені в публікаціях [120 - 143].

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПТАХОФЕРМ

3.1. Ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України

За оцінками [103] сільське господарство спричиняє до 20% всіх викидів забруднень у всі компоненти довкілля: атмосферу, гідросферу та ґрунти. А птахівництво відноситься до найбільших забруднювачів довкілля серед сільськогосподарських серед усіх сільськогосподарських виробників [9].

У [2] виділяють джерела екологічної небезпеки птахофабрик України, пов'язані із утворенням твердих відходів, від яких у подальшому проходить забруднення атмосфери та гідросфери. Ці джерела, а також орієнтовні об'єми утворення відходів (брались до уваги тільки спеціалізовані господарства) наведені нижче:

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| 1. Послід природної вологості | - 5,2 млн. т; |
| 2. Птиця що загинула | - 50 тис. т |
| 3. Відходи забою птиці | - 210 тис. т. |
| 4. Відходи інкубації | - 12 тис. т |

Другий, третій та четвертий тип відходів вимагають спеціальних заходів та технологій знешкодження, впровадження яких є обов'язковим на кожній із птахофабрик і без впровадження яких функціонування птахофабрик неможливе взагалі. Тому нами в плані джерел екологічної небезпеки функціонуючих птахофабрик нами вони не розглядались. Проте як видно із даних авторів [9] найбільш масовим відходом є послід – продукт життєдіяльності птахів. Нами не розглядалось також мікро- та макробіологічного забруднення довкілля (мікроорганізми, гельмінти, мухи тощо), які є вторинними забрудненнями і інтенсивність впливу яких значно зменшиться у випадку успішного вирішення завдання мінімізації екологічної небезпеки викликаній послідом птахів. В цій роботі

саме курячий послід і розглядався як основна причина екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик.

Виходячи із наведених вище допущень, джерела екологічної небезпеки на птахофабриках тісно пов'язані із місцями локалізації та маршрутами транспортування посліду птахів. Об'єми утворення відходу в значній мірі визначаються застосовуваною технологією птахівництва та обладнанням, яке забезпечує цю технологію [9]. Від цих параметрів залежить також вологовміст відходу, який може змінюватись від (82-98)% (у випадку застосування скребкової системи видалення посліду із кліткових батарей) до (55-65)% у випадку застосування стрічкових транспортерів) та до (20-50)% (у випадку застосування вентильованих стрічкових транспортерів, [104, 105]).

Таким чином можна виділити 3 потенційні джерела екологічної небезпеки (ДЕН) від пташиного посліду на птахофабриці, які тісно пов'язані із місцями його утворення, транспортування та локалізації. В послідовності розвитку технологічного процесу на птахофабриці ці ДЕН можна зобразити у вигляді такої схеми (рис.3.1).

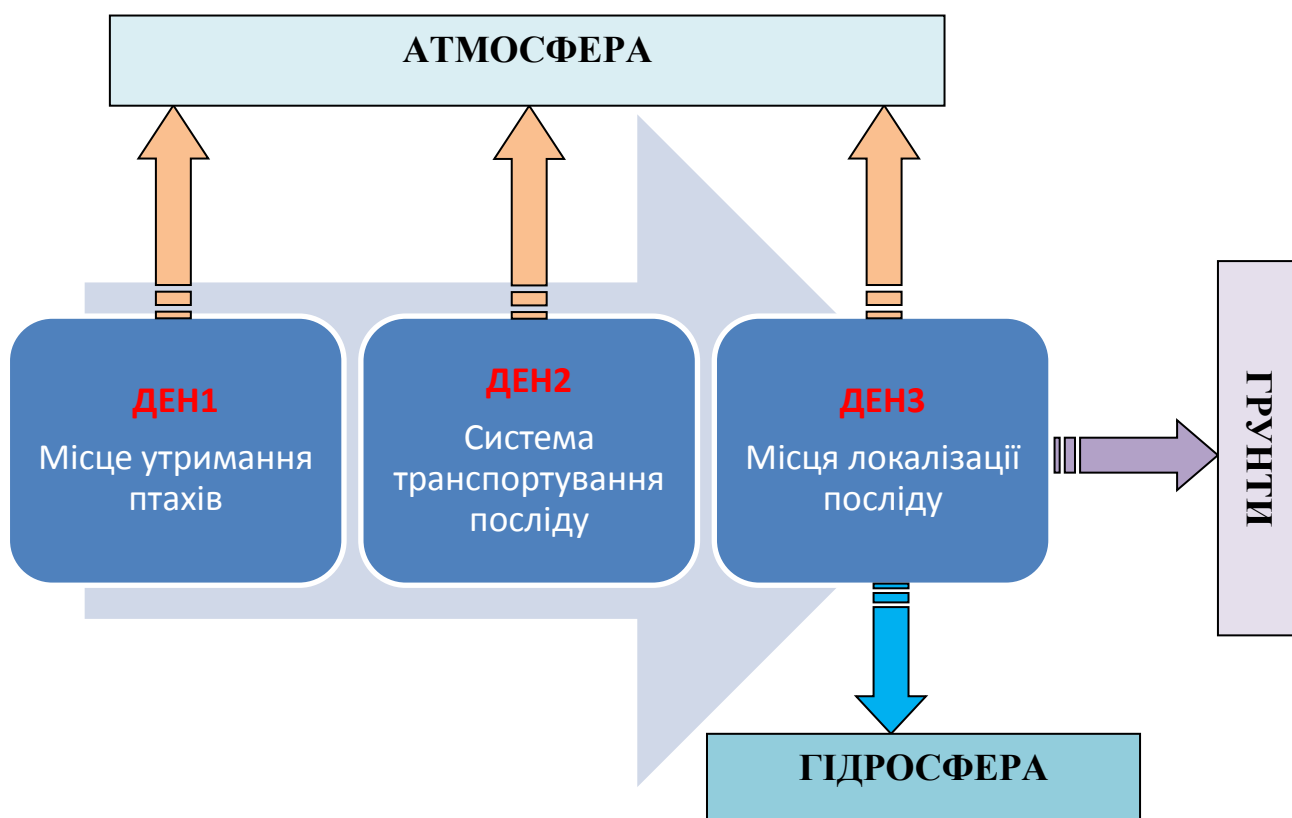


Рисунок 3.1 - Схема ДЕН птахофабрики.

Згідно приведеної на рис.3.1 схеми можна виділити такі ДЕН:

1. ДЕН1 - Місце утримання птахів (утворення посліду).
2. ДЕН2 - Система транспортування посліду.
3. ДЕН3 - Місця зберігання (локалізації) посліду.

За даними [106 - 107] в середньому втрати окремих компонентів посліду в процесі його утворення, транспортування та зберігання складають біля 10%, а таких елементів, як азот – до 20-50%. Основна частина азоту перетворюється в аміачну форму і забруднює атмосферу та гідросферу.

Щодо перших двох джерел екологічної небезпеки, то для них найбільш характерним є забруднення атмосфери аміаком (безпосереднє забруднення гідросфери в цих джерелах відсутнє). За даними [109] об'єми вентиляційних газів із одного типового пташника, у якому вирощують бройлерів або утримують курей - несучок складає:

- влітку - від 200 до 500 тис. м³/год забрудненого повітря;
- взимку від 10 до 50 тис. м³/год забрудненого повітря.

Концентрація забруднень у цих газах складає:

- аміаку - (3 – 20) мг/м³;
- сірководню - (1 - 3) мг/м³;
- CO₂ - (0,1 – 0,3)%;
- пилу - (3 – 5) мг/м³;
- мікробних тіл - (70 000 – 900 000) м.т./м³

Аміак та сірководень виділяються у газовий простір із посліду та підстилки в результаті біорозкладу органічних речовин. Аміак та вуглекислий газ утворюються також із сечової кислоти в результаті взаємодії її із мікрофлорою (сечова кислота є основним продуктом розкладу білків птиці [109]). За умови дотримання у пташнику нормативів щодо мікроклімату та щільності посадки птиці, із 1 м² підстилки пташника за годину виділяється [110]:

- аміаку - 25 мг;
- сірководню - 15 мг;

- вуглекислого газу - 8 мг.

У випадку використання безпідстилочного способу вирощування птиці із 1м² підлоги пташника, покритої послідом виділяється [110]:

- аміаку - 8 мг;
- сірководню - 5 мг;
- вуглекислого газу - 5 мг.

Щодо 3 джерела екологічної небезпеки птахоферм - місць зберігання (локалізації) посліду, то для нього характерне забруднення всіх компонентів довкілля: атмосфери, гідросфери та літосфери.

3.2. Аналіз динаміки розвитку та локалізації птахівництва в Україні

Для птахівництва, яке інтенсивно розвивається в Україні в останні роки, характерна стрімка динаміка розвитку, виробництво харчових продуктів високої якості. На сьогоднішній день птахівництво займає один із найбільш пріоритетних місць серед інших галузей тваринництва. Стрімкі темпи розвитку птахівництва в Україні супроводжуються збільшенням об'ємів виробництва яєць та мяса, збільшенням поголів'я птиці. Це пояснюється в першу чергу збільшенням попиту на продукцію птахівництва підприємствами харчової промисловості та населенням із причини відносної дешевизни його у порівнянні із іншими видами м'яса. Як виявилось, галузь птахівництва внаслідок її мобільності в умовах трансформації агропромислового комплексу зуміла провести оперативну адаптацію до умов ринку.

На сьогоднішній день розвиток галузі птахівництва забезпечують високотехнологічні підприємства, що підтвердили інноваційність свого розвитку в умовах ринку. Ці підприємства завдяки збільшенню продуктивності за одночасного зменшення затрат на корми стрімко збільшують випуск продукції [111].

Інноваційні організаційні стратегії ефективного розвитку птахівництва в умовах сформованого ринку ґрунтуються на принципах кооперації, раціональної локалізації на основі аналізу та врахування кліматичних природних умов,

диверсифікації сільськогосподарського виробництва, внутрігалузевої специфікації, інтеграції, раціональної концентрації та оптимізації виробництва.

Основними принципами забезпечення динамічного розвитку птахівництва є залучення науково-технічної продукції у вигляді проектно-технологічних рішень та технологічних засобів їх впровадження, залучення інноваційних малозатратних енерго- та ресурсоощадних автоматизованих технологій продукування та перероблення продуктів птахівництва. Сприятиме цьому розвитку впровадження міжнародних стандартів якості продукції та їх безпечності, а також покращення якості племінних ресурсів.

Щодо локалізації підприємств птахівництва у межах України, то можна відмітити лідерів галузі, яких є небагато, але яким належить в Україні до 70% поголів'я птиці. Так, (6 – 13)% загального поголів'я птиці локалізовано у Київській, Черкаській, Вінницькій, Херсонській та Дніпропетровській областях [111].

У Лісостепу сконцентровано виробництво м'яса галузі птахівництва. Завдяки швидкій окупності інвестицій у виробництві м'яса птиці, динаміка збільшення інвестицій має тенденцію до різкого зростання. Внаслідок цього різко зростає кількість великих сучасних птахофабрик, створюються і еволюціонують потужні вертикально – інтегровані компанії. У 2017 році в Лісостепу вироблено 857,68 тис. т м'яса птиці, що складає 71% від всього виробництва в Україні. На Степ припадає 20,5%, а на Полісся – 8,5% виробництва м'яса птиці. Лідерами виробництва м'яса птиці є Черкаська (23%), Вінницька (18,9%), Дніпропетровська (14%), Київська (13,6%) області. До лідерів належить також і Волинська область, частка виробництва м'яса птиці у якій складає 5,8% від загальної кількості.

Динаміка зростання виробництва яєць в Україні не дає можливість стверджувати про тенденцію до стрімкого злету. Згідно із інформацією, оприлюдненою компанією «Pro-consulting», починаючи з 2013 року за п'ять років, в Україні ринок яєць зменшився на 24%. Невелике пожвавлення виробництва у 2017 році було нівельоване зростанням експорту. Внутрішнє споживання виявилось на рівні 2016-го року. Зменшення виробництва пояснюється збільшенням собівартості,

зниженням купівельної здатності населення та тимчасовою втратою територій, на яких розташовані як виробники, так і споживачі. Але Союз птахівників України стверджує, що виробництво яєць на птахофабриках України у січні-березні 2018 року склало 2 147,8 млн одиниць, на відміну від 2 064,8 млн у січні-березні 2017 року.

Більше як 2 млрд яєць, а саме (2,7 млрд шт.) продукує Київська область (13,8%), яка виступає беззаперечним лідером. Херсонська, Донецька та Хмельницька області разом продукують 24,7% яєць. Частка цих областей коливається від 8,4% до 9,8%. Дніпропетровська та Харківська області виробляють по 5,3% у виробництві яєць в Україні [111].

Локалізація поголів'я птиці по областях України згідно статистичних даних за 2016 рік відображене на рис. 3.2.

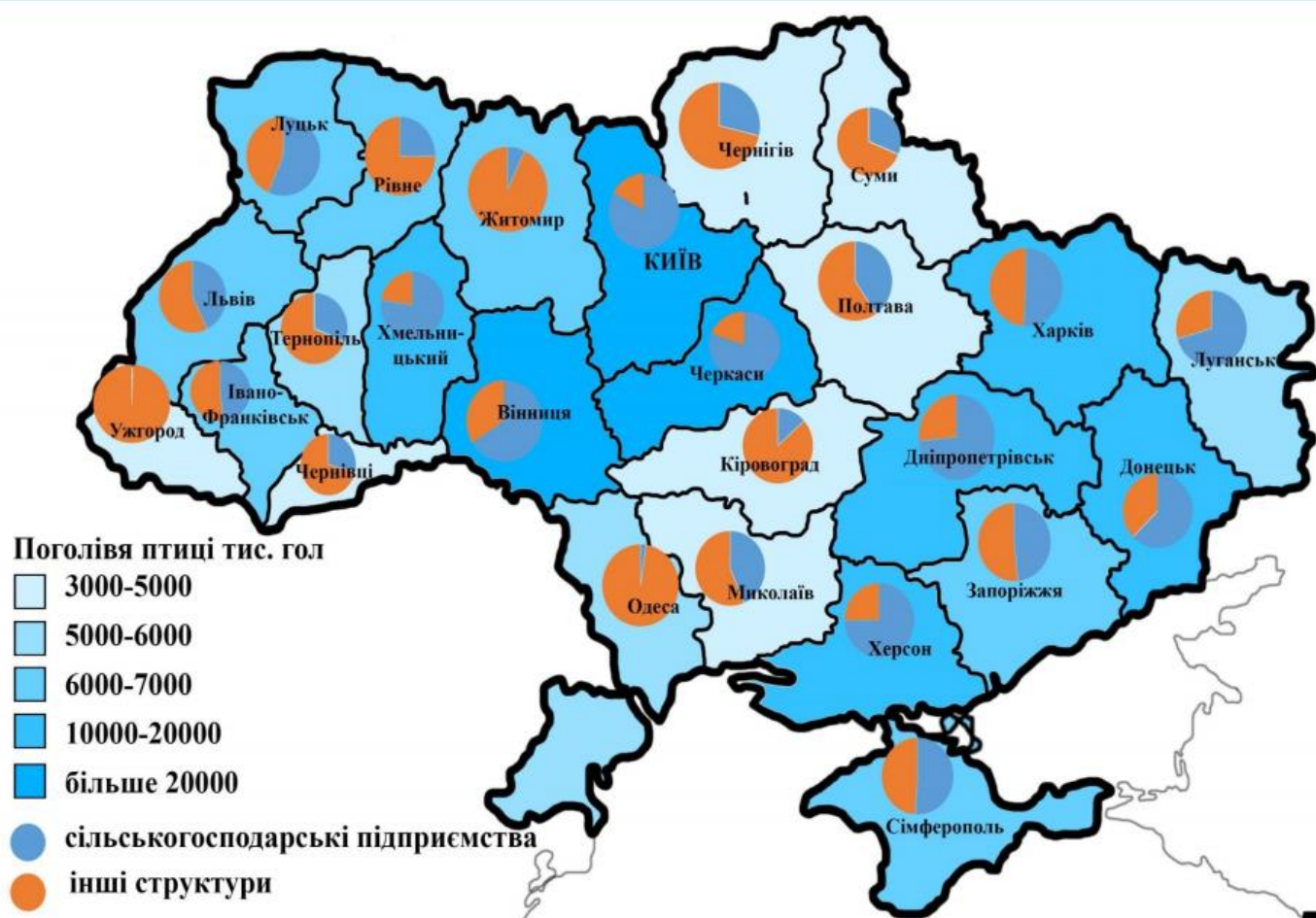


Рисунок 3.2 - Локалізація поголів'я птиці по областях України згідно статистичних даних за 2016 рік

Станом на 2016 рік поголів'я птиці в Україні склало 213,2 млн. голів. У 2017 році поголів'я птиці склало 205,1 млн. голів, тобто скоротилось на 3,9%.

3.3. Оцінка екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик

Оцінку екологічної небезпеки в зоні впливу локалізації птиці (птахоферми, комплекси, приватні господарства) проводимо аналізуючи послідовно джерела екологічної небезпеки (рис.3.1).

Перше із джерел ДЕН1, місця локалізації птахів є основним, оскільки саме на стадії утримання птиці створюється екологічна небезпека від посліду птиці, яка далі поширюється на процес транспортування (ДЕН2) та зберігання (ДЕН3) посліду. Для оцінки кількості аміаку, який виділяється на ДЕН1, необхідно враховувати кількість птиці, яка утримується протягом року, спосіб утримання (безпідстилочний та підстилочні способи для бройлерів; кліткові батареї, підложний спосіб, колоніальні клітки, багатоярусна підлога, вільно вигульне утримання для курей–несучок і т.п.), графік чередування циклів утримання – профілактики приміщень, тип птиці (м'ясна, несучки), врахування сезонних умов та мікроклімату утримання птиці і т.п. Звичайно точно врахувати ці чинники в масштабах України складно, особливо за відсутності спеціально сформованої за специфічними ознаками статистичної інформації. На нашу думку для оцінки рівня екологічної небезпеки в зоні впливу місць локалізації птахів раціонально користуватись усередненими показниками, які дадуть можливість оцінити вплив пропонованих у дисертації заходів на мінімізацію цієї екологічної небезпеки.

Щодо емісії аміаку із 1 м² підстилки, то вона складає 25 мг/год [108], для безпідстилочного посліду натуральної вологості емісія аміаку складає 8 мг/год [108] із 1 м² підстилки. Оскільки в основному в Україні застосовується підстилочний спосіб, прийmemo для оцінки ступеня екологічної небезпеки емісію аміаку із 1 м² підстилки 25 мг/год.

Різні показники щодо норми щільності посадки в пташниках для різних типів курей. Так, для молодняка курей м'ясних порід у віці 1-20 тижнів цей показник складає 9, у віці 21-26 тижнів – 4,8, для батьківського стада – 4 – 5. Оскільки

співвідношення між різними типами поголів'я птахів в межах України встановити неможливо, до того ж воно змінюється на протязі року, приймемо середнє значення норми щільності посадки в пташниках України - 7. Тоді загальна площа підстилки в межах України (з умови поголів'я птиці в Україні за даними 2017 року) складе $213200000 / 7 = 30457000 \text{ м}^2$, а загальна емісія аміаку в межах України за годину – $30457000 \times 25 = 761425000 \text{ мг}$ або 761, 425кг. За добу емісія аміаку складе 28,27 т., а за рік – 6670 т.

Ще важче провести аналіз масштабів забруднення від ДЕН2 та ДЕН3, оскільки у цьому випадку необхідно враховувати індивідуальні умови транспорту посліду, зберігання посліду, прийняту стратегію його утилізації. Тому на нашу думку доцільно обмежитись ідентифікацією цих джерел екологічної небезпеки (що вже зроблено у розділі 3.1) та розробленням рекомендацій щодо її мінімізації.

3.4. Перспективні шляхи мінімізації екологічної небезпеки від діяльності птахофабрик

Перспективним шляхом мінімізації екологічної небезпеки від ДЕН1 є введення в склад підстилки сорбентів, які адсорбують на себе частину аміаку, що виділяється із курячого посліду [9, 104, 105]. У цьому випадку зменшується кількість аміаку, який забруднює атмосферу, в результаті адсорбції його адсорбентами. Одночасно в подальшому ці адсорбенти із адсорбованим на них аміаком можуть використовуватись як ефективне органо-мінеральне добриво пролонгованої дії. В подальших наших дослідженнях (таблиця 4.3) встановлено, що оптимальним є склад підстилки із співвідношенням суміші палигорськіт + клиноптилоліт (1:1) та курячого посліду 1 : 5. За такого співвідношення маса поглинутого аміаку складає 1,56 мг-екв/г сорбентів.

Із інформації, приведеної у [110] впливає, що середня об'ємна маса соломи у підстилці складає 100 кг/м^3 , решта видів підстилки (сфагновий торф, тирса, стружка, соняшнеове лушпиння, подрібнені стебла соняшника та інш.) - 150 кг/м^3 . Приймемо для розрахунків об'ємну масу підстилки без добавляння адсорбентів 100 кг/м^3 .

Щодо товщини підстилки, то вона визначається в залежності від виду птиці, яка на ній вирощується. Так, згідно [110] для курей яєчних, м'ясояєчних порід та ремонтного молодняка товщина шару підстилки повинна складати 10 см, а для курей м'ясних порід та ремонтного молодняка – 20 см. Прийmemo для розрахунку товщину підстилки 0,1 м. Тоді маса 1 м² підстилки складе 10 кг. Прийmemo кількість курячого посліду, який нагромаджується на 1 м² підстилки за цикл витримування птиці, 2 кг, тоді маса підстилки з послідом із 1 м² складе відповідно 12 кг. У випадку добавляння у підстилку сорбентів із співвідношенням суміші палигорськит + клиноптилоліт (1:1) та курячого посліду із підстилкою 1 : 5 їх кількість на 1 м² підстилки складе 2,4 кг.

Цикл витримування птиці без зміни підстилки різний для різних видів птиці. Так, для ремонтного молодняка він складає 17 – 21 тиждень (не більше 19), для молодняка, що вирощується на м'ясо – 9–10 тижнів. Прийmemo для розрахунків цикл витримування 18 тижнів. Тоді за 1 цикл із 1 м² підстилки без добавляння адсорбентів виділилось би $25 \times 18 \times 7 \times 24 = 75600$ мг або 75,6 г NH₃. У випадку ж добавлення в підстилку сорбентів в визначеній оптимальній пропорції на них адсорбується $1,56 \times 17 \times 2400 = 63648$ мг або 63,6 г. Це складає біля 84% всього виділеного аміаку, що корелюється із даними інших дослідників [110]. Візуалізація проведених розрахунків приведені на рис.3.3 Як видно із наведеного рисунку, кількість аміаку, який забруднює атмосферу, у випадку введення в склад підстилки адсорбентів у встановленому оптимальному співвідношенні, зменшується в 6,3 разів.

Представляє інтерес розрахунок загальної кількості аміаку, адсорбованого за умови добавлення в підстилку адсорбентів у масштабах України. Використовуючи отримані вище залежності проведемо підрахунки, використовуючи дані про загальні викиди аміаку птахофабриками України на протязі року, розраховані у розділі 3.3. Візуалізація даних цих розрахунків приведені на рис.3.3.

Представлені на рис.3.4 дані свідчать про значне зменшення рівня екологічної небезпеки у випадку впровадження пропонованого заходу – введення в склад під-

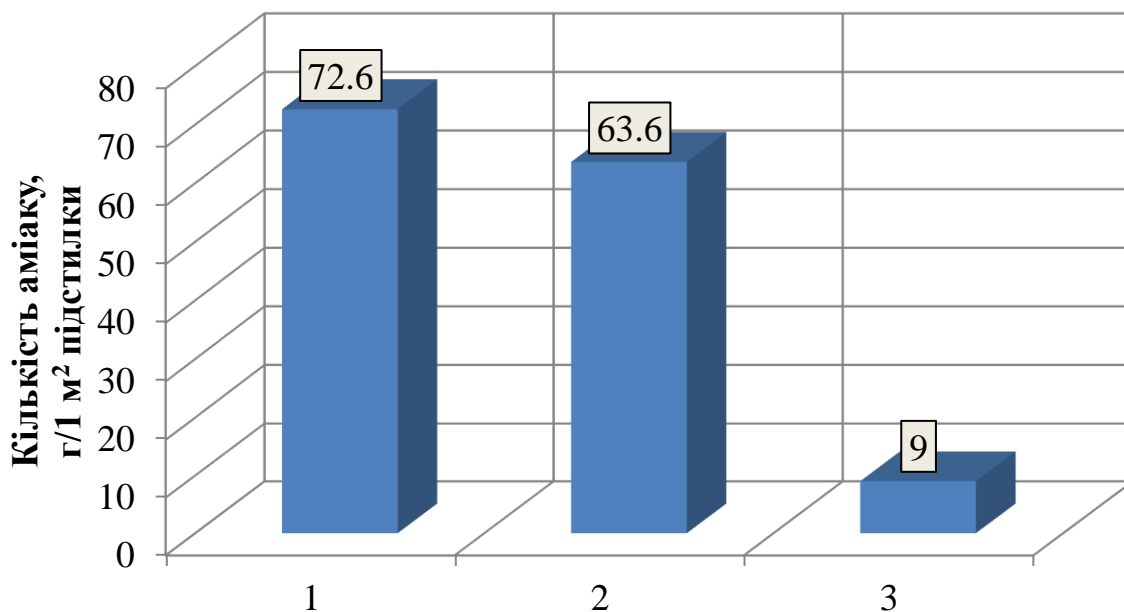


Рисунок 3.3. Візуалізація кількості аміаку, який виділяється із 1 м² підстилки за 1 цикл вирощування птиці: 1 – виділяється аміаку, всього; 2 – адсорбувалось адсорбентом; 3 - потрапило у вентиляційну систему

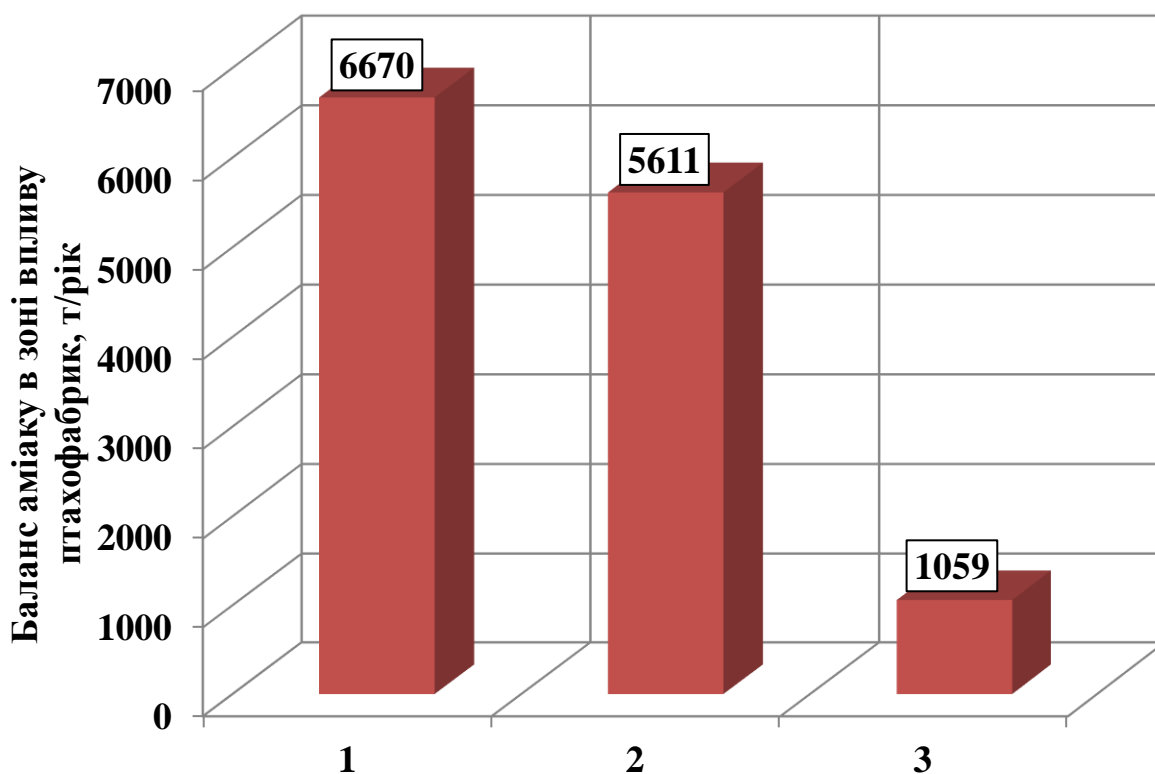


Рисунок 3.4. Візуалізація кількості аміаку, який виділяється за рік із пташників України: 1 – виділяється аміаку, всього; 2 – адсорбувалось адсорбентом; 3 - потрапило у вентиляційну систему

стилки адсорбентів у встановленим оптимальним співвідношенням.

Звичайно ж важко сподіватись, що завдяки застосуванню сорбентів вдасться повністю виключити забруднення аміаком атмосфери в зоні впливу птахофабрик. Для вловлювання залишкових кількостей аміаку слід встановити на вентиляційних системах установки вловлювання аміаку стандартним абсорбційним способом (найбільш перспективним на наш погляд виглядає абсорбція кислотними розчинами). Але слід вважати, що на стадії утримування птиці кількість виділеного аміаку зменшується більше ніж у 6 разів, зв'язуючись у цінні органо-мінеральні добрива пролонгованої дії.

3.5. Висновки і узагальнення до 3 розділу

Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України. Встановлено, що можна виділити 3 потенційні джерела екологічної небезпеки від пташиного посліду на птахофабриці, які тісно пов'язані із місцями його утворення, транспортування та локалізації. Визначальним джерелом екологічної небезпеки є пташники – місця утворення пташиного посліду, який є джерелом виділення забруднень в атмосферу, гідросферу та у ґрунти.

Проведений аналіз динаміки розвитку та локалізації птахівництва в Україні. Встановлено, що на сьогоднішній день птахівництво займає один із найбільш пріоритетних місць серед інших галузей тваринництва. Стрімкі темпи розвитку птахівництва в Україні супроводжуються збільшенням об'ємів виробництва яєць та мяса, збільшенням поголів'я птиці. Розвиток галузі птахівництва забезпечують високотехнологічні підприємства, що підтвердили інноваційність свого розвитку в умовах ринку. Загальне поголів'я птиці локалізовано у Київській, Черкаській, Вінницькій, Херсонській та Дніпропетровській областях. Деяке зменшення виробництва пояснюється збільшенням собівартості, зниженням купівельної здатності населення та тимчасовою втратою територій, на яких розташовані як виробники, так і споживачі.

Оцінка екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України показала, що загальна емісія аміаку в межах України за годину складає 761, 425кг, за добу - 28,27 т., а за рік – 6670 т.

Розрахунками встановлено, що внесення в склад підстилки сорбентів із співвідношенням суміші палигорськіт + клиноптилоліт (1:1) та курячого посліду із підстилкою 1 : 5 дає змогу адсорбувати до 84% всього виділеного послідом птахів аміаку, тобто у випадку введення в склад підстилки адсорбентів у встановленому оптимальному співвідношенні кількість аміаку, який потрапляє у вентиляційну систему, зменшується в 6,3 разів.

Результати, отримані дисертантом і приведені у цьому розділі в достатній мірі повно висвітлені у публікаціях [125 – 128, 135, 141, 142].

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЇ АМІАКУ ПРИРОДНИМИ СОРБЕНТАМИ ІЗ ПОСЛІДУ ПТАХІВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ОТРИМАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ГРАНУЛЬОВАНОГО ДОБРИВА

Для встановлення оптимальних умов проведення процесу сорбції аміаку необхідно визначити залежність процесу від розміру зерна сорбенту, температурних умов, тривалості контакту фаз, типу структури мінерального сорбенту, оптимальної пропорції компонентів досліджуваної композиції. Саме дослідження впливу цих компонентів і досліджувалось у 4 розділі дисертації.

4.1. Визначення оптимальних умов реалізації процесу адсорбції аміаку із посліду птахів

Для дослідів використовувалася реальна підстилкова суміш із птахоферми, яка складалась із курячого посліду, рубленої пшеничної соломи та тонкомеленого СаО. Оксид кальцію має лужний характер, і його присутність в органічному добриві запропонованої композиції буде посилювати сприятливий вплив на рН ґрунтів сільськогосподарського призначення, які мають, як правило, слабокислий характер. Солома має гіршу (у порівнянні із торфом чи цеолітом) вологопоглинальну здатність. В залежності від виду злакових, способу зберігання, ступеня подрібнення по різному проходить поглинання вологи. Перевагу, як правило, надають однорічній соломі. Завдяки подрібненню соломи із довжиною 20 см до розміру 2,5-5 см, її вологопоглинаюча здатність зростає в 1,5-5 разів [24]. До того ж подрібнена солома не перешкоджатиме операціям подрібнення та грануляції посліду для набуття продукції форми, придатної для зберігання та подальшого застосування.

4.1.1. Встановлення оптимального розміру зерна сорбенту. Як відомо [102], із зменшенням діаметру зерна сорбенту зростає інтенсивність поглинання речовини за рахунок збільшення ефективної питомої поверхні шару та збільшення площі контакту фаз. Оптимальними є такі класи крупності: адсорбція кислих газів, осушування промислових газів – $5 \div 3$ та $3 \div 8$ мм; йонний обмін – $1 \div 3$ мм;

рослинництво $1\div 0,5$ мм; тваринництво – $0,3\div 0,1$ мм. Тому для досліджень було обрано клас крупності, який відповідає рекомендованому для практичного застосування, $0,5\div 1,0$ мм.

4.1.2. Дослідження кінетики процесу адсорбції аміаку. Метою експериментів було визначення та порівняння здатності природних мінеральних сорбентів щодо поглинання аміаку в різному часовому діапазоні. Експерименти проводили згідно методики, описаної у розділі 2.3.3. Характеристика досліджуваних сумішей та режимів дослідження наведені в таблиці 4.1. та на рис.4.1.

Таблиця 4.1 - Адсорбційна ємність щодо аміаку різних типів сорбентів

| № колби | Модельна суміш | Сорбційна ємність щодо аміаку, г/г сорбенту |
|-------------------------------------|---|---|
| $\tau = 0,5$ год. | | |
| Колба №1 | 10г палигорськіту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,069 |
| Колба №2 | 10г клиноптилоліту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,014 |
| Колба №3 | 10г глауконіту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,01 |
| $\tau = 7$ діб | | |
| Колба №4 | 10г палигорськіту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,069 |
| Колба №5 | 10г клиноптилоліту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,069 |
| Колба №6 | 10г глауконіту + 5 см ³ NH ₄ OH (25%) | 0,063 |

На рис.4.1 представлено результати розрахунку сумарної кількості «проскоку аміаку» в аміачно-повітряній суміші, який сорбент не поглинув.

Результати досліджень показали дещо меншу сорбційну здатність клиноптилоліту та глауконіту. Проте виявилось, що вміст аміаку над модельними сумішами є найнижчим за умови використання палигорськіту, причому можна зауважити, що поглинання газу є активним та повним вже протягом перших півгодини. Враховуючи промислові запаси родовищ палигорськіту та клиноптилоліту для наступних експериментів обрано саме ці два типи мінеральних дисперсних сорбентів.

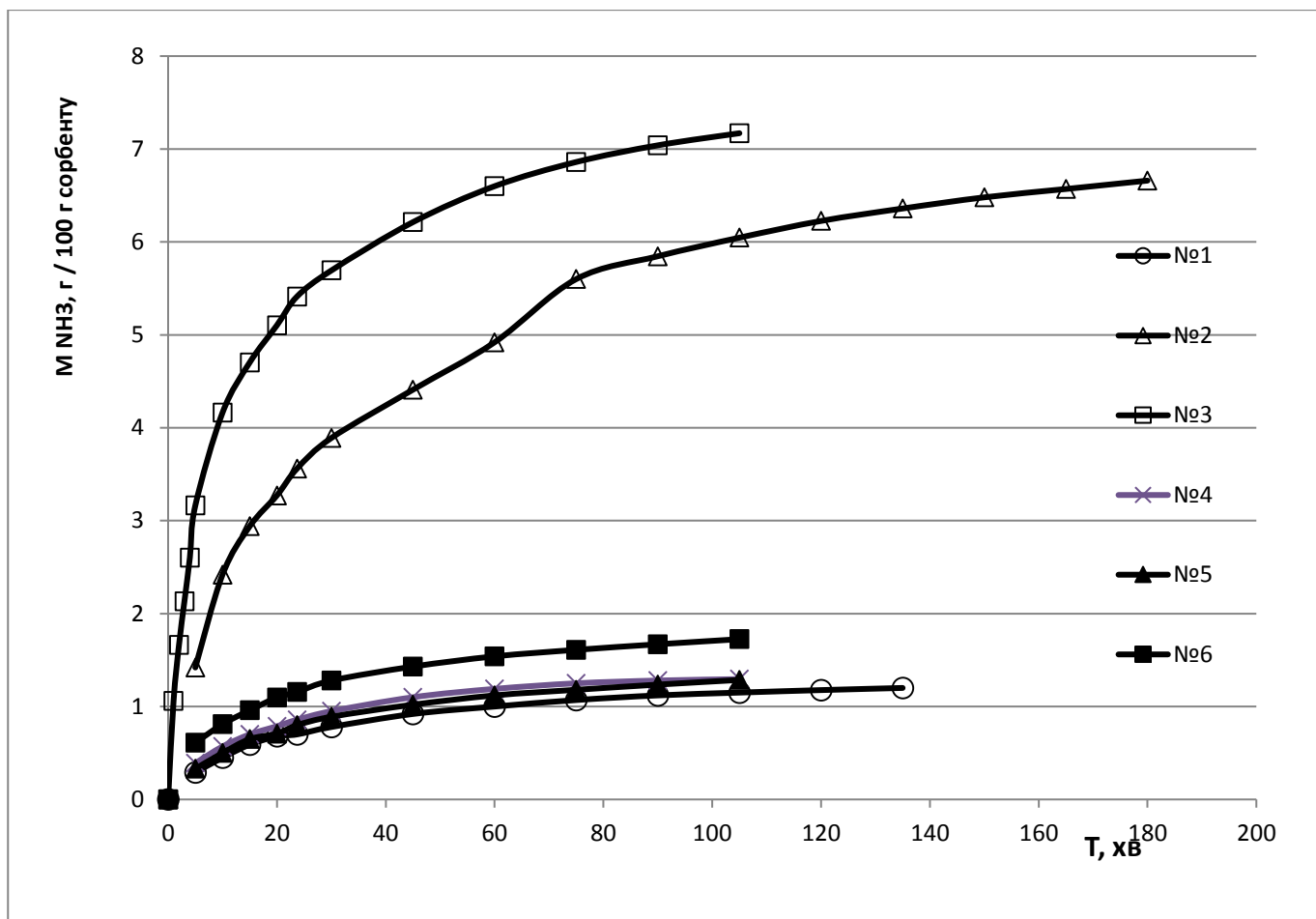


Рисунок 4.1 - Залежність питомої кількості «проскоку аміаку» від типу мінерального сорбенту (номери кривих згідно табл.4.1).

4.1.3. Визначення впливу температури повітряного середовища на адсорбцію аміаку. Відомо, що вплив температури на процес адсорбції є вагомим. Адсорбція – процес екзотермічний, тому понижена температура середовища має покращувати процес поглинання аміаку.

Дослідним шляхом визначали вплив температури навколишнього середовища на адсорбційну здатність клиноптилоліту і палигорськіту щодо аміаку. Експерименти проводили згідно методики, описаної у розділі 2.3.3.

Характеристика досліджуваних сумішей та режимів дослідження наведені в таблиці 4.2. та на на рис. 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.2 - Характеристика досліджуваних сумішей сорбентів

| Режим температури, °С | Характеристика суміші |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 10 | 10 г клиноптилоліту |
| | 10 г палигорськіту |
| | 5г клиноптилоліту + 5 г палигорськіту |
| 15 | 10 г клиноптилоліту |
| | 10 г палигорськіту |
| | 5г клиноптилоліту + 5 г палигорськіту |
| 20 | 10 г клиноптилоліту |
| | 10 г палигорськіту |
| | 5г клиноптилоліту + 5 г палигорськіту |
| 25 | 10 г клиноптилоліту |
| | 10 г палигорськіту |
| | 5г клиноптилоліту + 5 г палигорськіту |

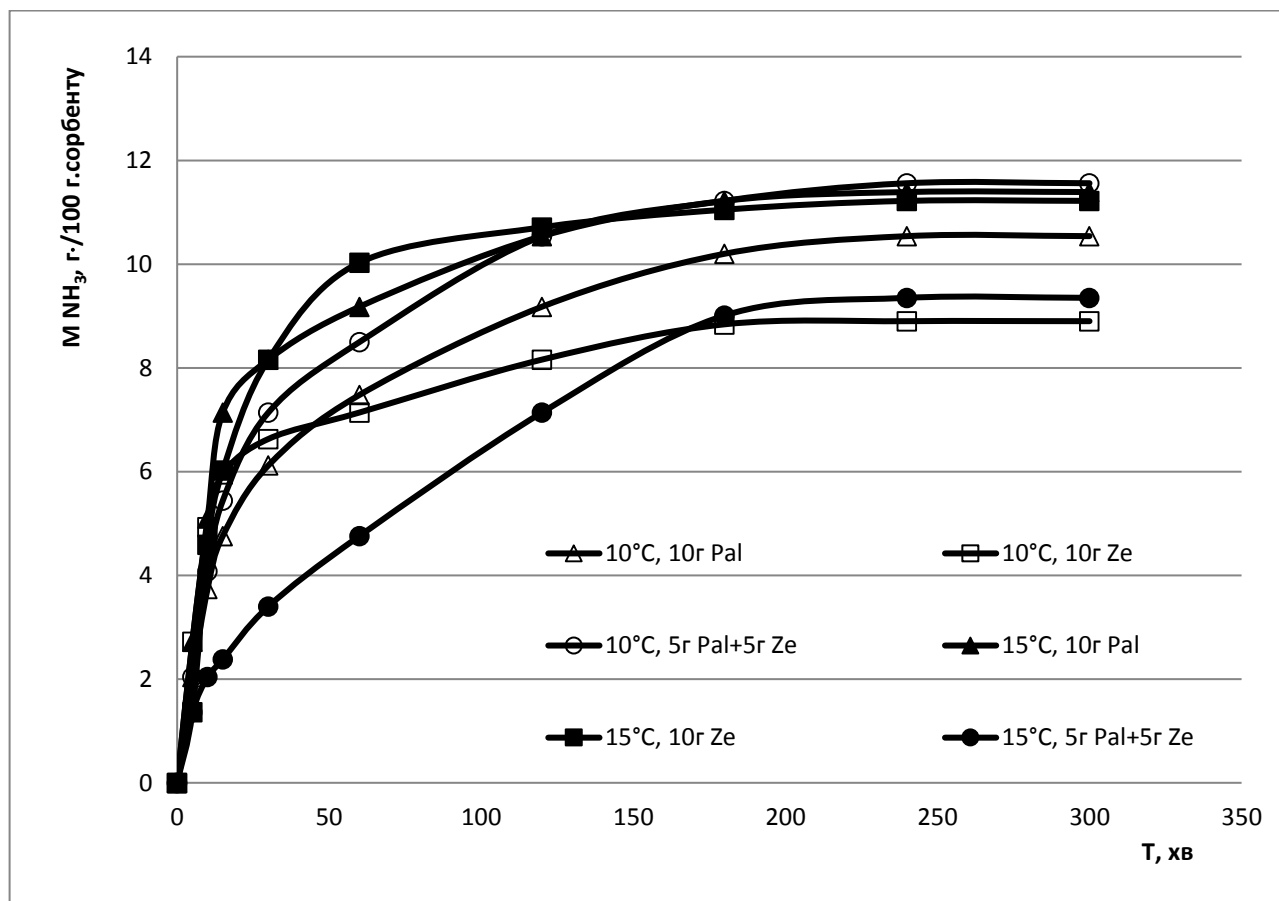


Рисунок 4.2 - Залежність загальної кількості «проскоку аміаку» від температури навколишнього середовища (T = 10° С та 15° С)

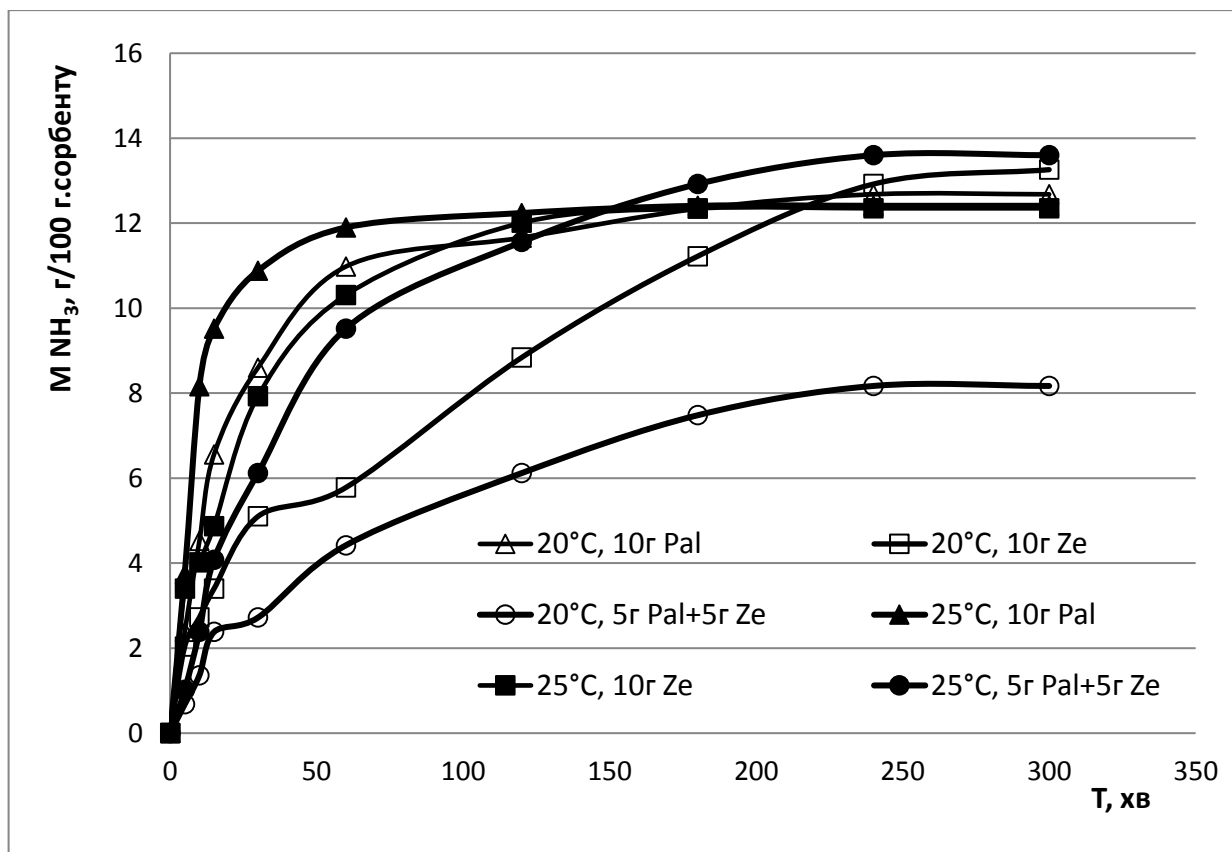


Рисунок 4.3 - Залежність загальної кількості «проскоку аміаку» від температури навколишнього середовища ($T = 20$ та $25^\circ C$)

Експериментальні дані свідчать, що найкраще процес поглинання відбувається за умов повітряного середовища $T=20^\circ C$. Проте очевидно, що температура навколишнього середовища в межах $10\div 25^\circ C$ не створює суттєвого впливу на процес адсорбції. Тому подальші експерименти можна провадити в цьому діапазоні температури навколишнього середовища.

Маса адсорбованого аміаку коливається в діапазоні $(8,17\div 13,26) \times 10^{-2}$ г NH_3 /10г сорбенту. Найкращі сорбційні властивості показала суміш палигорськиту та клиноптилоліту у співвідношенні 1:1, на відміну від досліджень адсорбції аміаку монсорбентом.

4.1.4. Залежність сорбції від складу мінерального сорбенту.

Досліджувалась перспективність використання природних сорбентів для адсорбції вільного аміаку із підстилки пташників з ціллю використання їх в подальшому для виробництва органо-мінеральних добрив пролонгованої дії. Наступним кроком було

визначення оптимального співвідношення для отримання комплексу корисних властивостей обох сорбентів. Внесення їх в курячий послід сприятиме ефективному зниженню вологи до початку етапу грануляції, а також адсорбції аміаку із посліду. Це допоможе закріпити азот в обмінній формі й зменшити його втрату.

Проведено експериментальні дослідження для визначення оптимальної пропорції суміші природних мінеральних сорбентів для ефективного поглинання аміаку. Для цього готувалися наважки у масових пропорціях: 0г палигорськиту : 10г клиноптилоліту; 0г клиноптилоліту : 10г палигорськиту; аналогічно 1,5:8,5; 3:7; 5:5; 7:3; 8,5:1,5г сорбентів. Дослідження проводились за методикою, описаною у розділі 2.3.3. та ізотермічних умов ($T=20^{\circ}\text{C}$). Постійний температурний режим процесу підтримували за допомогою термостату. Результати представлено на рис. 4.4.

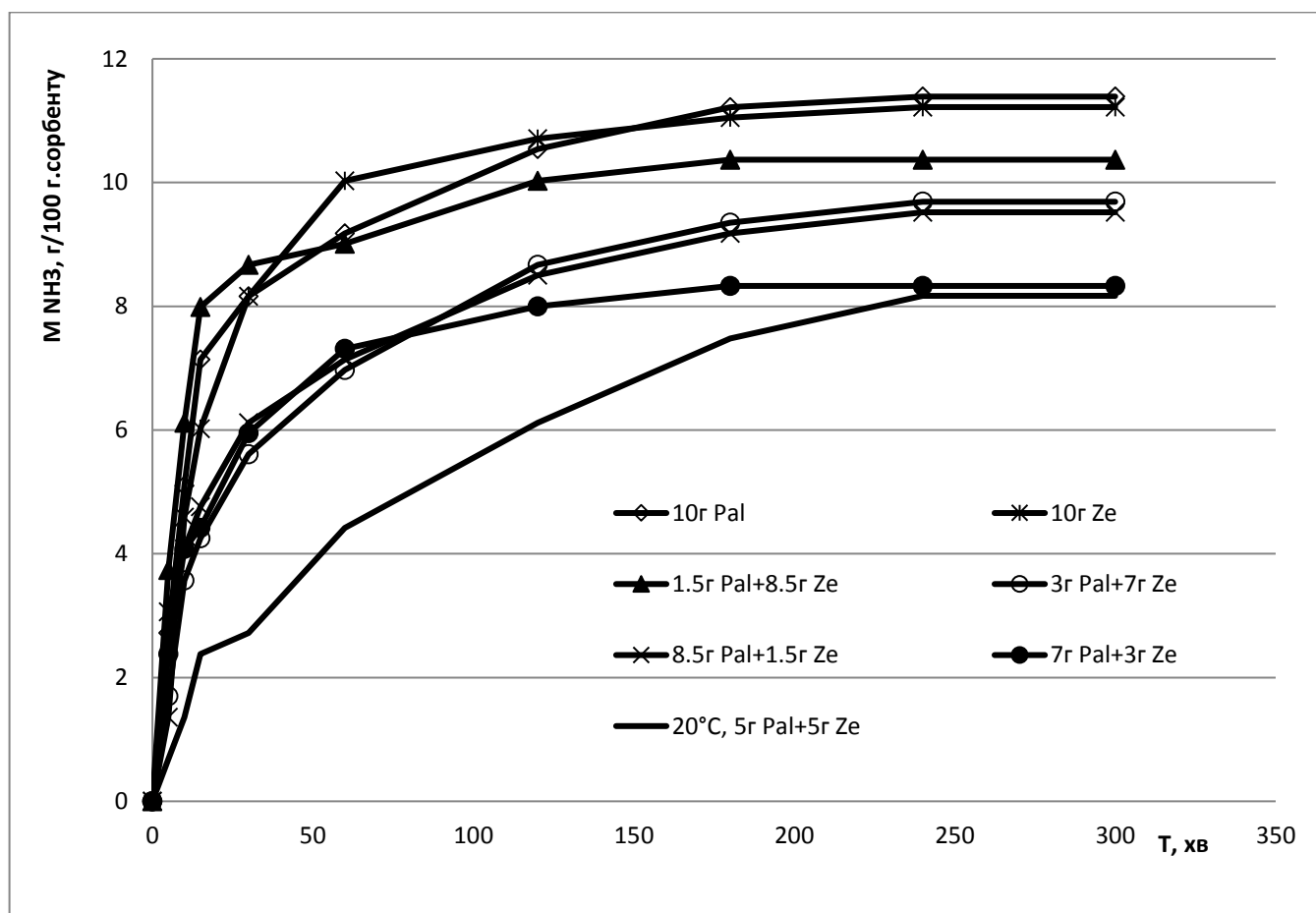


Рисунок 4.4 - Залежність загальної кількості «проскоку аміаку» від типу структури мінерального сорбенту.

Згідно результатів дослідження, найбільш високу ємність (і, відповідно, найменшу кількість «проскоку аміаку») продемонструвала композиція в пропорції 1:1 (5г клиноптилоліту : 5г палигорськіту).

Нами проводився вибір лінії тренду, який би найбільш коректно описував криву, що відображає кількість «проскоку аміаку» для встановленої оптимальної композиції в пропорції 1:1 (5г клиноптилоліту : 5г палигорськіту). Встановлено, що найбільш коректно цю залежність можна описати поліноміальною залежністю. Необхідно було встановити ступінь полінома, за якого коефіцієнт детермінації набуває максимального значення. Результати розрахунків представлені в табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Встановлення оптимальної лінії тренду для опису кінетики зміни кількості «проскоку аміаку» для встановленої оптимальної композиції сорбентів

| №п.п. | Ступінь полінома | Рівняння кореляції | Коефіцієнт детермінації |
|-------|------------------|---|-------------------------|
| 1 | 2 | $M_{NH_3} = -0,0002\tau^2 + 0,0724\tau$ | 0,9576 |
| 2 | 3 | $M_{NH_3} = -0,0000007\tau^3 - 0,0004\tau^2 + 0,0979\tau$ | 0,9803 |
| 3 | 4 | $M_{NH_3} = -0,000009\tau^4 - 0,0006\tau^3 - 0,001\tau^2 + 0,1259\tau$ | 0,9916 |
| 4 | 5 | $M_{NH_3} = 0,000011\tau^5 - 0,00008\tau^4 + 0,5\tau^3 - 0,002\tau^2 + 0,1499\tau$ | 0,9951 |
| 5 | 6 | $M_{NH_3} = -0,000013\tau^6 + 0,00001\tau^5 - 0,07\tau^4 + 0,005\tau^3 - 0,0031\tau^2 + 0,1695\tau$ | 0,9962 |

Як видно із табл.4.3, з достатньою точністю залежність може бути описана рівнянням полінома 4 ступеня (коефіцієнт детермінації складає 0,9916). Кореляційне рівняння має вигляд $M_{NH_3} = -0,000009\tau^4 - 0,0006\tau^3 - 0,001\tau^2 + 0,1259\tau$, де M_{NH_3} – маса «проскоку аміаку», який вивільнився у атмосферу за період часу τ .

4.1.5. Встановлення оптимального співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та курячого посліду. Згідно результатів наведених вище досліджень оптимальним співвідношенням між сорбентами (клиноптилолітом та палигорськітом) є пропорція 1:1. Необхідно визначити співвідношення між сумішшю сорбентів та курячим послідом. Для цього готувалися наважки у масових пропорціях 10г суміші : 50г посліду (1:5); аналогічно 10 : 60 (1:6); 1:5,5; 1:4; 1:3,5; 1:3; 20 : 50 (1:2,5).

Дослідження проводились за вищеописаною методикою та ізотермічних умов (Т=20°C). Постійний температурний режим процесу підтримували за допомогою термостату.

Таблиця 4.4 - Встановлення оптимального співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та підстилки

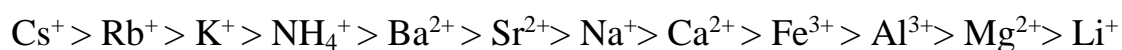
| Співвідношення суміші палигорськіт + клиноптилоліт (1:1) та підстилки | Маса поглинутого аміаку, мг-екв/г сорбентів |
|---|---|
| 1:6 | 0,92 |
| 1:5,5 | 1,3 |
| 1:5 | 1,56 |
| 1:4 | 1,5 |
| 1:3,5 | 1,1 |
| 1:3 | 0,84 |
| 1:2,5 | 0,34 |

Найбільш високу ємність щодо аміаку продемонструвала композиція «сорбенти : курячий послід» у пропорції 1:5. Вона складає 1,56 мг-екв/г сорбентів. На цей спосіб отримання гранульованого органо-мінерального добрива із використанням як сировини підстилки із вказаною вище композицією сорбентів у її складі отримано патент на корисну модель (Додаток В).

Процес адсорбції включає три стадії: дифузію молекул сорбованої речовини із потоку до зовнішньої поверхні зерен сорбенту (зовнішня дифузія); дифузію молекул сорбованої речовини всередину зерен поглинача (внутрішня дифузія); утримання поглинутих молекул в полі адсорбційних сил.

Такі високі результати можна пояснити «подвійною» іонообмінною адсорбцією. Водяна пара (гігроскопічна волога), яка знаходиться в посліді, легко заповнить канали та порожнини клиноптилоліту та міжшаровий простір палигорськіту. Капілярна волога разом із іонами амонію зможе заповнити дрібніші коридори та порожнини цих сорбентів.

Завдяки кристалічній структурі клиноптилоліт має більшу термостабільність та кислотостійкість у порівнянні із палигорськітом. Він є широко відомим промисловим адсорбентом, де обмін іону амонію є одним із найбільш ефективних. Вільний внутрішньо кристалічний об'єм клиноптилоліту становить 0,34 нм від загального об'єму цього макропористого сорбенту із відносно низькою питомою поверхнею. У іонному обміні для різних катіонів сорбційна здатність клиноптилоліту зменшується у послідовності :



Через положення іону амонію у цій послідовності, він може ефективно затримуватись на клиноптилоліті. Високу селективність клиноптилоліту щодо NH_4^+ можна пояснити за допомогою трьох механізмів [112]:

- молекулярний розмір NH_4^+ становить 0,286 нм, розмір гідратованого катіону – 1,07 нм;
- енергія гідратації катіону для компенсації поверхневого заряду становить 364 кДж/г;
- співвідношення Si / Al (усереднено становить 5,6).

Надається перевага тим катіонам, які мають менший гідратований іонний радіус і нижчу енергію гідратації.

Згідно даних [113] енергія адсорбції (E) згідно ізотерми Дубініна-Радушкевича становить приблизно 7 кДж/моль для системи іон амонію–клинотилоліт. Це свідчить про те, що іон амонію адсорбується на клинотилоліті шляхом фізичної сорбції. Подвійна експоненційна модель (DEM) показала, що процес адсорбції розвивається в два етапи - як швидка та повільна фази.

На початковому етапі адсорбції іон амонію швидко переміщається на легкодоступних внутрішніх поверхнях пор в клинотилоліті. Потім процес адсорбції триває повільно через обмеження наявних розмірів поверхні. Автори [101] у своїх дослідженнях доказали, що найкращий адсорбційний ефект клинотилоліту проявляється, коли його вологість складає близько 42%.

У той же час палигорськіт, який має шарувату структуру, володіє кращою адсорбційною здатністю щодо крупних молекул. Це зумовлюється «розірваними» зв'язками на ребрах і торцях кристалів та існуванням обмінних іонів на торцях та ребрах кристалів (на поверхні мінералу). Кристалічно-хімічна ґратка силікату утримується за рахунок міцних водневих зв'язків гідроксильної поверхні одного шару із оксигеновою поверхнею наступного шару [114].

Канали палигорськіту є доступними для молекул аміаку та гігроскопічної води. Застосування такого мінералу сприятиме зменшенню вологи курячого посліду і активному поглинанню аміаку. Але низька механічна міцність може обмежувати практичне застосування цього глинистого матеріалу як підстилкового матеріалу.

Слід зауважити, що адсорбційна ємність сорбентів чи їх композиції щодо аміаку, добутого хімічним способом та аміаку, адсорбованого із курячого посліду дещо відрізняється. Це пов'язано із тим, що у випадку адсорбції реальної газової суміші із курячого посліду маємо справу із сорбційним очищенням не тільки від аміаку, але і від цілого ряду інших газових забруднень. Тобто в цьому випадку спостерігається конкурентна сорбція і адсорбційна ємність композиції сорбентів звичайно відрізняється від значень, встановлених для модельної сорбції.

4.2. Визначення механічної міцності на стиск зразків композиції органо – мінерального добрива

Попередньо експериментально встановлено (п.3.1.5.), що оптимальними співвідношеннями компонентів у суміші природних мінеральних сорбентів та курячого посліду є додавання 20% (від маси посліду) суміші палигорськиту та клиноптилоліту (у пропорції 1:1), що забезпечує зниження вологи із курячого посліду та сприяє ефективному поглинанню аміаку.

У нашому випадку, гранульоване органічне добриво – це подрібнений курячий послід, змішаний із мінеральними сорбентами, які вбирають частину вологи, тим самим надаючи деякого ефекту злипання. Висушуючи гранули за різних температурних умов, можна надати їм певної міцності, але необхідно запобігати розтріскуванню. Міцність гранул визначає збереження гранулометричного складу в процесі транспортування, зберігання та механічного внесення добрив. Досліджувану композицію у вигляді кубиків розміщували у спеціальну форму із розміром комірки 15×15×15 мм. Методика проведення досліджень із визначення механічної міцності зразків на стиск приведені в розділі 2.4. Результати визначення статичної міцності зразків представлені в таблиці 4.5. та на рис.4.5.

Таблиця 4.5 - Дані статичної міцності зразків за ГОСТ 21560.2.-82, кг сил/м²

| № гранули | T = 20°C | T = 80°C | T = 105°C | T = 140°C | T = 200°C |
|---------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 55 | 76,3 | 60 | 80 | 66 |
| 2 | 65 | 72 | 75 | 78 | 78 |
| 3 | 48 | 68 | 86 | 82,5 | 63 |
| 4 | 45 | 64 | 84 | 81 | 80,6 |
| 5 | 52 | 70,3 | 76 | 80 | 71 |
| 6 | 64 | 70 | 84 | 79 | 73 |
| Усереднене значення | 54,83 | 70,1 | 77,5 | 80,08 | 71,9 |

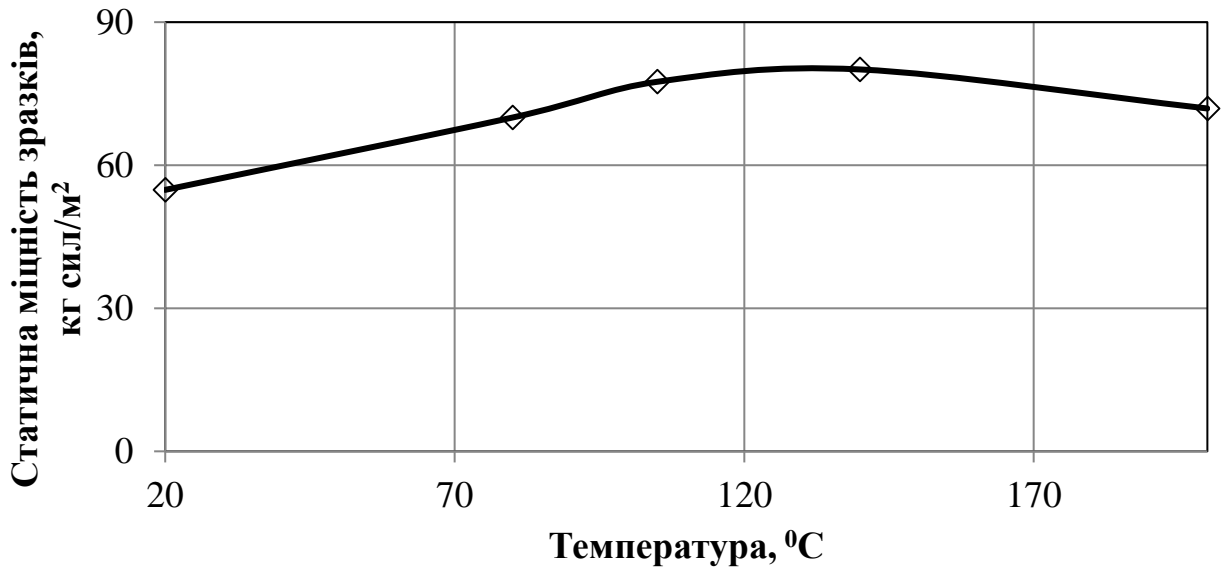


Рисунок 4.5 – Залежність статичної міцності зразків від температури їх сушіння

Результати досліджень показали, що статична міцність зразків на стиск збільшується із збільшенням температури сушіння зразків. Але суттєвого зміцнення міцності зразків із підвищенням температури їх сушіння не спостерігається. За умови збільшення температури висушування від 20 °C до 140 °C механічна міцність зразків зростає в 1,46 рази. Але навіть найменші значення статистичної міцності зразків задовольняють вимогам, які ставляться до гранульованих добрив. Лімітуючою для вибору оптимальної температури сушіння є температура мінімальних втрат аміаку. Тому у технологічному режимі слід витримувати максимально можливу температуру сушіння, за якої відсутні втрати заадсорбованого аміаку. Ці значення температури визначались у наступних дослідженнях.

4.3. Визначення адсорбційної здатності гранульованого добрива запропонованої композиції щодо вологи та аміаку

Метод визначення масової частки вологи базувався на визначенні втрати маси зразку органічного добрива за умови висушування до постійної маси в сушильній шафі (за ГОСТ 26713-85 «Удобрения органические. Метод определения влаги и

сухого остатка») за різних температурних умов (20-200)°С. Результати дослідження зразків запропонованої суміші на вміст масової частки води та амонійного азоту представлені в таблиці 4.6 та на рисунку 4.6. Початкові значення відносної вологості до висушування склали 60%, початковий вміст амонійного азоту – 0,86%. В процесі сушіння відбувається втрата амонійного азоту та вільної води. Тому доцільним є попереднє обезвожування повітря.

Таблиця 4.6 - Вміст води та азоту загального у гранулах курячого посліду із сумішшю сорбентів у пропорції 5:1

| Показники | T=20 °C | T=25 °C | T=80 °C | T=105 °C | T=140 °C | T=200 °C |
|-----------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Відносна вологість, % | 51,0 | 50,5 | 44,92 | 37,67 | 30 | 28,27 |
| Азот амонійний, % | 0,86 | 0,83 | 0,13 | 0,078 | 0,075 | 0,069 |

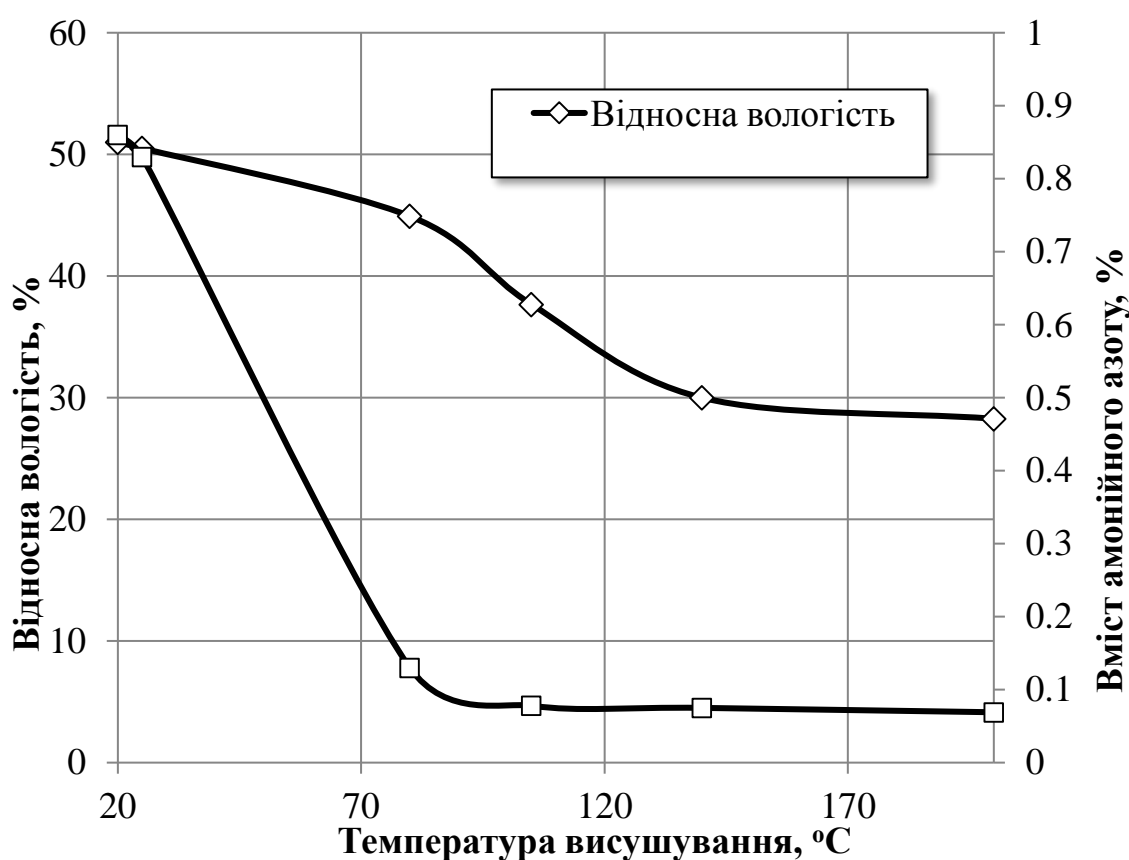


Рисунок 4.6 – Динаміка зміни вмісту води та амонійного азоту в зразках в процесі висушування в умовах сушильної шафи.

Спостерігалось значне зниження вологості зразків композиції розміром 15×15×15 – масова доля води в кінцевому продукті складала від 28 до 51%.

Під час висушування зразків курячого посліду при $T=105^{\circ}\text{C}$ спостерігався різкий, сильний неприємний запах, із тривалістю досліду запах посилювався. Одразу після додавання сорбентів зникає неприємний запах, який в подальшому не виділяється під час висушування зразків із сорбентами за різних температурних умов (80-140°C). Це можна пояснити таким чином. Вода із курячого посліду активно поглинається сорбентами, тому мікроорганізми не мають можливості для подальшого розмноження і виділення нових порцій аміаку. Одночасно, поглинений аміак також достатньо міцно адсорбується на активних центрах мінералів і його десорбція у вказаному температурному діапазоні не відбувається.

Загальновідомо, що NPK є найважливішими макроелементами живлення рослин. Проте такі мікроелементи як цинк, марганець та кобальт мають значний вплив на розвиток рослини впродовж життя. Зокрема, цинк бере участь у синтезах амінокислоти триптофан, цукрів та крохмалю, а також сприяє засвоєнню фосфору. Нестача цинку зменшує споживання амонійного азоту. Марганець сприяє активному засвоєнню азотних добрив та відіграє важливу роль у фотосинтезі. Кобальт покращує поглинання азоту, фосфору, калію і магнію, є складовим вітаміну B12 і приймає участь в біосинтезі та окисно-відновних реакціях.

Дослідження проб курячого посліду на відповідність вимог ТУ У 20.1-36712791-001:2015 «Добрива органічні на основі курячого посліду» здійснені Львівською філією ДУ «Держгрунтохорона» Лабораторією агрохімічних, токсиколого-радіологічних досліджень екологічної безпеки ґрунтів та якості продукції. Згідно протоколу досліджень (Додаток Д) визначення якісних показників отримана композиція містила елементи в такій кількості: фосфор загальний 3,4%; калій загальний – 4,2%; азот загальний – 5,25%; азот амонійний – 0,86%. Вміст мікроелементів становить 22,3 мг/кг; цинк – 37,59 мг/кг; марганець – 133,2 мг/кг; кобальт – 5,51 мг/кг.

Таким чином, аналіз результатів проведених експериментів свідчить, що з ціллю попередження втрат аміаку сушіння слід проводити за мінімальних значень температур сушіння – $(20 - 25)^{\circ}\text{C}$. За такої температури сушіння вміст азоту амонійного складає $(0,83 - 0,86)\%$. А щоб досягти необхідного значення вологості гранули ($\approx 30\%$) сушіння слід проаводити у фільтраційному шарі, використовуючи як теплоносій обезвожене повітря.

4.4. Принципова технологічна схема виготовлення органо - мінерального добрива на основі курячого посліду

В основу розроблення принципової технологічної схеми виготовлення гранульованого органо - мінерального добрива на основі курячого посліду поставлена задача визначення оптимальних параметрів для прийнятних розмірів, густини та вологості гранул, екологічної безпечності виробництва продукції. Таким чином вирішується кілька проблем – переробка накопиченого твердого відходу птахоферми і попередження забруднення ним літосфери, адсорбція газу СДОР (аміаку) і попередження забруднення ним атмосфери, попередження забруднення гідросфери стічними висококонцентрованими за аміаком водами від місць складування підстилки із птахофабрик, отримання гранульованого органо-мінерального добрива пролонгованої дії, яке є цінним для розвитку сільського господарства.

Розглянемо коротко ключові етапи схеми поводження із курячим послідом.

На основі отриманих результатів досліджень пропонується принципова технологія виготовлення композиції органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії із матеріалу підстилки птахофабрики, яка містить суміш клиноптилоліту та палигорськиту в співвідношенні 1:1 та курячий послід. У композиції витримується пропорція (суміш сорбентів : курячий послід) = 1:5. Внесення цих природних дисперсних сорбентів буде сприяти ефективному зниженню вологи до етапу грануляції, а також адсорбції аміаку із посліду.

Структурна схема створення добрив пролонгованої дії на основі курячого посліду зображена на рис.4.7.



Рис.4.7. Структурна схема створення добрив пролонгованої дії на основі курячого посліду

Принципова технологічна схема виготовлення орґано - мінерального добрива пролонгованої дії буде складатися із таких стадій:

- 1) Усереднення матеріалу підстилки в змішувачі-усереднювачі для досягнення однорідності;
- 2) Гранулювання в шнековому грануляторі закритого типу до розміру гранул діаметром 4-6 мм і довжиною 15-20 мм;
- 3) Сушіння гранул до вологості $\approx 30\%$ в установці фільтраційного сушіння за температури $T = 25^{\circ}\text{C}$;
- 4) Фасування товарної фракції.

Принципова технологічна схема установки утилізації матеріалу підстилки, в склад якої входить курячий послід та суміш сорбентів, із отриманням ефективного орґано-мінерального добрива пролонгованої дії зображена на рис.4.8.

Матеріал підстилки тракторним причепом доставляється до приймального бункера (ПБ) і завантажується в приймальну частину. Вміст пір'я, шкаралупи, камінців, вапна, розміри яких перевищують 1 мм, ускладнює процес формування та сушки гранул. Це може спричинити вимушені та тривалі технологічні зупинки, пов'язані із необхідністю очищення маси від подібного роду твердих домішок. Цю операцію можна здійснювати за допомогою, наприклад, спеціалізованого пристрою [118]. Тому передбачуємо у технологічній схемі змішувач-усереднювач (ЗУ),

призначенням якого є подрібнення домішок та усереднення складу матеріалу підстилки. Матеріал підстилки подається у змішувач – усереднювач (ЗУ) шнековим транспортером (ШТ).

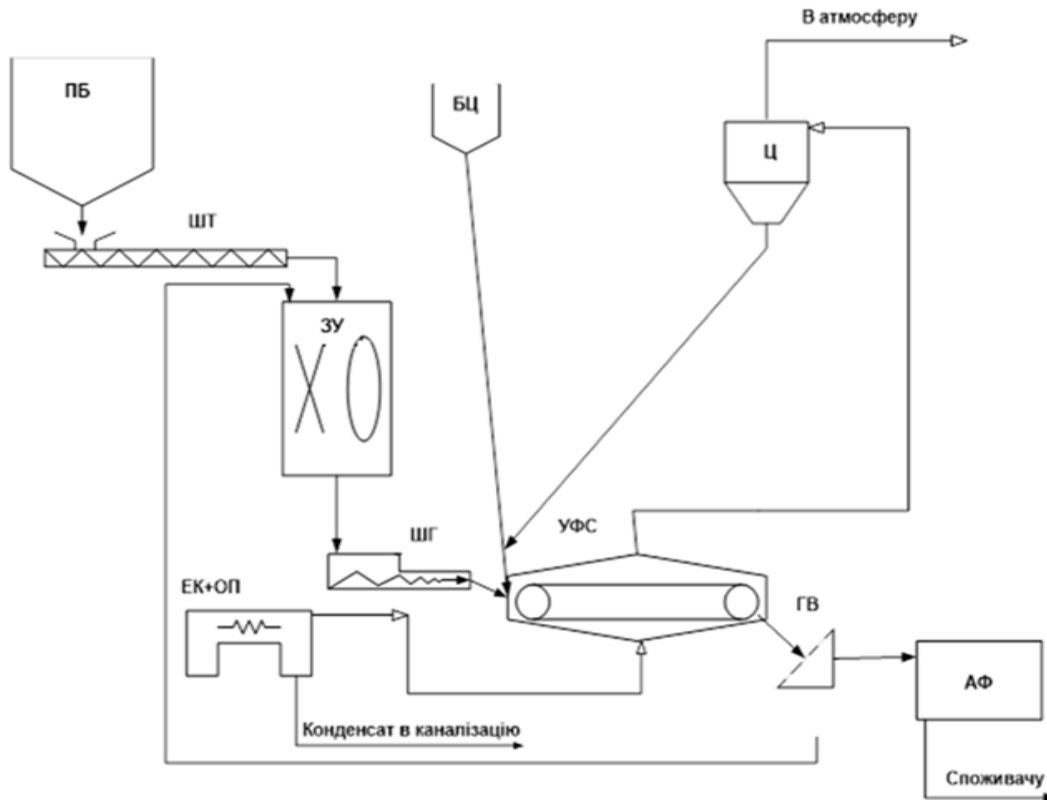


Рисунок 4.8 - Принципова технологічна схема установки утилізації курячого посліду із отриманням ефективного органо-мінерального добрива пролонгованої дії: ПБ – приймальний бункер; ШТ – шнековий транспортер; ЗУ – змішувач-усереднювач; ШГ – шнековий гранулятор; ЕК+ОП - електрокалорифер, оснащений блоком осушування повітря; УФС – установка фільтраційного сушіння; ГВ – грохот вібраційний; АФ – апарат фасувальний; Ц – циклон; БЦ – бункер цеоліту.

Із змішувача – усереднювача (ЗУ) суміш направляється в шнековий гранулятор закритого типу (ШГ). Утворюються гранули товарного розміру діаметром 4-6 мм і довжиною 15-20 мм, що дозволяє розсіювати їх сіялкою. Вологість запропонованої композиції після гранулювання становить $\approx 50\%$. Курячий послід має природну липкість, тому ми пропонуємо для опудрення і попередження злежуваності

отриманих гранул додатково додавати на стадію сушіння мелений природний цеоліт із бункера цеоліту (БЦ). Одночасно надлишок цеоліту адсорбує вільний аміак, який виділяється в процесі фільтраційного сушіння, забезпечуючи цим екологічну чистоту виробництва і попереджуючи забруднення цим аміаком природного середовища.

Етап сушіння відбувається в сушильній установці [119] в режимі фільтраційного сушіння повітрям, яке нагрівається до 25°C в електрокалорифері, оснащеному блоком осушування повітря (ЕК+ОП). Конденсат, який утворюється в результаті осушування повітря, відводиться із електрокалорифера (ЕК+ОП). Гранули органо – мінерального добрива поступають на установку фільтраційного сушіння (УФС), де в фільтраційному режимі висушують до вологості $\approx 30\%$. Відпрацьоване повітря подається на циклон (Ц), де проходить його очищення від пилу. Очищене повітря направляється у атмосферу, а вловлений пил повертається на стадію сушіння, де добавляється до меленого цеоліту, який використовується для опудрення гранул добрива.

Отримані сухі гранули просіюються від роздрібнених частинок на грохоті вібраційному (ГВ) і направляються на апарат фасувальний (АФ), де проходить їх фасування в поліетиленові мішки. Автовантажувачем мішки доставляються на склад готової продукції. Із мішків формуються партії добрива, які направляються споживачам.

Технічні характеристики гранул органо-мінерального добрива, яке буде отримано на описаній вище установці, приведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Технічні характеристики гранул органо-мінерального добрива

| Параметри | Значення |
|--------------------|----------|
| Розмір гранули, мм | |
| - діаметр | 4-6 |
| - довжина | 15-20 |
| Вологість, % | 30 |

Просів із вібраційного грохота повертається у змішувач – усереднювач ЗУ на стадію усереднення.

Перевагами вказаної технології є:

1) можливість облаштування лінії безпосередньо на території пташника, що сприятиме утилізації накопиченого курячого посліду, із безперервним отриманням готової продукції;

2) застосування клиноптилоліту та палигорськіту дозволить в повній мірі уникнути емісії аміаку в атмосферне повітря, а згодом збільшити кількість вологи в ґрунті за рахунок гігроскопічних властивостей цеоліту і палигорськіту;

3) запропоноване гранульоване органічне добриво має фіксований розмір, пролонговану дію, високий вміст NPK;

4) впровадження установки утилізації підстилки пташників у єдину технологічну лінію птахоферми дає можливість створити маловідходне виробництво із врахуванням вимог екологічної безпеки.

Перевагами гранульованих органічних добрив є:

- вони не порошок;
- мають підвищену механічну щільність;
- потребують менших затрат на їх транспортування, зберігання і внесення у ґрунт механізованими засобами;
- мають заданий фракційний та компонентний склад поживних елементів;
- повільніше вимиваються ґрунтовими водами;
- рівномірно розподіляють основні поживні речовини і мікроелементи, а отже, вищу ефективність використання сільськогосподарськими та декоративними рослинами.

Їх застосування позитивно позначиться на фізико-хімічних та біологічних властивостях ґрунту, зокрема покращенню структури, зниженню кислотності, утриманню вологи, покращенню повітряно-водного режиму.

Розроблена технологія утилізації відходів птахофабрик є маловідходною, ресурсо- та енергозберігаючою, і екологічно безпечною. Одержані на цій установці гранульовані органо-мінеральні добрива пристосовані для отримання біологічно повноцінної продукції на основі відтворення родючості ґрунту.

Установка може бути впроваджена у складі будь-якої ферми чи тваринницького комплексу. Економічна доцільність полягає в тому, що у випадку її впровадження ферма замість плати штрафів за забруднення навколишнього середовища, буде отримувати додаткові кошти за рахунок реалізації сільським господарствам ефективних гранульованих органо – мінеральних добрив пролонгованої дії.

Матеріали дисертаційної роботи передані в Сумський державний науково-дослідний університет мінеральних добрив та пігментів (Додаток Е), вони використовуються в навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка (Додаток Є).

4.5. Узагальнення та висновки до 4 розділу

У четвертому розділі дисертації приведено результати досліджень процесів сорбції аміаку природними сорбентами із посліду птахів та технологічних аспектів отримання органо- мінерального гранульованого добрива.

Для визначення оптимальних умов реалізації процесу адсорбції аміаку із посліду птахів експериментально встановлювався оптимальний розмір зерна сорбенту, досліджувалась кінетика процесу адсорбції аміаку, визначався вплив температури повітряного середовища на адсорбцію аміаку, встановлювалась залежність сорбції від типу структури мінерального сорбенту, визначалось оптимальне співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та курячого посліду.

Результати досліджень показали дещо меншу сорбційну здатність клиноптилоліту та глауконіту у порівнянні із палигорськітом. Виявилось, що вміст аміаку над модельними сумішами є найнижчим за умови використання палигорськіту, причому можна зауважити, що поглинання газу є активним та повним вже протягом перших півгодини.

Експериментальні дані свідчать, що найкраще процес поглинання відбувається за умов повітряного середовища $T=20^{\circ}\text{C}$. Проте очевидно, що температура

навколишнього середовища в межах $10\div 25^{\circ}\text{C}$ не створює суттєвого впливу на процес адсорбції. Маса адсорбованого аміаку коливається в діапазоні $(8,17\div 13,26) \times 10^{-2}$ г NH_3 /10г сорбенту.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що, найбільш високу ємність продемонструвала композиція із суміші клиноптилоліту та палигорськіту в пропорції 1:1.

Найбільш високу адсорбційну ємність щодо аміаку продемонструвала композиція «сорбенти : курячий послід» у пропорції 1:5. Вона складає $1,56 \times 10^{-2}$ мг-екв/г сорбентів.

Досліджувалась механічна міцність гранул композиції органо – мінерального добрива на стиск. Результати досліджень показали, що статична міцність зразків на стиск збільшується із зменшенням їх вологості. Тому у технологічному режимі слід витримувати максимально можливу нижчу кінцеву вологість гранул, за якої відсутні втрати заадсорбованого аміаку.

Аналіз результатів проведених експериментів свідчать, що з ціллю попередження втрат аміаку сушіння слід проводити за мінімальних значень температур сушіння – $(20- 25)^{\circ}\text{C}$. За такої температури сушіння у фільтраційному режимі відносна вологість гранул органо – мінерального добрива складе $\approx 30\%$, а вміст азоту амонійного - $0,86\%$.

На основі аналізу даних досліджень запропонована принципова технологічна схема виготовлення органо - мінерального добрива на основі курячого посліду, яка складається із стадій:

Усереднення матеріалу підстилки в змішувачі-усереднювачі для досягнення однорідності;

2) Гранулювання в шнековому грануляторі закритого типу до розміру гранул діаметром 4-6 мм і довжиною 15-20 мм;

3) Сушіння гранул до вологості $\approx 30\%$ в установці фільтраційного сушіння за температури $T = 25^{\circ}\text{C}$;

4) Фасування товарної фракції.

Розроблена технологія утилізації відходів птахофабрик є маловідходною, ресурсо- та енергозберігаючою, і екологічно безпечною. Одержані за цією технологією гранульовані органо-мінеральні добрива пристосовані для отримання біологічно повноцінної продукції на основі відтворення родючості ґрунту.

Результати досліджень, описані в 4 розділі, знайшли своє відображення у публікаціях [120 – 124, 126 – 130, 135, 137 – 140, 143 - 144].

РОЗДІЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНО - МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА НА ОСНОВІ КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ ТА СУМІШІ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ

5.1. Визначення впливу досліджуваної композиції на зміну рН та концентрацію амонійного азоту в залежності від типу ґрунту

Кислотність курячого посліду знаходиться в межах $\text{pH} = 6,5 \div 8,0$, що робить можливість його застосування для усіх типів ґрунтів.

Ґрунтовий розчин є джерелом поживних речовин для рослин, оскільки рослини здатні засвоювати необхідні елементи тільки в розчиненому стані.

Визначення впливу композиції на зміну рН ґрунту. Актуальна кислотність обумовлена присутністю в ґрунтовому розчині вільних іонів у формі H^+ і OH^- . Визначення рН ґрунтового розчину має величезне значення, оскільки саме актуальна кислотність ґрунтів визначає життєдіяльність мікроорганізмів та умови існування рослин. Для кожного ґрунтового типу характерна своя реакція, для деревно-підзолистих ґрунтів – кисла, для чорноземів – слабокисла і нейтральна, для засоленних ґрунтів – лужна.

До умов, які вплинули на формування сірих ґрунтів Львівської області, належать добрі фільтраційні і поглинальні властивості мінеральної частини ґрунту, активні мікробіологічні процеси (органічні рештки), значна кількість опадів, широколисті ліси. В залежності від цих умов формуються різновиди сірих лісових ґрунтів: сірі, ясно-сірі чи темно-сірі.

Для формування дерново-підзолистого типу ґрунту необхідна висока фільтраційна здатність, опади, і кисла реакція ґрунтової вологи, що слугує причиною вимивання поживних речовин. Для цих ґрунтів притаманна низька родючість, тому що піщаний і супіщаний субстрат не сприяє засвоєнню поживних речовин. Їх відносять до найбідніших ґрунтів Львівської області.

Отримані нами результати дослідження зміни рН для різних типів ґрунтів наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Вплив композиції органічного добрива на зміну рН в залежності від типу ґрунту

| Час відбору проби, доба | рН ґрунтового розчину | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|
| | Дерново-підзолистий ґрунт | Темно-сірий ґрунт | Сірий ґрунт |
| 0 | 6,78 | 6,76 | 7,18 |
| 4 | 7,35 | 7,16 | 7,18 |
| 7 | 7,32 | 7,18 | 7,40 |
| 11 | 7,30 | 7,20 | 7,45 |
| 14 | 7,25 | 7,16 | 7,25 |
| 18 | 7,32 | 7,28 | 7,46 |
| 20 | 7,38 | 7,24 | 7,50 |
| 24 | 7,41 | 7,29 | 7,52 |

Згідно результатів експерименту, наведених в таблиці 5.1, у всіх зразках встановлено незначний зсув рівня рН ґрунтового розчину в сторону нейтральності (в середньому на 0,6 одиниці показника рН), тобто зниження кислотності ґрунтового середовища. Найбільш сприятлива для рослин слабокисла і слаболужна реакція ґрунтового розчину в межах $\text{pH} = 6 \div 7,5$.

Визначення впливу композиції на зміну концентрації амонійного азоту в ґрунті. За вмістом азоту в гумусі оцінюють потенціальну родючість ґрунтів. Найбільш важливі мінеральні види азоту в ґрунтах – це нітрати, нітрити, здатний до обміну аміак, фіксований в мінералах іон амонію, газоподібний азот та оксид азоту (I) N_2O .

Кругообіг азоту відбувається таким чином:

- розклад органічного азоту (амоніфікація завдяки мікроорганізмам) призводить до виділення аміаку.
 - аміак окислюється послідовно до нітратів і нітритів (стадія нітрифікації);
 - оксидні форми азоту відновлюється до N_2 (стадія денітрифікації).
- Споживаються рослинами і мікроорганізмами власне амонійна і нітратна форми сполук азоту.

Мінеральний азот ґрунту представлено обмінним амонієм (NH_4^+), який поглинутий ґрунтовими колоїдами. Ця форма азоту нерухома в ґрунті й не піддається промиванню в ґрунтовому профілі. Основні джерела надходження цієї форми азоту в ґрунт - внесення добрив і процес амоніфікації (мінералізація рослинних решток, відмерлих живих організмів, що населяють ґрунт, органічних добрив). Для мінерального азоту використовують нітратну (NO_3^-) й нітритну (NO_2^-) форми, які перебувають у вигляді розчинних солей у ґрунтовому розчині. Ця форма азоту дуже динамічна й може легко промиватися горизонтально та вертикально в ґрунті. Така дія нітратів сприяє втратам азоту із шару ґрунту, в якому міститься активна зона кореневої системи, а також забрудненню ґрунтових вод.

У повітряній фазі ґрунту міститься газоподібна аміачна (NH_3^+) форма азоту, яка теж бере участь у живленні рослин. У результаті процесів денітрифікації та амоніфікації утворюються газоподібні форми азоту у вигляді аміаку та оксидів азоту, які дифундують до атмосфери, а також у вигляді іону NO_3^- , який вимивається в глибини ґрунтового профілю.

Аміак, що утворився у процесі азотфіксації, взаємодіє із кетокислотами, утворює первинні амінокислоти і аміді, синтез яких відбувається за участі низки ферментів. Надлишок нітратів, що надійшли в рослину, порушує нормальний метаболізм цього процесу і збалансування азотного циклу.

У процесі росту й розвитку рослина споживає всі форми мінерального азоту, проте інтенсивність їхнього поглинання залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Встановлено, що на ґрунтах із легким гранулометричним складом і кислою та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину краще використовується нітратна форма, а на ґрунтах із середнім та важким гранулометричним складом і нейтральною реакцією - амонійна форма азоту. Найбільша емісія аміаку із ґрунту спостерігається на легких піщаних ґрунтах – це пов'язано із низьким вмістом глинистих компонентів. На кислих ґрунтах фізіологічна активність аміачних добрив знижується.

Результати досліджень подані в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Вплив композиції органо-мінерального добрива на зміну концентрації амонійного азоту в залежності від типу ґрунту

| Час відбору проби, доба | С (NH ₄ -N) кінцева, мг/л | | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------|
| | Дерново-підзолистий ґрунт | Темно-сірий ґрунт | Сірий ґрунт |
| 0 | 4,09 | 6,88 | 4,09 |
| 4 | 15,11 | 4,09 | 4,09 |
| 7 | 23,72 | 16,15 | 12,01 |
| 11 | 23,72 | 16,15 | 13,91 |
| 14 | 20,28 | 23,72 | 16,15 |
| 18 | 23,72 | 20,28 | 12,36 |
| 20 | 20,28 | 23,72 | 14,77 |
| 24 | 23,72 | 27,17 | 16,15 |

Згідно результатів експерименту, наведених в таблиці 5.2, кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб, зросла в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів. Якщо на початку проведення експерименту протягом перших чотирьох діб рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом був низьким (4-15 мг/л), то вже через 7 діб рівень підвищувався до середнього (16-24 мг/л). Протягом наступних двох тижнів рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом залишався середнім і рівномірним. Це свідчить про те, що запропонована композиція є ефективним органо-мінеральним добривом пролонгованої дії.

5.2. Визначення впливу досліджуваної композиції на зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту

У системі застосування мінеральних і органічних добрив у сівозміні будь-якої ґрунтово-кліматичної зони необхідний систематичний контроль за рівнем забезпечення ґрунту рухомими формами мікро- та макроелементів і вмістом їх у рослинах. Рослини живляться завдяки кореневій системі за допомогою дифузійного перенесення іонів поживних елементів та води. Рослини засвоюють лише

мінеральний азот у формі іонів амонію (NH_4^+) та нітрат-іонів (NO_3^-), фосфор у вигляді фосфат-іонів (PO_4^{3-}) та ортофосфату H_2PO_4^- .

За низького вмісту фосфору в середовищі проявляється зменшення проникнення бактерій у кореневі волоски. Нестача калію призводить до розладу як азотного, так і вуглеводневого обміну. Калійне голодування послаблює приєднання фосфору до органічних сполук. За достатньої кількості кальцію та магнію у середовищі клітини азотфіксуючі бактерії перебувають в активному стані. Дефіцит магнію порушує розмноження бактерій і знижує їх життєдіяльність [115].

Досліджувана композиція органічного добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші палигорськіту і клиноптилоліту буде засобом для покращення структури ґрунту, і сприятиме збалансованому азотному та фосфатному режиму живлення кореневої системи рослини, що сприятиме підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Концентрація мікроелементів та макроелементів у ґрунті визначались за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізатора «EXPERT 3L», методика описана у розділі 2.6.2. В таблиці 5.3 та в Додатку Д наведені результати зміни концентрацій макроелементів в досліджуваних зразках ґрунтів.

Вміст калію, кальцію і мангану для сірого типу ґрунту залишається практично незмінною, але для дерново-підзолистого типу ґрунту вміст калію знижується, концентрація кальцію зростає, а мангану майже не змінюється.

Таблиця 5.3 - Зміна концентрацій мікроелементів

| Концентрації макроелементів у зразках ґрунтів без підживлення | | | |
|---|------------------------|------------------|--------------------------------|
| Елемент | Темно-сірий тип ґрунту | Сірий тип ґрунту | Дерново-підзолистий тип ґрунту |
| P | 1,41 | 0,54 | 0,64 |
| K | 8,59 | 8,77 | 8,58 |
| Ca | 9,94 | 7,0 | 7,31 |
| Mn | 0,67 | 0,50 | 0,42 |
| Концентрації макроелементів у зразках ґрунту в суміші із курячим послідом | | | |
| Елемент | Темно-сірий тип ґрунту | Сірий тип ґрунту | Дерново-підзолистий тип ґрунту |
| P | 1,43 | 0,37 | 1,43 |
| K | 8,41 | 9,0 | 8,2 |
| Ca | 10,73 | 7,0 | 7,31 |
| Mn | 0,56 | 0,50 | 0,47 |
| Концентрації макроелементів у зразках ґрунту в суміші із досліджуваною композицією | | | |
| Елемент | Темно-сірий тип ґрунту | Сірий тип ґрунту | Дерново-підзолистий тип ґрунту |
| P | 2,165 | 0,75 | 2,21 |
| K | 8,56 | 9,5 | 8,31 |
| Ca | 9,73 | 7,0 | 7,51 |
| Mn | 0,56 | 0,50 | 0,41 |

В таблиці 5.3 та в Додатку Д наведені результати зміни концентрацій макроелементів в досліджуваних зразках ґрунтів. Згідно результатів поставленого експерименту видно, що вміст фосфору із внесенням суміші сорбенту та посліду збільшується для обох типах ґрунтів (в 1,38-1,53 рази). Завдяки застосуванню досліджуваної композиції вміст фосфору зростає в 3,45 рази для дерново-підзолистого типу ґрунту, що свідчить про високу ефективність її використання.

5.3. Польові випробування органо-мінеральних добрив

Для створення сіяних пасовищ і сіножатей, поліпшення природних кормових угідь та посіву трав у польовому кормовиробництві потрібно використовувати кращі види багаторічних бобових і злакових трав, які б забезпечували високу врожайність зелених кормів, сіна і насіння.

Для підвищення продуктивності кормових угідь у Львівській області необхідно щорічно проводити корінне поліпшення на площі 35-40 тис.га, в т.ч. близько 20 тис. га продуктивних сіножатей. Високі врожаї зеленої маси та сіна забезпечують посіви пажитниці як у одновидовому посіві, так і в сумішках. Важливо, щоб в рік сівби молоді рослини розвивалися найбільш інтенсивніше. Від розвитку трав у перший рік життя в значній мірі залежить перезимівля і врожай сіна та насіння в наступному році.

Слаборозвинуті трави досягають нормального розвитку тільки на другий рік життя. Такі трави погано перезимовують, більше потерпають від хвороб і забезпечують низький врожай насіння.

Поряд із прискоренням науково-технічного прогресу, інтенсивні технології, що застосовуються у виробничих умовах, повинні бути енергозберігаючими. Підраховано, що ресурсозберігаючі технології сприяють зменшенню використання мінеральних добрив – на 25-30%, палива – на 5-7%, пестицидів – на 4-6%. На створення 1 кг насіння багаторічних злакових трав витрачається 700-800 ккал непоновлюваної енергії, тоді як за традиційної технології – 1000-2000 ккал.

Впровадження енергоощадних і енергозберігаючих технологій буде сприяти поліпшенню екологічної ситуації в навколишньому середовищі, підвищенню родючості ґрунтів за одночасного зниження витрат на виробництво продукції.

Тому важливо знати як впливають різні види створених органо-мінеральних добрив на продуктивність пажитниці багатоукісної сорту Жайвір та на якість зерна.

Пажитниця багатоукісна сорту Жайвір – озимий тетраплоїдний сорт, який характеризується високою зимо-морозостійкістю, добре адаптований до вирощування в ґрунтово-кліматичних зонах Лісостепу та Полісся. Сорт Жайвір

формує 3-4, а на поливі 4-6 укосів зеленої маси, яка за перетравністю та поїдаємістю значно перевищує інші злаки. Потенційна врожайністю сорту Жайвір складає 800-1000 ц/га зеленої маси, вихід сухої речовини – 100-150 ц/га, кормових одиниць 90-105 ц/га, перетравного протеїну – 20-25 ц/га, насіння – 10-11 ц/га. Сорт Жайвір може зберігатись в травостой до 3 років, що сприяє підвищенню продуктивності сінокосів і пасовищ у перші роки користування.

Методика досліджень представлена в підрозділі 2.5.3.

Досліди із вивчення впливу норм удобрення пажитниці багатоукісної на насіння закладалися 11 серпня 2017 р. (5 варіантів у 4 повтореннях). Дослід включав такі варіанти:

- Контроль (без добрив);
- 1 (курячий послід+ палигорськіт, 5:1)
- 2 (курячий послід+ клиноптилоліт , 5:1)
- 3 (курячий послід, без добавок)
- 4 (курячий послід+ палигорськіт + клиноптилоліт , 10:1:1)

Розвиток рослин пажитниці багатоукісної сорту Жайвір як і інших злакових трав у перший рік життя проходив по-різному і в значній мірі залежав від погодних умов.

Погодні умови вегетаційного періоду 2017-2018 рр. відзначалися непостійністю (підрозділ 2.5.4), характеризувались недостатньою кількістю опадів в більшості місяців та підвищеними температурними показниками. Проте, загалом із серпня 2017 до липня 2018 кількість опадів перевищила середньобогаторічну норму на 103 мм, а середньорічна температура була на 2,2°C вища за норму. Такі погодні умови сприяли розвитку багаторічних трав.

Спостереження показують, що тривалість періоду від сівби до початку сходів залежить не стільки від строків посіву, скільки від метеорологічних умов та системи удобрення (табл.5.4.).

Таблиця 5.4 - Особливості росту і розвитку пажитниці багатоукісної с. Жайвір в перший рік життя залежно від удобрення (середнє за 2017 р.)

| Варіанти | Кількість днів від сівби до: | | Кількість днів від повних сходів до: | | Щільність травостою шт./м ² |
|------------------------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------------|-----------------|--|
| | початку сходів | повних сходів | початку кушіння | повного кушіння | |
| Літній рядковий безпокровний посів | | | | | |
| Контроль (без добрив) | 16 | 20 | 24 | 36 | 754 |
| 1 | 16 | 20 | 24 | 36 | 747 |
| 2 | 16 | 20 | 24 | 36 | 748 |
| 3 | 16 | 20 | 24 | 36 | 765 |
| 4 | 16 | 20 | 24 | 36 | 758 |

Літній посів 2017 р. проведено 11 серпня. Період від повних сходів до повного кушіння продовжувався 36 днів. В зиму вони увійшли в фазі повного кушіння і доброму стані.

У 2018 році рослини пажитниці багатоукісної с. Жайвір на другий рік життя відновили вегетацію 28-30 березня. Вихід рослин у трубку закінчився через 46-47 днів.

Найбільша щільність травостою – 960 шт/м² була відмічена на суцільнорядкових посівах за норми удобрення №4. Висота рослин в середньому становила 93-100 см. Удобрення посівів пажитниці багатоукісної продовжило порівняно із контролем періоди проходження фенологічних фаз розвитку від початку відростання до фази виходу в трубку на 2-4 дні, а виколошування на 1-5 днів.

Аналіз структури врожаю показав, що насіннева продуктивність пажитниці багатоукісної сорту Жайвір під впливом норм удобрення змінювалася за рахунок збільшення, або зменшення кількості генеративних пагонів на 1 м². (табл.5.5).

Таблиця 5.5 - Початок відростання та середня тривалість міжфазних періодів залежно від норм висіву насіння та терміну сівби.

| Варіанти | Крайні дати початку відростання | Кількість днів від початку відростання до: | | Щільність травостою шт./м ² | Висота рослин, см |
|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------|--|-------------------|
| | | виходу в трубку | виколювання | | |
| Літній суцільнорядковий посів | | | | | |
| Контроль (без удобрення) | 28.03 | 54 | 64 | 905 | 93 |
| 1 | 30.03 | 55 | 65 | 914 | 98 |
| 2 | 29.03 | 57 | 69 | 943 | 100 |
| 3 | 29.03 | 56 | 66 | 935 | 99 |
| 4 | 31.03 | 58 | 69 | 960 | 100 |

В наших дослідженнях норми удобрення мали вплив як на урожайність пажитниці багаторічної, так і на якість насіння. Математична обробка одержаних даних показала істотний вплив внесення органо-мінеральних добрив на урожайність насіння пажитниці багатоукісної сорту Жайвір (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 - Вплив удобрення на урожайність і якість насіння

| Варіанти | Схожість насіння, % | Маса 1000 насінин, г | Урожайність, т/га | Різниця до контролю, ± | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-------|
| | | | | т/га | % |
| Літній суцільнорядковий посів | | | | | |
| Контроль | 91 | 5,15 | 0,60 | - | - |
| 1 | 93 | 5,16 | 0,77 | 0,17 | +28,3 |
| 2 | 93 | 5,21 | 0,72 | 0,12 | +20,0 |
| 3 | 93 | 5,18 | 0,69 | 0,09 | +15,0 |
| 4 | 94 | 5,20 | 0,82 | 0,22 | +36,7 |
| НІР ₀₅ , т/га | | | 0,022 | | |

Зокрема, внесення органо-мінеральних добрив позитивно впливало на вихід насіння із одиниці площі – різниця до контролю без удобрення за варіантами склала від 0,09 т/га (15,0 %) до 0,22 т/га (36,7 %) за найменшої істотної різниці 0,022 т/га. Відмічено також тенденцію до зростання схожості одержаного насіння на 2-4 % порівняно із контролем та маси 1000 насінин від 5,15 г на контролі без удобрення до 5,21 г при удобренні №2.

5.4. Узагальнення та висновки до 5 розділу

У п'ятому розділі дисертації приведено результати досліджень агроекологічних аспектів застосування органо - мінерального добрива на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів.

Досліджувався вплив композиції курячого посліду та суміші природних сорбентів на зміну рН ґрунту. у всіх зразках встановлено незначний зсув рівня рН ґрунтового розчину в сторону нейтральності (в середньому на 0,6 одиниці показника рН), тобто зниження кислотності ґрунтового середовища. Найбільш сприятлива для рослин слабокисла та слаболужна реакція ґрунтового розчину знаходиться в межах $pH = 6 \div 7,5$.

Проводилось визначення впливу композиції на зміну концентрації амонійного азоту в ґрунті. Встановлено, що кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб, зросла в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів. Якщо на початку проведення експерименту протягом перших чотирьох діб рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом був низьким (4-15 мг/л), то вже через 7 діб рівень підвищувався до середнього (16-24 мг/л). Протягом наступних двох тижнів рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом залишався середнім і рівномірним. Це свідчить про те, що запропонована композиція є ефективним органо-мінеральним добривом пролонгованої дії.

Визначався вплив досліджуваної композиції на зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту. Встановлено, що вміст

фосфору із внесенням суміші сорбенту та посліду збільшується для обох типах ґрунтів (в 1,38-1,53 рази). Завдяки застосуванню досліджуваної композиції вміст фосфору зростає в 3,45 рази для дерново-підзолистого типу ґрунту, що свідчить про високу ефективність її використання. Вміст калію, кальцію і мангану для сірого типу ґрунту залишається практично незмінним, але для дерново-підзолистого типу ґрунту вміст калію знижується, концентрація кальцію зростає, а мангану майже не змінюється.

За даними однорічних досліджень, внесення органо-мінеральних добрив достовірно впливає на вихід насіння із одиниці площі – різниця до контролю без удобрення за варіантами становить від 0,09 т/га (15,0 %) до 0,22 т/га (36,7 %) за найменшої істотної різниці 0,022 т/га. Відмічено також тенденцію до зростання схожості одержаного насіння та маси 1000 насінин.

Результати досліджень, описані в 5 розділі, знайшли своє відображення у публікаціях [131 - 134, 136].

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дисертаційної роботи розв'язано актуальну науково-практичну задачу: підвищення рівня екологічної безпеки в зоні впливу птахоферм шляхом додавання у підстилку суміші природних дисперсних сорбентів. Основні наукові та практичні результати роботи:

1. Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахоферм. Встановлено, що можна виділити 3 потенційні джерела екологічної небезпеки від пташиного посліду на птахофабриці, які тісно пов'язані із місцями його утворення, транспортування та локалізації. Визначальним джерелом екологічної небезпеки, є пташники – місця утворення пташиного посліду, який є джерелом виділення забруднень в атмосферу, гідросферу та в ґрунти

2. Встановлена можливість застосування в складі підстилки адсорбентів: природних каркасних та глинистих мінералів. Результати досліджень показали дещо меншу сорбційну здатність клиноптилоліту та глауконіту у порівнянні із палигорськітом. Встановлено, що вміст аміаку над модельними сумішами є найнижчим за умови використання палигорськіту, причому можна зауважити, що поглинання газу є активним та повним вже протягом перших півгодини. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що, найбільш високу ємність продемонструвала композиція із суміші клиноптилоліту та палигорськіту в пропорції 1:1.

3. Встановлені оптимальні умови для здійснення процесу адсорбції вологи та аміаку природними сорбентами із курячого посліду. Найбільш високу адсорбційну ємність щодо аміаку продемонструвала композиція «сорбенти : курячий послід» у пропорції 1:5. Вона складає $1,56 \times 10^{-2}$ мг-екв/г сорбентів.

4. На основі аналізу даних досліджень запропонована принципова технологічна схема виготовлення органо - мінерального добрива на основі курячого посліду, яка складається із стадій: 1) усереднення матеріалу підстилки в змішувачі-усереднювачі для досягнення однорідності; 2) гранулювання в шнековому

грануляторі закритого типу; 3) сушіння гранул в установці фільтраційного сушіння; 4) фасування товарної фракції.

5. Обґрунтовані параметри технологічного режиму виготовлення органо - мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів: розмір гранул (діаметр 4-6 мм, довжина 15-20 мм); кінцева вологість гранул $\approx 30\%$; температури фільтраційного сушіння 25°C .

6. Встановлений вплив досліджуваної композиції на зміну рН та концентрації амонійного азоту в залежності від типу ґрунту. Встановлено, що найбільш сприятлива для рослин слабокисла і слаболужна реакція ґрунтового розчину знаходиться в межах $\text{pH} = 6\div 7,5$. Кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб, зросла в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів.

7. Проведені дослідно-промислові випробування технології застосування та агрохімічні випробування отриманого органо-мінерального добрива, дані однорічних досліджень показали, що внесення органо-мінеральних добрив на продуктивність пажитниці багатоукісної сорту Жайвір достовірно впливає на вихід насіння з одиниці площі – різниця до контролю без удобрення за варіантами становить від 0,09 т/га (15,0 %) до 0,22 т/га (36,7 %) при найменшій істотній різниці 0,022 т/га. Відмічено також тенденцію до зростання схожості одержаного насіння та маси 1000 насінин.

8. Матеріали дисертаційної роботи передані для впровадження в Сумський державний науково-дослідний університет мінеральних добрив та пігментів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вініченко І. І., Маховський Д. В. Стан та перспективи розвитку птахівничих підприємств в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 24. С. 3-6.
2. Терещенко О. В., Катеринич О. О., Рожковський О. В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України: стан та перспективи наукового забезпечення галузі. *Ефективне птахівництво*. 2011. №11. С. 7-12.
3. Аграрний тиждень. Україна. 26 листопада, 2013. Розділ Новини. Режим доступу: <http://a7d.com.ua/novini/14537-ukrayina-virobit-12-mln-t-myasa-ptic-broylera-cogo-roku-bakumenko.html>.
4. Тертична О. В., Бородай В. П. Екологічні засади розвитку промислового птахівництва. *Агроекологічний журнал*. 2015. №2. С. 6-12.
5. Кернасюк Ю. Птахівництво — ефективна сфера агробізнесу. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 8 (303). // agro-business.com.ua.
6. Про відходи: Закон України від 8 лист. 2017 р. № 820-р. URL: zakon.rada.gov.ua/go/820-2017-p.
7. Голюк В. Я., Голець Н. І. Аналіз експорту м'яса курятини: стан та тенденції розвитку ринку. *Економіка та управління підприємствами*. 2016. №2. С. 131-135.
8. Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств та вимоги до їх проектування: затв. Наказом Головного державного інспектора ветеринарної медицини України від 23 липня 2001р. №53.
9. Мельник В. О. Екологічні проблеми сучасного птахівництва: Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Птахівництво», 2009, випуск 63. С.1-15. Режим доступу www.avian.org.ua.
10. Вісник Української Зернової асоціації, №131-09-05, 9-16 вересня 2005, www.uga-port.org.ua.
11. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей / под ред. Н. В. Лазарева. Химия, 1977. С. 86–92.
12. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел / за ред. О. І. Фурдичка. Київ : 2016. 31 с.

13. Пінчук О. В. Розрахунок ефективності використання азоту у процесі виробництва продукції рослинництва. *Агроекологічний журнал*. 2013. №4. С.51-55.
14. Aneja V. P., Chauhan J. P., Walker J. T. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons. *Journal of geophysical research*. 2009. Vol. 105, № D9. 2000. P.11535-115457. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.493.4808&rep=rep1&type=pdf>.
15. Аналіз складу відходів і емісії від тваринницьких ферм. Osada Takashi Nihon chikusan gakkaiho. *Anim. Sci. J.* 2001. №8. С. 167-176. Яп.
16. Sculdark J. R., Ullman W. J., Roadman M. J., Meisinger J. J. Validation of Ogawa passive samplers for determination of gaseous ammonia concentrations in agricultural settings. *Atmos. Environmental*. 2003. №17. P. 2317-2325.
17. Aneja V. P., Battye W., Roelle P. A. Evaluation and improvement of ammonia emissions inventories. *Atmos. Environmental*. 2003. №27. P. 3873-3883.
18. Harper Lowry A., Sharpe Ron R., Simmons John D. Ammonia emission from swine houses in the southeastern United States. *Environmental. Qual.* 2004. №2. P. 449-457.
19. Crery D. F. Hobbs P. J. Additives to reduce ammonia and odor emissions from livestock wastes. *Environ. Qual.* 2001. 30. №2. P. 345-355.
20. A. E. Ghaly and K. N. MacDonald. Development and testing of an ammonia removal unit from the exhaust gas of a manure drying system. *American Journal of Environmental Science*. 2013. Vol. 9, №1. P.51-61.
21. Очистка воздуха от аммиака в помещениях сельскохозяйственного назначения. Баев В.К. та ін. *Экология и промышленность России*. 2005. №11. С. 13-16.
22. Елинсон И. С., Мартинович В. И., Цыганков В. И., Зарецкий О. В. Очистка вентиляционных выбросов производственных объектов от аммиака. *Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: Труды 3-й науч-техн конф., 25-26 июня, 1998*. Гродно, Ч.2. Изд-во ГрГУ, 1999. С. 219-223.

23. Pagans E., Font X., Sanchez A. Biofiltration for ammonia removal from composting exhaust gases. *Chemical Engineering Journal*. 2005. Vol. 113, № 2-3. P. 105-110.
24. Мельник О. В. Способи обробки підстилки пташників. Державна дослідна станція птахівництва НААНУ. Режим доступу: www.avianua.com.
25. Husted S. Reducing ammonia loss from cattle slurry by the use of acidifying additives: The role of the buffer system. *Science of Food and Agriculture*. 1991. Vol. 57. P. 335–349.
26. Martinez J., Jolivent J., Guiziou F. Ammonia emissions from pig slurries. Evaluation of acidification and the use of additives to reduce losses. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production.*, 6–10 Oct. 1997. NVTL : Rosmalen, the Netherlands. 1997. P. 475–483.
27. Kroodsma W. Volatile emissions from cow cubicle houses and its reduction by immersion of the slats with acidified slurry. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production.*, 6–10 Oct. 1997. NVTL : Rosmalen, the Netherlands. 1997. P. 475–483.
28. Molloy S. P. A laboratory study of ammonia volatilisation from cattle and pig slurry. *Agric. Res.* 1983. № 22. P. 37–45.
29. S. F. Bilgili, J. B. Hess, J. P. Blake et. Al. Rearing broiler on sand: a result demonstration project. *World Poultry Congress*. Istanbul Turkey, 2004.
30. Safley L. M. Conserving manurial nitrogen. *Trans. ASAE*, 1983. № 26. P. 1166-1170.
31. Berg W. Emission reduction by acidification of slurry – Investigations and assessment. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production.*, 6–10 Oct. 1997. NVTL : Rosmalen, the Netherlands. 1997. P. 459–466.
32. Homidan A., Robertson J., Petchey A. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *World's Poultry Sci.* 2003. Vol. 59. P. 340–349.
33. Witter E. Use of $CaCl_2$ to decrease ammonia volatilisation after application of fresh and anaerobic chicken slurry to soil. *Soil Sci.* 1991. № 423. P. 369-380.

34. Спосіб формування підстилкового матеріалу для підлогового вирощування курчат-бройлерів : пат. 60563 Україна : МПК А01К 1/015; опубл. 2006. Бюл. № 1.
35. Покращення клімату у пташнику для вирощування індиченят на підстилці / Мельник О. В., Рябініна О. В., Кизь Т. В., Ципляк О. В. Харків : Птахівництво, науково-виробничий збірник, ІТ НААН, 2013, вип. 71. С. 108-113.
36. Спосіб дезінфекції та дезодорації приміщень свинарника : пат. 90800 Україна : В01D 53/86; опубл. 01.2006. Бюл. №11.
37. Урдзик Р. М. Ефективне птахівництво. *Група компаній «Єдинство» и ее зарубежный партнер – французская компания Olmix SA.* 2008. №7 С. 24-25.
38. Спосіб переробки курячого посліду на підстилці : патент 81996 Україна : МПК С05F 3/00; опубл. 2013. Бюл. № 1.
39. Спосіб переробки нативного курячого посліду : патент 81997 Україна : МПК С05F 3/00 опубл. 2013. Бюл. № 1.
40. Miner J. R. Finely ground zeolite as an odour control additive immediately prior to sprinkler application of liquid dairy manure. *Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production.*, 6–10 Oct. 1997. Vinkeloord, the Netherlands. 1997. P. 717–720.
41. Schntider A. F. et al. Natural zeolites in diet or litter of broilers. *British Poultry Science.* 2016. Vol. 57, № 2. P. 257-263.
Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2016.1150962>.
42. Sarica M. The Effects of Evaluated Litter with Natural Zeolite on the Broiler Performance and Environmental Conditions of Broiler Houses. *World Poultry Congress.* Istanbul : Turkey, 2004.
43. Nakaue H. S. Studies with clinoptilolite in poultry: II. Effect of feeding broilers and the direct application of clinoptilolite zeolite on clean and reused broiler litter on broiler performance and house environment. *Poul. Sci.* 1981. Vol. 60. P. 1221-1228.
https://www.researchgate.net/publication/285261841_Studies_with_Clinoptilolite_in_Poultry_II_Effect_of_Feeding_Broilers_and_the_Direct_Application_of_Clinoptilolite

Zeolite on Clean and Reused Broiler Litter on Broiler Performance and House Environmen.

44. Підстилковий матеріал для збирання рідких та твердих екскрементів свійських тварин : пат. 49332 Україна : МПК А01К 1/015; опубл. 26.04.2010, Бюл. № 8.
45. Комплексний підстилковий матеріал для збирання рідких та твердих екскрементів свійських тварин : пат. 49333 Україна : МПК А01К 1/015; опубл. 2010. Бюл. № 8.
46. Основи сільськогосподарського виробництва / за ред. Б.Н.Польского. Київ : Вища школа, 1977. 264 с.
47. Брюханов А. Ю. Методы проектирования и критерии оценки технологий утилизации навоза, помета, обеспечивающие экологическую безопасность : дисс. на соиск ученой степени доктора технических наук, Санкт-Петербург, 2016. 440с.
48. ВНТП-АПК-04.05 Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва (видання офіційне). На заміну ВНТП-СГіП-46-4.94; Введ. 01.01.2006. Київ : Мінагрополітики України, 2005. С. 90.
49. ВНТП-АПК-09.06 Відомчі норми технологічного проектування. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною (видання офіційне). На заміну ВНТП- СГіП-45-9.94; Введ. 01.06.2006. / Розробники від ІМТ УААН: О. О. Ляшенко, Г. Є. Мовсесов, В. М. Павліченко. Київ : Мінагрополітики України, 2006. С. 100.
50. Спосіб переробки пташиного посліду з отриманням органічного добрива та біогазу та біореактор для його реалізації : пат. 111409 Україна С2 С05F3/06 С02F3/28 С02F11/04, С12M1/107. № а 2014 09752 ; заявл. 05.09.2014 ; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8.
51. Остеркамп В. Я. Знання та досвід – на службу людям. *Agroexpert*. 2014. №12 (77) Р.72-73.
[http:// mfa.gov.ua/ mediafiles/ sites/ netherlands/files/investment_offers/10.02.15/ Biogas_Oosterkamp_for_Agroexpert.pdf](http://mfa.gov.ua/mediafiles/sites/netherlands/files/investment_offers/10.02.15/Biogas_Oosterkamp_for_Agroexpert.pdf).

52. Лысенко В. П., Горохов А. В. Утилизация птичьего помета на птице фабриках – пути решения. <http://www.webpticeprom.ru/>.
53. Власюк П. А., Мандрик А. В. Обогащенные компосты : довідник. Госсельхозиздат, 1961. 296 с.
54. Емцев В., Мишустин Е. Микробиология. М.: Дрофа, 2005. - 445 с.
55. Коваленко В. П., Петренко И. М. Компостирование отходов животноводства и растениеводства : монография, Краснодар : КГАУ, 2001. 148 с.
56. Афанасьев В. Н., Миллер В. В. Критическая влажность компостируемых отходов животноводства и птицеводства. *Вестник сельськохозяйственной науки*. 1987. № 5. С. 129–132.
57. Павленко С. І. Прискорене компостування підстилкової суміші курячого посліду та лущиння насіння соняшнику. *Вісник ДДАЕУ*. 2016. №2 (40). С. 56-61.
58. Гігієна та біоферментація побічних продуктів тваринництва : монографія / Захаренко М. О. та ін. Київ, 2017. 536 с.
59. Способ получения соломисто-пометного компоста пролонгирующего действия : пат. 2189369 Россия : МПК 7 C05F 3/00 C05F 17/00. № 2001100782 ; приор. 09.01.2001 ; опубл. 20.09.2002, Бюл. № 13.
60. Спосіб отримання органічного добрива з пташиного посліду : пат. 12670 Україна : МПК (2006) C05F 3/00 C05F 17/00. № и 200508417 ; заявл. 29.08.2005 ; опубл. 15.02.2006, Бюл. № 2.
61. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области / В. И. Могилевцев и др. Санкт-Петербург, 2012. 238с.
62. Atieh R. M. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*. 2000. Vol. 44. P. 579-590.
63. Терещенко Н. Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикомпостирования. Новосибирск : СО РАСХН, 2003. 116 с.

64. Действие дождевых червей на физиологическое состояние микробного сообщества при вермикопостиривании. Якушев А. В., Благодатский С. А., Бызов Б. А. Микробиология, 2009. Т.78, №4. С. 565-574.
65. Спосіб переробки пташиного посліду методом вермикультивування : пат. 34719 Україна : МПК C05F 3/00. № u 200801221; заявл. 31.01.2008 ; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.
66. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С.11-20.
67. Гранульоване органо-мінеральне добриво : пат. 73107 Україна : МПК (2012.01) C05G5/00. № u 2012 02645; заявл. 05.03.2012; опубл. 10.09.2012, бюл.№ 17.
68. Способ получения органо-минерального удобрения : пат. 2086522 Россия : МПК6 C 05 F 11/02. заявл. 05.07.2010 ; опубл. 10.03.2012. <http://www.freepatent.ru/patents/2444501>.
69. Органо-мінеральне добриво : пат. 43777 Україна : А 7 C05G3/04, C09K17/00. № 2001117458 ; заявл. 01.11.2001 ; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11.
70. Спосіб одержання органо-мінерального добрива з пташиного посліду : пат. 67567 Україна : МПК C05F3/00 ; опубл.15.06.2004. <http://uapatents.com/2-67567-sposib-oderzhannya-organo-mineralnogo-dobriva-z-ptashinogo-poslidu.html>.
71. Способ приготовления удобрений и биогаза из подстильного навоза : пат. 2126778 Россия : C05F 3/00 ; опубл. 27.02.1999. <http://www.findpatent.ru/patent/212/2126778.html>.
72. Спосіб одержання гранульованих добрив на органічній основі та потокова лінія для його здійснення : пат. 27538 Україна : МПК A01C 3/00. № u 9508 3769 ; заявл. 11.08.1995 ; опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.
73. Дегодюк С. Е., Бондар Є. А. Вплив органо-мінеральних і біоактивних добрив на урожайність кукурудзи та вміст фосфору і калію у сірому лісовому ґрунті. *Міжвід. Тематичний зб. «Землеробство»*. 2011. Вип. 83. С. 22-28.

74. Якушко С. І. Технологічні особливості гранулювання органічної суспензії у киплячому шарі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2011. №34. С. 52- 59.
75. Острога Р. О., Юхименко М. П. Дослідження кінетичних закономірностей процесу гранулювання органічних суспензій у киплячому шарі. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2017. №4/1 (88).
76. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области / под ред. В. И. Могилевцева. : Санкт Петербург, 2012. 238 с. Табл. 43. С.183.
77. Лягушкин И. Вечная утилизация. *Агротехника и технологии*. 2008. № 6, С. 19-21.
78. ДСТУ Пташиний послід. Переробляння на органічні та органо-мінеральні добрива. Технологічні процеси. Основні параметри. Київ, 2008. 32 с.
79. А. В. Ляшенко. Дослідження кінетики процесу сушки відходів птахівництва з метою отримання комплексних добрив для рослин. *Інститут технічної теплофізики НАН України, «Вібрації в техніці та технологіях»*. 2009. №1 (53). С. 89-92.
80. Суховеркова В. Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. №9 (143). С. 45-55.
81. Спосіб виробляння добрива і/або кормової добавки з пташиного посліду : пат. 16923 Україна : МПК (2006) C05F3/02, A23K1/00. № и 200607640 ; заявл. 10.07.2006 ; опубл. 15.08.2006, Бюл. № 8.
82. Марченко А. Ю., Кузнецова Н. Н. Исследование и создание способа, а также устройства для сушки куриного помета. *Научный журнал КубГАУ*. 2015. №107 (03). С. 1-13.
<http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/117.pdf>.

83. Способ утилизации птичьего помета : пат. 2399641 Россия : С1 С09F3/00. Заявл. 10.03.2009 ; опубл. 20.09.2010. <http://www.freepatent.ru/patents/2399641>.
84. Спосіб переробки нативного курячого посліду : пат. 81997 Україна : МПК (2013.01) С05F3/00. № и 2013 03421 ; заявл. 20.03.2013 ; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13.
85. Послід пташиний : Державний класифікатор продукції та послуг ДК 00596, затверджений наказом Держстандарту України №89 від 29.02.1996 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0089217-96>.
86. Becker J. G, Graves R. E. Ammonia Emissions and Animal Agriculture. *In proceedings midAtlantic Agricultural Ammonia Forum*. Virginia. 16 March 2004. URL: <http://pubs.ext.vt.edu/123-456/>.
87. Susan W. Gay, Katharine F. Knowlton. Ammonia Emissions and Animal Agriculture. Virginia. 1 May 2009. URL : <http://pubs.ext.vt.edu/442/442-110/442-110.html>.
88. Агрохимия. 2-е изд., перераб. и доп. / за ред. П. М. Смирнов, Э. А. Муравин. Москва : Колос, 1984. 304с.
89. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. Москва : Агропромиздат, 1990. 287 с.
90. Методичні рекомендації про порядок заповнення спеціалізованих форм річного звіту сільськогосподарськими підприємствами : затв. наказом М-ва аграрної політики України від 08.11.2000 р. № 221.
91. ДСТУ 7527:2014. Технології біологічного переробляння. Загальні вимоги. [Чинний від 2014-10-23]. Київ, 2012. 55 с).
92. Whitehead D. C. Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships. Wallingford, United Kingdom: CABI Publishing, 2000. 275 p.
93. Пінчук В. О., Тертична О. В., Бородай В. П. Розрахунок азотного балансу птахопідприємств. *Агроекологічний журнал*. 2016. №4. С. 35-39.
94. Петров В. П. Проблема бентонитов и их народно-хозяйственное значение : дис. на соискание ученой степени д-ра в. наук : 06.02.03. Москва, 1980. С. 316.

95. Теодорович Ю. Н., Кириченко Л.П. Состояние минерально-сырьевой базы бентонитовых глин Украины; перспективы ее развития и промышленного использования. Бентониты. Москва : Наука, 1980. С. 39-48.
96. Овчаренко Ф. Д., Кириченко Н. Г. Черкасское месторождение бентонитовых и палигорскитовых глин : книга. Київ : Наукова думка, 1966. 160 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006389194>.
97. Куковский Е. Г., Островская А. Б. Бентонитовые глины Украины. Киев : Наукова думка, 1960. С. 14-18.
98. Ткачук Н. А., Мельник Л. М . Застосування палигорськіту для очищення мийних вод у виноробстві. *Водопідготовка в харчовій промисловості* : IV Міжнар. Водний Форум "Аква-Україна 2006". Київ, 2006. С. 350-351.
99. «Палигорськіт-крихта – Гігієнічний наповнювач для домашніх тварин» : ТУ У 00132003.002-97. URL: www.adsorbent.com.ua/info/pet_care_adsorbent_ukr.pdf.
100. Задвернюк Г. П. Поглинання нафти і нафтопродуктів глинами черкаського родовища. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 2011. С. 109-114. URL: znp.igns.gov.ua/materials/19n/Zadvernyuk.pdf.
101. Xue Li, Cong Lin. Clinoptilolite Adsorption Capability of Ammonia in Pig Farm. *Procedia Environmental Sciences*. 2010. №2. P. 1598–1612. URL: https://www.researchgate.net/.../229409511_Clinoptilolite_A.
102. Корольков Н. М. Теоретические основы ионообменной технологии. Рига: Лиесма, 1968. 291 с.
103. Царенко А. М. Экономические проблемы производства экологически чистой агропромышленной продукции : теория и практика. Киев : Аграрна наука, 1998. 256 с.
104. Пешель Ж. Системы уборки помета с аэрацией. *Птицеводство*. 1995. № 2. С. 36-37.
105. Савост'янова К. В., Мельник В. О. Підсушування посліду на стрічкових транспортерах кліткових батарей для утримання курей-несучок : Міжвідомчий

науковий тематичний збірник «Птахівництво». Харків : ІІ УААН. 2007, випуск 59. С. 138-145.

106. Подготовка, переработка помета на птицефабриках и использование его в земледелии. Научно-практические рекомендации. / под ред. В. И. Фисинина. Посад, 2001. 108 с.
107. Burnett W. E., Dondero N. C. Microbiological and chemical changes in poultry manure associated with decomposition and odour generation. *Animal Waste Management*. Proceedings of Cornell University Conference of Agriculture Waste Management. 1969. P. 271-274.
108. Nahm K. H. Factors influencing nitrogen mineralization during poultry litter composting and calculations for available nitrogen. *World's poultry science journal*. 2005. Vol. 61. P. 238-255.
109. Colanbeen M., Neukermans G. Invloed van strooisel en NH₃ op de produktieresultaten bij slachtpluimvee. *Literatuuroverzicht*. Argentina. 1990. Vol. 43, № 2. P. 227-240.
110. Підприємства птахівництва: Відомчі норми технологічного проектування ВНТП-АПК-04.05. Київ : Нормативний документ Мінагрополітики України, 2005. 90 с.
111. Беженар І. М., Васюта Т. М. Стан та перспективи розвитку птахівництва в Україні. *Агросвіт*. 2015. №18. С. 41-51.
112. Jorgensen Tony. Removal of ammonia from wastewater by ion exchange in the presence of organic compounds : presented for the degree of master of engineering in chemical & process engineering. / New Zealand. Department of Chemical & Process engineering University of Canterbury Christchurch. 2000-2002. 174 p.
113. İsmail Tosun. Ammonium removal from aqueous solutions by clinoptilolite: determination of isotherm and thermodynamic parameters and comparison of kinetics by the double exponential model and conventional kinetic models. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2012. № 9. P. 970-984.

114. Rossman F., Carel J., Van Oss. Colloid and surface properties of clays and related minerals. New York : School of Medicine, State University of New York at Buffalo, USA, 2002. 312 p.
115. Шувар І. Проблема азотного живлення рослин. Агробізнес сьогодні. 2014. № 9 (280). URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/2231-problema-azotnogo-zhyvlennia-roslyn.html>.
116. ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка. [Действ. от 01.01.1987]. Москва, 1986. 8 с.
117. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту. Київ, 2007. (Держспоживстандарт України).
118. Пристрій для очищення пташиного посліду від пір'я : пат. 59804 Україна : МПК А01С3/00. № 20021210314 ; заявл. 19.12.2002 ; опубл. 15.09.2003, Бюл. № 9.
119. Установка для фільтраційного сушіння сипких матеріалів: пат.97497 Україна: МПК F26В 17/00. №201407632; заявл.05.09.2014; опубл. 25.03.2015, Бюл.№6.
120. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта 5-е изд., доп. и перераб. / под. ред. Б.А. Доспехов. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
121. Determining the optimal ratio of natural mineral adsorbents with regard to ammonia adsorption. M. Kanda, M. Maliovanyy, Z. Odnorih, O. Kharlamova, N. Chornomaz. Ecological safety. Scientific Journal. Issue 1/2016 (21). -Kremenchug 2016. P. 76-80.
122. The synthesis of prolonged fertilizers by means of adsorption of nutrition and trace elements by natural sorbents from industrial and agricultural wastes./ M. Maliovanyy, O. Zakhariv, M. Kanda, Z. Odnorih, G. Sakalova, A. Bratashchuk, N. Chornomaz. Scientific herald of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, collection of scientific works, issue number 240. -Kyiv 2016. P. 168-175.
123. Utilising organic-mineral fertilisers produced from man-made waste of poultry farms/ I. Tymchuk, M. Kanda, M. Malovanyy. Environmental Problems. Vol.4, No. 1. - 2019. - С. 57-62.

124. Analysis of poultry manure utilisation methods to produce organic fertiliser/ M. Malovanyu, Z. Odnorih, M. Kanda. *Environmental Problems*. Vol. 3, No. 4, - 2018. С.245-251.
125. Aspects of Poultry Manure Low-Emission Utilization Process / M. Malovanyu, Z. Odnorih, M. Kanda, I. Parashchiienko. *International journal of engineering and technology*. 7 (4.8) - 2018. - P. 301-305.
126. Determination of an impact of the composition on the ph level and the concentration of ammonium nitrogen in soil of pustomyty distract, Lviv region/ M. Kanda, Z. Odnorih, M. Maliovanyu. Lviv Polytechnic National University “Environmental problems”. – Volume 2. Number 1. – 2017. – P. 37-40.
127. Мальований М. С., Чайка О. Г., Канда М. І. Обов’язкова умова мінімізації екологічної небезпеки від суспільно створених відходів-комплексність рішень (теоретичні та практичні аспекти). *Матеріали Українського екологічного конгресу, 10-11 грудня 2009 р. Київ, 2009. С. 226-229.*
128. Канда М. І., Одноріг З. С., Мальований М. С. Шляхи утилізації курячого посліду. V-й всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю, 23-24 вересня 2015 р. Вінниця, 2015. С. 175.
129. Канда М. І., Одноріг З. С. Адсорбція аміаку із посліду. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 2015. С. 184.
130. Клиш Г. М., Канда М. І., Одноріг З. С. Дослідження адсорбції аміаку природними сорбентами. *Захист навколишнього середовища збалансоване природокористування*. III студентський конгрес. Львів, 2016. С. 61-62.
131. Канда М. І., Одноріг З. С. Визначення оптимальної пропорції сорбентів та нативного курячого посліду. *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. 4-й наук. конгрес. Львів, 2016. С. 119.

132. Kanda M. Optimal liter composition for Industrial Poultry Houses. 6-й міжнародний молодіжний науковий форум «LITTERIS ET ARTIBUS». Львів, 2016. С. 476.
133. Канда М. І., Одноріг З.С., Мальований М. С. Визначення впливу суміші сорбентів і курячого посліду на зміну рН та концентрацію азоту амонію в ґрунтах Пустомитівського району Львівської області. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. матеріалів наук.-практ. конф., 13-15 травня 2015 р. Запоріжжя, 2017. С. 206-207.
134. Канда М. І., Одноріг З. С. Вплив органо мінерального добрива на стан ґрунтів. *Хімічна технологія та інженерія* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 26-29 червня 2017 р. Львів : НУЛП, 2017. С. 397.
135. Канда М. І., Мальований М. С. Дослідження зміни вмісту елементів живлення у ґрунтах Львівської області. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки* : матеріали XVII Міжнародної наук.-практ. конф. Кременчук, 2017. С. 94.
136. Канда М. І., Мальований М. С., Одноріг З. С. Визначення впливу композиції органічного добрива на стан ґрунтів Львівської області. VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю, 20–22 вересня 2017 р. Вінниця, 2017. С. 26.
137. Канда М. І., Мальований М. С., Одноріг З. С. Попередження забруднення поверхневих вод іонами амонію від діяльності птахофабрик. *Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг* : матеріали 2-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 18-19 жовтня 2017 р. Львів, 2017. С. 74-75.
138. Канда М. І., Одноріг З. С. Вплив органічного добрива на стан ґрунтів Львівської області. *Сталий розвиток – погляд у майбутнє* : зб. матеріалів. 15 вересня 2017 р. Львів : НУЛП, 2017р. С. 9.
139. Канда М. І., Одноріг З. С. Спосіб утилізації курячого посліду як компостного матеріалу. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК* : матеріали Міжнар. студ. наук. форуму, 20-22 вересня 2017 р. Львів : ЛНАУ, 2017. С. 29-30.

140. Kanda M., Maliovanyy M., Odnorih Z. Disposal of poultry droppings with the use of natural sorbents. 7-th Internation youth science forum “Litteris et artibus” November 23-25, 2017. Lviv, 2017. P. 158.
141. Kanda M., Maliovanyy M., Odnorih Z. Determination of the adsorption capacity for moisture and ammonia in manure. *Membrane and sorption processes and technologies*. III Ukrainin- Polish scientific conference National university of Kyiv-Mohyla academy scientific center of Polish academy of sciences in Kyiv. 2017. P. 115.
142. Канда М. І., Одноріг З. С. Використання курячого посліду як органічного гранульованого добрива. *Проблеми екологічної безпеки* : матеріали XV Міжнар. наук.-техн. конф., 1-13 жовтня 2017 р. Кременчук, 2017. С. 39.
143. Канда М. І., Мальований М.С., Одноріг З. С. Мінімізація екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні діяльності птахофабрик. *Сталий розвиток – стан та перспективи*. Міжнародний науковий симпозіум, 28 лютого – 3 березня 2018 р. Львів : Славське, 2018. С. 145-146.
144. Канда М. І., Мальований М. С., Одноріг З. С. Зниження екологічної небезпеки від забруднення атмосфери аміаком в результаті функціонування птахофабрик. *Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування* : матеріали V Міжнар. молодіжн. Конгресу, 22-23 травня 2018 р. Львів, 2018. С. 65-66.
145. Канда М. І., Мальований М. С., Одноріг З. С. Застосування природних сорбентів з метою підвищення якості органічного добрива : *Енергоощадність. збалансоване природокористування* : 5-й Міжнародний конгрес захист навколишнього середовища, 26–29 вересня 2018 р. Львів, 2018. С. 112.
146. Maliovanyy M., Odnorih Z., Kanda M. Poultry Waste Disposal. 8-th Internation youth science forum “Litteris et artibus” November 22-24, 2018. Lviv, 2018. P. 301.
147. Спосіб отримання органічного гранульованого добрива : пат. 118020 Україна : МПК C05F 3/02 (2006.01), C05G 3/04 (2006.01). № а 2016 12981 ; заявл. 19.12.2016 ; опубл. 25.07.2017, Бюл. № 14.

ДОДАТКИ

Хімічний склад посліду залежно від технології утримування птиці

| Вид посліду | Середня вологість, % | Загальний азот | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--|----------------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| | у % на сиру речовину | | | |
| <i>Безпідстилковий послід</i> | | | | |
| Курячий | 71–73 | 1,7–1,9 | 1,8–2,0 | 0,5–0,6 |
| Індичий | 64–66 | 0,3–0,9 | 0,6–0,7 | 0,5–0,6 |
| Гусячий | 80–82 | 0,6–0,8 | 0,5–0,6 | 0,8–1,0 |
| Качиний | 80–82 | 0,9–1,0 | 1,1–1,5 | 0,3–0,4 |
| <i>Підстилковий послід</i> | | | | |
| На основі торфу | 48 | 2,05 | 1,90 | 0,80 |
| На основі тирси | 23 | 2,05 | 1,78 | 0,80 |
| На основі торфу й тирси (20 %) | 31 | 1,81 | 2,32 | 0,93 |
| На основі торфу й соломи (20 %) | 35 | 2,43 | 1,79 | 0,70 |
| Сухий пташиний послід (%) на суху речовину | 20 | 3,0 | 3,5 | 1,2 |

Розрахунок доз органічної суміші для внесення у ґрунт

В.1 Доза внесення добрив – це допустиме гігієнічне навантаження на ґрунт з урахуванням фонового вмісту важких металів у ґрунтах та ГДК кожного металу.

В.2 Дозу внесення органічної суміші (ДГПГ, т/га) обчислюють за формулою:

$$\text{ДГПГ} = \frac{(\text{ГДК} - \Phi) \cdot 3 \cdot 10^3}{\text{С}} \quad (\text{В.1})$$

де: ДГПГ – доза внесення органічної суміші, т/га сухої речовини;

ГДК – гранично допустима концентрація важкого металу в ґрунті, мг/кг;

Φ – фоновий вміст важкого металу в ґрунті, мг/кг;

С – вміст металу в органічній суміші, мг/кг сухої речовини;

$3 \cdot 10^3$ – коефіцієнт перерахунку на гектари.

В.3 Обчислення за формулою (В.1) роблять для кожного важкого металу окремо.

Для вибору доз внесення треба брати мінімальне з одержаних розрахункових значень.

В.4 Одночасно треба обчислювати агрохімічне навантаження (НАГР, т/га) за формулою (В.2), яка враховує вміст азоту в добриві та винос культурою, що вирощують:

$$\text{НАГР} = \frac{10 \cdot \text{УР} \cdot \text{NB}}{(100 - \text{W}) \cdot \text{ND}} \quad (\text{В.2})$$

де: НАГР – агрохімічне навантаження, т/га;

УР– запланований урожай, ц/га;

NB – винос азоту сільгоспкультурою, кг/ц;

ND – вміст доступного азоту в добриві, кг/т;

W – вологість вихідного субстрату, %.

В.5 Під час порівняння розрахованих гігієнічного й агрохімічного навантажень можуть виникнути варіанти:

- НГІГ > Н АГР
- НГІГ ≈ Н АГР
- НГІГ < Н АГР

У першому випадку добриво можна використовувати під зернові, кормові та технічні культури, причому чим більша кратність відношення НГІГ / НАГР, тим безпечніше тривале використання продукту, отриманого після біологічного оброблення посліду, певного складу в кожному конкретному випадку.

У другому випадку відношення менш сприятливе, що обумовлено високим фоновим вмістом металів у ґрунті або високою концентрацією їх в органічній суміші. За цих умов продукт може бути використаний одноразово. Тривале використання вимагає контролю.

У третьому варіанті внесення отриманого продукту в ґрунт не дозволено, необхідно вишукувати альтернативні способи утилізації.

В.6 Визначають кількість того чи іншого важкого металу, яка може бути внесена в ґрунт понад фонове утримання, щоб не відбулося перевищення в ньому ГДК елемента, за формулою (В.3):

$$НВМ = \frac{(ГДК - \Phi) \cdot h \cdot v \cdot 10^8}{10} \quad (В.3)$$

де: НВМ – допустима для внесення доза важкого металу, кг/га;

ГДК – гранично допустима концентрація металу в ґрунті, мг/кг;

Ф – фоновий вміст важкого металу в ґрунті, мг/кг;

h – глибина орного шару ґрунту, см;

v – об’ємна маса ґрунту, г/см³;

10 і 10⁸ – коефіцієнти перерахунку дози важкого металу, кг/га.

В.7 Ураховуючи допустиму дозу важкого металу для внесення, визначену за формулою (В.3), обчислюють його норму внесення органічної суміші за формулою:

$$T = \frac{H \cdot 1000}{C} \quad (B.4)$$

де: T – норма внесення органічної суміші, т/га;

H – допустима доза внесення важкого металу, кг/га;

C – вміст важкого металу в органічній суміші, мг/кг;

1000 – коефіцієнт.

Обчислення за формулою роблять для кожного металу окремо. Для обчислення норм внесення органічної суміші за формулою (В.4) беруть мінімальне з одержаних значень допустимої дози важкого металу для внесення в ґрунт.



(11) **118020**(19) **UA**(51) МПК
C05F 3/02 (2006.01)
C05G 3/04 (2006.01)

(21) Номер заявки: а 2016 12981

(22) Дата подання заявки: 19.12.2016

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 25.07.2017(46) Дата публікації відомостей
про видачу патенту та
номер бюлетеня: 25.07.2017,
Бюл. № 14(72) Винахідники:
Канда Марія Іванівна, UA,
Одноріг Зоряна Степанівна,
UA,
Мальований Мирослав
Степанович, UA(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА",
вул. С. Бандери, 12, м. Львів,
79013, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ОТРИМАННЯ ОРГАНІЧНОГО ГРАНУЛЬОВАНОГО ДОБРИВА

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб отримання органічного гранульованого добрива, за яким здійснюють адсорбцію аміаку та вологи із птахівничого посліду з використанням клиноптилоліту і подальшою грануляцією суміші в роторному грануляторі та висушуванні в сушильній камері, який відрізняється тим, що як сорбційний матеріал використовують палігорскіт та клиноптилоліт у співвідношенні 1:1.

(11) 118020

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Оригіналом цього документа є електронний документ з відповідними реквізитами, у тому числі з накладеним електронним цифровим підписом уповноваженої особи Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та сформованою позначкою часу.

Ідентифікатор електронного документа 2382010817.

Для отримання оригіналу документа необхідно:

1. Зайти до ІДС «Стан діловодства за заявками на винаходи та корисні моделі», яка розташована на сторінці <http://base.uipv.org/searchInvStat/>.

2. Виконати пошук за номером заявки.

3. У розділі «Документи Укрпатенту» поруч з реєстраційним номером документа натиснути кнопку «Завантажити оригінал» та ввести ідентифікатор електронного документа.

Ідентичний за документарною інформацією та реквізитами паперовий примірник цього документа містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Уповноважена особа Укрпатенту



І.Є. Матусевич

25.07.2017



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118020** (13) **U**

(51) МПК

C05F 3/02 (2006.01)**C05G 3/04** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|---|--|
| (21) Номер заявки: а 2016 12981 | (72) Винахідник(и): Канда Марія Іванівна (UA), Одноріг Зоряна Степанівна (UA), Мальований Мирослав Степанович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 19.12.2016 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013 (UA) |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2017 | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2017, Бюл.№ 14 | |

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ОРГАНІЧНОГО ГРАНУЛЬОВАНОГО ДОБРИВА**(57) Реферат:**

Спосіб отримання органічного гранульованого добрива, за яким здійснюють адсорбцію аміаку та вологи із птахівничого посліду з використанням клиноптилоліту і подальшою грануляцією суміші в роторному грануляторі та висушуванні в сушильній камері. При цьому як сорбційний матеріал використовують палігорскіт та клиноптилоліт у співвідношенні 1:1.

UA 118020 U

UA 118020 U

Корисна модель належить до сільськогосподарського виробництва, а саме до отримання органічного добрива з використанням суміші природних дисперсних сорбентів, і в подальшому може використовуватись як самостійне органічне гранульоване добриво пролонгованої дії.

5 Курячий послід містить найбільше азоту в амонійній формулі у порівнянні із послідом інших тварин. Під час розкладу посліду виділяється велика кількість аміаку, а також таких сполук як метан, сірководень, вуглекислий газ.

Відомі способи застосування як підстилкового матеріалу суміші клиноптилолітового туфу (30-60 %) та монтморилоніту (5-60 %) або суміші клиноптилолітового туфу (30-60 %) та монтморилоніту (5-60 %) від загальної маси туфу і бентонітової глини (від 10 до 50 %) від 10 загальної маси суміші, за яким підстилковий матеріал розміщується на дні клітки або ж на підлозі стійла птахівницьких ферм [Патент на корисну модель України № 49332 "Підстилковий матеріал для збирання рідких та твердих екскрементів свійських тварин" Запорожець В.О., Шрамко О.П., МПК А01К1/015, бюл. 8, 2010 р.]; [Патент на корисну модель України № 49333 "Комплексний підстилковий матеріал для збирання рідких та твердих екскрементів свійських тварин" Запорожець В.О., Шрамко О.П., МПК А01К1/015, Бюл. 8, 2010 р.]

Однак ці способи мають відносно високу витрату мінеральних сорбентів, створення некомфортних умов проживання для курчат в пташнику та неможливість набуття продуктом зручної для споживача форми у вигляді гранул.

Найбільш близьким є спосіб отримання органічного гранульованого добрива [Патент РФ № 2184102 "Органоминеральное гранулированное удобрение" Конюхова Т.Г., Дистанов У.Г., Кикило Д.Л., кл. С05F3/00, опубл. 27.06.2002], згідно з яким отримання органічного гранульованого добрива здійснюють адсорбцією аміаку та вологи із птахівничого посліду.

Мінеральний склад відомого способу: сумарний вміст опалкристобаліту, клиноптилоліту та монтморилоніту 55-80 % мас., уламковий, переважно кварцовий матеріал 2-22 %, польовий шпат 0,8-5,0 %. Добриво містить компоненти, % мас.: природна кремениста цеолітвмісна порода - 60-80, послід птахівничих комплексів - 20-40, з подальшою грануляцією суміші в роторному грануляторі та висушуванні в сушильній камері.

Однак такий спосіб отримання добрива має високу затратність сорбенту, невисоку продуктивність внаслідок застосування мінеральних порід із високим вмістом домішок, і, як наслідок, низькою адсорбційною здатністю щодо аміаку.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити спосіб отримання органічного гранульованого добрива, який би дозволив забезпечити екологічну безпеку та підвищити родючість ґрунтів.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі отримання органічного гранульованого добрива, за яким здійснюють адсорбцію аміаку та вологи із посліду птахівничого комплексу з використанням клиноптилоліту і подальшою грануляцією суміші в роторному грануляторі та висушуванні в сушильній камері, згідно з корисною моделлю, як сорбційний матеріал використовують палигорськіт та клиноптилоліт у співвідношенні 1:1.

Це дозволяє отримати органічне гранульоване добриво пролонгованої дії за рахунок зменшення концентрації аміаку, який виділяється у повітряне середовище під час зберігання посліду у гноєховищі, забезпечити екологічну безпеку та підвищити родючість ґрунтів завдяки добавляння до курячого посліду суміші палигорськіту та клиноптилоліту.

На кресленні зображено залежність ефективності поглинання аміаку із повітряно-газового потоку мінеральними сорбентами за різних співвідношень компонентів.

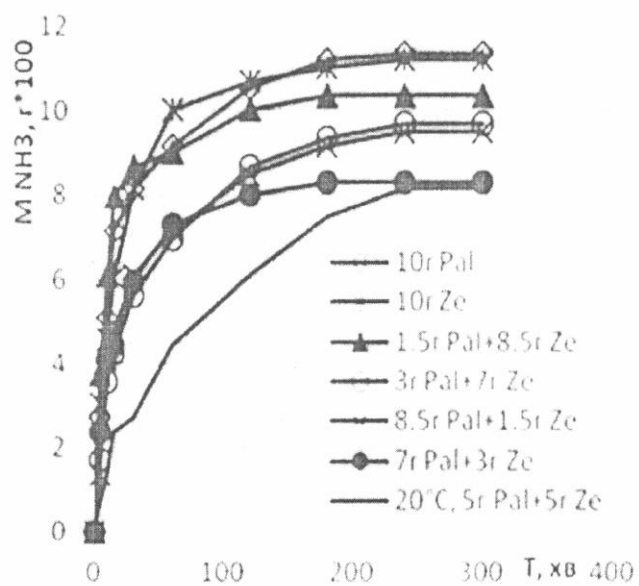
Спосіб отримання органічного добрива із застосуванням суміші природних сорбентів здійснюють наступним чином:

Як суміш природних сорбентів застосовують палигорськіт та клиноптилоліт у співвідношенні 1:1. До курячого посліду із гноєховища додають суміш природних сорбентів у співвідношенні 5:1 та здійснюють адсорбцію аміаку та вологи з посліду. Після змішування суміш курячого посліду направляється у сушильно-грануляційну камеру, де відбувається гранулювання при $T=85-95\text{ }^{\circ}\text{C}$ до вологості 15 %. Підсушені гранули фракціонуються на віброситах і направляються на пакування готової продукції у поліетиленові мішки. Формований продукт зберігає усі корисні властивості та придатний для застосування як самостійного органічного добрива пролонгованої дії.

55 Приклад конкретного виконання

Як природний сорбент для ефективного поглинання аміаку у посліді використовували клиноптилоліт Сокирницького родовища (Хустський район, Закарпатської області), узагальнена хімічна формула якого має наступний вигляд: $(\text{K}, \text{Na}, 1/2 \text{Ca})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10 \text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, та палигорськіт Дашуківського родовища Черкаської області, узагальненої хімічної формули: $(\text{Mg}_{1,54}\text{Fe}_{0,83}\text{Al}_{1,4}) [(\text{Si}_{7,43}\text{Al}_{0,58})_4\text{O}_{20}] (\text{OH})_2(\text{OH}_2)_{3,15} \cdot 4,3\text{H}_2\text{O} \text{K}_{0,22}\text{Ca}_{0,02}\text{Mg}_{0,17}$.

UA 118020 U



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Скан протоколу Львівською філією ДУ «Держгрунтохорона»



Міністерство аграрної політики і продовольства України
Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»
ДУ «Держгрунтохорона»

Львівська філія ДУ «Держгрунтохорона» Лабораторія агрохімічних, токсиколого-радіологічних
досліджень екологічної безпеки ґрунтів та якості продукції

Свідоцтво про атестацію № 168 видано 22 грудня 2015 року

Вінницьким обласним виробничо-технічним центром стандартизації метрології та якості продукції АПК «Облагостандартсертифікація»

ПРОТОКОЛ ДОСЛІДЖЕНЬ

органічного добрива

Замовник та його адреса... *Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Степана Бандери, 12*

Тип зразка *добриво органічне*

Мета випробувань..... *визначення якісних показників*

Результати досліджень

| Назви показників | Одиниці виміру | Зразок 1 (t-20°C) | | Зразок 2 (t-80°C) | | Зразок 3 (t-105°C) | | Зразок 4 (t-140°C) | | Зразок 5 (t-200°C) | |
|---------------------------------|----------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | | суха речовина | натур. волога | суха речовина | натур. волога | суха речовина | натур. волога | суха речовина | натур. волога | суха речовина | натур. волога |
| Вода | % | - | 1,14 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Фосфор загальний | % | 3,4 | 3,0 | | | | | | | | |
| Калій загальний | % | 4,2 | 3,7 | | | | | | | | |
| Азот загальний | % | 5,25 | 4,60 | | | | | | | | |
| Азот амонійний | % | 0,86 | 0,85 | - | 0,076 | - | 0,11 | - | 0,078 | - | 0,069 |
| Мікроелементи: мідь (Cu) | мг/кг | - | 22,3 | | | | | | | | |
| цинк (Zn) | мг/кг | - | 37,59 | | | | | | | | |
| марганець (Mn) | мг/кг | - | 133,2 | | | | | | | | |
| кобальт (Co) | мг/кг | - | 5,51 | | | | | | | | |

Директор
Завідувач лабораторії



Демчишин А.М.
Кушнір Н.І.

05 листопада 2018 року

Акт суми

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора Державного підприємства
"Сумський державний науково-дослідний
інститут мінеральних добрив та пігментів"



д.т.н. С.В. Вакал
_____ 2018 р.

А К Т

передачі результатів наукових досліджень Канди М.І.

Ми, які нижче підписалися: від Національного університету «Львівська політехніка» - завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування д.т.н., проф. Мальований М.С., доцент кафедри екології та збалансованого природокористування к.т.н., доц. Одноріг З.С. та інженер кафедри екології та збалансованого природокористування Канда М.І., від Державного підприємства "Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів": заступник директора з впровадження НТР, к.т.н. Максименко Б.О., начальник відділу фізико-хімічних методів контролю Карпенко Т.В. підтверджуємо, що результати дисертаційної роботи Канди М.І. щодо впровадження способу отримання органо-мінерального гранульованого добрива із використанням як сировини підстилки, в складі якої знаходиться курячий послід та суміш сорбентів (що дозволяє мінімізувати екологічну небезпеку в зоні впливу птахоферм) передані для впровадження у виробництво на Державному підприємстві "Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів".

На основі аналізу отриманих матеріалів встановлено:

1. Отримане Кандою М.І. органо-мінеральне добриво, що є композицією із курячого посліду та природних сорбентів, містить у своєму складі: азоту загального – 5,25%, азоту амонійного – 0,86%, фосфору загального – 3,4%, калію загального – 4,2%, що дозволяє рекомендувати його для застосування у сільському господарстві.
2. Аналіз результатів експериментів засвідчив, що кількість амонійного азоту, що вивільняється протягом 24 діб із нового типу добрива, забезпечила зростання

кількості азоту в 4 рази для темно-сірого та сірого типів ґрунтів, а для дерново-підзолистого ґрунту – в 6 разів. Це свідчить про те, що запропонована композиція є ефективним органічним добривом пролонгованої дії.

3. Результати дисертаційних робіт Канди М.І. будуть застосовані Державним підприємством "Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів" для виготовлення дослідно-промислових партій комплексного органо-мінерального добрива.

Від Державного підприємства "Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив та пігментів"

Заступник директора з впровадження
НТР, к.т.н.



Б.О. Максименко

Начальник відділу фізико-хімічних
методів контролю, к.т.н.



Т.В. Карпенко

Від Національного університету «Львівська політехніка»

Зав. кафедрою екології та
збалансованого природокористування
д.т.н., проф.



Мальований М.С.

Доцент кафедри екології та
збалансованого природокористування
к.т.н., доц.



Одноріг З.С.

Інженер



Канда М.І.

Акт політехніка



Проректор
 науково-педагогічної роботи
 Національного університету
 Львівська політехніка
 Давидчак О.Р.
 «__» _____ 2019 р.

А К Т

про використання у навчальному процесі
 Національного університету «Львівська політехніка»
 результатів досліджень та розробок, одержаних
 при виконанні дисертаційної роботи
 “Удосконалення екологічно безпечного технологічного процесу утилізації
 твердих відходів птахівництва”
 Канди Марії Іванівни

Комісія у складі:

- голова науково-методичної ради ІСТР ім. В'ячеслава Чорновола
к.т.н., доц. Стасевич С.П.,
- зав. каф. ЕЗП д.т.н. проф. Мальований М.С.,
- д.т.н. проф. Гумницький Я.М.,
- д.т.н. проф. Дячок В.В.

цим актом підтверджує, що основні положення та результати дисертаційної роботи “Удосконалення екологічно безпечного технологічного процесу утилізації твердих відходів птахівництва” Канди Марії Іванівни на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 Екологічна безпека будуть використані:

1. У програмі лекційного курсу «Техноекологія» а саме у розділі «Сільське господарство», оскільки отримані результати стосуються попередження забруднення атмосфери аміаком та гідросфери іонами амонію в зоні впливу діяльності птахофабрик.

2. У програмі лекційного курсу «Агроекологія», тема 7 «Методи і заходи екологізації галузей АПК України. Екологічні аспекти» та в програмі практичних занять цього курсу.
3. Рекомендується за результатами дисертаційної роботи розробити лабораторну роботу щодо дослідження процесів сорбції аміаку природними сорбентами та підготувати методичну розробку для виконання цієї роботи.

Голова НМР ІСТР
к.т.н. доц.



Стасевич С.П.

Члени комісії:

зав. каф. ЕЗП д.т.н. проф.



Мальований М.С.

д.т.н. проф.



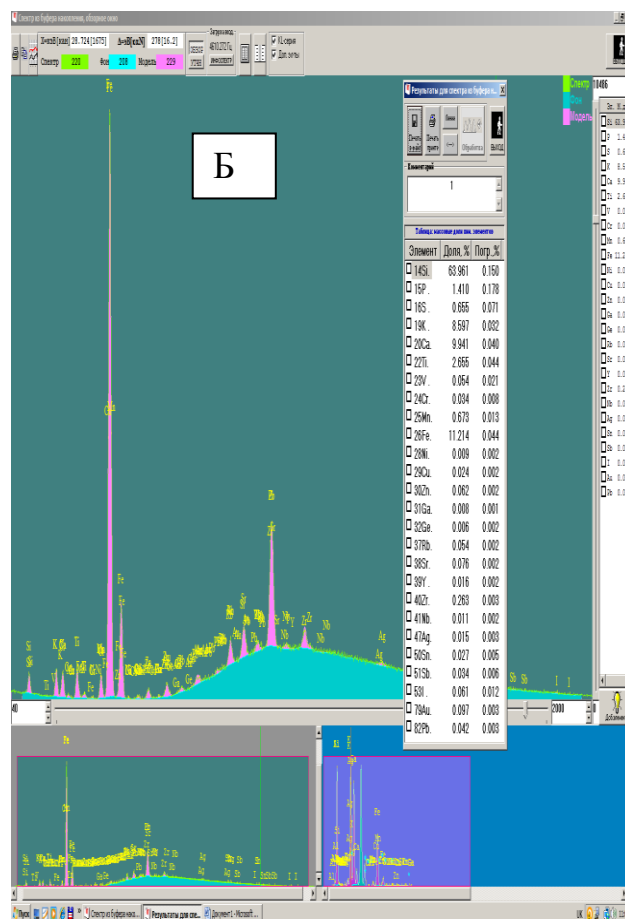
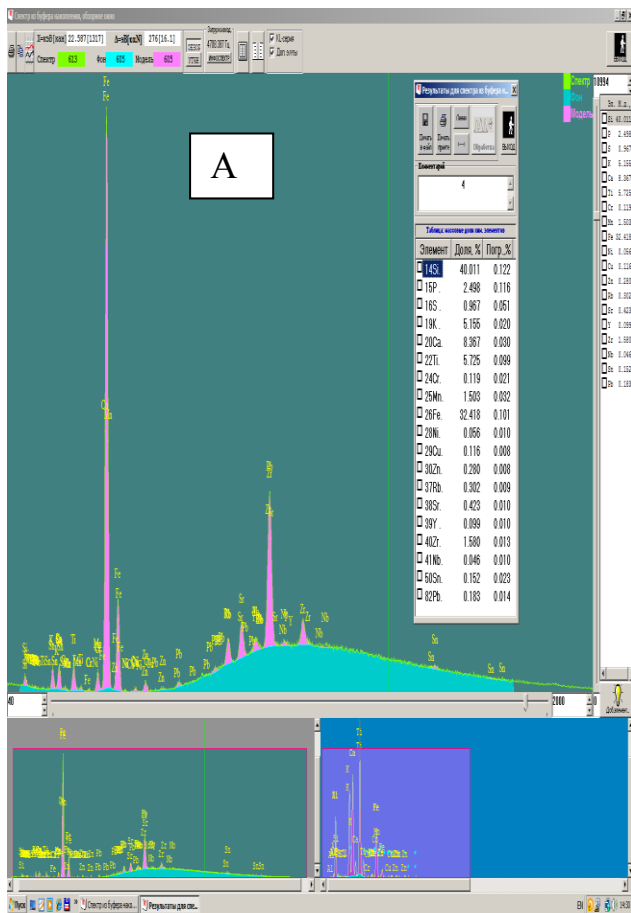
Гумницький Я.М.

д.т.н. проф.



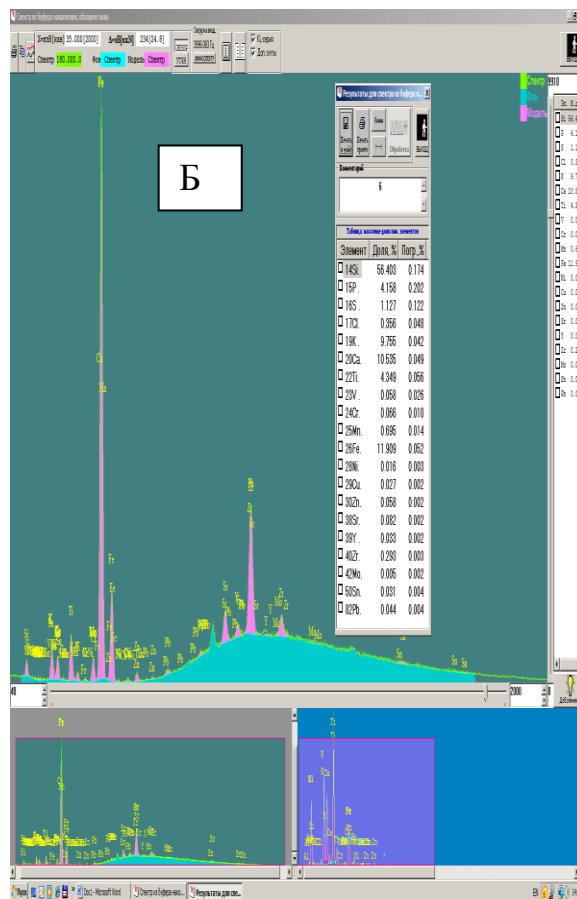
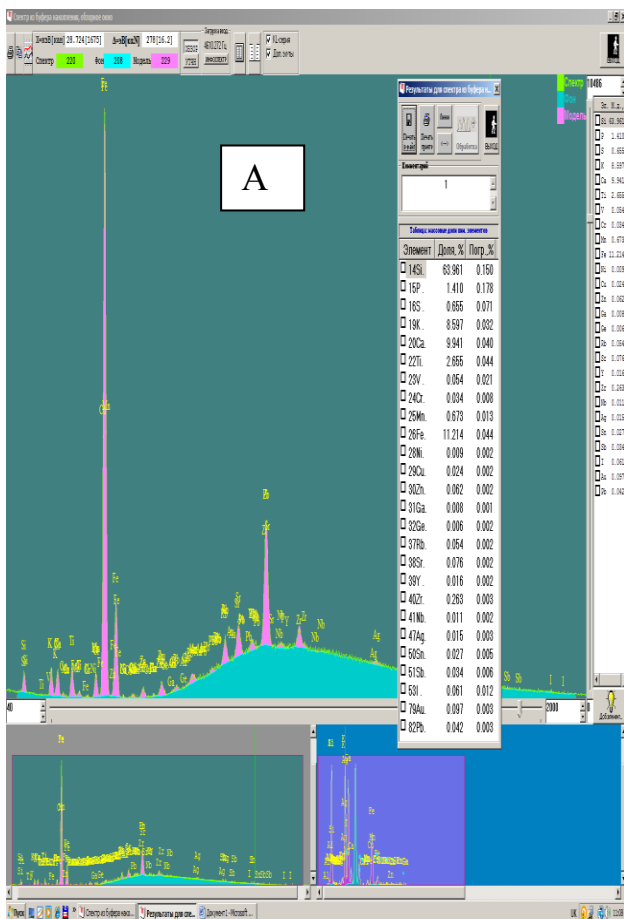
Дячок В.В.

Рентгенограми досліджень складу ґрунтів (1)



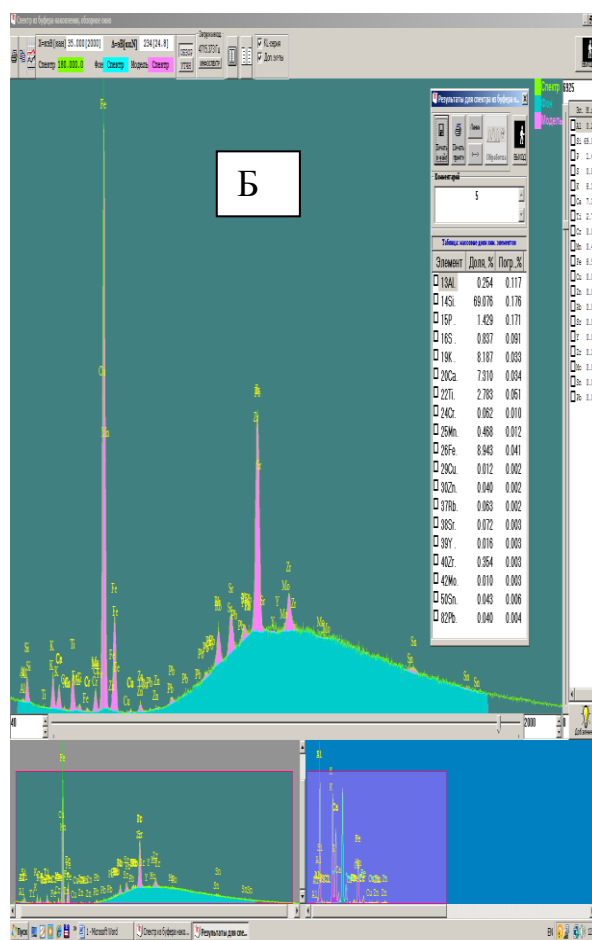
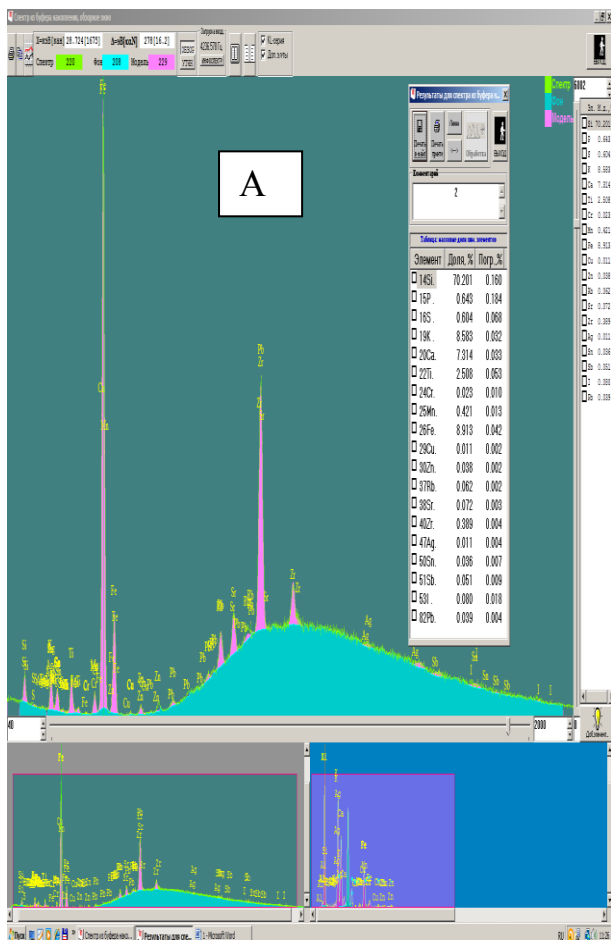
Рентгенограми темно-сірого типу ґрунту для: А) проби ґрунту без підживлення добривами; Б) проби суміші ґрунту і курячого посліду у певній пропорції.

Рентгенограми досліджень складу ґрунтів (2)



Рентгенограми сірого типу ґрунту для: А) проби ґрунту без підживлення добривами;
 Б) проби суміші ґрунту і курячого посліду у певній пропорції.

Рентгенограми досліджень складу ґрунтів (3)



Рентгенограми дерново-підзолистого типу ґрунту для: А) проби ґрунту без підживлення добривами; Б) проби суміші ґрунту і курячого посліду у певній пропорції.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА
ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

В яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Determining the optimal ratio of natural mineral adsorbents with regard to ammonia adsorption. M. Kanda, M. Maliovanuy, Z. Odnorih, O. Kharlamova, N. Chornomaz. *Ecological safety. Scientific Journal*. Issue 1/2016 (21). -Kremenchug 2016. P. 76-80. *Особистий внесок – аналіз природних мінеральних адсорбентів щодо адсорбції аміаку.*
2. The synthesis of prolonged fertilizers by means of adsorption of nutrition and trace elements by natural sorbents from industrial and agricultural wastes./ M. Maliovanuy, O. Zakhariv, M. Kanda, Z. Odnorih, G. Sakalova, A. Bratashchuk, N. Chornomaz. *Scientific herald of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, collection of scientific works, issue number 240*. -Kyiv 2016. P. 168-175. *Особистий внесок – дослідження застосування природних сорбентів з метою утилізації курячого посліду.*
3. Utilising organic-mineral fertilisers produced from man-made waste of poultry farms / I. Tymchuk, M. Kanda, M. Malovanyuy. *Environmental Problems*. Vol.4, No. 1. - 2019. - С. 57-62. *Особистий внесок - розроблення оптимального варіанту виготовлення цінного органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії.*
4. Analysis of poultry manure utilisation methods to produce organic fertiliser/ M. Malovanyuy, Z. Odnorih, M. Kanda. *Environmental Problems*. Vol. 3, No. 4, - 2018. С.245-251. *Особистий внесок – розроблення технологічного процесу одержання гранульованого органічного добрива пролонгованої дії.*
5. Determination of an impact of the composition on the ph level and the concentration of ammonium nitrogen in soil of pustomyty distract, Lviv region/ M. Kanda, Z. Odnorih, M. Maliovanuy. *Lviv Polytechnic National University*

“Environmental problems”. – Volume 2. Number 1. – 2017. – P. 37-40.

Особистий внесок - розроблення оптимального варіанту виготовлення цінного органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії.

6. Aspects of Poultry Manure Low-Emission Utilization Process / Myroslav Malovanyu, Zoriana Odnorih, Mariia Kanda, Iryna Parashchiienko. International journal of engineering and technology. 7 (4.8) 2018. - P. 301-305.

Особистий внесок - підбір технології виготовлення органічного добрива.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Обов’язкова умова мінімізації екологічної небезпеки від суспільно створених відходів-комплексність рішень (теоретичні та практичні аспекти)/ Мальований М.С., Чайка О.Г., Канда М.І. *Матеріали Українського екологічного конгресу 10-11 грудня 2009р. Київ 2009. С. 226-229. Особистий внесок – аналіз інформації щодо мінімізації екологічної небезпеки від відходів.*

Форма участі – очна.

8. Шляхи утилізації курячого посліду. / Канда М.І., Одроріг З.С., Мальований М.С. *V-й всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю. -Вінниця 23-24 вересня 2015р. с. 175. Особистий внесок – дослідження здатності природних мінеральних сорбентів щодо поглинання аміаку, який знаходиться у посліді.*

Форма участі – очна.

9. Адсорбція аміаку із посліду. / Канда М.І., Одроріг З.С. *«Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. -Харків 2015. С. 184. Особистий внесок - визначення оптимального співвідношення компонентів у суміші природних мінеральних сорбентів та курячого посліду.*

Форма участі – очна.

10. Дослідження адсорбції аміаку природніми сорбентами / Клиш Г.М., Канда М.І., Одроріг З.С. Третій студентський конгрес. *Захист навколишнього середовища збалансоване природокористування. Львів 2016. С. 61-62.*

Особистий внесок – аналіз існуючих технологій адсорбції аміаку із курячого посліду.

Форма участі – очна.

11. Визначення оптимальної пропорції сорбентів та нативного курячого посліду/ Канда М.І., Одноріг З.С. 4-й науковий конгрес Захист навколишнього середовища. *Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. Львів 2016. С. 119. *Особистий внесок – проведення та аналіз експериментальних досліджень.*

Форма участі – очна.

12. Optimal liter composition for Industrial Poultry Houses / M. Kanda. 6-й міжнародний молодіжний науковий форум «*LITTERIS ET ARTIBUS*». Львів 2016. С. 476. *Особистий внесок - дослідження сорбційної здатності клиноптилоліту і палигорськіту щодо аміаку.*

Форма участі – очна.

13. Визначення впливу суміші сорбентів і курячого посліду на зміну рН та концентрацію азоту амонію в ґрунтах пустомитівського району Львівської області / Канда М.І., Одноріг З.С., Мальований М.С. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії*. Збірник матеріалів науково-практичної конференції. Запоріжжя 2017. С. 206-207. *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень.*

Форма участі – очна.

14. Вплив органо-мінерального добрива на стан ґрунтів / Канда М.І., Одноріг З.С. Міжнародна науково-практична конференція «Хімічна технологія та інженерія» НУ «Львівська політехніка» 26- 29 червня 2017р. С. 397. *Особистий внесок - дослідження щодо використання органічного добрива на стан ґрунтів сільськогосподарського призначення.*

Форма участі – очна.

15. Дослідження зміни вмісту елементів живлення у ґрунтах львівської області / Канда М.І., Мальований М.С. XVII Міжнародна науково-практична

конференція *«Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки»*. Матеріали конференції – Кременчук. 2017. С. 94. *Особистий внесок – дослідження зміни рН та вмісту масової частки елементів живлення у ґрунтах.*

Форма участі – очна.

16. Визначення впливу композиції органічного добрива на стан ґрунтів львівської області / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. *VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю.-* Вінниця, 20–22 вересня 2017р. С. 26. *Особистий внесок - визначення впливу досліджуваної композиції на стан ґрунтів сірого, темно-сірого та дерново-підзолистого типів, зразки яких відібрані на землях Пустомитівського району Львівської області.*

Форма участі – очна.

17. Попередження забруднення поверхневих вод іонами амонію від діяльності птахофабрик. / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. Матеріали 2-ї Міжнародної науково-практичної конференції. *Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг.* 18-19 жовтня 2017р. Львів. С. 74-75. *Особистий внесок – аналіз ефективності адсорбційних методів очищення газових і рідинних виділень із застосуванням природних сорбентів.*

Форма участі – очна.

18. Вплив органічного добрива на стан ґрунтів Львівської області / М.І.Канда, З.С.Одноріг. Національний університет «Львівська політехніка». *«Сталий розвиток – погляд у майбутнє»*. Львів, 15 вересня 2017р. С.9. *Особистий внесок - визначення вмісту фосфору, кальцію, калію та мангану у ґрунтах.*

Форма участі – очна.

19. Спосіб утилізації курячого посліду як компостного матеріалу/ Канда М., Одноріг З.С. Тези доповідей міжнародного студентського наукового форуму *«Студентська молодь і науковий прогрес в АПК»*, ЛНАУ, 20-22 вересня 2017.

Львів С.29-30. *Особистий внесок – визначення закономірності впливу композиції на зміну рН і концентрації азоту амонію. а також вміст фосфору, кальцію, калію та мангану у вищевказаних зразках ґрунтів*

Форма участі – очна.

20. Disposal of poultry droppings with the use of natural sorbents / M.I Kanda, M. Maliovanuu, Z. Odnorih. 7-th Internation youth science forum “*Litteris et artibus*” November 23-25, 2017. Ukraine, Lviv, p. 158. *Особистий внесок – розроблення оптимального варіанту виготовлення мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії.*

Форма участі – очна.

21. Determination of the adsorption capacity for moisture and ammonia in manure / M.I. Kanda, M.S. Malovanyu, Z.S.Odnorih. III Ukrainin- Polish scientific conference «*Membrane and sorption processes and technologies*». National university of Kyiv-Mohyla academy scientific center of Polish academy of sciences in Kyiv. 2017. p.115. *Особистий внесок - проведення дослідження адсорбційної здатності вологи та аміаку у посліді.*

Форма участі – очна.

22. Використання курячого посліду як органічного гранульованого добрива / Канда М., Одноріг З.С. XV Міжнародна науково-технічна конференція «*Проблеми екологічної безпеки*» 11-13 жовтня 2017. м. Кременчук. С. 39. *Особистий внесок – проведення дослідження технології отримання гранульованого добрива.*

Форма участі – очна.

23. Мінімізація екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні діяльності птахофабрик / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. Міжнародний науковий симпозіум «*Сталий розвиток – стан та перспективи*». 28 лютого – 3 березня 2018 року. Львів. Славське. С. 145-146. *Особистий внесок – проведення дослідження впливу температури сушіння на механічну міцність гранул.*

Форма участі – очна.

24. Зниження екологічної небезпеки від забруднення атмосфери аміаком в результаті функціонування птахофабрик./ Канда М.І., Мальований М.С., Одноріг З.С. П'ятий міжнародний молодіжний конгрес «Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування». Львів. 22-23 травня 2018р. С. 65-66. *Особистий внесок – проведення досліджень щодо визначення статичної міцності гранул в залежності від температури сушіння.*

Форма участі – очна.

25. Застосування природних сорбентів з метою підвищення якості органічного добрива / М.І.Канда, М.С.Мальований, З.С.Одноріг. 5-й Міжнародний конгрес захист навколишнього середовища. «Енергоощадність. збалансоване природокористування. 26–29 вересня 2018 року. С. 112. *Особистий внесок – дослідження органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів;*

Форма участі – очна.

26. Poultry Waste Disposal / Maliovanuy M., Odnorih Z., Kanda M. 8-th International youth science forum “Litteris et artibus” November 22-24, 2018. P. 301-304.

Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень;

Форма участі – очна.

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

27. Спосіб отримання органічного гранульованого добрива. Патент на корисну модель UA 118020 U. / Канда М.І., Одноріг З.С., Мальований М.С. МПК C05F 3/02 (2006.01), C05G 3/04 (2006.01). Номер заявки а 2016 12981; дата подання заявки 19.12.2016; дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня 25.07.2017, бюл. № 14. *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень.*