

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

КАНДА МАРІЯ ІВАНІВНА



УДК 636.5: 502.55

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ЗОНІ ВПЛИВУ
ДІЯЛЬНОСТІ ПТАХОФЕРМ**

21.06.01 Екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2019 р

Дисертацією є рукопис.
Робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка»
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Мальований Мирослав Степанович,
Національний університет «Львівська
політехніка» Міністерства освіти і
науки України, завідувач кафедри
екології та збалансованого
природокористування, м. Львів

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Пляцук Леонід Дмитрович,
Сумський державний університет
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри прикладної екології,
м. Суми

кандидат технічних наук, доцент
Леськів Галина Зіновіївна, Львівський
державний університет внутрішніх
справ, завідувач кафедри менеджменту,
м. Львів

Захист дисертації відбудеться 28 листопада 2019 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.052.22 в Національному університеті «Львівська політехніка» за адресою: 76057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 130, аудиторія 105.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, 1 та на сайті <http://lp.edu.ua/research/disscoun/k-3505222>.

Автореферат розіслано « 28 » жовтня 2019 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради К35.052.22,
к.т.н, доц.



Сабадаш В.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток птахівництва в Україні, який в останні роки значно інтенсифікувався, супроводжується низкою 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; зменшенням біорізноманіття. Погіршення стану екологічної безпеки в зоні діяльності інтенсивного промислового птахівництва вимагає розроблення системи комплексних заходів, які 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 із 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, за допомогою яких вдалося б забезпечити фіксацію в них вільного аміаку (газова фаза) та іонів амонію (рідинне середовище). З огляду на те, що в Україні експлуатуються одні із найбільших в світі родовищ корисних копалин з 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 НРК 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 шляхом 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 кліноптилоліту 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 палигорськіту 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 екологобезпечну 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. Постанова завдання, розроблення методик дослідження процесів та технологій мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу птахоферм, обговорення поставлених завдань 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 (20–22 вересня 2017р., Вінниця); 2-а Міжнародна науково-практична конференція «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг» (18-19 жовтня 2017р., Львів); семінар «Сталий розвиток – погляд у майбутнє» (15 вересня 2017р., Львів); Міжнародний студентський науковий форум «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК», (ЛНАУ 20-22 вересня 2017р., Львів); 7-th International youth science forum “Litteris et artibus” (November 23-25, 2017, Ukraine, Lviv); III Ukrainin- Polish scientific conference «Membrane and sorption processes and technologies» (Kyiv 2017); XV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (11-13 жовтня 2017р., Кременчук); Міжнародний науковий симпозиум «Сталий розвиток – стан та перспективи» (28 лютого – 3 березня 2018р., Львів, Славське); П'ятий міжнародний молодіжний конгрес «Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування». (22-23 травня 2018р., Львів); 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване

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

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 джерел, дисертація містить 8 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність завдання, яке розв’язується у дисертаційній роботі, сформульовано мету та завдання дослідження, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо апробації роботи.

Перший розділ присвячений аналізу науково-технічної літератури стосовно оцінки економічного потенціалу та впливу птахівництва на стан оточуючого середовища. Аналізуються відомі технології сорбції аміаку, що утворюється в результаті діяльності птахоферми. Розглядаються методи утилізації курячого посліду як органічного добрива. Проводиться аналіз узагальненої характеристики добрив, особливостей перероблення відходів методами компостування, виготовлення органо-мінеральних добрив, гранулювання та сушіння. На основі аналізу цієї інформації сформульовані цілі та завдання досліджень.

У другому розділі наведені характеристики матеріалів та об’єктів досліджень, методів та методик проведення експериментальних досліджень, описано експериментальні установки. Запропонована логічно-структурна схема дисертаційних досліджень. Приведені характеристики матеріалів, які використовувались у дослідженнях: курячого посліду, палигорськіту Дашуківського родовища Черкаської області, клиноптилоліту Сокирницького родовища Закарпатської області. Розроблена методика проведення досліджень адсорбції аміаку природними сорбентами, яка включає підготовку курячого посліду, а також зразків клиноптилоліту та палигорськіту та алгоритм досліджень кількості «проскоку аміаку» в процесі сорбції аміаку природними сорбентами. Розроблена методика досліджень процесу гранулювання органо-мінерального добрива (визначення механічної міцності гранул на стиск). Запропонована методика агроекологічних досліджень органо-мінерального гранульованого добрива, яка включає дослідження впливу композиції на стан ґрунтів сільськогосподарського призначення Львівської області, визначення вмісту в гранульованих добривах вологи та ступеня десорбції адсорбованого аміаку, дослідження ефективності органо-мінеральних добрив у польових умовах. Адаптовані до умов досліджень методики проведення аналізів:

визначення концентрації іонів амонію, вологості, механічних характеристик зразків органо – мінеральних добрив та характеристик ґрунтів.

Третій розділ присвячено оцінці ступеня екологічної небезпеки від забруднення довкілля в зоні впливу птахоферм. Як основна причина екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик розглядався курячий послід. Локалізація джерел екологічної небезпеки на птахофабриках тісно пов'язана 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. Від цих параметрів залежить також вологовміст відходів, 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.

Виділено три потенційні джерела екологічної небезпеки від пташиного посліду на птахофабриці, які тісно пов'язані із місцями його утворення, транспортування та локалізації: 1 джерело - місце утримання птахів (утворення посліду); 2 джерело - система транспортування посліду; 3 джерело - місця зберігання (локалізації) посліду. Щодо перших двох джерел екологічної небезпеки, то для них найбільш характерним є забруднення атмосфери аміаком (безпосереднє забруднення гідросфери в цих джерелах відсутнє). Що відноситься до 3 джерела екологічної небезпеки птахоферм - місць зберігання (локалізації) посліду, то для нього характерне забруднення всіх компонентів довкілля: атмосфери, гідросфери та ґрунтів. Перше із джерел - місця локалізації птахів, є основним, оскільки саме на стадії утримання птиці створюється екологічна небезпека від посліду птиці, яка далі поширюється на процес транспортування та зберігання посліду.

Для оцінки кількості аміаку, який виділяється в місці утримання птахів, 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 (мясна, несучки), сезонні умови та мікроклімат утримання птиці і т.п. Звичайно точно врахувати ці чинники в масштабах України складно, особливо за відсутності спеціально сформованої за специфічними ознаками статистичної інформації. Тому для оцінки рівня екологічної небезпеки в зоні впливу місць локалізації птахів нами використовувались усереднені показники, які дали можливість оцінити вплив пропонуваніх заходів на мінімізацію цієї екологічної небезпеки.

Перспективним шляхом мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу птахоферм є введення в склад підстилки сорбентів, які адсорбують на себе частину аміаку, що виділяється із курячого посліду. 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 органіно-мінеральне добриво пролонгованої дії.

Досліджувалась перспективність введення в склад підстилки палигорськіту та клиноптилоліту з ціллю зменшення забруднення довкілля аміаком. Для цього необхідним кроком було визначення оптимального співвідношення для використання в повній мірі комплексу корисних властивостей обох сорбентів. Внесення їх в курячий послід сприятиме ефективному зниженню вологи, а також адсорбції аміаку із посліду. Це допоможе закріпити азот в обмінній формі й зменшити його втрату.

Експериментальні дослідження для визначення оптимальної пропорції суміші природних мінеральних сорбентів для ефективного поглинання аміаку, хід виконання яких описаний у 4 розділі, показали, що високу ємність продемонструвала композиція в пропорції 1:1. Встановлене, також, оптимальне співвідношення між сумішню сорбентів та курячим послідом. Найбільш високу ємність щодо аміаку продемонструвала композиція «сорбенти : курячий послід» у пропорції 1:5. Вона складає $1,56 \times 10^{-2}$ мг-екв/г сорбентів.

Із використанням цієї інформації проведений розрахунок загальної кількості аміаку, який може бути адсорбованим за умови добавлення в підстилку адсорбентів у масштабах України. Візуалізація даних цих розрахунків приведені на рис.1.

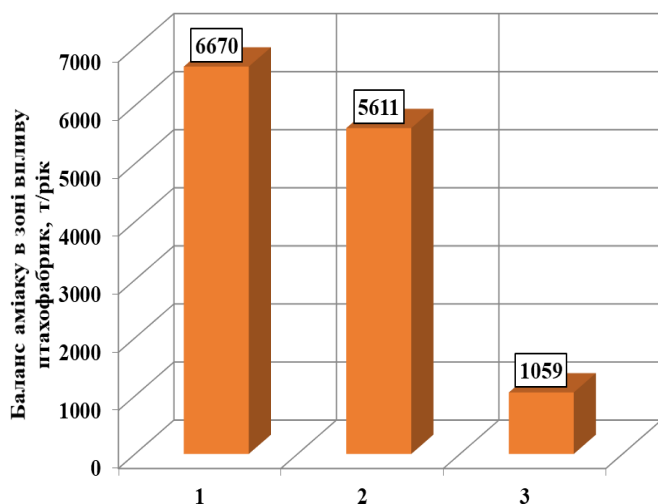


Рис. 1 Візуалізація кількості аміаку, який виділяється за рік із пташників України: 1 – виділяється аміаку всього; 2 – адсорбувалось адсорбентом; 3 – кількість «проскоку аміаку».

маси сорбентів із масою підстилки 1 : 5 дозволяє адсорбувати 84% всього виділеного послідом птахів аміаку, тобто у випадку введення в склад підстилки адсорбентів у встановленому оптимальному співвідношенні кількість «проскоку аміаку», який потрапляє у вентиляційну систему, зменшується більш ніж у 6 разів.

У четвертому розділі приведені результати досліджень процесів сорбції аміаку природними сорбентами із посліду птахів та технологічних аспектів

Представлені на рис.1 дані свідчать про значне зменшення рівня екологічної небезпеки у випадку впровадження пропонованого заходу – введення в склад підстилки адсорбентів із встановленим оптимальним співвідношенням.

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. Внесення в склад підстилки сорбентів із співвідношенням суміші палигорськіт + клиноптилоліт (1:1) та із співвідношенням

отримання органо-мінерального гранульованого добрива. Для встановлення оптимальних умов проведення процесу сорбції аміаку визначалась залежність процесу від розміру зерна сорбенту, температурних умов, тривалості контакту фаз, типу структури мінерального сорбенту, оптимальної пропорції компонентів досліджуваної композиції.

Для дослідів використовувалася реальна підстилкова суміш із птахоферми, яка складалась із курячого посліду, рубленої пшеничної соломи та тонкомеленого СаО.

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; іонний 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.

Дослідження кінетики процесу адсорбції аміаку різними типами сорбентів 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.

Експериментальні дані щодо визначення впливу температури повітряного середовища на адсорбцію аміаку 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. 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 $\text{NH}_3/10\text{г}$ сорбенту. Найкращі сорбційні властивості показала суміш палигорськіту та клиноптилоліту у співвідношенні 1:1, на відміну від досліджень адсорбції аміаку монсорбентом.

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 поліноміальним трендом. Необхідно було встановити ступінь полінома, за якого коефіцієнт детермінації набуває максимального значення. Результати розрахунків представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Встановлення оптимальної лінії тренду для опису кінетики зміни кількості «проскоку аміаку» для 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.1, 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 .

Проводились дослідження з ціллю встановлення оптимального співвідношення суміші природних дисперсних сорбентів та курячого посліду. Дослідження проводились за ізотермічних умов ($T=20^\circ C$), результати досліджень представлені в табл. 2.

Таблиця 2 - 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.

Для визначення механічної міцності на стиск зразків композиції органо – мінерального добрива досліджувану композицію у вигляді кубиків розміщували у спеціальну форму із розміром комірки $15 \times 15 \times 15$ мм. Отримані зразки витримували протягом 24 годин для набуття фіксованої форми.

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 $T=20^{\circ}\text{C}$.

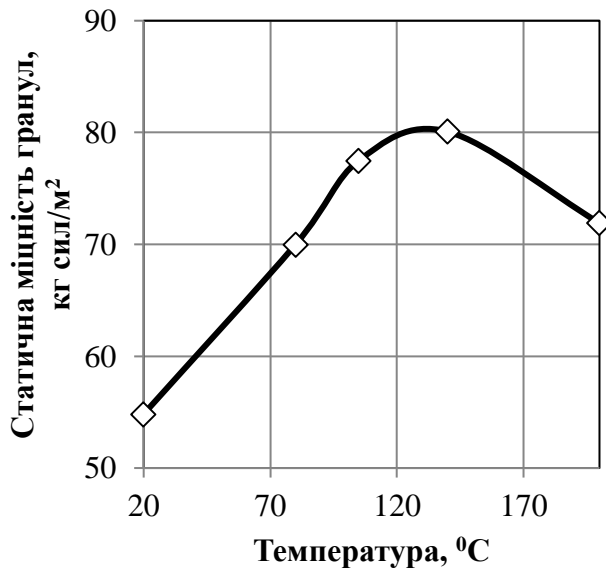


Рис. 2. Залежність статичної міцності зразків від температури їх сушіння

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 втрати заадсорбованого аміаку є мінімальними.

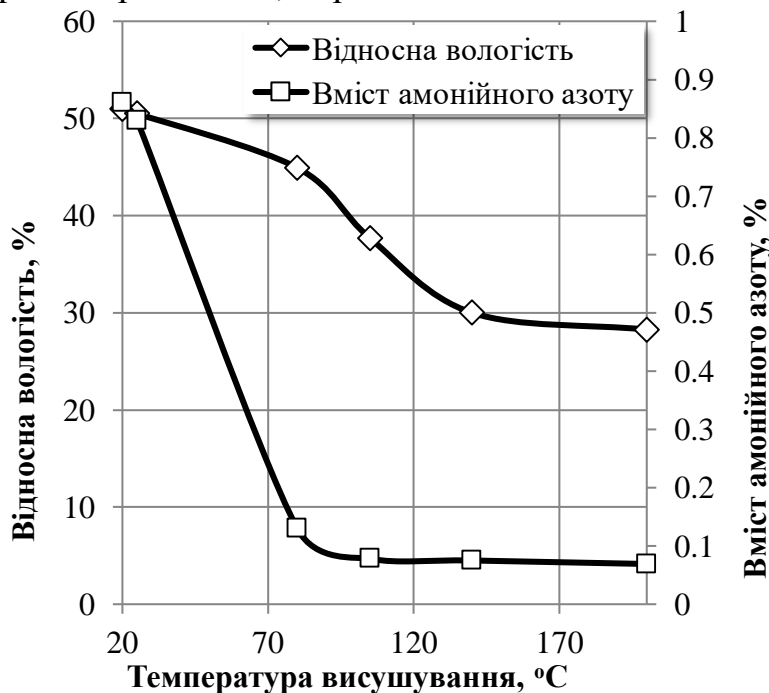


Рис. 3. Динаміка зміни вмісту води та амонійного азоту в зразках в процесі висушування в умовах сушильної шафи.

Залежність зміни масової частки води та вмісту амонійного азоту від температури сушіння зразків композиції розміром $15 \times 15 \times 15$. Початкове значення відносної води до висушування склала 50%, початковий вміст амонійного азоту – 0,86%. В процесі сушіння відбувається втрата амонійного азоту та вільної

Механічна міцність на стиснення досліджуваних зразків визначалась шляхом роздавлювання їх на універсальному пресі УММ-5. Результати визначення статичної міцності зразків представлені на рис. 2. Із збільшенням температури сушіння зразків статична міцність збільшується. 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

тї 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 втрати заадсорбованого аміаку є мінімальними.

На рис.3 представлені результати досліджень з ціллю встановлення оптимальних режимів сушіння органо-мінерального добрива. Досліджувалась залеж-

вологи. Тому доцільним є попереднє обезвожування сушильного агенту. Масова доля вологи в кінцевому продукті складала від 28 до 51%.

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 проводити у фільтраційному шарі, використовуючи як теплоносії зневожене повітря.

Принципова технологічна схема установки утилізації підстилки, в склад якої входить курячий послід та суміш сорбентів, із отриманням ефективного органо-мінерального добрива пролонгованої дії зображена на рис.4.

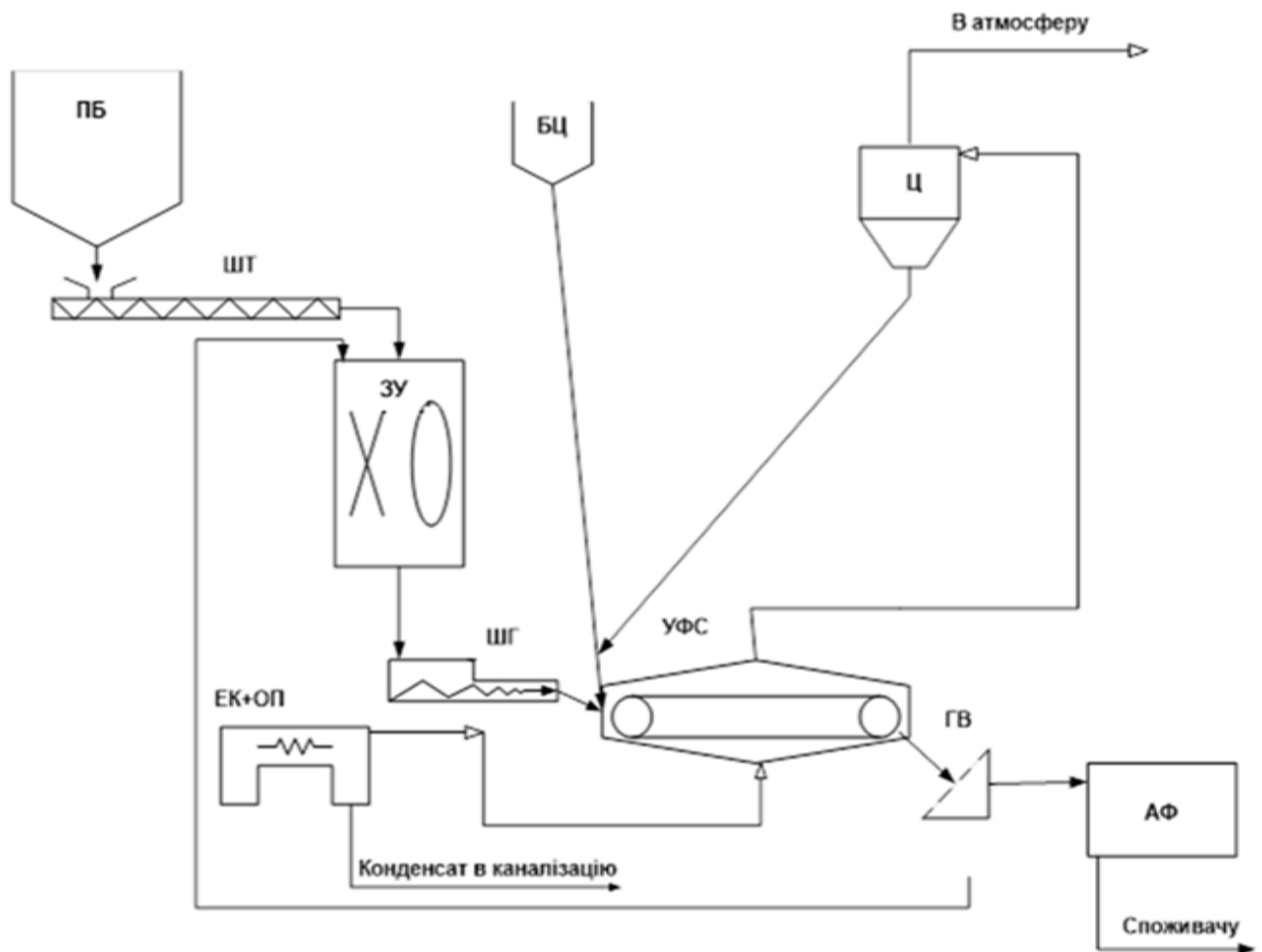


Рис. 4. Принципова технологічна схема установки утилізації курячого посліду із отриманням ефективного органо-мінерального добрива пролонгованої дії: ПБ – приймальний бункер; ШТ – шнековий транспортер; ЗУ – змішувач-усереднювач; ШГ – шнековий гранулятор; ЕК+ОП - електрокалорифер, оснащений блоком осушування повітря; УФС – установка фільтраційного сушіння; ГВ – грохот вібраційний; АФ – апарат фасувальний; Ц – циклон; БЦ – бункер цеоліту.

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 спричиняти вимушені та тривалі технологічні зупинки, пов'язані із необхідністю очищення маси від подібного роду твердих домішок. 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).

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 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. Автонавантажувачем мішки доставляються на склад готової продукції. Із мішків формуються партії добрива, які направляються споживачам.

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

П'ятий розділ присвячений дослідженням агроекологічних аспектів застосування органо-мінерального добрива на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів. Досліджувався вплив внесення композиції із курячого посліду та суміші природних адсорбентів у визначеному в 4 розділі оптимальному співвідношенні на зміну рН ґрунтів, зміну концентрації амонійного азоту в ґрунті, зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту. Отримані нами результати дослідження зміни рН для різних типів ґрунтів наведено у табл. 3.

Таблиця 3 - 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 табл. 3, 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 рН = 6 ÷ 7,5.

Результати досліджень впливу композиції органо-мінерального добрива на зміну концентрації амонійного азоту в ґрунті подані в таблиці 4.

Таблиця 4 - 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 4, 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.

Дослідженнями впливу композиції на зміну концентрації фосфору, кальцію, калію та мангану в залежності від типу ґрунту встановлено, що 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 результатами експериментів видно, що вміст фосфору із внесенням суміші сорбенту та посліду збільшується для обох типів ґрунтів (в 1,38-1,53 рази). В результаті застосування добрива вміст фосфору для дерново-підзолистого типу ґрунту зростає в 3,45 рази.

Ціллю польових досліджень було встановлення впливу різних видів створених органо-мінеральних добрив на продуктивність пажитниці багатоукісної сорту Жайвір та на якість зерна. Досліди із вивчення впливу норм удобрення пажитниці багатоукісної на насіння закладалися за схемою 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)

Дослідженнями встановлено, що 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).

Таблиця 5 - 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 добривом №2.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дисертаційної роботи розв'язано актуальну науково-практичне завдання: 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 слабкокисла 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 праць за темою дисертації

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

1. 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.*

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Determining the optimal ratio of natural mineral adsorbents with regard to ammonia adsorption / M. Kanda, M. Maliovanyu, Z. Odnorih, O. Kharlamova, N. Chornomaz. *Ecological safety*. Issue 1/2016 (21). Kremenchug 2016. P. 76-80. *Особистий внесок – аналіз природних мінеральних адсорбентів щодо адсорбції аміаку.*

3. Utilising organic-mineral fertilisers produced from man-made waste of poultry farms / I. Tymchuk, M. Kanda, M. Malovanyu. *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 fertilizer / M. Malovanyu, 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. Maliovanyu. *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.*

Тези доповідей

6. 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. С. 226-229. *Особистий внесок – аналіз інформації щодо мінімізації екологічної небезпеки від відходів.*

7. 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. *Особистий внесок – дослідження здатності природних мінеральних сорбентів щодо поглинання аміаку, який знаходиться у посліді*.

8. 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. *Особистий внесок - визначення оптимального співвідношення компонентів у суміші природних мінеральних сорбентів та курячого посліду*.

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

10. 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*.

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

12. Визначення впливу суміші сорбентів і курячого посліду на зміну рН та концентрацію азоту амонію в ґрунтах пustomитівського 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*.

13. 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*.

14. 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. Круменчук, 2017. С. 94. *Особистий внесок – дослідження зміни рН та вмісту масової частки елементів живлення у ґрунтах*.

15. Визначення впливу композиції органічного добрива на стан ґрунтів львівської області. Канда М.І., Мальований М.С., Одноріг З.С. VI *Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*. 20–22 вересня 2017р. Вінниця. 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.

16. Попередження забруднення поверхневих вод іонами амонію від діяльності птахофабрик. Канда М.І., Мальований М.С., Одноріг З.С. 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*.

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

18. 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 2017р. 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*.

19. Disposal of poultry droppings with the use of natural sorbents. M. 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*.

20. Determination of the adsorption capacity for moisture and ammonia in manure. Kanda M.I., Malovanyu M.S., Odnorih Z.S. 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*.

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

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

23. 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*». 22-23 травня 2018р. Львів.

С. 65-66. *Особистий внесок – проведення досліджень щодо визначення статичної міцності гранул в залежності від температури сушіння.*

24. 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 р. С. 112. *Особистий внесок – дослідження органо-мінерального гранульованого добрива пролонгованої дії на основі курячого посліду та суміші природних сорбентів.*

25. 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.*

Статті у інших наукових виданнях

26. 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.*

Патент

27. 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.

Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень.

АНОТАЦІЯ

Канда М.І. Забезпечення екологічної безпеки в зоні впливу діяльності птахоферм. - На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека». – Національний університет «Львівська політехніка» Міністерство освіти і науки України, Львів, 2019.

В дисертаційному дослідженні розв’язане актуальне науково-практичне завдання в зоні впливу птахоферм шляхом додавання у підстилку суміші природних дисперсних сорбентів. Використання отриманого в результаті цього органо-мінерального добрива є одним із шляхів забезпечення екологічно безпечної та ресурсозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур.

Проведена ідентифікація джерел екологічної небезпеки в зоні впливу птахофабрик України та проведена оцінка ступеня зменшення екологічної небезпеки від забруднення довкілля сполуками амонію у разі внесення в підстилку суміші природних сорбентів.

Експериментально та теоретично досліджені процеси сорбції аміаку природними сорбентами із посліду птахів та технологічні аспекти отримання органо-мінерального гранульованого добрива. Для встановлення оптимальних умов проведення процесу сорбції аміаку визначалась залежність процесу від

розміру зерна сорбенту, температурних умов, тривалості контакту фаз, типу структури мінерального сорбенту, оптимальної пропорції компонентів досліджуваної композиції. запропонована принципова технологічна схема виготовлення органо - мінерального добрива на основі курячого посліду та обгрунтовані параметри технологічного режиму його виготовлення.

Встановлений вплив досліджуваної композиції на зміну рН та концентрації основних елементів живлення рослин в залежності від типу ґрунту. Проведені дослідно-промислові випробування технології застосування та агрохімічні випробування отриманого органо-мінерального добрива.

Ключові слова: екологічна безпека, аміак, пташник, підстилка, природні сорбенти, клиноптилоліт, палігорськіт, технологія, органо-мінеральне добриво.

ABSTRACT

M. I. Kanda. Ensuring environmental safety in the area of impact of poultry farming. – On the rights of manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in the speciality 21.06.01 "Environmental Safety". – Lviv Polytechnics National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2018.

The dissertation research provides a solution for the topical scientific and practical problem in the area of impact of poultry farms by adding a mixture of natural dispersive sorbents to litter. Application of organic-mineral fertilizer obtained as a result is one of the ways to ensure environment-friendly and resource-saving process of cultivation of agricultural crops.

The paper identifies the sources of environmental hazard in the area of impact of poultry farms in Ukraine and evaluates the reduction of environmental hazard of pollution with ammonium compounds as a result of application of mixed natural sorbents to litter.

The processes of ammonia sorbtion from poultry droppings by natural sorbents and technological aspects of production of organic-mineral granular fertilizer have been studied both experimentally and theoretically. In order to find the optimal conditions for ammonia sorbtion, we determined dependence of the process on the size of a sorbent grain, temperature conditions, phase contact duration, a structural type of mineral sorbent, and the optimal proportion of components of the study composition. We presented a process flow diagram for production of organic-mineral fertilizer on the basis of chicken manure, and substantiated the parameters of technological process of its production.

We determined influence of the study composition on change of pH and the concentration of primary plant nutrition elements depending on a soil type. Also, we conducted research-commercial tests of the application technology and agrochemical tests of the obtained organic-mineral fertiliser.

Key words: environmental hazard, ammonia, poultry house, litter, natural sorbents, clinoptilolite, palygorskite, technology, organic-mineral fertiliser.

АННОТАЦИЯ

Канда М.И. Обеспечение экологической безопасности в зоне влияния деятельности птицеферм. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 «Экологическая безопасность». - Национальный университет «Львівська політехніка», Львов, 2019.

В диссертационном исследовании решена актуальная научно-практическая задача: уменьшение уровня экологической опасности в зоне влияния птицеферм путем добавления в подстилку смеси природных дисперсных сорбентов. Использование полученного в результате этого органо-минерального удобрения является одним из путей обеспечения экологически безопасной и ресурсосберегающей технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

Проведена идентификация источников опасности в зоне влияния птицефабрик Украины. Установлено, что определяющим источником опасности являются птичники - места образования птичьего помета, который является источником выделения загрязнений в атмосферу, гидросферу и в грунты. Расчетами установлено, что внесение в состав подстилки сорбентов с соотношением смеси палыгорскит + клиноптилолит (1: 1) и куриного помета с подстилкой с соотношением 1: 5 позволяет адсорбировать 84% всего выделенного пометом птиц аммиака, то есть в случае введения в состав подстилки адсорбентов в установленном оптимальном соотношении количество аммиака, который попадает в вентиляционную систему, уменьшается в 6,3 раз.

Для определения оптимальных условий реализации процесса адсорбции аммиака с помета птиц экспериментально устанавливался оптимальный размер зерна сорбента, исследовалась кинетика процесса адсорбции аммиака, определялся влияние температуры воздушной среды на адсорбцию аммиака, устанавливалась зависимость сорбции от типа структуры минерального сорбента, определялось оптимальное соотношение смеси природных дисперсных сорбентов и куриного помета. Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что наиболее высокую емкость продемонстрировала композиция из смеси клиноптилолита и палыгорскита в пропорции 1: 1.

Анализ результатов проведенных экспериментов свидетельствуют, что с целью предупреждения потерь аммиака сушки следует проводить при минимальных значениях температур сушки - (20÷25) °С. При такой температуре сушки в фильтрационном режиме относительная влажность гранул органо-минерального удобрения составит $\approx 30\%$, а содержание азота аммонийного - 0,86%. На основе анализа данных исследований предложена принципиальная технологическая схема изготовления органо-минерального удобрения на основе куриного помета.

Исследовано влияние композиции куриного помета и смеси природных сорбентов на изменение рН почвы. Во всех образцах установлено незначительное смещение уровня рН почвенного раствора в сторону

нейтральности (в среднем на 0,6 единицы показателя рН), то есть снижения кислотности почвенной среды. Наиболее благоприятна для растений слабокислая и слабощелочная реакция почвенного раствора находится в пределах рН = 6 - 7,5.

Определялся влияние композиции на изменение концентрации аммонийного азота в почве и на изменение концентрации фосфора, кальция, калия и марганца в зависимости от типа почвы. Установлено, что содержание фосфора с внесением смеси сорбента и помета увеличивается для всех типов почв. Содержание калия, кальция и марганца для серого типа почвы остается практически неизменной, но для дерново-подзолистого типа почвы содержание калия снижается, концентрация кальция возрастает, а марганца почти не меняется. Установлено, что предложенная композиция является эффективным органическим удобрением пролонгированного действия.

По данным однолетних полевых агроэкологических исследований, внесение органо-минеральных удобрений на урожайность райграса многоукосного сорта «Жайвир» достоверно влияет на выход семян с единицы площади. Отмечено также тенденцию к росту сходства полученного семян и массы 1000 семян.

Ключевые слова: экологическая безопасность, аммиак, птичник, подстилка, природные сорбенты, клиноптилолит, палигорскит, технология, органо-минеральное удобрение.