

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО

РЯБЦЕВА НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 504:631.861

ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ
ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

03.00.16 – екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Житомирському національному агроекологічному університеті Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор,
Грабар Іван Григорович, Житомирський національний агроекологічний університет, завідувач кафедри процесів, машин і обладнання.

Офіційні опоненти:

доктор сільськогосподарських наук, професор
Козенко Оксана Віталіївна, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, завідувач кафедри гігієни та загальної ветеринарної профілактики;

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник **Жукорський Остап Мирославович** Національна академія аграрних наук України, в.о. академіка-секретаря відділення ветеринарної медицини та зоотехнії НААН України.

Захист відбудеться “___” _____ 2013 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.826.02 у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького за адресою: м. Львів, вул. Пекарська, 50.

Автореферат розісланий “___” _____ 2013 р.

**Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат сільськогосподарських наук**

Г. А. Паскевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відомо, що органічні відходи тваринництва (гній) є цінним органічним добривом, оскільки в ньому є всі необхідні елементи для живлення рослин. Тому раціональним методом його утилізації є використання для покращення родючості ґрунтів, їх фізико-хімічних, агрофізичних і мікробіологічних властивостей (Васильєв В. О., 1983; Кисіль В. І., 2005).

Водночас, використання гною як добрива часто призводить до забруднення довкілля яйцями та личинками гельмінтів (Апатенко В. М., 2005; Gevaert D., 2006; Галат В. Ф., 2007–2009; Дахно І. С., 2010). Таким чином застосування незнезараженого гною у вигляді добрива створює екологічну загрозу через циркуляцію збудників гельмінтозів та поширення інвазії паразитів у навколишньому середовищі (Чернова Н. М., 1977; Волошина Н. О., 2007–2010; Євстаф'єва В. О., 2010; Козенко О. В., 2010). Природні компоненти екосистем, забруднені яйцями і личинками гельмінтів, є факторами передачі паразитів тваринам і, згодом, людині. Тому вирішення теоретичних і практичних питань обмеження поширення у довкіллі збудників інвазійних хвороб через утилізацію органічних відходів тваринництва потребує екологічного підходу.

Сучасні технології у скотарстві передбачають стійкове утримання худоби без підстилки. Видалений безпідстилковий гній застосовують як органічне добриво під сільськогосподарські культури. Проте таке застосування не гарантує безпеки щодо ветеринарно-санітарних вимог до органічних добрив. Забезпечення ветеринарно-санітарного благополуччя у цьому випадку можна досягти застосуванням термічного знезаражування відходів тваринництва (гною), що є енергоємним заходом (Васильєв В. О., 1983; Лозановська І. М., 1988; Герасименко В. Г., 2006; Жукорський О. М., 2010).

Отже, враховуючи екологічну небезпеку незнезараженого гною, але зважаючи на його цінність як засобу підвищення родючості ґрунтів, актуальним є розроблення методу термохімічного знезаражування органічних відходів тваринництва оксидом кальцію.

Відомо, що гнойові відходи, збагачені хімічними меліорантами, зокрема вапном, можуть істотно підвищити родючість і поліпшити агрохімічні показники бідних ґрунтів (Шедорова С. Г., 1960; Авдонін М. С., 1969, 1976). Дерново-підзолисті ґрунти Полісся мають підвищену кислотність та низький вміст гумусу, що спричиняє їх низьку родючість (Стрельченко В. П., 2004).

Отже, змішування гнойових відходів великої рогатої худоби та оксиду кальцію в обґрунтованих пропорціях дозволить вирішити проблему утилізації накопичених інвазійно небезпечних запасів безпідстилкового гною шляхом використання його як гное-вапняної меліоративної суміші. Це допоможе вирішувати актуальну з точки зору екобезпеки проблему попередження або обмеження розповсюдження інвазійних хвороб, а також поліпшити агроекологічну якість ґрунтів і безпеку гідроекосистем Полісся.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до комплексних програм Міністерства аграрної політики України та планів науково-дослідних робіт Житомирського національного агроекологічного університету. Вона є складовою частиною комплексної теми: «Обґрунтувати структуру екологічних параметрів моделі територіально-ландшафтної організації територій сільськогосподарського використання» (номер державної реєстрації 0100U000001).

Мета досліджень – обґрунтувати оптимальну норму застосування оксиду кальцію та параметри термохімічного процесу знезаражування безпідстилкового гною для виготовлення екобезпечної та агрономічно ефективної гное-вапняної суміші.

Відповідно до мети нами були визначені наступні завдання:

- проаналізувати й узагальнити досвід утилізації відходів тваринництва, можливі екологічні проблеми, що виникають у зв'язку з їх накопиченням та використанням у землеробстві, технологічні інновації у питаннях екобезпечного поводження з гнойовими відходами, вивчення ефективності різних способів утилізації безпідстилкового гною;

- дослідити особливості температурного режиму процесу знезаражування безпідстилкового гною за різного вмісту оксиду кальцію, розробити модель процесу термохімічного знезараження органічних відходів тваринництва;

- визначити теплотворну здатність оксиду кальцію як компонента-регулятора екологічної та гігієнічної безпеки гное-вапняної суміші;

- встановити закономірності знезаражування безпідстилкового гною за дії оксиду кальцію і розробити математичну модель зміни ступеня екобезпеки гное-вапняної суміші за гелмінтологічними показниками;

- дослідити вплив різного вмісту оксиду кальцію на агроекологічні показники знезараженої гное-вапняної суміші та ефективність використання її у хмелярстві як способу екобезпечної утилізації безпідстилкового гною;

- обґрунтувати технологію виготовлення екобезпечної гное-вапняної суміші на основі знезараженого безпідстилкового гною.

Об'єкт дослідження – гігієнічні та агроекологічні показники гное-вапняної суміші (гній безпідстилкового утримання + оксид кальцію) за різного співвідношення компонентів.

Предмет дослідження – технологічні умови та способи поліпшення гігієнічних показників безпідстилкового гною за термохімічного знезаражування його оксидом кальцію та заходи екобезпечної утилізації гное-вапняної суміші при використанні як добрива.

Методи дослідження. Лабораторні – визначення кількісних та якісних характеристик досліджуваного об'єкта; польові – дослідження впливу гное-вапняних сумішей на продуктивні і якісні показники хмелепродукції; математико-статистичний – знаходження на основі математичної обробки даних функціональних залежностей між показниками та оптимальних параметрів технологічних процесів; математичного моделювання – прогностичне оцінювання динаміки дезінвазії гною за різних значень температури і тривалості процесу.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше доведена можливість та ефективність хімічного знезаражування інвазованого гелмінтами безпідстилкового гною за допомогою оксиду кальцію при оптимальній нормі використання реагента 205 кг на 1 т гнойової маси. Методом термохімічної пастеризації гною за допомогою оксиду кальцію вдається розірвати життєвий цикл розвитку *Fasciola hepatica* L. (1758) і *Trichostrongylus* sp. на стадії яйця.

Уперше розроблено технологію, яка надає можливість зберігати агрономічну ефективність та екобезпеку безпідстилкового гною при його внесенні у ґрунт, що підтверджується деклараційним патентом на винахід № 43059 А, Україна, С 09 К 17/40, С 05 G 3/04 «Спосіб отримання біологічно знезараженого органно-мінерального добрива-меліоранта».

Уперше обґрунтовано математичну модель процесу термічного знезаражування інфікованого гелмінтами безпідстилкового гною, яка дозволяє розрахувати його оптимальні просторово-часові параметри та зменшити до мінімуму ступінь екологічного ризику при використанні гное-вапняної суміші у землеробстві.

Уперше доведено меліоративну ефективність знезаражених гнойових відходів тваринництва, збагачених вапном, як засобу підтримання найважливішої функції едафотопу – родючості.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання оксиду кальцію для знезаражування безпідстилкового гною з метою дотримання прийнятних гігієнічних та агроекологічних показників гное-вапняної суміші. Виробнича апробація пропонованого варіанту знезаражування: гній (83,0%) + СаО (17,0%) в ДП АФ «Немиринецька»

(с. Немиринці Ружинського району Житомирської обл.) надала можливість господарству вирішити проблему знезаражування безпідстилкового гною великої рогатої худоби на тваринницьких фермах та забезпечило знешкодження 98% яєць *Fasciola hepatica* та 95% *Trichostrongylus* sp.

В господарстві ТОВ «Червона Волока» (с. Червона Волока Лугинського р-ну Житомирської обл.) апробовано застосування гноє-вапняних сумішей на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, де отримано підвищення врожайності хмелю на 15%, що забезпечило додатковий прибуток 3,0 тис. грн./га.

Особистий внесок здобувача. Дисертант виконав роботу самостійно. Методологія і схема досліджень були розроблені автором разом із науковим керівником. Здобувачем особисто проведено огляд та аналіз літературних джерел за темою дисертації, виконані експерименти, статистична обробка отриманих даних, детальний аналіз та узагальнення одержаних результатів. Автор провела лабораторні дослідження гноє-вапняної суміші на гелмінтологічні показники у Житомирській обласній державній лабораторії ветеринарної медицини (епізоотологічний відділ) та на агроекологічні показники в Житомирському центрі «Облдержродючість». Польові дослідження, а також лабораторні аналізи агрохімічного складу ґрунту та продуктивності і якості рослин хмелю автор провела в Інституті сільського господарства Полісся НААН України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати доповідалися на засіданнях вченої ради Інституту сільського господарства Полісся Національної академії аграрних наук України (2011 р.), кафедри моніторингу навколишнього природного середовища і Інституту екології та лісу Житомирського національного агроекологічного університету (2007–2011 рр.). Також результати досліджень доповідалися, обговорювалися і були опубліковані в матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрів та студентів «Інновації для сільського господарства» (Житомир, 26 березня 2009 р.), науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Наука. Молодь. Екологія» (Житомир, 27–29 травня 2009 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека сільськогосподарського виробництва» (Київ, 2–4 червня 2009 р.), III Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» (Київ, 22–25 вересня 2009 р.), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування» (Кам'янець-Подільський, 24–25 листопада 2011 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані у 9 наукових працях, серед них: 6 статей у фахових наукових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, з яких 3 одноосібні та 1 патент України на винахід.

Структура дисертації. Дисертація викладена на 149 сторінках комп'ютерного тексту та складається з наступних розділів: вступу, огляду літератури, програми, методики досліджень, результатів досліджень, аналізу і узагальнення результатів досліджень, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури, додатків. Дисертація ілюстрована 21 таблицею та 37 рисунками. Список використаних джерел літератури налічує 225 джерел, у тому числі 136 – зарубіжних авторів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. Проаналізовано досвід використання органічних відходів тваринництва, зокрема безпідстилкового гною, та можливі екологічні проблеми, що виникають у зв'язку з їх накопиченням та використанням у землеробстві. Приведено сучасні технології знезаражування органічних відходів тваринництва, а також розглянуто технологічні новації з питань їх екобезпечного використання. З урахуванням агрохімічних особливостей дерново-підзолистих ґрунтів Центрального Полісся доведена потреба використання вапна як компонента-знезаражувача гною з меліоративними властивостями.

Програма, методика та умови проведення досліджень. Дослідження процесу знезаражування органічних відходів тваринництва (гною великої рогатої худоби стійлового безпідстилкового утримання) проводилося на базі Житомирської обласної державної лабораторії ветеринарної медицини. Дослід передбачав внесення оксиду кальцію у наступних пропорціях:

Контроль – гній без оброблення CaO;

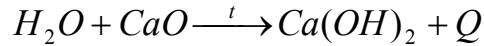
Дослід 1 – Гній (67,0%) + CaO (33,0%);

Дослід 2 – Гній (83,0%) + CaO (17,0%);

Дослід 3 – Гній (91,0%) + CaO (9,0%);

Дослід 4 – Гній (95,0%) + CaO (5,0%).

У ході взаємодії вихідних сполук реакції (оксид водню та оксид кальцію) має місце термохімічний процес, оскільки оксид кальцію характеризується теплотворними властивостями та спонукає суміш до розігріву. Рівняння хімічної реакції, що протікає під час взаємодії рідкої фракції гною та хімічного реагенту (CaO), має вигляд:



Лабораторні дослідження проводилися в чотирикратній повторності. Температурні показники суміші фіксували впродовж п'яти годин з наступним інтервалом часу: перші дві години – кожні 5 хвилин, наступні три години – 10 хвилин. Дезінвазійний вплив оксиду кальцію оцінювали після проходження термохімічної реакції. Дослід проводили в спеціальній установці із застосуванням термоізолятора (суміші деревної тирси). Схема дослідної установки наведена на рис. 1.

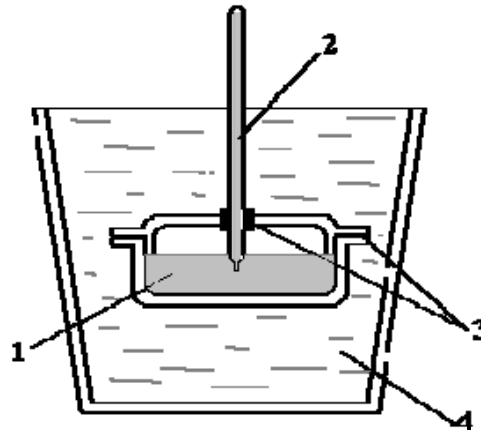


Рис. 1. Схема дослідної установки

1 – гное-вапняна суміш; 2 – термометр; 3 – ущільнення;
4 – термоізолятор (суміш деревної тирси)

Контроль ефективності дезінвазії проводили шляхом дослідження тест-проб (n=20) за допомогою мікроскопа (Mikroskops XS 55-20). Тест-проби відбирали в контрольному варіанті та за 4 варіантами знезараження гною оксидом кальцію. Із кожної тест-проби при малому ($\times 56$) та великому ($\times 140$) збільшенні мікроскопа досліджували по чотири мазки-відбитки (в одному мазку – 10 полів зору).

Наявність яєць гельмінтів визначали за методом Фюллеборна та послідовних промивань (Котельников Г. А., 1974). Видову диференціацію здійснювали за визначником “Атлас гельмінтів тварин” (Дахно І. С. та ін., 2001). Життєздатність яєць гельмінтів *Fasciola hepatica* і *Trichostrongylus sp.* оцінювали за методикою Г. А. Котельникова (1974).

Відповідно до отриманих результатів були розраховані показники інтенсивності інвазії (ІІ) та інтенсивності дезінвазії (ІЕ). У тексті роботи використане середнє арифметичне значення даних (M), його стандартна похибка (m) – $M \pm m$, парний коефіцієнт кореляції (r), P – критерій достовірності за Стьюдентом–Фішером.

Відбір зразків гною і гное-вапняної суміші та підготовка їх до аналізу проводилися за загальноприйнятими вимогами до методів аналізу органічних добрив згідно ГОСТ 26712-94. У зразках суміші визначали: рН – згідно ГОСТ 27979-88; амонійний азот – фотометричним методом в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26716-85); загальний азот – фотометричним методом в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26715-85); вологість – згідно ГОСТ 26713-85; золу – згідно ГОСТ 26714-85; кальцій – згідно методу трилометричного визначення кальцію з флуорексоном; органічну речовину – термогравіметричним методом згідно ГОСТ 27980-88.

Утилізацію знезараженої гное-вапняної суміші здійснювали під хмеленасадження Інституту сільського господарства Полісся НААНУ. Польовий дослід було закладено відповідно до вимог методики дослідної справи (Доспехов Б. О., 1985). Досліджувані гное-вапняні суміші загортали під глибоку культивування один раз на три роки.

Польовий дослід передбачав наступні варіанти:

- 1) Без добрив (контроль);
- 2) N₁₆₀P₁₂₀K₁₈₀ – фон;
- 3) фон +CaO 3,5 т/га;
- 4) фон +гній 23 т/га;
- 5) фон + суміш 1 (гній 23 т/га + CaO 11,5 т/га);
- 6) фон + суміш 2 (гній 23 т/га + CaO 4,6 т/га);
- 7) фон + суміш 3 (гній 23 т/га + CaO 2,3 т/га).

Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий середньосупіщаний, в орному шарі якого міститься: гумусу – 0,94%, азоту, що легко гідролізується – 50,2 мг, рухомого фосфору – 163 мг, обмінного калію – 150 мг на кг повітряно сухого ґрунту. Реакція ґрунту середньо кисла, (рН_{KCl} – 4,9).

Агротехніка вирощування хмелю загальноприйнята. Облік врожайності проводили шляхом збирання шишок вручну. Статистичну обробку результатів проводили за Б. О. Доспеховим (1985) в середовищі програм Microsoft Excel 2003 та Agrostat.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оптимізація норми оксиду кальцію та параметрів термохімічного процесу знезаражування безпідстилкового гною. Результати наукових досліджень засвідчують, що нагрівання досліджуваного субстрату до 56-70°C призводить до денатурації білків, що викликає незворотну деградацію клітинних структур. Оскільки патогенні мікроорганізми, в тому числі яйця, личинки гельмінтів, які присутні в органічних відходах тваринництва, мають білкову структуру, то, за рахунок розігріву органічної складової суміші хімічним реагентом досягаються температури, за яких проходить процес порушення природної структури білка. У зв'язку з цим важливо вивчити зміну температури суміші під час знезаражування органічних відходів тваринництва.

Виявлено, що температура контрольного варіанту не змінювалася в часі і залишалася постійною (на рівні 25°C) впродовж усієї тривалості дослідів. У досліді 1 – гній (67,0%) + CaO (33,0%) - внесення оксиду кальцію зумовлювало розігрів суміші з початкової температури (25°C) до 110°C (рис. 2). Температурний максимум було досягнуто на 16-й хв. дослідів, після чого температура суміші стрімко спадала. При зменшенні кількості оксиду кальцію до 17,0% від маси суміші (дослід 2), температурний максимум відносно першого варіанту знижувався на 32% і становив 80°C. Температура суміші досягала пікового значення на 35-й хв. дослідів. У дослідях 3 та 4, де відсоток оксиду кальцію становив 9,0 і 5,0% від маси суміші, інтенсивність термохімічної реакції і, відповідно, розігріву суміші була найнижчою. В обох випадках гное-вапняна суміш досягала температурного максимуму приблизно на 42-й хв. дослідів з тією лише різницею, що у досліді 3 температура підіймалась до 44°C, а у досліді 4 – до 33°C.

Вважаємо, що температурні показники першого дослідів є характерними для процесу теплової стерилізації. Тому, у такій суміші поряд з ефективним знезаражуванням повністю припиняються мікробіологічні процеси, і, відповідно, втрачається поживна цінність суміші як добрива (Мішустін Є. М., 1987).

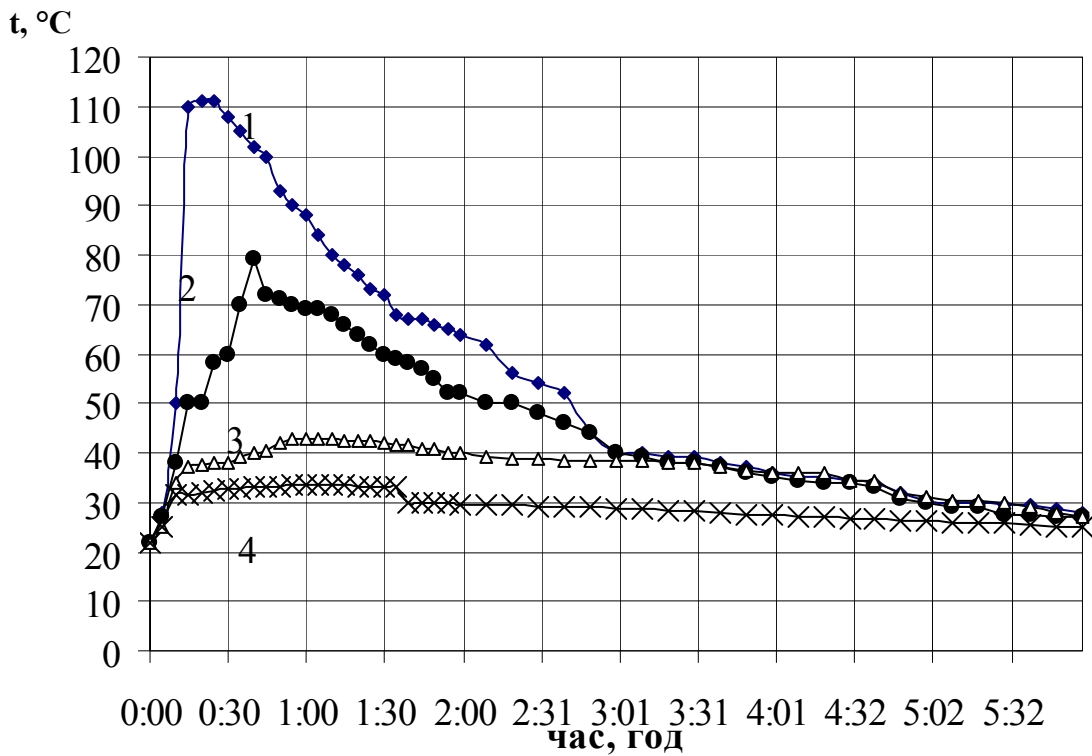


Рис 2. Динаміка зміни температури суміші в часі у досліді:

1 - гній (67,0%) + CaO (33,0%); 2 - гній (83%) + CaO (17%);

3 - гній (91%)+CaO (9%); 4 – гній (95%)+CaO (5%).

У досліді 2 процес термохімічного знезаражування за температурними показниками максимально наблизений до процесу пастеризації, тобто він якісно відповідає процесу біотермічного знезаражування. За дослідів 3 та 4 – вміст оксиду кальцію зумовлює недостатній розігрів суміші з метою її ефективного знезаражування. Отже, виходячи з результатів наших досліджень, можна зробити висновок, що визначальним у регулюванні температурного режиму суміші та якості її знезаражування є кількість оксиду кальцію.

Розрахунок теплотворної здатності оксиду кальцію в процесі знезаражування безпідстилкового гною засвідчив, що збільшення кількості теплоти під час термохімічної реакції пропорційне зростанню відсотку оксиду кальцію в досліді. За вмісту 33% оксиду кальцію в суміші кількість теплоти, що виділилася дорівнювала 289,7 кДж. При зменшенні вмісту оксиду кальцію до 17%, кількість тепла знизилася на 60% і склала 115,8 кДж, а при зменшенні до 9% – 57,9 кДж. За концентрації оксиду кальцію 5%, кількість теплоти, що виділилася в процесі термохімічної реакції склала 28,9 кДж.

Таким чином, за кількості теплоти – 115,8 кДж, що відповідає досліді 2 – гній (83%) + CaO (17%), в процесі знезаражування ми досягаємо температур у діапазоні 56 – 80 °C, що є сприятливим з точки зору задоволення гігієнічних вимог до гное-вапняної суміші.

На основі експериментально отриманих температурних даних нами було розраховано емпіричну модель термохімічного процесу знезаражування безпідстилкового гною:

$$T(t) = T_0 - \frac{18,5 \cdot c_0}{0,0048 \cdot c_0 + 0,0665} [\exp(-0,0188 \cdot c_0 + 0,0693) \cdot t) - \exp(-0,014 \cdot c_0 + 0,0028) \cdot t)] \quad (1)$$

де $T(t)$ – температура суміші, °C;

T_0 – температура навколишнього середовища, °C;

t – час, с;

c_0 – концентрація оксиду кальцію.

Пропонована модель дозволяє встановити мінімальний час, впродовж якого необхідно витримувати суміш (за відомої кількості оксиду кальцію) для досягнення нею характеристик, безпечних у гігієнічному відношенні.

Оцінка необхідності та ефективності знезаражування безпідстилкового гною. Згідно даних звітної документації Житомирської обласної лабораторії ветеринарної медицини, в Житомирській області ураженість тварин гельмінтозами посідала друге місце серед усіх захворювань, що викликані паразитами, та становила 20,2%. Найчисельнішу групу інвазійних захворювань становили трематодози і нематодози. Зокрема відмічався найвищий відсоток ураження тварин збудниками трихостронгілідозів – 46,9%. Зазначене вказує на необхідність пошуку ефективних шляхів знезаражування органічних відходів тваринництва.

Дослідження зразків гною щодо наявності яєць гельмінтів показали, що необроблений гній великої рогатої худоби містив збудників фасціольозу і трихостронгілідозу. Нами виявлено, що у контролі інтенсивність інвазії *Fasciola hepatica* складала $34,7 \pm 1,52$ яєць/1г суміші ($P < 0,05$), *Trichostrongylus sp.* – $20,0 \pm 1,09$ яєць/1г досліджуваної суміші ($P < 0,05$) (табл. 1). У зв'язку з цим важливо дослідити знезаражувальний ефект в сумішах за різної концентрації оксиду кальцію.

Оцінка суміші досліду 1, що містила 33% оксиду кальцію, показала 100% ефективність знезаражування – у зразках не виявлено яєць гельмінтів, що засвідчило їх повне розчинення та гомогенізацію (табл. 2).

Таблиця 1

**Інтенсивність інвазії у органічних відходах тваринництва
за варіантами знезаражування ($M \pm m$, $n=4$)**

Яйця гельмінтів	Варіанти				
	інтенсивність інвазії, яєць /1г суміші				
	контроль	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4
<i>Fasciola hepatica</i>	$34,7 \pm 1,52$	Не виявлено	$0,75 \pm 0,22^*$	$1,5 \pm 0,26^*$	$5,0 \pm 0,63^*$
<i>Trichostrongylus sp.</i>	$20,0 \pm 1,09$	Не виявлено	$1,0 \pm 0,36^*$	$2,5 \pm 0,58^*$	$10,0 \pm 0,32^*$

* - $P < 0,05$, порівняно до контрольного варіанту.

Оскільки теплотворна здатність оксиду кальцію формує дезінвазійний ефект, вважаємо, що знищення збудників інвазійних захворювань у зазначеному досліді зумовлено кількістю теплоти, що склала 289,7 кДж (рис. 3).

Таблиця 2

**Динаміка інтенсефективності (ІЕ) застосування оксиду кальцію
(експозиція 5 год.) у дослідях**

Яйця гельмінтів	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
<i>Fasciola hepatica</i>	++++	+++	+++	+++
<i>Trichostrongylus sp.</i>	++++	+++	+++	++

Примітка: “++” – зміни у 50,1 – 75,0% яєць; “+++” – 75,1 – 99,9%; “++++” – 100,0% дезінвазійний ефект.

У досліді 2, зі зменшенням вмісту хімічного реагенту майже на 50%, аналіз відібраних зразків засвідчив про подібну тенденцію – інтенсефективність (ІЕ) сягала 95,0 – 97,8% ($P < 0,05$). Таким чином, вміст CaO у кількості 17,0% спричинив значний деструктивний вплив оболонок яєць *Fasciola hepatica* та *Trichostrongylus sp.* Вважаємо, що цьому сприяло кількість теплоти, що виділяється в процесі термохімічної реакції на рівні 115,8 кДж.

У досліді 3, за вмісту оксиду кальцію 9%, інтенсивність інвазії *Trichostrongylus sp.* складала $2,5 \pm 0,58$, а *Fasciola hepatica* – $1,5 \pm 0,26$ яєць/1г суміші ($P < 0,05$). Інтенсефективність застосування CaO для дезінвазії гною, контамінованого трихостронгілідами, складала 87,5% ($P < 0,05$), а фасціолами – 95,7%.

У досліді з вмістом 5% CaO дезінвазійний ефект був найменшим. Так, вихідна інтенсивність інвазії зразків *Fasciola hepatica* у наведеному досліді склала $5,0 \pm 0,63$ яєць/1г. Іntenсефективність застосування CaO для дослідної дезінвазії становила близько 85,6% ($P < 0,05$). Іntenсивність обсіменіння зразків *Trichostrongylus sp.* склала $10,0 \pm 0,32$ яєць/1г суміші. В цьому випадку після дезінвазії було зафіксоване найнижче значення іntenсефективності впливу CaO – 50% ($P < 0,05$).

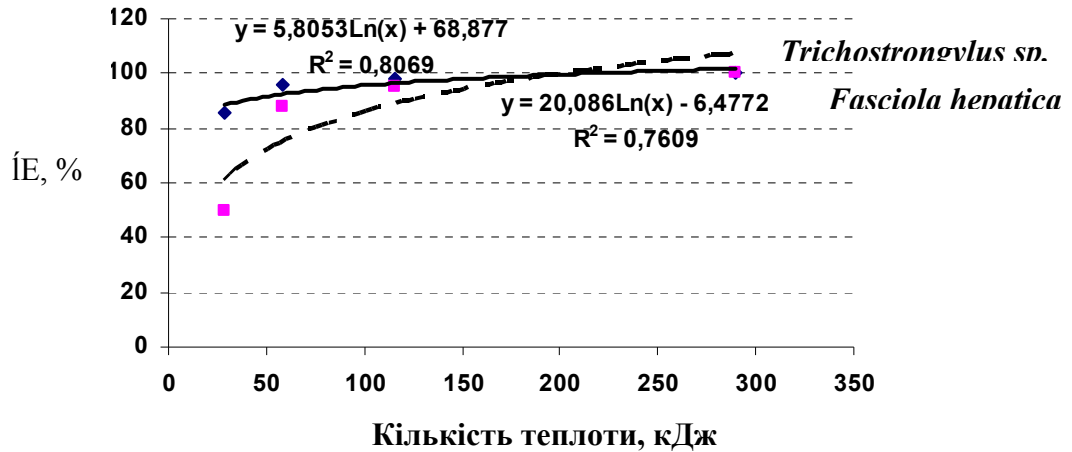


Рис. 3. Вплив кількості теплоти на ефективність дезінвазії безпідстилкового гною

Результати ефективності знезаражування безпідстилкового гною свідчать, що з точки зору дезінвазійної дії зменшення концентрації оксиду кальцію в складі суміші до 5,0–9,0% (досліди 3, 4) було неефективним. Вважаємо, що кількість оксиду кальцію в такій концентрації призводила лише до деформації зовнішнього шару оболонки яєць, внаслідок чого частина личинок могла розвиватися надалі й набувати інвазійних властивостей. Отже, процес дезінвазії відбувався найефективніше за вмісту оксиду кальцію в суміші 17 і 33%.

Доведено, що забезпечення оптимального складу суміші, з точки зору дотримання гігієнічних показників, можливе шляхом створення відповідних параметрів температурного режиму в процесі знезаражування. Тому наступним етапом нашої роботи було дослідження кінетики знезаражування гною. З'ясовано, що за умови стаціонарної температури при дезінвазії безпідстилкового гною ефективність знезаражування змінюється в часі та має вигляд варіаційного ряду. На основі відомого розподілу Фермі-Дірака з модернізацією проф. Грабара І. Г. нами було побудовано математичну залежність ефективності дезінвазії гною як функції температури (t_0) та тривалості (τ) процесу:

$$\begin{cases} W = \frac{1}{1 + e^{\alpha(\tau_* - \tau)}} \\ \alpha = 0,00001t_0 - 0,0005 \\ \tau_* = 18623 - 250,72 \cdot t_0 \end{cases} \quad (2)$$

де W – ймовірність знезаражування гною;

α – параметр (дисперсія) розподілу;

τ_* – центр групування вибірки;

τ – час знезаражування, (тривалість процесу), с;

t_0 – температура, за якої проходить процес знезаражування, °C

Верифікація залежності показала, що модель є достовірною і з коефіцієнтом детермінації 0,72 описує експериментальні дані, дозволяючи з високою точністю оцінити екологічний ризик, зумовлений розповсюдженням паразитарної фауни в навколишньому середовищі.

В ході модельних розрахунків, виражаючи ефективність знезаражування гною через енергію, нами зроблено висновок про те, що мінімально ефективна енергія, необхідна для активації процесу знищення яєць гельмінтів становить 116 кДж.

Склад і технологічна перевірка агроекологічної якості знезараженої гноє-вапняної суміші. Поряд з вивченням гігієнічних показників гноє-вапняної суміші, важливим є аналіз її агроекологічних властивостей, оскільки гній є цінним органічним добривом.

З'ясовано, що трансформація якісних показників суміші внаслідок її теплових перетворень простежується через зміну наступних параметрів: вологості суміші, вмісту загального азоту, органічної речовини, кальцію та показника кислотності рН (рис. 4).

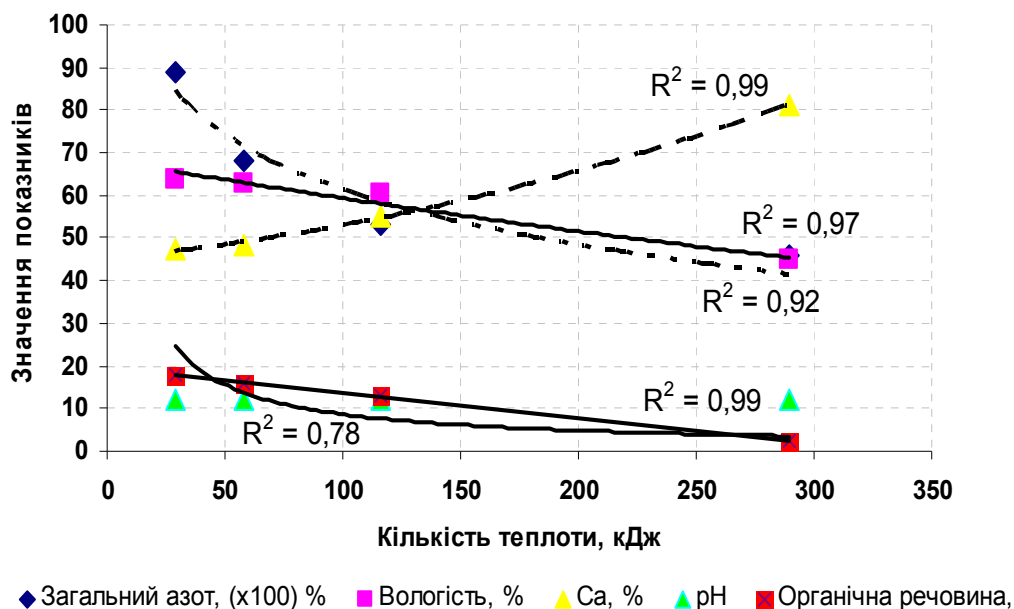


Рис. 4. Залежність агроекологічних показників суміші від кількості теплоти

Встановлено, що для ряду показників, зокрема вологості суміші, вмісту загального азоту та органічної речовини, характерна тенденція до зменшення їх величини при збільшенні кількості теплоти, яка пропорційна зростанню вмісту оксиду кальцію в суміші. Результати досліджень показали, що на контролі вологість гною складала 81,6%. При внесенні в гній 5–17% оксиду кальцію (досліди 2–4), що еквівалентно виділенню 28,9–115,8 кДж тепла, вологість суміші знизилася до 60–64%. Вважаємо, що зменшення вологості суміші пов'язано як з випаровуванням води під час термічної реакції, так і гігроскопічними властивостями оксиду кальцію.

Щодо вмісту загального азоту в суміші, то його найвище значення на рівні 1,88% спостерігали у контролі. При внесенні 33,3% CaO, що відповідає виділенню 289,7 кДж тепла, вміст загального азоту зменшився на 75% і становив 0,46%. За зменшення кількості оксиду кальцію на 16,0 – 24,0 – 28,0% вміст азоту зростав відповідно до 0,53 – 0,68 – 0,89%.

Вважаємо, що розкладання азотистих сполук гною інтенсифікується під впливом хімічного реагенту – CaO, який вступає в реакцію з рідкою фракцією гною та сприяє нагріванню суміші. Під час її розігріву відбувається термічна деструкція (гідроліз) сечовини з виділенням аміаку та вуглекислого газу, що відображається на вмісті не тільки загального азоту, але й органічної речовини в суміші. Встановлено, що між даними показниками та відсотком оксиду кальцію існує тісний зворотній зв'язок $r = -0,87 \dots -0,99$.

Проведений аналіз показав, що найвищий вміст органічної речовини був у контролі та складав 25,6%. За максимального розігріву суміші до 110°C (289,7 кДж), що відповідає найвищому вмісту CaO у досліді (33%), кількість органічної речовини знижувалася в 10 разів і складала лише 2,45%. За мінімального розігріву

суміші до 34–44°C, тобто за виділення 28,9–57,9 кДж тепла, відмічалася стабілізація органічної речовини на рівні 15,9–18,0%, що на 29,7–38,0% менше порівняно з контролем. З підвищенням температури суміші до 80°C (115,8 кДж) кількість органічної речовини в ній знижувалася до 13,2%.

Щодо вмісту в гноє-вапняній суміші кальцію та значень показника кислотності простежувалася пряма тенденція до зростання їх числових характеристик в градієнті збільшення відсотку СаО у сумішах. Так, вміст кальцію в суміші залежно від кількості внесеного оксиду кальцію у досліді зростав з 47,4 (дослід 4) до 81,3% (дослід 1). Показник рН відносно контролю збільшився на 4 одиниці і становив 12,0 – 12,2, що вказує на набуття сумішшю меліоративних властивостей, цінних з огляду її агроекологічної якості.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що оптимальною відносно збереження як гігієнічних, так і агроекологічних параметрів, є суміш з 17% вмістом оксиду кальцію. При збільшенні кількості оксиду кальцію до 33%, не зважаючи на оптимальні гігієнічні показники, суміш втрачає цінні властивості органічного добрива, при зменшенні вмісту оксиду кальцію до 5,0 – 9,0% суміш не гарантує екологічної безпеки.

Оскільки меліоративні властивості добрива тісно пов'язані з рівнем врожайності культур, особливо тих, що вирощуються на кислих дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, нами була проведена перевірка агроекологічної якості знезаражених гноє-вапняних сумішей та оцінено їх вплив на продуктивні властивості хмелю сорту Поліський. Аналіз середньостатистичних даних продуктивності хмелю показав, що використання гноє-вапняних сумішей та їх післядія позитивно впливали на урожайність хмелю, зокрема сформували врожайність шишок в межах 0,95–0,99 т/га, що на 13–18% більше порівняно з мінеральним фоном. Найвища урожайність на рівні 0,99 т/га відмічена за умов внесення суміші 23 т/га гною та 4,6 т/га СаО (польовий дослід, варіант 6). Порівняно з варіантом 4, де вносили 23 т/га гною по мінеральному фону без застосування СаО, продуктивність шишок хмелю збільшилася на 0,11 т/га, а приріст врожаю склав 12,5%.

Вважаємо, що позитивний вплив суміші на врожайність хмелю зумовлений збільшенням показника кислотності дерново-підзолистого ґрунту, на що вказує встановлена залежність продуктивності культури від обмінної кислотності ґрунтового розчину ($r = 0,68$) (рис. 5). З'ясовано, що у контрольному варіанті кислотність ґрунту склала 4,9. Використання гноє-вапняних сумішей дозволило підвищити показник обмінної кислотності на 0,6–1,3 одиниці, тобто кислотність дерново-підзолистого ґрунту під дією меліоративної властивості суміші змістилася з слабокислої до нейтральної і становила 5,5–6,2. Окреме внесення вапна (варіант 3) по мінеральному фону забезпечило значення кислотності ґрунту на рівні 5,7, гною (варіант 4) – 5,3.

На основі аналізу рівня урожайності хмелю залежно від варіантів удобрення нами встановлено, що за умови використання гноє-вапняних сумішей продуктивність культури відносно контролю збільшилася на 0,41–0,45 т/га, відносно мінерального фону – на 0,11–0,15 т/га. Вважаємо, що збільшення урожайності культури пояснюється тим, що на фоні нейтралізації ґрунтового розчину підвищується використання рослиною поживних речовин як власне ґрунту, так і тих, які привнесені з гноє-вапняною сумішшю.

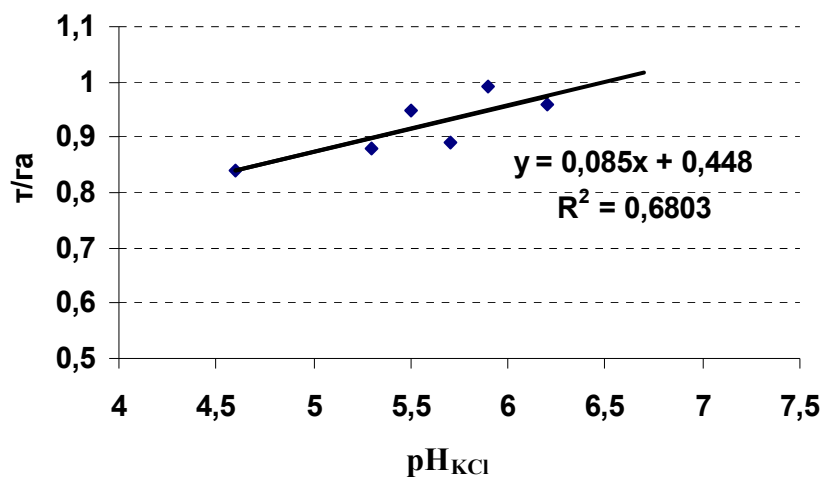


Рис. 5. Залежність урожайності хмелю від рН_{KCl} ґрунту

Енергетичний та економічний аналіз структури витрат на вирощування сільськогосподарських культур є важливою складовою комплексного оцінювання заходів щодо мінімізації негативного впливу агротехнологій на навколишнє середовище. З проведених енергетичних та економічних розрахунків з'ясовано, що серед досліджуваних варіантів удобрення найоптимальнішим як в енергетичному, економічному, так і екологічному аспектах є шостий, за якого вирощування хмелю проводилось по мінеральному фону (N₁₆₀P₁₂₀K₁₈₀) із внесенням суміші (23 т/га гною з 4,6 т/га CaO). При застосуванні цих операцій витрати антропогенної енергії на вирощування хмелю склали 105684 МДж/га, енергоємність 107,2 МДж/кг. В економічному відношенні впровадження рекомендованого варіанту удобрення культури потребує виробничих витрат у розмірі 31787 грн. при рентабельності виробництва 53%.

Розрахунок економічної ефективності застосування оксиду кальцію для дезінвазії безпідстилкового гною великої рогатої худоби засвідчує, що збереження ресурсів від його знезаражування у грошовому еквіваленті становитиме 1980,6 грн./гол. Економічний ефект від проведення процесу знезаражування гною на одну гривню затрат склав 6,26 грн.

Моделювання ефективності процесу знезаражування гною при оптимальній нормі оксиду кальцію, залежно від розмірів гноєсховища і температури повітря. З огляду на існуючу проблему зараженості тварин великої рогатої худоби збудниками паразитарних захворювань та, як наслідок, необхідності обов'язкового знезаражування екскрементів цих тварин перед використанням їх як добрива, основним пріоритетом наших досліджень було забезпечення гігієнічної безпеки безпідстилкового гною. Другим пріоритетом досліджень було збереження максимально можливої агроекологічної якості гное-вапняної суміші за умови її ефективного знезаражування. Таким чином, мета наших досліджень – віднайти ефективну компромісну точку, яка на достатньому, а не максимальному рівні забезпечить прийнятний перебіг двох процесів – термохімічного знезаражування безпідстилкового гною та виготовлення агроекологічно цінної гное-вапняної суміші. У зв'язку з цим нами проаналізовано характер взаємодії показників суміші в градієнті зростання кількості оксиду кальцію та встановлено оптимальне їх поєднання за умов одночасного збереження в ній екобезпечних та агроекологічно цінних властивостей. Встановлено, що забезпечити оптимальний склад суміші з точки зору збереження гігієнічної безпеки та агроекологічної цінності можливо шляхом дотримання відповідних параметрів температурного режиму.

З'ясовано, що для дослідів 1 – гній (67%) + CaO (33%) властиве часткове поєднання двох системних показників – ефективного знезаражування (ІЕ=98%) та кількості кальцію (Ca=81,3%). Це свідчить про гігієнічну безпеку та меліоративні властивості отриманої суміші. Проте вміст органічної речовини в досліді склав 2,45% (втрати порівняно з

контролем дорівнювали $\approx 90\%$), що вказує на знецінення гною в суміші як органічного добрива.

Характер взаємодії між показниками знезараженої суміші у досліді 2 – гній (83%) + CaO (17%) свідчить про одночасне поєднання екологічної безпеки та агроекологічних властивостей суміші. Так, температурні значення за наведеного досліді дозволили ефективно знищити паразитарну фауну ($\text{IE} = 95\text{--}98\%$), що забезпечило гігієнічну безпеку суміші. Вміст органічної речовини склав 13,2% (втрати порівняно з контролем $\approx 48\%$) та кількість кальцію в суміші (55%) забезпечило агроекологічні показники гное-вапняної суміші.

У досліді 3 – гній (91,0%) + CaO (9,0%) та 4 – гній (95,0%) + CaO (5,0%) відбулося поєднання агроекологічних і меліоративних властивостей суміші. Так, вміст органічної речовини у досліджених варіантах склав 15,9–18,0% (її втрати порівняно з контролем становили $\approx 30\text{--}38\%$), що свідчить про збереження агроекологічних властивостей гное-вапняної суміші. Кількість кальцію склала 47–48%. Однак недостатній рівень ефективності знезараження у даних досліді ($\text{IE} = 50\text{--}87,5\%$) не дозволяє досягти вимог її гігієнічної безпеки.

Таким чином, вміст оксиду кальцію на рівні 17% (дослід 2) та температурний режим, який обумовлений даною кількістю активного реагенту, дозволив отримати суміш оптимальну за екобезпечними, агроекологічно цінними та меліоративними властивостями.

Поряд з оптимізацією норми оксиду кальцію в суміші важливим є моделювання ефективності процесу знезараження гною у виробничих умовах. Тому, одним з завдань нашої роботи було встановити, яким чином буде проходити передача і локалізація тепла під час термохімічного знезараження безпідстилкового гною оксидом кальцію. З'ясовано, що перенесення тепла під час технологічного процесу залежить від геометричних розмірів ємкості (бурт, котлован тощо), в якій буде проходити процес знезараження, та температури навколишнього середовища. Методом підбору необхідних коефіцієнтів (a – радіус ядра, м; b – зовнішній радіус, м; $T_{\text{пов}}$ – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{ядра}}$ – максимальна температура розігріву в радіусі $r = a$, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{знезар.}}$ – температура розігріву в радіусі b , $^{\circ}\text{C}$; $\eta_{\text{знезар.}}$ – показник дезінвазії безпідстилкового гною, %) та математичними розрахунками оцінено ефективність знезараження безпідстилкового гною $\eta_{\text{знезар.}}$ (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка параметрів теплового поля за показником дезінвазії $\eta_{\text{знезар}}$

(a), м	(b), м	$T_{\text{пов}}$, $^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{ядра}}$, $^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{знезар.}}$, $^{\circ}\text{C}$	$\eta_{\text{знезар.}}$, %
1,4	1,5	-10	+60	+56	82
1,2	1,5	+10	+60	+56	53
1,4	1,5	+10	+60	+56	82
1,2	1,5	+22	+60	+56	55
1,4	1,5	+22	+60	+56	83
1,4	1,5	+35	+60	+56	84
1,2	1,5	+35	+60	+56	57

Встановлено, що процес знезараження залежить від температури навколишнього середовища та розмірів ємкості для знезараження. За умови, що розміри теплового поля однакові ($a = 1,4$ м; $b = 1,5$ м), а температура повітря коливається від +10 до +22 $^{\circ}\text{C}$, ефективність знезараження $\eta_{\text{знезар.}}$ становитиме 83%.

ВИСНОВКИ

Теоретичні узагальнення та власні результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі, дозволили обґрунтувати оптимальну норму застосування оксиду кальцію та

параметри термохімічного процесу знезаражування безпідстилкового гною для виготовлення екобезпечної та агроекологічної гноє-вапняної суміші.

1. Аналіз сучасних технологій утилізації гнойових відходів тваринництва шляхом використання їх у землеробстві дозволяє стверджувати, що існує реальна загроза неконтрольованого поширення збудників фасціольозу великої рогатої худоби. Водночас, у регіоні Центрального Полісся України переважають малородючі кислі ґрунти, які потребують обов'язкового внесення органічних добрив та вапнякових меліорантів.

2. Встановлено, що чинником ефективності знезаражування безпідстилкового гною великої рогатої худоби оксидом кальцію є його температурний режим, який регулюється кількістю активного реагента в складі суміші. Оптимальна для знезаражування гною кількість теплоти під час термохімічної реакції становить 115,8 кДж, що виділяється за вмісту 17% CaO.

3. Режим знезаражування безпідстилкового гною за кількості тепла 115,8 кДж забезпечував знешкодження 98% яєць *Fasciola hepatica* та 95% *Trichostrongylus sp.* Підвищення температури суміші за рахунок збільшення вмісту оксиду кальцію до 33% і кількості теплоти 289,7 кДж зумовлювало повну дезінвазію безпідстилкового гною. Застосування оксиду кальцію в кількості 5–9%, що відповідає 57,9–28,9 кДж тепла, для знезаражування безпідстилкового гною є малоефективним – ефективність знезаражування щодо *Trichostrongylus sp.* склала 50 – 87,5%, *Fasciola hepatica* – 85,6–95,7%.

4. Оптимальне суміщення екобезпечних та агроекологічних властивостей гноє-вапняної суміші характерно за поєднання 83% гною та 17% CaO. За такого співвідношення суміш характеризується наступними показниками: вміст органічної речовини на рівні 13,2%, вологість – 60,4%. При збільшенні вмісту оксиду кальцію до 33,0%, суміш втрачає агроекологічно цінні характеристики, що властиві органічним добривам. Про це свідчить зниження вологості суміші на 15,3% та вмісту органічної речовини на 10,8%.

5. На основі експериментальних даних побудована математична залежність ймовірності знезаражування гною як функція температури та тривалості процесу, яка дозволяє розрахувати параметри допустимого екологічного ризику при використанні гноє-вапняної суміші у землеробстві. Математично доведено, що для активації знищення яєць *Fasciola hepatica* мінімально ефективна енергія становить 116 кДж.

6. Внесення у ґрунт термохімічно знезараженої гноє-вапняної суміші з розрахунку 23 т/га гною та 4,6 т/га CaO у поєднанні з мінеральними добривами (N₁₆₀P₁₂₀K₁₈₀) сприяє формуванню вищої врожайності (0,99 т/га) шишок хмелю. Підвищення врожайності, порівняно з варіантом удобрення органічними добривами у поєднанні з мінеральними, було статистично достовірним і становило 0,11 т/га або 12,5%.

7. Використання термохімічно знезараженої гноє-вапняної суміші сприяло істотному зменшенню кислотності дерново-підзолистого ґрунту. Показник обмінної кислотності ґрунтового розчину при застосуванні розробленої меліоративної суміші разом з внесенням мінеральних добрив (N₁₆₀P₁₂₀K₁₈₀) становив рН_{KCl} 5,5–6,2, що на 0,6–1,3 одиниці вище, ніж у контрольному варіанті.

8. Передбачувана економічна ефективність від знезаражування безпідстилкового гною оксидом кальцію становить 1980,6 грн./гол. Економічний ефект від розробленого профілактичного заходу на одну гривню затрат сягає 6,26 грн. Поєднання мінеральних добрив та знезараженої гноє-вапняної суміші забезпечувало порівняно високу енергетичну ефективність, енергоємність продукції на рівні 107,2 МДж/кг. За удобрення екобезпечною гноє-вапняною сумішшю рівень виробничих витрат становить 31787 грн. при рентабельності 53%.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Безпідстилковий гній з метою подальшого його безпечного використання в якості добрива доцільно знезаражувати від збудників інвазійних захворювань за допомогою внесення у гнойову масу оксиду кальцію у співвідношенні гній (83%) + CaO (17%) або за додавання 205 кг оксиду кальцію до 1 т гною. Технологічний процес знезараження 1 т гною має тривати 5 годин; максимальна температура розігріву суміші не перевищує 80°C.

2. Термохімічно знезаражену гное-вапняну суміш (з розрахунку – гній 23 т/га + CaO 4,6 т/га) доцільно вносити під сільськогосподарські культури на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах. Максимальний ефект (збільшення врожайності рослин) відмічається у післядії суміші на перший та другий рік після внесення.

3. Положення дисертаційної роботи рекомендуємо використовувати при вивченні таких курсів: «Інженерна екологія», «Управління та поводження з відходами», «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для студентів вищих навчальних закладів агроекологічного профілю.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, у яких наведено основні результати дисертаційних досліджень:

1. **Рябцева Н.О.** Обґрунтування термохімічного режиму приготування органо-мінерального добрива-меліоранта при знезараженні органічних відходів / Н.О. Рябцева // Агроекол. журнал. – 2009. – Спец. вип. – С. 286-289.

2. **Рябцева Н.О.** Моделювання термохімічного процесу обеззараження гною як метод оцінювання ефективності існуючих технологій дезінвазії / Н.О. Рябцева // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон, 2010. – № 72. – С. 168-174.

3. **Рябцева Н.О.** Вплив теплотворної здатності оксиду кальцію на агрохімічні показники органо-мінеральної суміші / Н.О. Рябцева // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2011. – №1(28). – С. 362-369.

4. **Рябцева Н.О.** Енергетична ефективність застосування органо-мінеральних меліоративних сумішей при вирощування хмелю / Н.О. Рябцева, І.В. Шудренко // Агропромислове виробництво Полісся. – 2011. – №14. – С. 89-92. *(Дисертантом проведено дослід, у співавторстві розраховано та проаналізовано отримані дані, сформульовано висновки, написано статтю).*

5. **Грабар І.Г.** Моделювання процесу знезаражування відходів з позиції хімо-термо-активаційних процесів арреніусівського типу / І.Г. Грабар, **Н.О. Рябцева** // Зб. наук. пр. Подільського державного аграрно-технологічного університету. – 2011. – Спец. вип.: до VI наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – С. 209-212. *(Дисертантом разом з керівником узагальнено отримані дані та проведено модельні розрахунки, сформульовані висновки).*

6. **Рябцева Н.О.** Ефективність знезаражування органічних відходів тваринництва оксидом кальцію / Н.О. Рябцева, Д.В. Феценко // Вісник Білоцерківського національного аграрного університету. Агробіологія. – 2011. – №6 (86). – С. 72-77. *(Дисертантом проведено лабораторні дослідження, у співавторстві проаналізовано отримані дані, сформульовані висновки, написано статтю).*

Опубліковані наукові праці апробаційного характеру:

7. **Рябцева Н.О.** Аналіз термічного процесу при знезараженні органічних відходів тваринництва / Н.О. Рябцева // Наука. Молодь. Екологія – 2009: зб. матеріалів V наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених / Житомир. нац. агрокол. ун-т. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. – С. 43-45.

8. **Рябцева Н.О.** Розробка математичної моделі опису термічного режиму приготування органо-мінеральної сумішки / Н.О. Рябцева // Матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених [«Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва»]. – К.: Інститут агроекології УААН, 2009. – С. 89-90.

9. **Рябцева Н.О.** Залежність врожайності та якості продукції хмелю від внесеного органо-мінерального добрива / Н.О. Рябцева // Матеріали міжнародної наук.-практ. конф.

аспірантів, магістрів та студентів [«Інновації для сільського господарства»]. - Житомир: Житомирський національний агроекологічний університет, 2009. – С. 8-9.

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

10. Патент на винахід № 43059 А України, С 09 К 17/40, С 05 G 3/04. Спосіб отримання біологічно-знезараженого органо-мінерального добрива-меліоранта / Б.А. Шелудченко, І.Г. Грабар, **Н.О. Пінчук** [та ін.]; заявник та патентовласник Житомирський національний агроекологічний університет. – № 200101 03 08; заявл. 15.01.2001; опубл. 15.11.2001, Бюл. №10.

Анотація

Рябцева Н. О. Еколого-технологічне обґрунтування процесу знезаражування органічних відходів тваринництва. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.16 – екологія. – Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – Львів, 2013.

У дисертації обґрунтовано оптимальну норму застосування оксиду кальцію та параметри термохімічного процесу знезаражування безпідстилкового гною для виготовлення екобезпечної та агрономічно ефективної гное-вапняної суміші. Досліджено особливості температурного режиму процесу знезаражування безпідстилкового гною за різного вмісту оксиду кальцію та визначено теплотворну здатність оксиду кальцію як компонента-регулятора гігієнічної якості гное-вапняної суміші. Встановлено закономірності знезаражування безпідстилкового гною під впливом оксиду кальцію і розроблено математичну модель зміни ступеня екобезпеки гное-вапняної суміші за гельмінтологічними показниками. Досліджено вплив різного вмісту оксиду кальцію на агроекологічні показники знезараженої гное-вапняної суміші. Апробовано ефективність використання гное-вапняної суміші у хмелярстві як способу екобезпечної утилізації безпідстилкового гною.

Ключові слова: знезаражування, дезінвазія, температура, оксид кальцію, параметри термохімічного процесу, гігієнічні показники, агроекологічні показники.

Аннотация

Рябцева Н. А. Эколого-технологическое обоснование процесса обеззараживания органических отходов животноводства. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого. – Львов, 2013.

В диссертации исследованы и обоснованы параметры термохимического процесса обеззараживания органических отходов животноводства. Рассмотрены особенности температурного режима процесса обеззараживания навоза при различной концентрации оксида кальция. Установлено влияние теплотворной способности оксида кальция на уровень экологической безопасности навоза за гельминтологическими показателями.

Исследовано влияние различных концентраций оксида кальция на агроэкологические показатели обеззараженных органических отходов животноводства. Установлено, что оксид кальция является регулирующим фактором, поскольку его количество определяет возможность достижения оптимума при одновременном сохранении как санитарно-гигиенических, так и агрономических показателей навозо-известковой смеси. По результатам исследований показано, что оптимальное содержание СаО в опыте составляет 17,0%. При увеличении количества оксида кальция до 33% смесь теряет свойства органического удобрения, а при уменьшении содержания активного реагента до 5,0–9,0% смесь не отвечает требованиям по гигиеническим показателям. Применение 17% СаО способствовало обезвреживанию 98% яиц *Fasciola hepatica* и 95% *Trichostrongylus sp.*, сохраняя при этом агрономическую ценность и безопасность безподстилочного навоза для окружающей природной среды.

Комплексно охарактеризованы параметры обеззараживания органических отходов животноводства при различных значениях температуры и длительности технологического процесса. Такой подход позволяет оценить эффективность обеззараживания органических отходов животноводства и аналитически определить экологические риски. В рамках проделанной работы впервые предложена математическая модель процесса термического обеззараживания органических отходов животноводства.

Проведенные соискателем исследования позволяют раскрыть новые возможности в мелиорации кислых почв Полесья Украины. Обнаружено, что использование навозо-известковых смесей способствовало существенному уменьшению кислотности дерново-подзолистой почвы. Показатель обменной кислотности почвенного раствора при применении разработанной мелиоративной смеси вместе с внесением химических удобрений ($N_{160}P_{120}K_{180}$) составлял рН 5,5–6,2, что на 0,6–1,3 единицы выше, чем в контрольном варианте.

Ключевые слова: обеззараживание, дезинвазия, температура, оксид кальция, параметры термохимического процесса, гигиенические показатели, агроэкологические показатели.

Summary

Ryabtseva N. O. Ecological and technological substantiation of the process of decontamination of organic manure. - Manuscript.

Dissertation for getting the degree of candidate of agricultural sciences, specialty 03.00.16 - ecology. - Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj. – Lviv, 2013.

In the dissertation the optimal rate of usage of calcium oxide and the parameters of the thermochemical process of decontamination of manure without litter for producing ecofree and agroeffective manure – lime mixture are substantiated. The peculiarities of temperature conditions of the process of decontamination of manure without litter having different kinds of influence of calcium oxide are studied and the thermal ability of calcium oxide as a component regulator of hygienic quality of manure – lime mixture is determined. The regularity of decontamination of manure without litter under the influence of calcium oxide is established and the mathematic model of the change of the level of optimal ecoratiox of manure-lime mixture according to helmintolohichny indicators is elaborated. The influence of different contents of calcium oxide on agroecological indicators of decontaminated manure-lime mixture is studied. The effectiveness of usage of manure – lime mixture in hmeleproduction is tried practically as a way of ecosafety of decontamination of manure without litter.

Key words: decontamination, desinvasiya, temperature, calcium oxide, parameters of thermochemical process, hygienic indicators