

## ВПЛИВ ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ ОКСИДУ КАЛЬЦІЮ НА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОЇ СУМІШІ

*В статті проаналізовано вплив теплотворної здатності оксиду кальцію на агрохімічні показники орґано-мінеральної суміші. Встановлено, що оптимальні агрохімічні показники зберігаються за вологості суміші на рівні 60–64%. Даний рівень вологості спостерігається при виділенні 28,9–115,9 кДж тепла, що характерно за вмісту в суміші 4,8–16,7% СаО.*

### Постановка проблеми

Питання проблеми забруднення навколишнього природного середовища загострюється ще більше, якщо в якості орґанічного добрива ми вносимо в ґрунт незнезаражений гній [9]. Враховуючи, з однієї сторони, епізоотичну, санітарно-епідеміологічну та екологічну шкоду, яку спричиняють гній та гноєві стоки для навколишнього середовища, а, з іншої сторони, високу їх цінність для підвищення родючості ґрунтів в альтернативних системах землекористування важливою екологічною проблемою є розробка нових або вдосконалення існуючих технологій переробки відходів тваринництва, які можна безпечно використовувати в сучасних умовах господарювання.

### Аналіз останніх досліджень

Відомо декілька систем альтернативного землекористування: біодинамічне, орґанічне, біологічне, орґано-біологічне, екологічне тощо. Вони направлені, в першу чергу, на мінімізацію шкоди природі внаслідок надмірної хімізації сільського господарства, що проводиться з метою, принаймні стабілізації врожаю сільськогосподарських культур і отримання екологічно чистої продукції. На сьогодні Данія виявилася першою з країн із високорозвиненим сільським господарством, яка поставила завдання цілком припинити використання в сільському господарстві пестицидів, тобто поступово зробити своє сільське господарство тільки орґанічним. Орґанічне землеробство ґрунтується на повній відмові від засобів хімізації землеробства. Зокрема, європейський різновид орґанічного землеробства дозволяє використовувати компости, які виготовленні на основі «сирих» порід та меліорантів: доломіту, крейди, вапна, фосфоритного борошна та нше[9].

В Україні орґанічне землеробство теж набуває більшої популярності. Мова йде про те, щоб отримувати високоякісні, екологічно чисті врожаї, які вирощені

без хімічних добрив та пестицидів, та й при цьому зберігати природну родючість ґрунтів. Має бути відродження екологічно-чистої продукції, яку ми отримували до інтенсивного впровадження засобів хімізації.

Актуальним та перспективним у вирішенні даної проблеми є комплексний підхід до розробки органо-мінерального добрива, яке є екологічно безпечним для навколишнього середовища. Його виготовлення полягає в змішуванні гноєвої маси вологістю 82–87% з негашеним вапном, з метою знищення патогенних мікроорганізмів, збудників інвазійних захворювань, позбавлення схожості насіння бур'янів за рахунок термохімічного розігріву суміші. Необхідно віднайти ефективну компромісну точку (рецептуру), яка на достатньому (!) рівні забезпечить оптимальне поєднання в суміші еколого-гігієнічного та агрономічного аспектів одночасно.

**Метою наших досліджень** є дослідити зміни агрохімічних показників виготовленої органо-мінеральної суміші: вологості та кількості загального азоту в ній під дією теплотворної властивості оксиду кальцію.

### **Об'єкт та методика досліджень**

Матеріалом дослідження були органічні відходи – безпідстилковий гній ВРХ з меліорантом – негашеним вапном за варіантами дослідів.

Дослід проводився у чотирикратній повторності і передбачав внесення оксиду кальцію у різних пропорціях. Визначалась температура досліджуваних зразків на контролі (гній без оброблення CaO) і за наступними варіантами знезараження

Контроль

Варіант 1 (гній: вапно 1:0,5); гній ВРХ (66,7%) + CaO (33,3%);

Варіант 2 (гній: вапно 1:0,2); гній ВРХ (83,3%) + CaO (16,7%);

Варіант 3 (гній: вапно 1:0,1); гній ВРХ (91,0%) + CaO (9,0%);

Варіант 4 (гній:вапно 1: 0,05); гній ВРХ (95,2) + CaO (4,8).

Еколого-гігієнічну ефективність процесу обеззараження визначали за тривалістю оптимальних температурних параметрів (56–70<sup>0</sup>C). Нами встановлено, що за вказаного діапазону температур відбувається як знезараження органічного добрива від патогенної макрофауни так і збереження життєдіяльності корисних термотолерантних мікроорганізмів, які забезпечують агрономічну цінність субстрату.

Температуру фіксували на всіх варіантах дослідів з наступним інтервалом часу: перші дві години температурні значення фіксували кожні 5 хвилин, наступні три години – 10 хвилин. Загальна тривалість дослідів 5 годин.

Розрахунок теплових ефектів досліджуваних рецептур проводили за законом Гесса [7], відповідно до якого стандартний тепловий ефект хімічної реакції дорівнює різниці між сумою стандартних теплот утворення продуктів реакції та сумою стандартних теплот утворення вихідних речовин.

## Результати дослідження

Розрахунковим шляхом нами встановлено кількість тепла, що виділяється в ході термохімічної реакції за різних рецептур суміші. Як помічено нами, теплотворна здатність CaO формує агрономічну якість суміші, тому за різних варіантів досліду вона не є однаковою. З метою встановлення характеру таких змін нами було проаналізовано вплив оксиду кальцію на агрохімічні показники суміші (рис.1).

Трансформація якісних показників суміші внаслідок її теплових перетворень за варіантами досліду досить очевидно простежується через зміну наступних показників: вологості суміші та загального азоту в ній. Встановлено, що для зазначених параметрів характерна тенденція до зменшення їх значень при підвищенні теплового ефекту хімічної реакції, що, на нашу думку, досягається збільшенням відсотку оксиду кальцію в рецептурі.

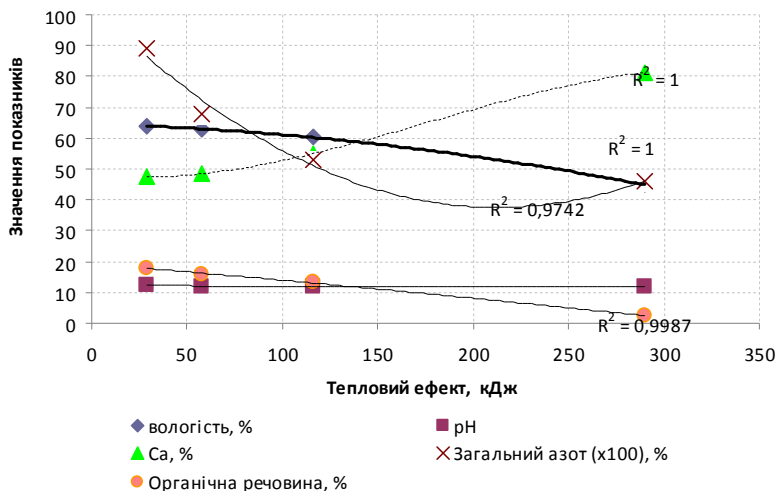


Рис. 1. Залежність агрохімічних показників суміші від теплотворної здатності CaO

Так, за мінімальної кількості тепла, що виділяється в ході термохімічної реакції – 28,9 кДж (варіант 4), вологість суміші становила 64%. При збільшенні теплового ефекту реакції вміст води поступово знижувався на 6–13%. В результаті цього вологість суміші, виготовленої за варіанту 1, становила лише 44,9%. Таким чином, під час знезараження суміш втрачала до 25–45% води в порівнянні з контрольним варіантом (рис. 2).

Вважаємо, що зменшення вологості частково пов'язане з її випаровуванням під час термохімічної реакції та поглинанням сумішшю в процесі змішування гною та оксиду кальцію.

Відомо, що вміст води є визначальним у збереженні цінних агрономічних характеристик компостних сумішей [1, 2, 3]. І. Н. Лозановська із співавторами [8] зазначають, що при вологості суміші нижче 60% біотермічні процеси в буртах гальмуються. Тому, з метою їх прискорення, органо-мінеральну масу доцільно зволожувати до 65% [4]. Нами встановлено, що вологість суміші на рівні 60–64% зберігається при виділенні 28,9–115,9 кДж тепла, що відповідає варіантам 2–4.

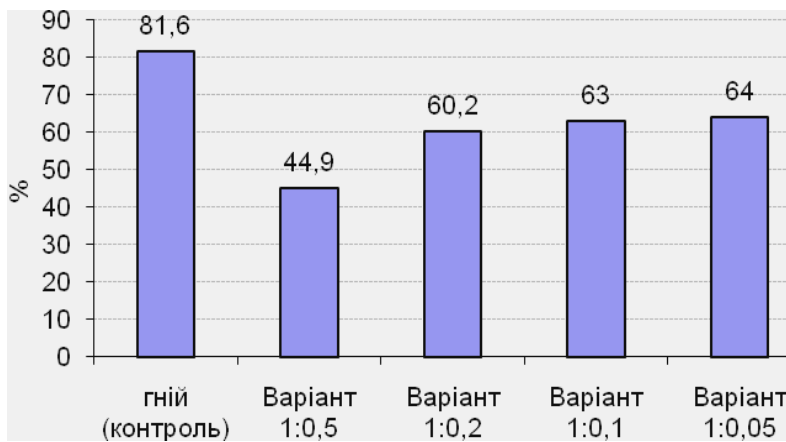
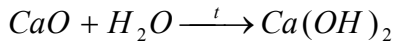


Рис. 2. Вологість суміші за досліджуваними рецептурами виготовлення

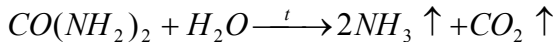
Нами з'ясовано, що під час термохімічної реакції інтенсивно розкладаються азотисті речовини гною. Оскільки сполуки азоту містяться як у рідких, так і твердих виділеннях гною, то доречно було б дослідити поведінку азоту в процесі розкладу цих речовин під впливом різної кількості CaO. Нами відмічено пряму залежність кількості загального азоту в суміші від її вологості ( $r=0,9$ ). За вологості субстрату 81,6% встановлено максимальний вміст загального азоту, який становить 1,88%. Зі зменшенням вологості суміші на 21,4% вміст загального азоту у субстраті знижувався у 3,5 раза.

Як зазначають А.В. Петербурзький зі співавторами [1], в процесі зберігання гною спочатку розкладається сечовина, сечова та гіпурова кислоти, що входять до складу рідких виділень тварин, тобто, насамперед, перетворень зазнає рідка фракція гною. Розклад цих сполук проходить під дією ферменту уреазы, яка виділяється уробактеріями, в результаті чого утворюється нестійка сполука – вуглекислий амоній. Далі він досить швидко розкладається на аміак, вуглекислий газ та воду, тобто гноєва маса зазнає втрат сполук азоту [1, 2, 3].

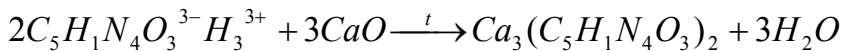
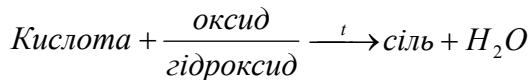
В наших дослідженнях розклад азотистих сполук інтенсифікується під впливом хімічного реагенту – CaO, який вступає в реакцію з рідкою фракцією гною та спонукає до розігріву суміші:



Під час розігріву суміші відбувається термічна деструкція (гідроліз) сечовини, при цьому виділяється аміак та вуглекислий газ [5]:

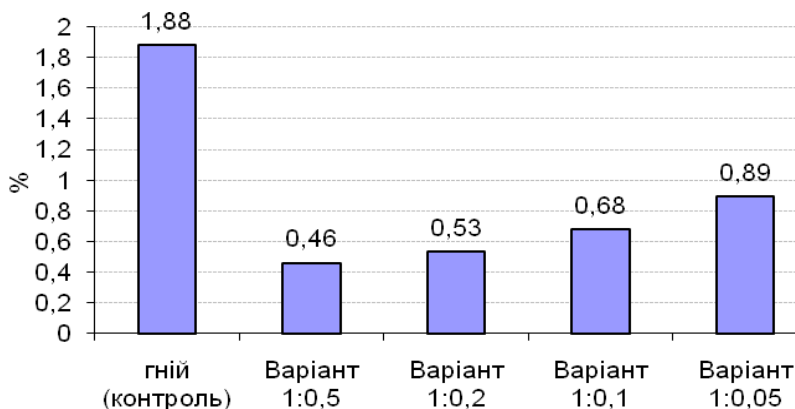


Гіпурова та сечова кислоти під час реакції нейтралізації з основою Ca(OH)<sub>2</sub> чи основним оксидом (CaO) утворюють солі за схемою:



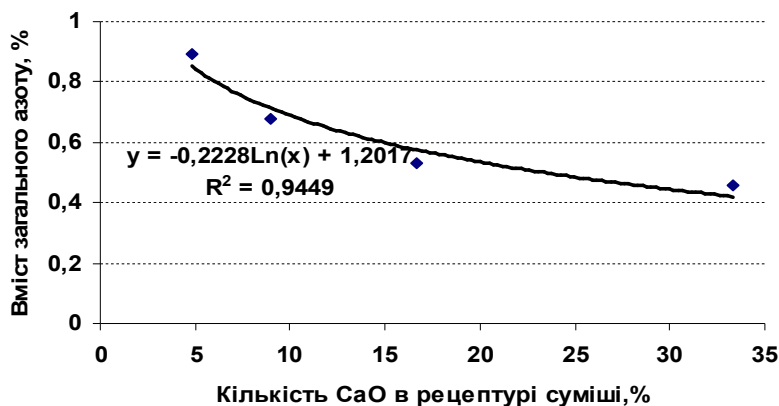
Активність процесу розкладу прямопропорційно залежить від кількості реагуючої речовини, вміст якої регулює температурний та тепловий режими суміші та визначає азотний фонд суміші.

Нами встановлено, що найвищий вміст загального азоту в суміші на рівні 1,88% характерний для контрольного варіанту – необробленого гною (рис.3).



**Рис.3. Кількість загального азоту в суміші за досліджуваними рецептурами виготовлення**

При внесенні 33,3% CaO (варіант 1), що відповідає виділенню 289,7 кДж тепла, вміст загального азоту зменшився на 75% і становив 0,46%. За зменшення кількості хімічного реагенту на 16,7-24,3-28,5%, вміст азоту зростає до 0,53–0,68–0,89%. Таким чином, збільшення відсотку реагуючої речовини в рецептурі призводить до поступового зменшення загального азоту в суміші ( $r=-0,88$ ) (рис.4).



**Рис. 4. Вміст загального азоту в суміші в залежності від кількості оксиду кальцію в рецептурі**

Вважаємо, що інтенсивні втрати азоту у варіанті 1, пов'язані з тим, що, в першу чергу, під час термохімічної реакції розкладу піддається азот рідкої фракції гною. Така думка ґрунтується на тому, що вологість субстрату за варіанту змішування гній:вапно 1:0,5 є мінімальною – 44,9%.

Сполуки ж азоту, що закріплені в твердій фракції гною, які мають більш складну білкову природу, не встигають повністю розкластися в процесі термічної реакції (варіанти 2–4), що забезпечує, на відміну від першого варіанту, агрономічну цінність даних субстратів. Нами встановлено, що за варіанту 3–4 вміст загального азоту в середньому зменшився у 2,45 разів в порівнянні з контролем, за якого кількість загального азоту становить 1,88%.

Оскільки ми в своїх дослідженнях зацікавлені в одночасному збереженні властивостей органічного добрива при ефективному його знезараженні, то зазначимо, що за варіантами 1 – гній:вапно 1:0,5 та 2 - гній:вапно 1:0,2, інтенсивність (ІЕ) знезараження сягала 95,0–100%. Однак, за варіанту 1 температура органо-мінерального субстрату, підіймалася вище 100°C (тепловий ефект термохімічної реакції – 289,7 кДж тепла). У такому субстраті поряд з ефективним знезараженням, повністю припиняються мікробіологічні процеси, і, відповідно, втрачається поживна цінність суміші як добрива. За варіантами 3 та 4 знезараження органічних відходів вважаємо неефективним, так як

інтенсефективність (ІЕ) у варіанті 3, в якому застосовували 9% активної речовини, при трихостронгілідозі складала 87,5%, інтенсефективність (ІЕ) у варіанті 4 при фасціольозі сягала 85,7%, при трихостронгілідозі – складала 50%.

Таким чином, встановлені нами обмеження щодо еколого-гігієнічної якості суміші дозволяють заключити, що оптимальним варіантом виготовлення органо-мінеральної суміші є варіант змішування гній:вапно 1:0,2.

Слід відмітити, що за рахунок використання оксиду кальцію в рецептурі виготовлення, суміш набуває меліоративних властивостей, що є найважливішим фактором поліпшення якості дерново-підзолистого ґрунту Полісся.

### **Висновки**

1. Теплотворна здатність СаО формує агрономічну якість суміші, тому за різних варіантів досліджу вона не є однаковою.

2. Вологість суміші на рівні 60–64% зберігається при виділенні 28,9–115,9 кДж тепла, що відповідає варіантам органо-мінерального добрива з вмістом активної речовини СаО 4,8–16,7%.

3. Зменшення загального азоту в суміші пов'язано з інтенсивним розкладом рідкої фракції гною під час термохімічної реакції, яка спонукає до деструкції сечовини та реакції нейтралізації між гіпуровою і сечовою кислотами та основним оксидом (СаО).

4. Збільшення відсотку реагуючої речовини в рецептурі призводить до поступового зменшення загального азоту в суміші ( $r=-0,88$ ). В той же час встановлені обмеження щодо еколого-гігієнічної якості суміші дозволяють заключити, що оптимальним варіантом знезараження є гній:СаО 1:0,2.

### **Перспективи подальших досліджень**

Подальші дослідження будуть зосереджені на можливості збереження азоту під час виготовлення органо-мінерального добрива-меліоранта.

### **Література**

- 
1. Агрохімія / под ред. *В.М. Клечковського, А.В. Петербургського*. – М.: Изд-во "Колос", 1967. – 583 с.
  2. Агрохімія / [*М.М. Городній, А.Г. Сердюк, В.А. Копілевич* та ін.]; за ред. *М.М. Городнього*. – К.: Вища школа, 1995. – 525 с.
  3. *Власюк П. А.* Агрохімія / *О.М. Власюк, Н.М. Городній*. – К.: Вища школа, 1975. – 290 с.
  4. ВТ 46.16.20.33-2001. Технологія прискореного енергозберігаючого компостування гною з органічними відходами. Вихідні вимоги. – Запоріжжя: Мінагрополітики України, ІМТ УААН, 2001.
  5. *Добровольський А.В.* Органічна хімія / *А.В. Добровольський, В.М. Найдан*. – К.: Вища школа, 1992. – 502 с.

6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Доспехов Б.А.* – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
  7. *Камінський Б.Т.* Хімія води і водних розчинів: навч. посіб. [для студ. вищих навч. закл.] / *Б.Т. Камінський, Д.Б.Камінський, Б.М. Федишин*– Житомир.: ЖІТІ, 2000. – 419 с.
  8. *Лозановская И.Н.* Теория и практика использования органических удобрений / *И.Н. Лозановская, Д.С. Орлов, И.Д. Попов* – М.: Колос, 1988. - 146 с.
  9. *Шувар І.* Біологічне землеробство та його перспективи / *І. Шувар, Б. Шувар* // Агросектор. – 2007. –№ 9 (23). – С. 18–21.
- 
-