

УДК 631.331

© І.С. Цизь, к.т.н., Б.В. Радчук

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КАПСУЛЮВАННЯ ЧАСТИНОК МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ОРГАНІЧНИМ САПРОПЕЛЕМ

У статті описано технологічну схему приготування гранульованих органо-мінеральних добрив шлях капсулювання мінеральних частинок органічним сапропелем. Наведено конструкцію лабораторної установки для реалізації запропонованого процесу та результати експериментального дослідження капсулювання мінеральних добрив органічним сапропелем.

**ГРАНУЛЮВАННЯ, САПРОПЕЛЬ, ДОБРИВА, КАПСУЛА,
ПАРАМЕТРИ, РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ.**

Постановка проблеми. Світова продовольча криза спонукає аграріїв до пошуку шляхів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Найбільш доступним шляхом є звичайно використання підвищених доз мінеральних добрив. Але усім відомі основні негативні явища які мають місце у такому випадку.

Мінімізувати негатив можна поєднанням мінеральних добрив із органічними.

Серед заходів, направлених на підвищення родючості та продуктивності ґрунту, особлива роль відводиться максимальному використанню органічних добрив. Досягнення бездефіцитного балансу гумусу в землі – надійна основа для отримання високих і стійких врожаїв. Збільшення об'ємів органічних добрив тільки за рахунок використання гною обмежено, тому необхідно мобілізувати і раціонально використати всі ресурси органічної сировини.

Перспективним джерелом поповнення ресурсів органічних добрив є сапропель. В його склад входять органічні речовини, практично всі необхідні компоненти мінерального живлення рослин (азот, фосфор, калій, магній), а також мікроелементи (мідь, бор, бром, магній). Під час внесення сапропелю значно підвищується врожайність сільськогосподарських культур, покращуються агрохімічні і водофізичні властивості землі [3].

Значно підвищується ефективність від використання сапропелю за рахунок збагачення його мінеральними макро- та мікроелементами шляхом утворення гранул із мінеральними добривами. Це забезпечує утворення комплексних органо-мінеральних добрив.

Аналіз останніх досліджень. Органо-мінеральні добрива (ОМД) – це комплексні добрива до складу яких входять: органічна речовина, мінеральні компоненти (фосфор, азот і калій), а також мікродобавки.

Під загальною назвою ОМД розуміють велику кількість різновидів добрив, які відрізняються як за фізико-хімічними властивостями, ефективністю їх використання, екологічною безпекою, так і компонентами, що входять до їх складу.

ОМД володіють рядом характеристик, які забезпечують можливість досягнення якісно нового рівня у сільськогосподарському виробництві, особливо це стосується ОМД у гранульованій формі. До основних таких характеристик слід віднести високу ефективність від застосування, покращені фізико-механічні властивості, що забезпечує простоту їх внесення, екологічну безпечність, створення гігієнічних умов праці, забезпечення оптимальних режимів живлення рослин в залежності від умов навколишнього середовища [1, 2].

У той же час не дивлячись на значну кількість розроблених конструкцій грануляторів, які використовуються у різноманітних галузях промисловості, вони не здатні забезпечити надійний процес гранулювання органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю [4, 5].

А також вагомим недоліком є те, що для забезпечення процесу гранулювання мінеральну частину необхідно подрібнювати, а на кінцевому етапі гранули потрібно сушити. Це призводить до значного зростання енерговитрат.

Тому **метою** даного **дослідження** є розробка нової енергоощадної технологічної схеми виробництва органо-мінеральних добрив методом обкочування та випробовування лабораторної установки для реалізації даної технології.

Результати дослідження. Значно скоротити енергетичні затрати на виготовлення гранульованих органо-мінеральних добрив можна шляхом капсулювання частинок мінеральних добрив свіжодобутиим сапропелем вологістю 70-80 % із наступним зневоднення отриманих гранул методом хімічної реакції. Функціональну схему машини для капсулювання мінеральних добрив органічним сапропелем наведено на рис. 1.

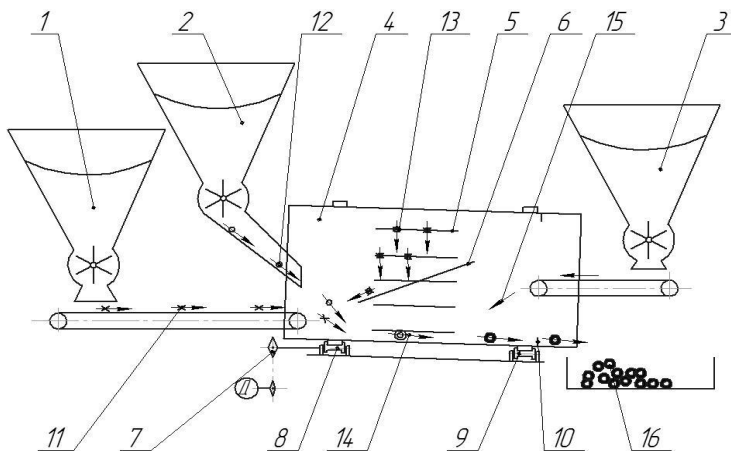


Рис. 1 - Функціональна схема машини для обкочування гранул мінеральних добрив сапропелем: 1 – бункер сапропелю; 2 – бункер мінеральних добрив; 3 – бункер оксиду кальцію; 4 – барабан; 5 – затримуючі лопатки; 6 – похила площина; 7 – ланцюгова передача; 8 – приводний ролик; 9 – опорний ролик; 10 – затримувач; 13 – частинки дібної фракції; 14 – частинки товарної фракції; 15 - CaO; 16 – готові гранули ОМД

Робота машини у відповідності до наведеної схеми здійснюється наступним чином. В барабан 4, подається із бункера 1 сапропель 11 і

змішується з частинками мінеральних добрив 12, які подається з бункера 2. В процесі змішування частинки добриво обкочуються сапропелем, набувають кулястої форми та збільшуються у розмірі. Оскільки, згідно агротехнічних вимог, гранули органо-мінеральних добрив повинні мати розміри у діапазоні 2...6 мм то частинки, які не набули необхідних розмірів проходять повторне обкочування. Для цього слугують лопатки 5, які захоплюють дрібні гранули та транспортують на похилу площину 6 якою частинки скочуються на початок барабану. Гранули із розмірами 2...6 мм подовжують рух вздовж барабану у зону взаємодії із оксидом кальцію. Оксид кальцію подається із бункера 3. Через взаємодію СаО із вологою сапропелю відбуватиметься реакція із інтенсивним виділенням тепла, що і забезпечить зниження вологості гранул та набуття ними необхідної міцності. Наведена реакція забезпечить отримання гранул із лужної реакцією. Завдяки цьому отримані добрива можуть застосовуватись і для зниження кислотності ґрунтів.

Таким чином відповідно до наведеної схеми утвориться гранула органо-мінеральних добрив із розташованою у її центральній зоні частинки мінеральних добрив та капсулою із органічного сапропелю. До основних переваг запропонованої технологічної схеми слід віднести і можливість використання гранул мінімальних добрив та відсутність затрат на сушіння кінцевого продукту.

З метою перевірки запропонованої схеми було виготовлено лабораторну установку обкочуючого барабану (рис. 2).



Рис. 2 – Фото лабораторної установки: 1 – рама; 2 - обкочуючий барабан; 3 – пасова передача; 4 – мотор-редуктор; 5 – блок керування

У якості параметру за яким оцінюється робота установки було вибрано вміст товарної фракції. За результатами попередніх досліджень та з аналізу літературних джерел було встановлено, що на вміст товарної фракції в загальній масі готових ОМД на виході із

гранулятора визначальний вплив мають такі параметри, як: вологість сапропелю, частота обертання барабана та час гранулювання (час перебування суміші в грануляторі).



Рис. 3 – Зразки отриманих гранул ОМД

Для кількісної оцінки впливу зазначених факторів та отримання математичної моделі цього процесу у вигляді рівняння регресії, було проведено дослідження із застосуванням математичного методу планування експерименту.

Зміна факторів під час досліджень здійснювалась на рівнях наведених у табл.

Таблиця - Фактори і рівні варіювання

Рівні варіювання	Фактори		
	Вологість сапропелю W , %	Частота обертання барабана n , об/хв.	Час гранулювання t , хв.
	x_1	x_2	x_3
Верхній (+1)	85	80	12
Основний (0)	80	60	9
Нижній (-1)	75	40	6
Інтервал варіювання, ϵ	5	20	3

Експеримент містив двадцять сім дослідів по три повторюваності у кожному. Вміст товарної фракції визначали через виражене у відсотках відношення маси отриманих гранул із діаметром 2...6 мм до загальної маси отриманих гранул. Обробка даних трифакторного експерименту здійснювалась на ПЕОМ розробленою програмою у середовищі Mathcad 14.

В результаті розрахунку за даною програмою отримали рівняння регресії у кодованому вигляді, а підставивши фактори у натуральному вигляді отримали:

$$c = -894.324 + 23.864 \cdot W + 0.104 \cdot n + 6.806 \cdot t - 0.0055 \cdot W \cdot t - 0.26 \cdot t^2 - 0.0056 \cdot n^2 + 0.0058 \cdot W \cdot n + 0.0028 \cdot n \cdot t - 0.153 \cdot W^2, \quad (1)$$

За отриманим рівнянням регресії були побудовані поверхні відгуку та графіки ліній рівня (рис. 3.) для відслідковування динаміки зміни вмісту товарної фракції.

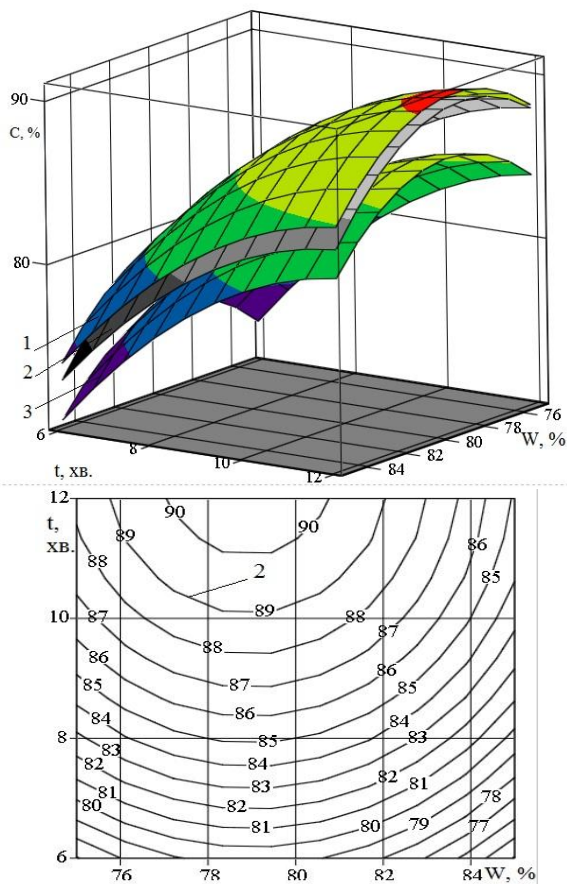


Рис. 4 - Залежність вмісту товарної фракції від початкової вологості сапропелю W та часу гранулювання t за частоти обертання барабана: 1 – $n=40$ об/хв., 2 – $n=60$ об/хв., 3 – $n=80$ об/хв.

Висновок. Аналіз отриманих результатів показує, що всі досліджувані фактори мають суттєвий вплив на вміст товарної фракції в загальній масі готових ОМД на виході із гранулятора.

Вмісту товарної фракції понад 90 % на виході із гранулюючого барабана можна досягти за вологості сапропелю у межах 78-80 %, частоти обертання барабана 60 об/хв. Та часу гранулювання 12 хв.

Література

1. Авдонин Н.С. Гранулированные удобрения. – М.: Сельхозгиз, 1950. -230 с.
2. Скрильник Є. Органо-мінеральні добрива. / Сільський журнал, 1998, №5, С. 8.
3. Горблюк А. В., Вашкевич Л. Ф., Свирковский Л. Я. Влияние высоких доз сапропелевых удобрений на почвы лёгкого механического состава. / Торфяная промышленность. 1986, №7. - С. 26 - 28.
4. Вилесов Н.Г. Процессы гранулирования в промышленности. - К.: Техніка, 1976.–192 с.
5. Пат 7797 України, F26 В 11/04. Барабанна сушарка-гранулятор / Цизь І.С., Дідух В.Ф., Величко В.Л., Грабовець В.В. - №20041109178; Заявл. 9.11.04; Опубл. 15.07.2005. Бюл. № 7.

Рецензент д.т.н., проф. Г.А. Хайліс