

УДК 631.3

©В.В. Сацюк, к.т.н., С.В. Гриценко

Луцький національний технічний університет

Л.В. Сичук, к.т.н.

Волинська державна сільськогосподарська станція Інституту сільського господарства Західного Полісся Національної академії аграрних наук України

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ САПРОПЕЛЬ-РОСЛИННОЇ МАСИ ШНЕКОВИМ ЗМІШУВАЧЕМ

У статті описано технологію приготування сапрпель-рослинної суміші кормових добавок для підгодівлі тварин. Наведено результати дослідження впливу кінематичних, геометричних параметрів змішувача та вологості суміші на однорідність складу приготовленої сапрпель-рослинної суміші.

СУМІШ, ОДНОРІДНІСТЬ, ШНЕК, САПРОПЕЛЬ, ЗМІШУВАННЯ, ЧАСТОТА, РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ

Постановка проблеми. Важливим природнім джерелом сировини у виробництві кормових добавок можуть слугувати сапрпельі, які у великих об'ємах залягають в озерах Волині.

Одним з напрямків використання сапрпелью у виробництві кормових добавок є технологія пророщення в ньому зеленої рослинної маси і згодовування цього продукту повністю як вітамінно-кормову добавку до основного раціону тварин. Рослинний компонент такої добавки добре засвоюється організмом тварин, містить в собі велику кількість вітамінів С і Е, а також надає продукту смакові характеристики. Важливою операцією у технологічному процесі виробництва вітамінно-кормових добавок, яка суттєво впливає на їх якість, являється приготування суміші.

Складність та випадковість технологічного процесу приготування суміші, не дозволяє повністю визначити раціональні конструктивні параметри та оптимальні режими роботи пристрою аналітичним шляхом. Тому, для встановлення впливу властивостей матеріалу, геометричних, кінематичних параметрів шнекового змішувача однорідність приготованої суміші, необхідно провести його лабораторно-виробничі випробування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі дослідження процесу змішування компонентів сапрпель-рослинної суміші, наведені у праці [1]. Але дані дослідження були проведені

із використанням лопатевого змішувача та для визначення степеня подрібнення отриманої суміші.

Мета дослідження. Провести лабораторно-виробничі випробування шнекового змішувача з метою встановлення впливу факторів на однорідність складу приготовленої сапропель-рослинної суміші.

Результати дослідження. Дослідження якості суміші вітамінно-кормової добавки передбачало наступні етапи: висів зерна пшениці на шар сапропелю; пророщування зерна пшениці в сапропелі; подача одержаної маси в дослідну установку шнекового змішувача; дослідження коефіцієнта неоднорідності суміші і оцінка якості змішування.

Висів, попередньо вимоченого на протязі 1,5 доби, зерна пшениці здійснювалося в пластикових піддонах, попередньо заповнених шаром сапропелю, з розрахунку 12-16 кг/м². Зерно розподілялося на поверхні сапропелю рівним шаром. Співвідношення маси зерна, яке висівалося, до маси сапропелю становило 1/4. Процес пророщування передбачав періодичне зволоження зерна. Тривалість пророщування становила 8 діб. Одержана в результаті пророщування зелена маса (рис. 1) змішувалась на шнековому змішувачі (рис. 2).



Рис. 1 – Пророщене зерно пшениці на сапропелі (8 днів після висіву)

Установка складається із опорної рами 1, на якій закріплено гладкий нерухомий кожух 2, завантажувальна горловина 3 та

підшипникові опори 4. У підшипникових опорах, встановлений шнековий вал 5. На рамі змонтований привід шнекового вала, який складається з електродвигуна трьохфазного струму 6, клинопасової передачі 7 та натяжного механізму 8. Експериментальна установка

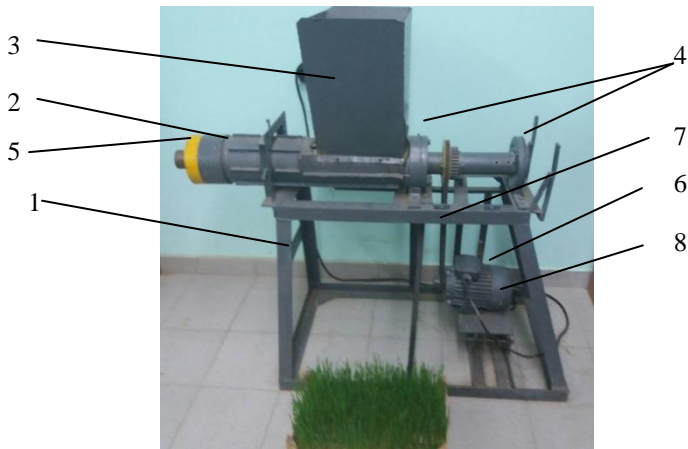


Рис. 2 - Дослідна установка для змішування компонентів суміші вітамінно-кормових добавок

сконструйована таким чином, що дозволяє варіювати кутову швидкість обертання шнекового вала та кут нахилу осі вала до горизонту. Одержана суміш на виході із змішувача досліджувалась на однорідність.

Дослідження проводилось із варіюванням наступних факторів:

- частота обертання робочих шнека змішувач n , об/хв;
- вологості сапрпель-рослинної суміші W , %;
- кута нахилу осі шнека до горизонту β .

Однорідність складу суміші визначали за коефіцієнтом неоднорідності суміші. У якості контрольного компоненту використовували пророщене насіння пшениці. Коефіцієнт неоднорідності визначали із залежності:

$$k_c = \frac{100}{c_0} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n c_i - c_0^2}, \quad (1)$$

де c_i – концентрація зерен пшениці в i -й пробі суміші, %;

c_0 – концентрація зерен пшениці при ідеальному розподіленні, %;
 n – загальна кількість проб.

Для дослідження процесу змішування компонентів сапропель-рослинної суміші, застосовували математичний метод планування експерименту із використанням симетричного не композиційного плану реалізації експерименту Бокса-Бенкіна другого порядку [2]. Аналіз факторів, які впливають на процес змішування компонентів сапропель-рослинної суміші кормових добавок для тварин показав, що визначальними є вологість матеріалу, частота обертання шнека змішувача та кут нахилу осі шнека до горизонту.

Обробка даних результатів трьохфакторного експерименту згідно з трирівневим планом другого порядку на ЕОМ, дозволила отримати рівняння регресії, функцією відгуку якого є коефіцієнт неоднорідності складу сапропель-рослинної суміші:

$$y = 13,01 - 0,78x_3 + 1,124x_1^2 + 1,26x_2^2 + 1,26x_3^2, \quad (2)$$

де x_1 – кодоване значення вологості сапропелю;
 x_2 – кодоване значення кутової швидкості шнека;
 x_3 – кодоване значення кута нахилу осі шнека.

Перевірку адекватності отриманого рівняння регресії (2) проводили за допомогою критерію Фішера F_ϕ , а оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась за допомогою критерію Стьюдента.

Підставивши фактори у рівняння (2) отримали рівняння регресії у натуральному вигляді:

$$y(\omega, \beta, W) = 87,78 - 0,38\omega - 0,05\beta - 3,6W + 0,01\omega^2 - 0,006\beta^2 + 0,04W^2. \quad (3)$$

За отриманим рівнянням регресії (3), були побудовані поверхні відгуку (рис. 3.) для відслідковування динаміки зміни однорідності складу сапропель-рослинної суміші кормових добавок.

Висновки. Аналізуючи отримані поверхні відгуку, можна зробити висновок, що на однорідність сапропель-рослинної суміші впливають усі досліджувані фактори. Найбільша однорідність досягається, коли шнек встановлено під кутом 15^0 до горизонту. Збільшення вологості, в заданому інтервалі величини

досліджуваного фактора суміші, призводить до зниження однорідності. Оптимальним значенням кутової швидкості обертання шнека є $\omega=15-20 \text{ c}^{-1}$, при яких забезпечується найбільша однорідність суміші. Подальше зростання кутової швидкості негативно впливає на коефіцієнт неоднорідності суміші.

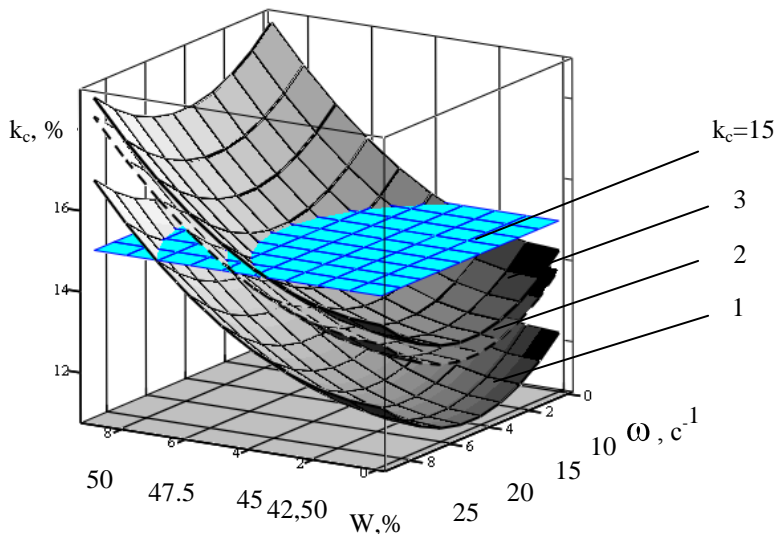


Рис.3. – залежність коефіцієнта неоднорідності сапрпель-рослинної суміші від кутової швидкості обертання шнека ω і вологості сапрпелю w , при куті нахилу осі шнека β : 1 - $\beta=15^{\circ}$; 2 - $\beta=0^{\circ}$ 3 - $\beta=-15^{\circ}$

Література

1. Сацюк В.В., Поліщук М.М., Теплов І.О. Дослідження процесу подрібнення частинок сапрпелевих добрив // Сільськогосподарські машини: 36. наук. статей. - Вип. 32. Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2015
2. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологи металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, София: Техника, 1980. – 304.