

## ОЦІНКА ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ЯКОСТІ ГОМОГЕННОЇ КОРМОВОЇ СУМІШІ ІЗ ЗЕРНА І КОРМОАГРЕГАТ ДЛЯ ЇЇ ПРИГОТУВАННЯ

*Мерінець Наталія Анатоліївна ст. викладач*

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра  
Василенка*

*Merinets Nataliya*

*Kharkov national technical university of agriculture the name of P.Vasilenko*

**Анотація:** в статті наведені існуючі методики оцінки гранулометричного складу для сипких і рідких гомогенних сумішей із зерна. Запропонована методика визначення якісних показників отриманої гомогенної кормової суміші та оцінки її хімічного складу

**Ключові слова:** гомогенна кормова суміш, подрібнення, гранулометричний склад, ферментативний процес, кормоагрегат.

### **Постановка проблеми**

В тваринництві подрібнюються всі види кормів і мікродобавки, на що витрачається велика кількість електроенергії. Але слід пам'ятати, що подрібнений корм дуже добре перетравлюється і засвоюється в шлунку тварин.

Зоотехнічні вимоги, які пред'явлені до подрібнених кормів, рекомендують мати однорідну масу корму, щоб помольна характеристика була як можна вужча і розміри частин не варіювали в широких межах. Ці вимоги дають гарні передумови для однакового засвоювання тваринами всіх частинок корму. Для оцінки однорідності гранулометричного складу обчислюють середньозважене квадратичне відхилення по формулі [1]

$$s = \sqrt{\left[ \sum_{i=0}^m (x_i - \bar{x})^2 p_i \right] / \sum_{i=0}^m p_i}, \quad (1)$$

де  $s$  - середньозважений стандарт;  $\bar{x}$  - середнє значення розміру, знайдене по формулі (2);  $x_i$  - розмір середини інтервалу  $i$ -ої фракції.

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_1 p_1 + d_2 p_2 + \dots + d_m p_m}{100}, \quad (2)$$

де  $d_{\text{ср}}$  - середньозважений розмір частин, мм;  $d_1, d_2, \dots, d_i$  - середній розмір отворів двох суміжних сит, мм;  $d_1 = (d'_0 - d'_1) / 2$ ,  $d_2 = (d'_1 + d'_2) / 2$  і тд (з штрихом означає розміри сит).

На виробництві застосовують набір із трьох сит і піддона, за допомогою якого знаходять модуль помелу  $M$

$$M = (0,5 p_0 + 1,5 p_1 + 2,5 p_2 + 3,5 p_3) / 100, \quad (3)$$

де  $p_0, p_1, p_2, p_3$  - залишки відповідно на піддоні і ситові з розмірами з отворами 1, 2, 3 мм.

Вище приведена методика прийнятна для знаходження однорідності маси корму, тобто помольна характеристика для «сухого» подрібнення.

Але існують технології для подрібнення концентрованого корму в кормоприготувальних агрегатах «мокрого» подрібнення безпосередньо в рідині, де відбувається не тільки подрібнення зерна, а і його хімічна активація. Хімічна активація подрібненого зерна дозволяє підвищити його реакційну здатність як за рахунок збільшення площі зіткнення реагуючих речовин, так і за рахунок фізико-хімічних властивостей нових утворених поверхонь і накопичення енергії всередині частинок. Це приводить до зменшення часу реакції окиснення значному збільшенню її швидкості і, відповідно, до зменшення габаритів обладнання і його здатність виконувати багатопільові функції. Але необхідно також враховувати, що при «мокрому» подрібненні зерна змінюються властивості матеріалу, а також в тій чи іншій мірі склад кінцевого продукту. Тому виникає складність по визначенню гранулометричного складу гомогенної кормової суміші.

### **Аналіз останніх досліджень**

Для визначення гранулометричного складу рідкої гомогенної суміші в харчовій промисловості використовується пристрій [2], який складається із трьох циліндричних сит, розташованих



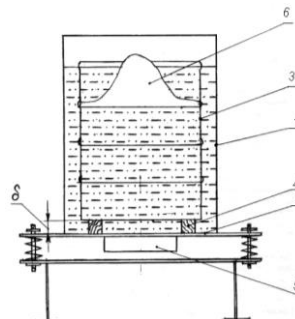
концентрично одне в одному і установлених під кутом до горизонту і встановлені на покій осі, через яку подається рідкий матеріал на внутрішнє сито. Працює пристрій наступним чином. Спочатку на внутрішнє сито подається вода до заданого рівня, а потім через полу вісь подається рідкий матеріал. При обертанні концентрично розташованих сит відбувається вимивання м'яких зерен із матеріалу і просіювання на ситі. Неможливістю застосування приведеної конструкції є те, що гомогенна кормова суміш виготовлена із фуражного зерна по механіко-технологічним властивостям значно відрізняється від гомогенної суміші харчових речовин. Перш за все, зерно злакових культур має пливчасту оболонку, яка в результаті подрібнення становиться волокнистою і в процесі визначення гранулометричного складу не сепарується через сито.

#### **Мета статті**

Метою роботи є аналіз існуючих способів і конструкцій пристроїв для визначення гранулометричного складу гомогенної суміші, розробка нового пристрою і методики його використання, а також оцінка хімічного складу та якості отриманої гомогенної суміші.

#### **Виклад основного матеріалу**

Пропонується нова конструкція пристрою [3], в якій набір із сит розміщується в ємкості з водою. Це дає можливість пливчастим включенням спливати над поверхнею води і відкрити проникнення основного складу суміші через отвори сит. Для інтенсифікації процесу запропоновано створювати примусову вібрацію ємкості з водою, в якій розташований набір сит. Конструктивна схема пристрою для визначення гранулометричного складу гомогенної кормової суміші представлена на рис. 1 і складається із ємкості для води 1, яка встановлена на вібраційному столі 2, набору сит 3, демпферних підставок 4, побудника вібраційних коливань 5 і порції гомогенної кормової суміші, що підлягає дослідженню 6.



**Рис. 1. Принципова схема пристрою для визначення гранулометричного складу гомогенної кормової суміші: 1 - ємкості для води; 2 - вібраційний стіл; 3 - набір сит; 4 - демпферні підставки; 5 - побудник вібраційних коливань; 6 - порція гомогенної кормової суміші**

Послідовність визначення гранулометричного складу гомогенної кормової суміші була наступною. В ємкість для води 1 встановлювався набір сит 3 (рис. 2) і потім ємкість заповнювалася водою до рівня не перевищення верхнього сита. Відібрана для аналізу гомогенна кормова суміш 6 підлягала зважуванню (рис. 3), після чого завантажувалась в верхнє сито (рис. 4). Після включення побудника вібраційних коливань відбувалося розчинення суміші в воді з наступним спливанням пливчастих включень. При подальшій роботі пристрою відбувалося поступове розподілення фракцій суміші по ситам в залежності від їх розмірів. Весь технологічний процес розділення гомогенної кормової суміші на фракції відбувається декілька хвилин. Для видалення залишків води із фракцій, які залишились на ситах, воду із ємкості зливали і знову включали побудник вібраційних коливань на декілька хвилин для роботи в повітряному середовищі.



**Рис. 2. Загальний вигляд ємкості з водою з лабораторними решетами для проведення дослідження**

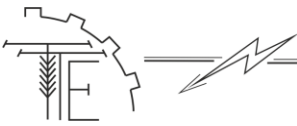


Рис. 3. Зважування порції гомогенної кормової суміші

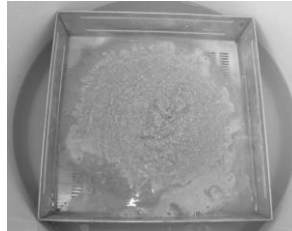


Рис. 4. Порція гомогенної кормової суміші на верхньому решеті

Якість гомогенної кормової суміші оцінюється по вмісту в ньому класів (фракцій) частинок певних розмірів, тобто по гранулометричному складу. Найбільш поширеним способом визначення гранулометричного складу продуктів подрібнення є ситовий аналіз – розсів матеріалу за допомогою набору сит на клас, який регламентується ГОСТом-8770-58 і визначається наступною формулою:

$$M = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} P_0 + \frac{d_1 + d_2}{2} P_1 + \dots + \frac{d_n + d_{n+1}}{2} P_n}{P_0 + P_1 + \dots + P_n}, \quad (4)$$

де  $d_0, d_1, \dots, d_n$  - діаметри отворів сит;

$P_0$  - залишок на ситах в %;

$P_0, P_1, \dots, P_n$  - залишок на ситах в %.

Для нашого випадку, коли діаметри отворів сит дорівнюють:  $d_1=0,3$  мм;  $d_2=0,6$  мм;  $d_3=0,9$  мм;  $d_4=1,2$  мм;  $d_5=1,5$  мм формула (4) матиме наступний вигляд:

Якість гомогенної кормової суміші оцінювалася за її гранулометричним складом, згідно з ДСТУ 2421-94, модулем подрібнення за формулою:

$$M_n = \frac{0,15P_0 + 0,45P_1 + 0,75P_2 + \dots + (0,15 + 0,5n)P_n}{P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_n}, \quad (5)$$

де  $P_0$  – залишок суміші на останньому ситі, %;

$P_1, P_2 \dots P_n$  – залишок на ситах, %, з діаметрами отворів:  $d_1 = 0,3$  мм;

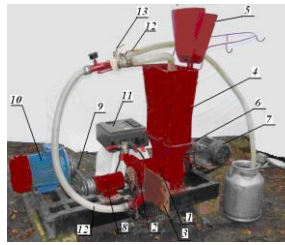
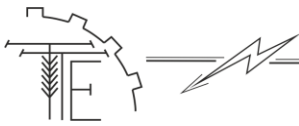
$d_2 = 0,6$  мм;  $d_3 = 0,9$  мм;  $d_4 = 1,2$  мм;  $d_5 = 1,5$  мм відповідно.

Якість гомогенної кормової суміші оцінюється також ступенем подрібнення, який визначається по наступній формулі:

$$\lambda = \frac{D_E}{d_{cp}}, \quad (6)$$

де  $D_E$  - діаметр кулі об'ємом, рівним об'єму одного зерна, що називається еквівалентним діаметром зерна;  $d_{cp}$  - середньозважений діаметр частинки подрібненого зерна.

На кафедрі “Технічні системи і технології тваринництва” Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка займаються питанням приготування гомогенної кормової суміші із фуражного зерна для відгодівлі свиней. Був виготовлений кормоагрегат, загальний вигляд якого зображено на рис.5 [6].



*Рис. 5. Експериментальний зразок кормоагрегату*

Кормоагрегат фуражного зерна для приготування гомогенної кормової суміші складається із першого 1 і другого 2 ступенів подрібнення, розділених решіткою 3. На основний бункер 4 встановлений бункер з дозатором для зерна 5. Привід першого ступеня 1 здійснюється через пасову передачу 6 електродвигуном 7, а другого – через проміжну опору 8 і пасову передачу 9 електродвигуном 10 за допомогою шафи керування 11. На трубопроводі 12 встановлені два крани: один 13 циркуляційний для направлення кормової суміші в основний бункер 4 і кран 14 для вивантаження готової гомогенної суміші.



*Рис. 6. Зразок гомогенної кормової суміші*

Із наведеного рисунку випливає, що отримана гомогенна кормова суміш це маса, схожа на сметану, має приємний запах, подібний до свіжоспеченого житнього хліба, на смак солодкувата, при зберіганні не розшаровується.

Для визначення якісних показників отриманої гомогенної кормової суміші та оцінки її хімічного складу застосовували методику, яка використовувалася в спеціалізованих лабораторіях і мала дозвільні сертифікати, акредитацію згідно з ДСТУ ISO/IES, а також не прострочений «Атестат акредитації» відповідно до ДСТУ ISO/IES, протокол № 132 від 05.12. 2014 р.

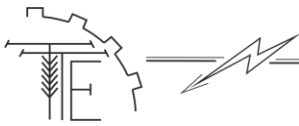
Основним завданням проведення таких досліджень було отримати підтвердження про перебіг процесів ферментації в розробленому кормоприготувальному агрегаті та мати достовірну інформацію про оцінку хімічного складу та якості гомогенної кормової суміші із зерна.

Для проведення досліджень було відібрано чотири проби, яким присвоювали номери № 2240, № 2241, № 2242, № 2243, із яких проба № 2240 – це сухе зерно ячменю сорту «Водограй», а проби № 2241, № 2242, і № 2243 – гомогенна кормова суміш, отримана на кормоагрегаті із того самого зерна ячменю.

Хімічний аналіз гомогенної кормової суміші із зерна проводили таким чином: пробу № 2241 проводили після 2 годин приготування, пробу № 2242 після 24 годин приготування, а пробу № 2243 після 96 годин приготування. Всі проби зберігалися при кімнатній температурі. Це обумовлено тим, що залежно від терміну зберігання при кімнатній температурі відбуваються хімічні перетворення деяких сполук, які можуть впливати на якість і поживність гомогенної кормової суміші із зерна.

Випробування гомогенної кормової суміші із зерна ячменю сорту «Водограй» на хімічний склад визначали такі показники: масову частку вологості, %; масову частку сирової золи, %; масову частку сирового жиру, %; масову частку загального нітрогену, %; масову частку загального протеїну, %; масову частку клітковини, %; «БЕР» – безазотисті екстрактивні речовини, %; масову частку кальцію, %; масову частку фосфору, %; обмінну енергію, МДж; кормові одиниці; масову частку нейтрально-детергентної клітковини, %; масову частку кислотнo-детергентної клітковини, %; масову частку крохмалю, %; масову частку простих цукрів, %; рН – активну кислотність; титруєвну кислотність, мл; молочну кислоту, %; оцтову кислоту, %.

Дослідженнями хімічного складу та якості отриманої гомогенної кормової суміші із зерна ячменю сорту «Водограй» встановлено: збільшення загального протеїну на 7,0 %; кормових одиниць на 6,0 %; нітрогену (азоту) на 7,0 %. Підвищено розкладання складових ячменю: крохмалю на 48,0 %; клітковини сирової на 35,1 %; цукру на 26,3 %.

**Висновок**

Для інтенсифікації процесу приготування рідких гомогенних кормових сумішей і забезпечення заданої її якості розроблено нову конструкцію кормоагрегату, у якому збільшені взаємодії робочих органів із сумішшю «зерно-вода» за рахунок створення двох ступенів подрібнення. Наведені результати досліджень підтверджують перебіг ферментативних процесів, які відбуваються під час приготування гомогенних кормових сумішей. Це дає можливість удосконалити технологію приготування кормів, поліпшити їх якість, забезпечити тварин повноцінним кормом, що дозволить значно підвищити їх продуктивність та рентабельність виробництва.

**Список літератури**

1. Алешин В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешин, П.М. Роцин // Под ред. С.В. Мельникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
2. А. с. №171151 СССР. МПК G 01n, Класс 421, 13/04. Гранулометр / Невский Ю.И., Колосов Н.Н., Куломдзян Н.Н., Мовсесян Ф.А.- №1069869/26-25; заявл. 19.06.1967 г. Опубл. Б.И. №12, 1967 г.
3. Спосіб гранулометричного аналізу рідких зернових кормів. пат. 81837 Україна: МПК А01С 1/00, В07В 1/00 Мерінець Н.А., Бойко І.Г., Дзюба А.І. заявник і власник ХНТУСГ-№2013 01325; заявл. 04.02.2013; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 3.
4. Пат. 93769 Україна, МПК А01F 29/00, В02С 18/30, В02С 7/02 Подрібнювальний пристрій для приготування рідких кормів / Мерінець Н.А., Дзюба А.І., Троянов М.М., Нанка О.В., Семенов В.І., Дзюба О.А.; заявник та власник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – № 200908083; заявл. 31.07.09; опубл. 10.03.11, Бюл. № 5/2011. – 4 с.
5. Пат. 103126 Україна, МПК А01F 29/00, В02С 18/30, В02С 7/02, А23N 17/00 Подрібнювальний пристрій для приготування рідких кормів / Мерінець Н.А., Бойко І.Г., Дзюба А.І.; заявник та патентовласник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – № а201207366; заявл.18.06.2012; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 17/2013. – 5 с.
6. Мерінець Н. А. Результати експериментальних досліджень процесу приготування гомогенної кормової суміші / Н.А. Мерінець, І.Г. Бойко // Технічні системи і технології тваринництва : Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – X : ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2013. – Вип. 132. – С. 61–68.

**References**

1. Aloshyn V.R. Mekhanizatsiya tvarynnystva / V.R. Aloshyn, P.M. Roshchyn // Pid red. S.V. Melnykova. - M : Ahropromyzdat, 1985. - 336 s.
2. A. s. №171151 SRSR. MPK G 01N, Klas 421, 13/04. Hranulometriya / Nevskyy YU.I., Kolosov M.M., Kuyumdzhyan M.M., Movsesyan F.A.- №1069869 / 26-25; yayavl. 19.06.1967 r Opubl. B.I. №12, 1967 h.
3. Sposob hranulometrychnoho ANALIZU ridkikh zemovykh kormiv. pat. +81837 Ukrayina: MPK A01S 1/00, 1/00 V07V/Merinet N.A., Boyko I.H., Dzyuba A.I. zayavnyk y vlasnyk KHNTUS-H-№2013 01325; yayavl. 04/02/2013; opubl. 07.10.2013, Byul. № 3.
4. Pat. 93769 Ukrayina, MPK A01F 29/00, 18/30 V02S, V02S 7/02 Podribnyuvalniy Prystriy dlya Pryhotuvannya ridkikh kormiv / Merinets N.A., Dzyuba A.I., Troyaniv M.M., nanka O.V., Sementsov V.I., Dzyuba O.A. zayavnyk ta vlasnyk KHNTUS-H im. Petra Vasylenka. - № 200908083; yayavl. 31.07.09; opubl. 10:03:11, Byul. № 5/2011. - 4 s.
5. Pat. 103126 Ukrayina, MPK A01F 29/00, 18/30 V02S, V02S 7/02, 17/00 A23N Podribnyuvalniy Prystriy dlya Pryhotuvannya ridkikh kormiv / Merinets N.A., Boyko I.H., Dzyuba A.I. zayavnyk ta patentovlasnik KHNTUS-H im. Petra Vasylenka. - № а201207366; yayavl.18.06.2012; opubl. 09.10.2013, Byul. № 17/2013. - 5 s.
6. Merinets N. A. Rezultaty eksperymentalnoho DOSLIDZHEN protsessa Pryhotuvannya homogennoyi kormovoyi sumishi / N.A. Merinets, I.H. Boyko // Tekhnichni systemy I TEKHNOLOHIYI tvarynnystva: Visnyk KHNTUS-H im. Petra Vasylenka. - KH: KHNTUS-H im. Petra Vasylenka +2013 - Vyp. 132. - S. 61-68.

**ОЦЕНКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И КАЧЕСТВА ГОМОГЕННОЙ КОРМОВОЙ СМЕСИ ИЗ ЗЕРНА И КОРМОАГРЕГАТ ДЛЯ ЕЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ**

**Анотація:** в статті приведені існуючі методики оцінки гранулометричного складу для сипучих і жидких гомогенних сумішей із зерна. Предложена методика определения качественных показателей полученной гомогенной кормовой смеси и оценка ее химического состава.

**Ключевые слова:** гомогенная кормовая смесь, измельчения, гранулометрический состав, ферментативный процесс, кормоагрегат.

**ESTIMATE GRANULOMETRIC AND CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY HOMOGENEOUS FEED MIXTURE FROM THE GRAIN AND FEEDING AGGREGATE FOR ITS PREPARATION**

**Summari:** the paper presents the evaluation of existing techniques for particle size distribution of bulk and liquid homogeneous mixtures of grains. The method of determining quality indicators obtained homogeneous feed mixture and estimate assessment of its chemical composition.

**Keywords:** homogeneous feed mixture, grinding, granulometric composition, enzymatic processes, feeding aggregate.