

УДК 635.085.55

О.І. Шаповаленко д.т.н., професор

О.О. Євтушенко к.т.н., доцент

М.І. Кожевнікова, аспірант

Національний університет харчових технологій

КОНТРОЛЬ СТУПЕНЯ ПОДРІБНЕННЯ

В статті наведені результати експериментальних досліджень процесу подрібнення зернової та олійної сировини, а також їх сумішей у різних співвідношеннях. Рекомендовано створення зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів. Отримані результати, дали змогу розрахувати модуль крупності продуктів подрібнення, встановити вид помелу. Також в статті наведено результати подрібнення соняшнику та кукурудзи при зміні їх вологості.

Ключові слова: *подрібнення, зерно, вологість, модуль крупності, помел.*

Вступ. Під подрібненням розуміють процес поділу твердого тіла на частини механічним шляхом під дією зовнішніх сил. При подрібненні фуражного зерна утворюється значна кількість дрібних частинок з розвинутою поверхнею, які більш ефективно засвоюються тваринами. Якість подрібнення зернової сировини оцінюється ступенем подрібнення.

Подрібнення є найбільш поширеною операцією в технологічному процесі підготовки зернової сировини на виробництві. В результаті подрібнення утворюється багато частинок з великою загальною площею поверхні, що сприяє прискоренню травлення і засвоювання поживних речовин.

Розрізняють три ступені подрібнення зернової сировини: дрібний (на ситі з

отворами діаметром 3 мм залишається до 5% сировини), середній (12 % залишку) та крупний (більше 30 % залишку) [1].

При застосуванні різних форм механічної дії, спрямованої на руйнування дисперсної структури, створюється можливість для керування її структурно-механічними властивостями, що свідчить про складні конформаційні та деструктивні перетворення біополімерів рослинної сировини [2].

Перспективним є використання такого обладнання, яке дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу, зменшити його енергоємність і підвищити ступінь подрібнення. Для цього подрібнювальні машини повинні забезпечити реалізацію процесів подрібнення зернових, які одночасно поєднують пластичне деформування оболонок зерен і крихке деформування їхніх ядер, що сприяє зменшенню енерговитрат при подрібненні [3].

Для визначення оптимального співвідношення показників якості кормів потрібні відповідні інженерні розрахунки з урахуванням основ теорії подрібнення кормів.

Матеріали і методи. Сировиною для дослідження було обрано насіння соняшнику (ДСТУ 4694:2006), зерно кукурудзи (ДСТУ 4525:2006), насіння льону олійного (ГОСТ 10582-76) та їх суміші.

Подрібнення проводилось на лабораторному млині ЛМ-2 (рис. 1).

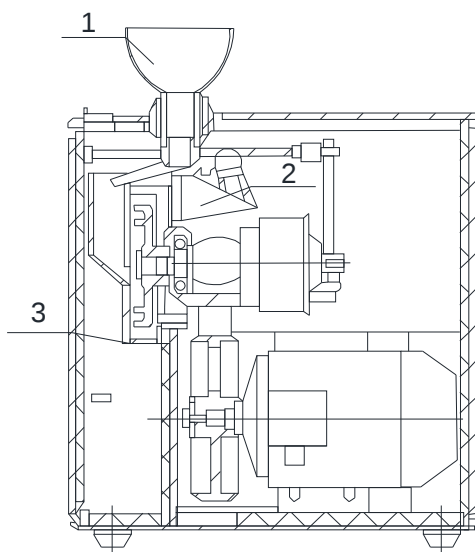


Рис.1 Схема лабораторного млина ЛМ-2

1- воронка, 2 – віброкотоки, 3 – розмельна камера

Лабораторний млин ЛМ-2 призначений для подрібнення зерна будь-яких культур вологістю не більше 25,0 %. Продукт, який підлягає подрібненню, надходить у завантажувальну воронку 1, звідти - на вібралоток 2, який подає його з заданою продуктивністю в розмельну камеру 3. Під дією тригранних молотків продукт подрібнюється, а подрібнена маса просівається через сито і по матеріалопроводу надходить в циклон. Інтенсивність повітряного потоку регулюється заслінкою.

Технічні характеристики ЛМ-2:

- Діаметр розмельного органу, мм - 140.
- Радіальний зазор між розмельними органом і ситом, мм - 3.
- Споживана потужність, кВт, не більше - 0,6.
- Габаритні розміри, мм - 445 × 342 × 630.
- Маса, кг - 60.

Крупність розмелу визначали просіюванням 100 г наважки на наборі сит з отворами діаметром 1, 2, 3 та 5 мм з подальшим зважуванням отриманих сходів із кожного сита з точністю до 0,1 г, після чого розраховували модуль крупності.

Результати. На першому етапі досліджень було проведено подрібнення зернової сировини та їх сумішей без зміни їх початкової вологості. Результати подрібнення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Якість подрібнення зернової сировини

Назва продуктів	Маса сходових продуктів, г					Механічні втрати, г
	5 мм	3 мм	2 мм	1 мм	Піддон	
Соняшник 100 %	2,7	19,1	23,0	25,3	28,5	0,4
Льон 100 %	0	0	21,9	45,2	31,4	0,5
Кукурудза 100 %	0,6	9,8	20,9	38,4	29,7	0,6
Соняшник-льон 50/50 %	1,0	11,1	20,0	35,1	31,8	1,0
Соняшник-кукурудза 50/50 %	1,3	16,5	20,4	27,1	34,5	0,2
Кукурудза-льон 50/50 %	0,2	5,5	19,9	37,5	36,5	0,4
Кукурудза-льон-соняшник 33/33/33 %	0,7	10,0	18,5	33,2	36,2	1,4

Аналіз результатів досліджень, наведених в табл. 1, свідчить про те, що ефективність подрібнення насіння льону в порівнянні з іншими зразками є найбільшою (маса проходу сита з отворами діаметром 3 мм становить 99,5 г) .

Отримані результати (табл. 1), дали змогу також розрахувати модуль крупності продуктів подрібнення, який свідчить про середній розмір частинок, використовуючи формулу 1:

$$X = \frac{X_0 \cdot \frac{d_1}{2} + X_1 \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} + \dots + X_{n-1} \cdot \frac{d_{n-1} + d_n}{2}}{\sum_{i=0}^n X_i}, \text{ мм} \quad (1)$$

де X_0 – прохід через сито з мінімальним розміром отворів, г,

$X_{1,2,n}$ – залишок на ситах з діаметром отворів d_1, d_2, d_n відповідно, г.

Модуль крупності прогнозований визначався як середнє арифметичне значення отриманих експериментальних даних при подрібненні 100 % сировини в залежності від її співвідношення в суміші. Результати досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Модуль крупності продуктів подрібнення

Назва продуктів	Модуль крупності, мм	
	Прогнозований	Експериментальний
Соняшник 100 %	-	2,0
Льон 100 %	-	1,4
Кукурудза 100 %	-	1,7
Соняшник-льон 50/50 %	1,7	1,7
Соняшник-кукурудза 50/50 %	1,9	1,8
Кукурудза-льон 50/50 %	1,6	1,5
Кукурудза-льон-соняшник 33/33/33 %	1,7	1,6

Модуль крупності для соняшника, льону та кукурудзи відповідно становив 2,0 мм – крупний помел; 1,4 мм і 1,7 мм – середній помел. При порівнянні розрахункових та фактичних значень можна відзначити, що прогнозований

модуль крупності та експериментальний співпали лише для суміші соняшник-льон 50/50 % (1,7 та 1,7 мм), що може бути пояснене 1 % механічними втратами (табл. 1).

При подрібненні всіх інших сумішей спостерігається позитивна динаміка щодо зменшення фактичного модуля крупності на 0,1 мм. При створенні початкової суміші соняшник-кукурудза 50/50 % з подальшим її подрібненням вдалось досягти одразу значення модуля крупності 1,8 мм, характерного для середнього помелу, на відміну від прогнозованого 1,9 мм (крупний помел).

Таким чином, за результатами контролю якості подрібнення олійної та зернової сировини можна рекомендувати створення попередніх зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів.

На другому етапі досліджень було проведено подрібнення насіння соняшника та зерна кукурудзи при зміні їх вологості. Результати досліджень наведено на рис. 2 та 3.

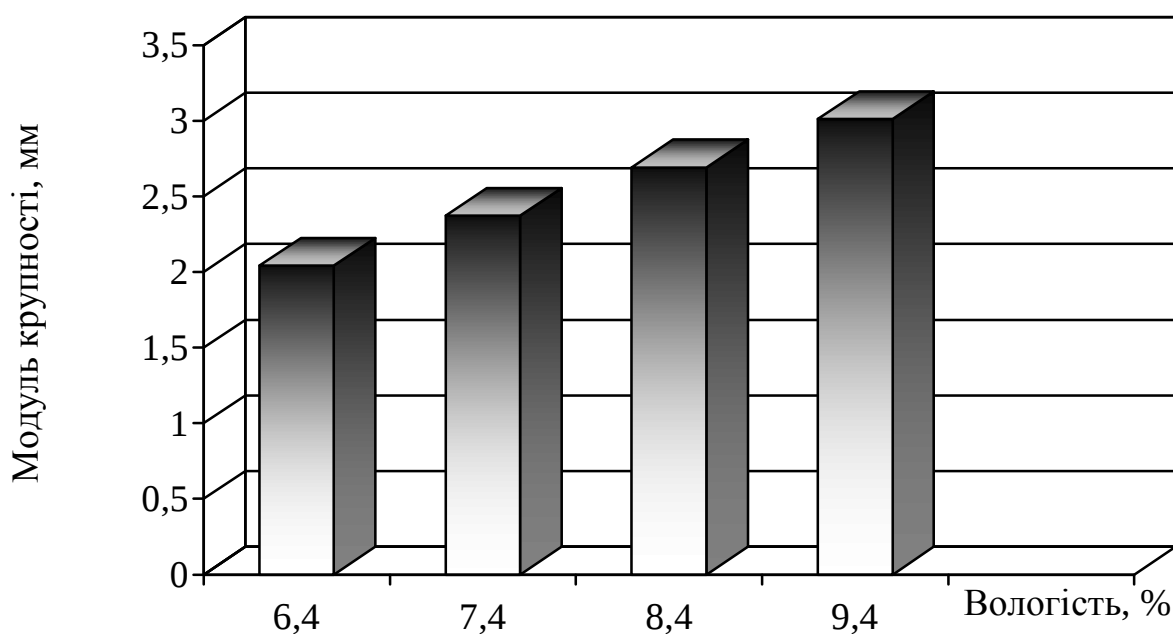


Рис.2 Середньозважений розмір частинок насіння соняшника

Аналіз результатів досліджень, які наведені на (рис.2) свідчить про те, що при збільшенні вологості від початкової 6,4 % до 9,4 % ступінь подрібнення соняшника зростає від 2,0 мм до 3,0 мм, що можна пояснити більшою пластичністю оболонок та ядра. Всі чотири зразки належать до крупного помелу.

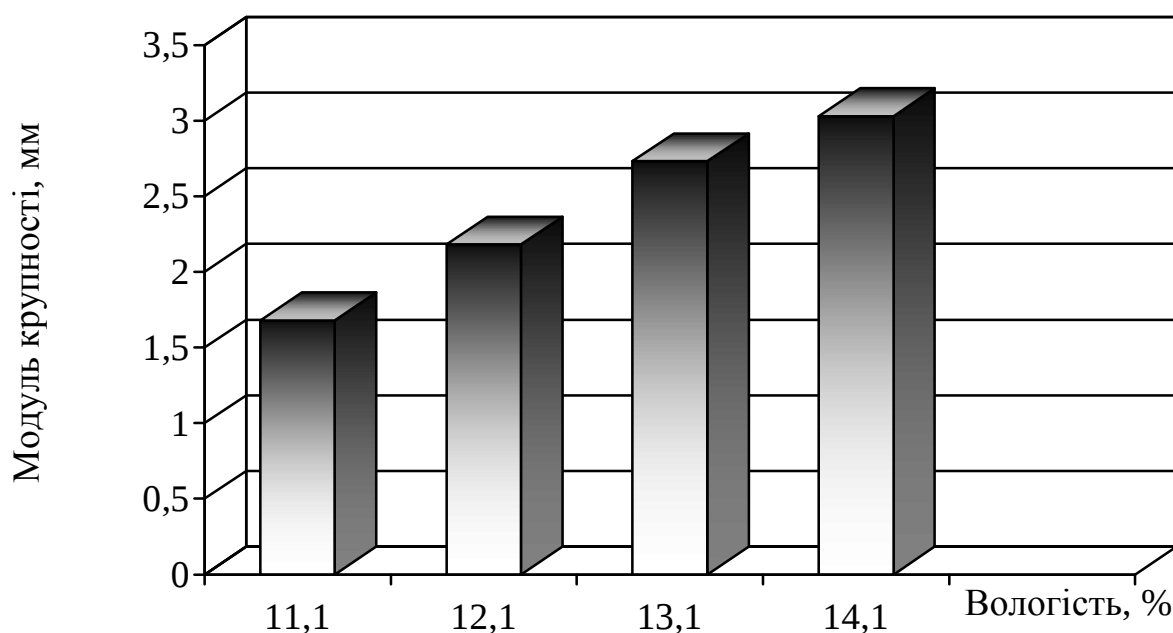


Рис.3 Середньозважений розмір частинок зерна кукурудзи

Подібні результати досліджень модуля крупності було отримана і для зерна кукурудзи (рис.3). Для неї середньозважений розмір частинок змінювався від 1,7 мм до 3,0 мм, при збільшенні вологості від 11,1 % до 14,1 %. Таким чином, помел зерна кукурудзи змінився з середнього (модуль крупності 1,7 мм) до крупного (модуль крупності 3,0 мм).

Для ефективнішого процесу змішування сумішей необхідним фактором є подібність компонентів за крупністю, тому можна рекомендувати для суміші соняшник-кукурудза 50/50 % попереднє подрібнення насіння соняшнику при вологості 9,4 % та зерна кукурудзи при вологості 14,1 %, оскільки при цьому модуль крупності для кожного з них дорівнюватиме 3,0 мм.

Висновки: Ступінь подрібнення для соняшника, льону та кукурудзи відповідно становив 2,0 мм – крупний помел; 1,4 мм і 1,7 мм – середній помел.

При створенні початкової суміші соняшник-кукурудза 50/50 % з подальшим її подрібненням було досягнуто одразу значення модуля крупності 1,8 мм, характерного для середнього помелу, на відміну від прогнозованого 1,9 мм (крупний помел).

Таким чином, за результатами контролю якості подрібнення олійної зернової сировини можна рекомендувати створення попередніх зернових сумішей з подальшим їх подрібненням до необхідних параметрів.

При збільшенні вологості вихідної сировини було визначено зростання модуля крупності. Рекомендованими параметрами вологості для досягнення модуля крупності на рівні 3,0 мм для насіння соняшнику є 9,4 %, а для зерна кукурудзи – 14,1 %.

Література:

1. Бойко, Ю. І. Дослідження процесу подрібнення зернових продуктів і розроблення нової конструкції кулькового подрібнювача : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Бойко Юрій Іванович ; НУХТ. - К., 2006. - 20 с.
2. Сельскохозяйственный машины и оборудование. Машиностроение: Энциклопедия. // Под ред. И.П. Ксеновича.- М.: Машиностроение, 2002. Т.IV- 16. – 720с.
3. Сімахіна, Г. О. Підвищення біодоступності нутрієнтів зерна шляхом механоактивування / Г. О. Сімахіна, О. М. Корихалова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі : зб. наук. пр. – 2009. – Вип. 2(10). – С. 431–435.

КОНТРОЛЬ СТЕПЕНЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

О.И. Шаповаленко, О.А. Евтушенко, М.И. Кожевникова

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты экспериментальных исследований процесса измельчения зернового и масличного сырья, а также их смесей в различных соотношениях. Рекомендовано создание зерновых смесей с последующим их измельчением до необходимых параметров. Полученные результаты, дали возможность рассчитать модуль крупности продуктов измельчения, установить вид помола. Также в статье приведены результаты измельчения подсолнечника и кукурузы при изменении их влажности.

Ключевые слова: *измельчение, зерно, влажность, модуль крупности, помол.*

CONTROL THE DEGREE OF COMMINUTION

O. Shapovalenko, O. Yevtushenko, M. Kozhevnikova

National University of Food Technologies

Summary

The article presents the results of experimental studies of the process of grinding grain and oilseeds, as well as mixtures in different proportions. Recommended creation cereal mixtures with further grinding to the required parameters. The results helped to calculate the size of the products grinding module, set the type of comminution. Recommended settings to achieve the module size for sunflower seeds and corn. Reached values of module size, typical for the middle grinding. In the second phase of research was conducted crushing oilseeds and corn at change of humidity. Creating original mixes of sunflower seeds and corn, followed by grinding. Also in the article results crushing sunflower and corn at change of humidity.

Keywords: *comminution, grain, humidity, modulus particle size, grinding.*

Одержана редколлегією