

УДК 631.363.2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ МАСИ КУКУРУДЗИ ПРИ ЗАГОТІВЛІ СИЛОСУ У ПІЗНІ СТРОКИ

В. Ф. Кузьменко, канд. техн. наук; **С. М. Ямпольський**, наук. співр.;
В. В. Максименко, наук. співр. *ННЦ «ІМЕСГ»*

Визначено фракційний склад маси кукурудзи при заготівлі силосу в пізні строки.

Ключові слова: *маса, кукурудза, силос, зерно, живильний валець.*

Проблема. Проблемою під час заготівлі силосу з кукурудзи пізніх стадій вегетації є недостатнє подрібнення зерна кукурудзи збиральними машинами, а отже, і неефективне його використання. Встановлено, що цілим його залишається 60–80 % [2] і, відповідно, воно не повністю перетравлюється тваринами. Вихід неперетравленого зерна з екскрементами становить близько 30 % від спожитого в складі силосу [2]. При заготівлі силосу ступінь подрібнення стебел кукурудзи впливає на кількість подрібненого зерна в масі, завантаження транспорту, ущільнення маси в сховищі, а при згодовуванні — на кількість і ферментативну активність шлункового соку, на швидкість проходження корму через різні відділи травного каналу, а також на перетравність поживних речовин і продуктивність тварин [2].

В кормозбиральних машинах при заготівлі силосу із кукурудзи довжина різання регулюється частотою обертання різального барабана, кількістю ножів на ньому, а також швидкістю подачі стеблової маси до різального барабана. У відповідності до довжини різання змінюється і кількість цілого зерна в масі. Тому визначення якості подрібнення кукурудзи на силос різальним барабаном є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На якість кукурудзяного силосу, його перетравність тваринами суттєво впливає ступінь подрібнення кукурудзи під час заготівлі силосу.

У роботах [1,2,3] висвітлено результати досліджень по впливу ступеня подрібнення кукурудзи на якість силосу. Так, при зменшенні довжини різання, кукурудзяна маса краще утрамбовується, зменшуються втрати поживних речовин (в процесі ферментації) та сухої речовини (табл. 1).

Позитивно впливає зменшення довжини різання і на перетравність силосу (табл. 2).

Мета досліджень: розробити експериментальну установку для різання всієї біологічної маси кукурудзи та доподрібнення зерна, визначити характеристики стеблостою кукурудзи (маса, висота стебла, товщина стебла в нижній та середній частинах) та встановити вплив частоти обертання живильних вальців різального апарата на фракційний склад подрібненої кукурудзяної маси.

Таблиця 1. Втрати сухої речовини в кукурудзяному силосі воскової стиглості зерна при різній довжині різання, % [1].

Довжина різання, мм	Втрати в досліді, %	
	лабораторному	науково-виробничому
20 — 30	10,79	11,91
5 — 15	5,22	7,34
до 5 — 7 мм (доподрібнення)	3,65	4,76
до 4 — 5 мм (доподрібнення)	4,25	4,91

Таблиця 2. Перетравність поживних речовин силосу, заготовленого з кукурудзи воскової стиглості зерна, при різному ступені подрібнення [1].

Довжина різання, мм	Суша речовина, %	Органічна речовина, %	Протеїн, %	Клітковина, %	БЕВ, %
20–30	61,75	66,63	52,70	54,50	74,26
5–7	62,75	65,80	59,89	50,36	71,81
4–5	63,86	68,24	56,23	49,35	75,85

Задачі досліджень: для досягнення поставленої мети слід:

- вдосконалити привод живильних вальців різального апарата та дообладнати його доподрібнювальними вальцями;
- встановити залежності між масою стебел кукурудзи та їх висотою, товщиною в нижній та середній частинах;
- визначити фракційний склад різаної кукурудзяної маси за різних обертів живильних вальців, вміст цілого зерна кукурудзи.

Результати досліджень. Дослідження по подрібненню та по визначенню фракційного складу маси подрібненої кукурудзи при заготівлі силосу в пізні строки проводили з використанням експериментальної установки (рис.1), яка відтворює живильно-різально-транспортувальний канал кормозбирального комбайна.

Визначення впливу частоти обертання живильних вальців проводили при трьох різних частотах їх обертання, вологості маси кукурудзи 62–64 % і вологості зерна 33–35 %. Схема установки представлена на рис.1.

Електродвигун приводу різального барабана монтується на рамі установки. Також на раму установки змонтовано живильний транспортер, вальці, різальний барабан і транспортувальний канал. Рама доподрібнювальних вальців, на якій вони встановлені з можливістю повороту, виготовлена окремо і приєднується до рами установки.

Частота обертання різального барабана була постійною і становила 1000 об/хв. Частота обертання живильних вальців змінювалася за допомогою варіатора їх приводу, і становила 85, 175, 315 об/хв.

Установка працює наступним чином: сніп кукурудзи відомої ваги транспортером 1 подається до живильних вальців 2, які захоплюють його, і протягуючи у зазор між ними, ущільнюють. Далі ущільнена кукурудза надходить до різального барабана 3, який подрібнює її і, протягуючи по піддону, викидає в транспортувальний канал 4, по якому подрібнена маса поступає до доподрібнювальних вальців 5. Доподрібновальні вальці захвачують подрібнену масу і, протягуючи через зазор між ними, доподрібнюють зернову частину і додатково розщеплюють стебла.

При проведенні даних дослідів доподрібнювальні вальці не використовувалися.

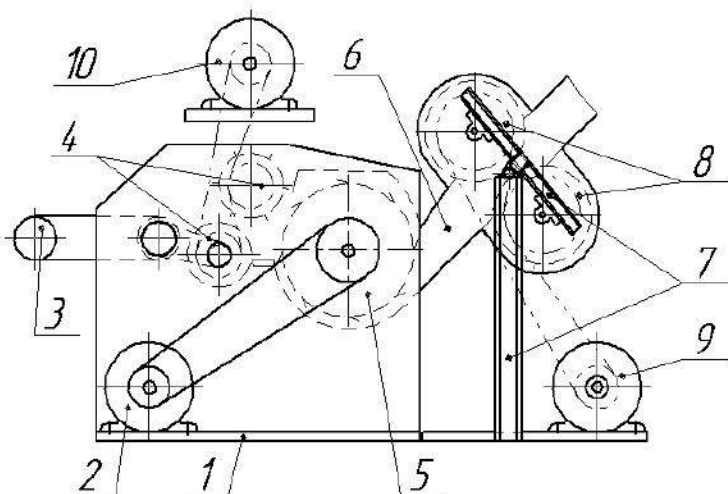


Рис. 1. *Схема лабораторно-експериментальної установки різально-доподрібнювального апарата:*

1 — електродвигун приводу різального барабана установки; 2 — рама установки; 3 — живильний транспортер; 4 — живильні вальці; 5 — різальний барабан; 6 — транспортуючий канал; 7 — рама доподрібнювальних вальців; 8 — доподрібнювальні вальці; 9 — електродвигун приводу доподрібнювальних вальців; 10 — електродвигун приводу живильних вальців

Перед подрібненням масу кукурудзи зважували, вимірювали висоту кожного стебла, а також товщину (діаметр) внизу і посередині стебла. За результатами цих вимірювань і зважування встановили наступні залежності: співвідношення маси стебла кукурудзи та її висоти (рис.2), співвідношення товщини (діаметра) стебла кукурудзи в нижній і середній частині та її маси (рис.3), співвідношення між товщиною (діаметром) стебла кукурудзи в нижній і середній частині (рис.4).

Зображена на рис.2 залежність між масою та висотою стебел кукурудзи показує, що збільшення висоти стебла кукурудзи сприяє збільшенню її маси, причому в межах маси стебел 0,2–0,6 кг відбувається поступове зниження темпів збільшення висоти стебла, і при масі понад 0,6 кг залежність має майже прямолінійний характер.

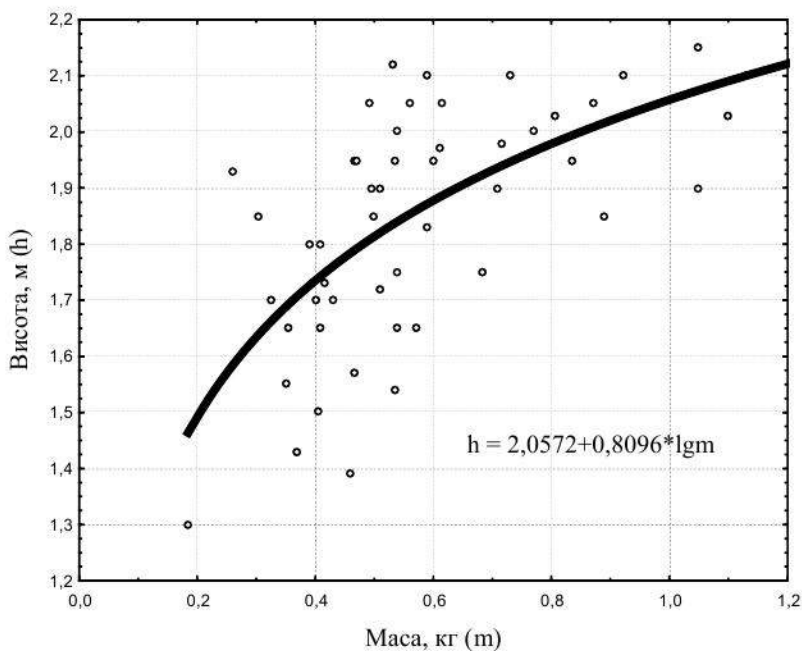


Рис.2. Графік співвідношення маси кукурудзи та її висоти

Аналогічний характер (з рис.2) має і співвідношення між масою стебла і діаметром в середній (d_1) та нижній (d_2) частинах стебла (рис.3). При масі стебла в межах 0,2–0,6 кг товщина його в нижній та середній частинах збільшується з інтенсивністю, що знижується, тобто збільшення товщини стебла при їх масі 0,2–0,4 кг більше, ніж при масі стебел 0,4–0,6 кг. Подальше збільшення діаметра стебла, як в нижній, так і в середній частині призводить до рівномірного збільшення маси стебла. Криві практично повторюють одна другу, із зміщенням по вертикалі на 5,2 мм. Це підтверджується і залежністю між діаметрами (рис.4), яка має характер, близький до прямолінійного. Отже, для характеристики стебла достатньо знати його діаметр в будь-якій із частин стебла.

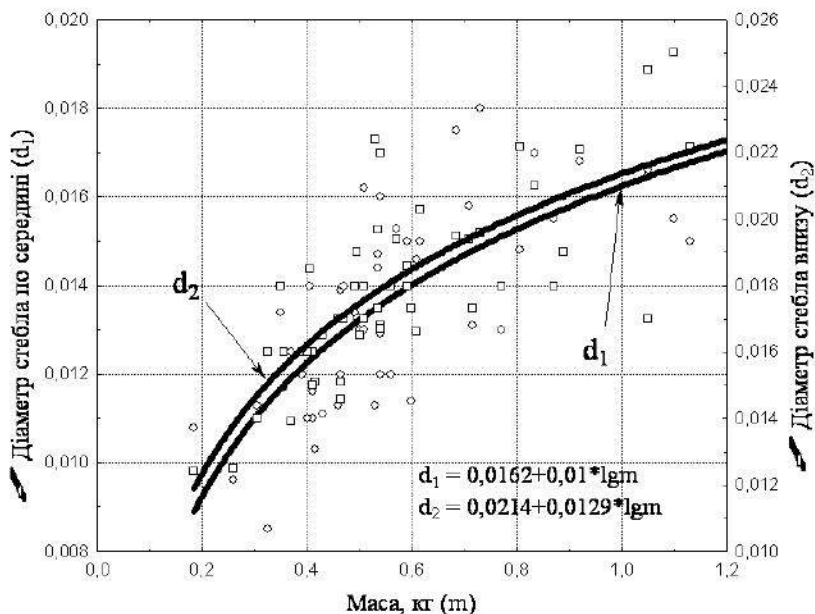


Рис.3. Графік співвідношення маси стебла кукурудзи та його товщини (діаметра) по висоті стебла

Тобто для визначення маси стебла досить знати його діаметр в середній чи нижній частині.

Шляхом розбору проб масою 500–600 г (не менше трьох), визначено фракційний склад подрібненої маси у відповідності до обертів (85, 175, 315 об/хв.) живильних вальців. Цим обертам відповідає встановлена довжина різання 9,5, 19,6 та 35,1 мм. За результатами розбору проб побудовано графік кривих фракційного розподілу різаної маси (рис. 5).

Криві відображають ступінь подрібнення кукурудзяної маси від зміни частоти обертання живильних вальців (зміни швидкості подачі маси) при постійній частоті обертання різального барабана.

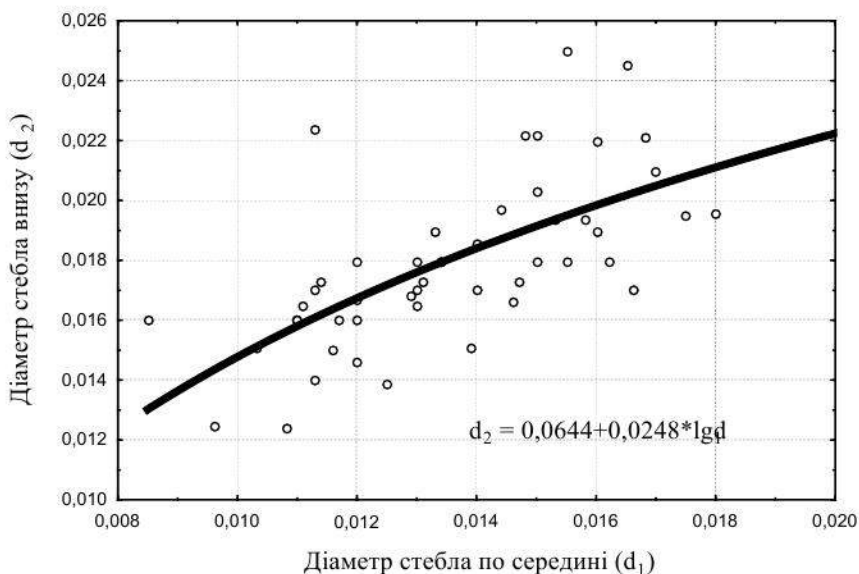


Рис.4. Графік співвідношення товщини (діаметра) стебла кукурудзи внизу і посередині

За результатами фракційного розподілу різаної маси (рис.5) визначено середньозважену довжину різання, яка визначалася по залежності

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^k l_i m_i}{\sum_{i=1}^k m_i},$$

де l_{cp} — середньозважена довжина різання,
 l_i — середнє значення довжини фракції, мм
 m_i — маса фракції, г
 $i=1,2,\dots, k$ — кількість фракцій

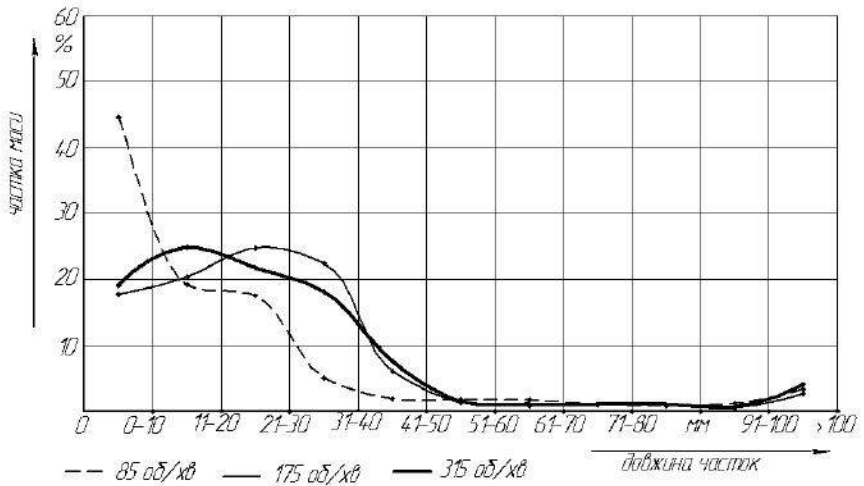


Рис. 5. Криві фракційного розподілу різаної маси

Рис. 6 ілюструє зміну середньозваженої довжини різки в залежності від обертів живильних вальців. Як видно із рисунка, збільшення частоти обертання призводить до збільшення довжини різання. Це пояснюється тим, що при збільшенні частоти обертання живильних вальців по відношенню до різального барабана, який обертається з постійною частотою обертання, збільшується швидкість подачі кукурудзи до різального барабана.

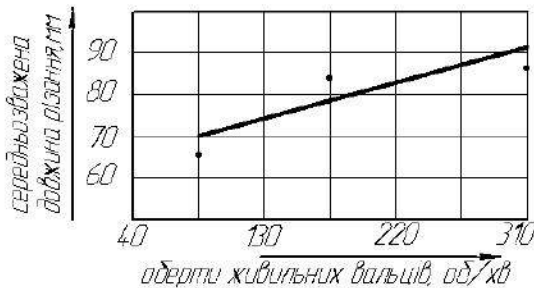


Рис. 6. Середньозважена довжина різання

Встановлено, що збільшення частоти обертання живильних вальців з 85 об/хв до 315 об/хв (≈ 4 рази) призводить до збільшення середньозваженої довжини різання з 65 мм до 95 мм, тобто на 31 % (на третину).

За результатами розбору проб було визначено кількість окремих зерен, вимолочених різальним барабаном (рис. 7).

Як видно з рис. 7, при збільшенні частоти обертання живильних вальців кількість окремих зерен, вимолочених різальним барабаном зменшується. Це є результатом збільшення швидкості подачі кукурудзи до різального барабана. В цей показник включено лише вільні зерна і не включено зерно, що знаходиться на частинках стержня качана ($\approx 50,2-52,4$ % до зерна, яке вимолочене з стержня качана).

Висновки. За результатами дослідів встановлено, що із збільшенням швидкості подачі кукурудзи до різального барабана довжина часток із стебел і качанів збільшується, а кількість зерен, вимолочених різальним барабаном, зменшується. Половина цілого зерна залишається на частинах стержня качанів. Таким чином, подрібнена маса кукурудзи потребує додаткового обробітку для доподрібнення цілих зерен кукурудзи. Потребує також визначення впливу на наявність цілого зерна в подрібненій масі зміна вологості маси кукурудзи.

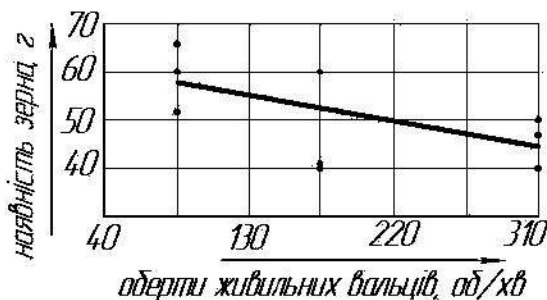


Рис. 7. Наявність вимолоченого зерна кукурудзи із качана

Бібліографія

1. *Бабич А. А.*, Олиштинский С. И., Бехацкая Т. Я., Жуков В. П., Грицун А. В., Гончар Т. А. Качество и переваримость питательных веществ силоса из кукурузы восковой спелости при разной степени измельчения.
2. *Кулик М. Ф.*, Пономаренко М. М., Дудко М. Ф. Енерговіддача кормів різних технологій виробництва. — К.: Урожай, 1991. — 208 с.
3. *Мірненко В.* Довжина нарізки грубих кормів. — Зерно, 2014. — № 1. — С.160–161.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ ЗАГОТОВКЕ СИЛОСА В ПОЗДНИЕ СРОКИ

Определен фракционный состав массы кукурузы при заготовке силоса в поздние сроки.

Ключевые слова: *масса, кукуруза, силос, зерно, питательный валец.*

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF FRACTIONAL COMPOSITION SUPPLY CORN AT PROVIDE IN LATER PERIODS

Detected mass fraction composition of corn at provide in later periods.

Key words: *weight, corn, silage, grain, nutritious roller.*