

УДК 636.55.64

## ЕКПАНДУЮВАННЯ КОРМОСУМІШІВ ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ІЗ ВВЕДЕННЯМ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ

С.І. Солових, канд. техн. наук, С.В. Косюк, студент магістратури  
*Одеський державний аграрний університет*

*Підтверджена можливість експандування кормосумішів із введенням зеленої маси при збереженні якості продукту і значної економії енергозатрат.*

**Ключові слова** : кормосуміші, експандер, енергозатрати

**Вступ.** Однією з основних причин скорочення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) є дорожнеча кормових засобів і незбалансованість раціонів. У раціонах лідируюче місце належить грубим і соковитим кормам, також фуражному зерну, за рахунок якого підвищують поживність раціону. Важливе значення в годівлі має не тільки кількість, але і якість кормів. Найбільш ефективними й застосовуваними технологічними прийомами є теплова обробка. Відома безліч теплових обробок таких як мікронізація, обробка інфрачервоними хвилями, гранулювання, екструдювання, експанірування. Гранулювання останнім часом втратило актуальність у силу підвищеної вимогливості до ведення технологічного процесу. Одним з ефективних і найбільш доступним способом впливу на біохімічні показники зернових компонентів кормосуміші є обробка в екструдерах, у яких продукт піддається впливу високих тисків і температури. Згодовування екструдованих зернових компонентів у складі кормосумішів молодняку ВРХ дозволяє одержати приріст живої маси на 10...12% більше при списанні витрати кормів на 6...10% у порівнянні з використанням неопрацьованої сировини [3].

**Проблема** Фуражне зерно є головним компонентом при виробництві комбікормів та кормосумішів для тварин та птиці. Однак при годуванні зерна у звичайному вигляді засвоюваність його поживних речовин харчовими системами складає не більше 40-60%. Тому завдання нових технологій переробки зернової сировини полягає впровадження таких способів обробки, які дозволили перевести крохмаль в зручну для засвоєння організмом тварин форму. Без спеціальної обробки важко засвоюваною є також і клітковина, яка міститься в великій кількості в зерні і бобах, особливо в їхніх верхніх захисних шарах і оболонках. В світовій практиці існує багато методів і технологій обробки зернової сировини з ціллю підвищення його поживності необхідно знайти найбільш оптимальні для використання в умовах сільськогосподарських підприємств невеликих розмірів.

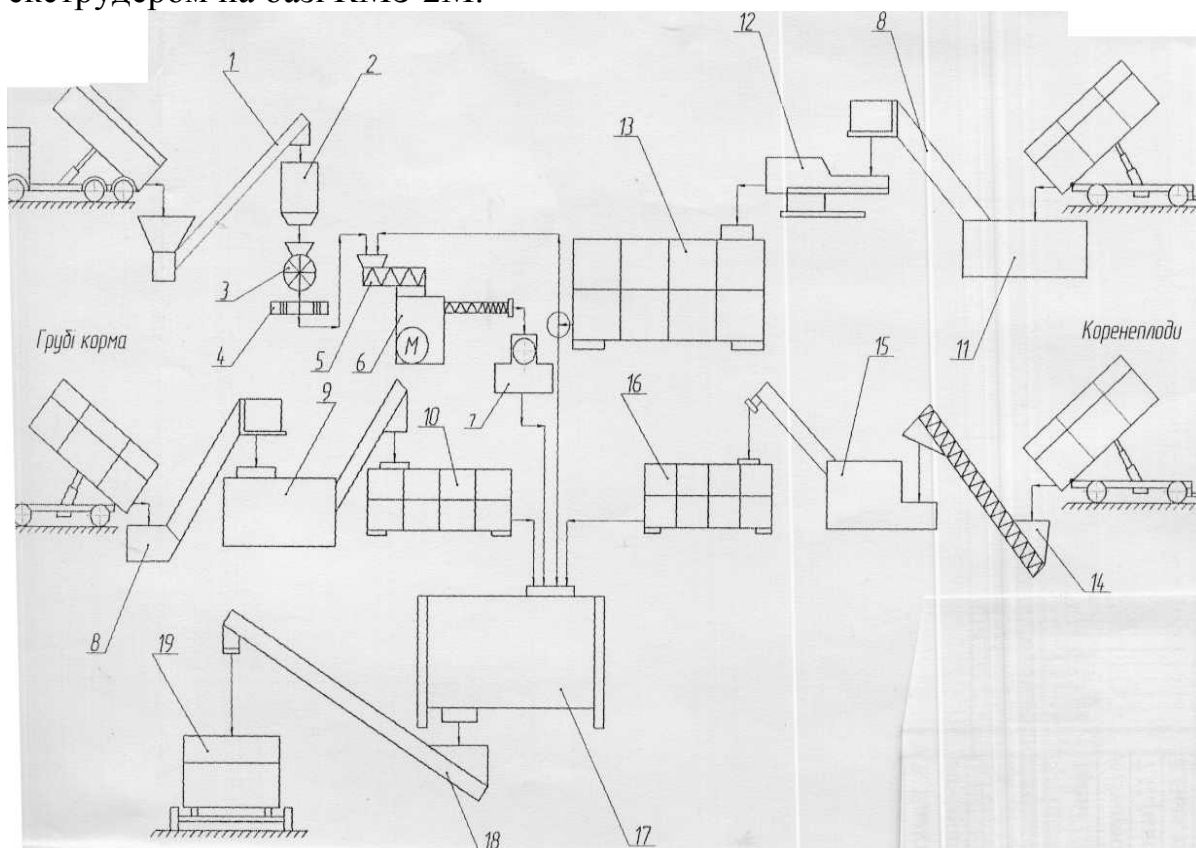
**Аналіз останніх досліджень та публікації.** Одним із найбільш ефективних способів обробітку зернової сировини є екструдуювання та експандуювання. При обробітку зернофуражу методом екструдуювання протікає два безперервних процеси:

- 1.) механічне деформування,
- 2.) «вибух» продукту

Сировину для екструзії доводять до вологості 13-16% і подрібнену подають в екструдер, де під дією високого тиску і тертя зерно розігрівається до температури 120-150 °С. Потім внаслідок швидкого переміщення її із зони високого тиску в зону атмосферного відбувається так називаємих вибух, внаслідок гомогенна маса вспучується і утворюється продукт мікропористої структури. внаслідок латинізації крохмалю, деструкції целюлозно-лігнілових утворень значно покращується його кормова цінність, а також санітарний стан зерна [2]. Експандуювання основане на гідротермічній обробці корму під тиском. Принцип дії екструдерів і експандерів однаковий – в шнековому робочому органі продукт розігрівається, ущільнюється і випресовується. Однак режими обробітку істотно відрізняються. В екструдерах продукт розігрівається тільки за рахунок тертя при русі по витках шнека і активному перемішуванню під тиском. Регулювання температурного режиму обробітку досягається екструдері за рахунок змінних робочих органів. Затрати електроенергії при цьому складають 100...150 кВт/год. Втрата вологи при охолодженні готового продукту складає 5...8%, тому він виходить занадто сухим – 6...8%. Обробіток в експандері здійснюється при більш високий вологості. Західні фірми «Амндус Каль», «Альмекс» та інші рекомендують проводити обробітку при вологості до 25%. Продукт розігрівається за рахунок відводу пара і тертя. При одних і тих же температурних режимах обробіток в експандері при підвищеній вологості протікає в менш жорстоких умовах. Нормальна робоча температура обробітку знаходиться в діапазоні від 105 до 110 °С, може досягнути 130 °С, та лише на короткий період, так як загальний час проходження продукту через експандер складає декілька секунд. На виході із експандера продукт миттєво втрачає навантаження, а добавлена рідина в значній степені випаровується, тому послідує сушіння готового продукту не потрібне. В залежності від рецептури, температури продукту і тиску готової продукт може мати структуру тіста, товстих пластівців або комків. Витрати енергії складають 5..10 квт/год на тону при виробництві кормів для птиці і свиней і 15 квт/год – для великої рогатої худоби. Експандуювання забезпечує слідуєчі переваги : знешкодження шкідливих для травлення компонентів; покращення якості і засвоюваності комбікормів, використання більш дешевої і складної для пресування сировини; більш високу продуктивність пресую чога агрегату [4].

**Мета досліджень.** Обґрунтувати оптимальні режими експандуювання фуражного зерна. Дослідити можливість вводу в експандуюмий продукт зеленої маси з метою підвищення його вологості, знайти залежність енергоємності процесу експандуювання від кількості доданої зеленої маси.

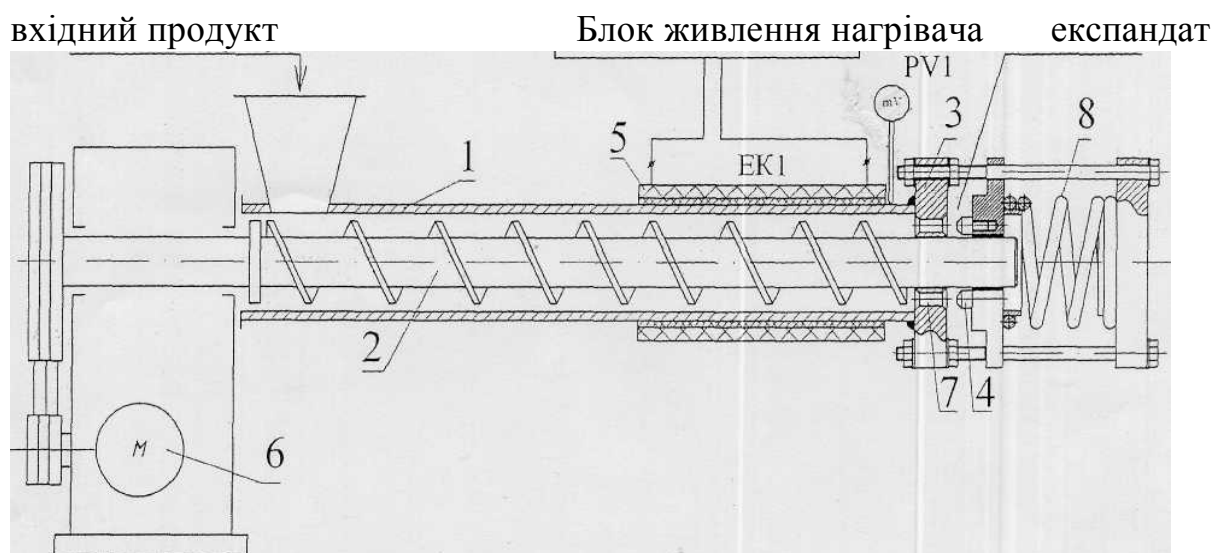
**Результати досліджень.** Була досліджена можливість використання експандування при виробництві кормосумішів з включенням зеленої маси. [1] Вибір люцерни обумовлений високим вмістом в ньому білка і каротину. Зерно в змішувачі зволожували за рахунок внесення зеленої маси з вологістю 60...70 % і спрямовували в приймальну камеру експандера. В експандері продукт нагрівався і знаходився під дією ущільнення і тиску. Волога під дією високих температур «проварює» продукт, викликає незворотні руйнування вторинних структур в кристалічних ділянках зерен крохмалю. При виході продукту з експандера спостерігається вспучування зерен і різко зменшується щільність продукту, що призводить до збільшення вмісту цукрів і декстринів в оброблюваному зерновому продукті. За пропонуємою технологією (рис. 1) підготовка головних компонентів залишається без змін. Головною відмінністю у новій технології є заміна дробарки КДУ-2 екструдером на базі КМЗ-2М.



**Рис. 1.** Технологічна схема кормоцеху для приготування кормосумішів  
 1-норія; 2-бункер-накопичувач; 3 – дозатор барабанний; 4- магнітна колонка;  
 5 – змішувач експандера; 6- прес-експандер; 7 – дробарка; 8 – живильник-завантажувач; 9 – подрібнювач; 10- бункер-дозатор; 11 – бункер-накопичувач; 12 – подрібнювач; 13 – бункер-дозатор; 14 – транспортер коренеплодів; 15 – коренемийка-подрібнювач; 16 – дозатор коренеплодів; 17 – змішувач; 18 – транспортер вивантажувальний; 19 – кормороздавач.

Фуражне зерно надходить з бункера-накопичувача у барабанний дозатор, далі воно проходить крізь магнітну колонку і поступає до змішувача експандера. Частина подрібненої зеленої маси (розміром 8..10 мм) відбирається із бункера-дозатора і поступає також у змішувач експандера. А основна частина зеленої маси поступає безпосередньо у змішувач 2СМ-1М головної лінії змішування. За рахунок внесення зеленої маси зволожується фуражне зерно, яке має вологість приблизно 14 %, що стабілізує проходження процесу експандування. Зазначимо, що тільки частина зеленої маси поступає на експандування

Для реалізації експерименту була розроблена конструктивно-технологічна схема експандера (рис. 2).



**Рис. 2.** Експандер

1 – корпус; 2 – шнек; 3 – вихідна головка ; 4 – гвинт; 5 – нагрівач; 6 – електродвигун; 7 – отвори.

В експерименті була досліджена залежність питомої енергоємності експандера від факторів : частота обертання шнека, температура у вихідній головці, вміст зеленої маси у складі корма. Фактори варіюють на трьох рівнях. Рівні варіювання факторів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Рівні варіювання факторів

Фактори	Частота обертання, об/хв. (с <sup>-1</sup> ) (x <sub>1</sub> )	Відсоток зеленої маси в складі корма (x <sub>2</sub> )	Температура (x <sub>3</sub> )
Інтервали варіювання	40(4,17)	8	10
Верхній рівень (x=+1)	180 (18,84)	32	120
Основний рівень (x=0)	140 (14,65)	24	110
Нижній рівень (x=-1)	100 (10,47)	16	100

В якості відклику експерименту прийнята питома енергоємність процесу експандування. Вибір експериментальної області простору чинника базувався на заздалегідь проведених дослідях. На підставі математичної обробки експериментальних досліджень отримано рівняння регресії, яке адекватно описує процес експандування.

$$Y = -24,46 + 28,85 x_1 + 156,16 x_2 - 9,27 x_3 - 5905 x_1 x_2 + 0,41 x_1 x_3 + 2,02 x_2 x_3 + 9188 x_1^2 + 5905 x_2^2 - 128,62 x_3^2 \quad (1)$$

При обробітці даних досліду було отримано мінімальні і максимальні значення енергомiсткості :

$$\min (y; x_1; x_2; x_3) = 12,6 \text{ кВт/т}$$

$$\max (y; x_1; x_2; x_3) = 36,84 \text{ кВт/т}$$

За результатами проведених досліджень розглянутого процесу експандування визначені зміни характеристик сировини при проходженні по функціональним ділянкам (зонам ущільнення кормів), а також уточнено аналітичні вирази енергоємності експандера з демпфіруючим пристроєм. Розроблена оригінальна конструктивно-технологічна схема експандера, здатна обробляти кормову сировину в широких діапазонах співвідношення складових компонентів : зерна гороху – 20 %; зерно ячменю – 50 %; зелена маса до 30 %.

Застосування методу математичного планування при дослідженні технологічного процесу експандування кормів дозволило визначити оптимальну питому енергомiсткiсть процесу експандування кормів – 12,6 кВт/т залежно від частоти обертання шнеку біля 100...110 об/хв., при вмісті зеленої маси 30..32 % і мінімальних витратах енергії стискання, що досягається при нагріванні суміші в зоні максимального ущільнення до температури 110..130 0 С. Порівняльним аналізом питомих енергоємностей базових та експериментального експандера було встановлено, що цей важливий енергетичний показник зменшився на 16 %.

**Висновки.** Реалізація на практиці запропонованої технології дозволяє отримувати більш якісний продукт при значній економії енергозатрат.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Егоров Б.В., Гончаренко В.В., Хоренжий Н.В. Применение экструдирования при производстве комбикормовой продукции для откорма крупного рогатого скота.// *Зернові продукти і комбикорми.* - 2003. - №2. - С.21-23.
2. Клейменов Н.И., Никитин Н.В. Технология производства и использования экструдированных кормов в животноводстве. – М. , Россельхозиздат, 1981. – 18с.
3. Попов В.В. Отраслевой стандарт на зеленые корма//*Кормопроизводство.*- 2001. - №9. - С.30-31.
4. Шаршупов В.А., Червяков А.В., Козлов С.М. Обоснование направления усовершенствования технологии обработки зерна на основе экструдирования.// *Хранение и переработка зерна.* – 2004. - №3.

## ЭКСПАНДИРОВАНИЕ КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ВВОДОМ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ.

С.И. Соловых, С.В. Косюк

**Ключевые слова** : кормосмеси, экспандер, энергозатраты.

Резюме.

*Подтверждена возможность экспандирования кормосмесей с вводом зеленой массы при сохранении качества продукта и значительной экономии энергозатрат.*

## EKSPANDIROVANIE OF FORAGE MIXTURES FOR KRS WITH THE INPUT OF GREEN MASS

S.I. Solovyh, S.V. Cosyuk

**Key words**: forage mixtures, expander, power expenses

Summary

*Possibility of ekspandirovaniya kormosmesey is confirmed with the input of green mass at saving of quality of product and considerable economy of energozatrat*