Machinery & Energetics. *Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 4, 33-39*
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2020.04.033

УДК 631.363

ДОСЛІДЖЕННЯ МОБІЛЬНОГО КОМБІНОВАНОГО КОРМОПРИГОТУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

В. С. Хмельовський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція автора: hmelvas@ukr.net.

Історія статті: отримано – липень 2020, акцептовано – жовтень 2020.
Бібл. 15, рис. 5, табл. 0.

Анотація. Розглянуті питання виконання технологічного процесу приготування кормових компонентів до згодовування для великої рогатої худоби. Головними факторами повноцінної годівлі є: повний набір незамінних поживних речовин, своєчасне, та у доступному вигляді і оптимально узгоджене у кількісному відношенні, надходження їх в організми тварин. Процес подрібнення кормових компонентів, в значній мірі, залежить від їх фізико-механічних властивостей. Однією з умов приготування кормової суміші є мінімальне використання додаткових машин, які виконують операції подрібнення, змішування та роздавання готової кормової суміші, адже це приводить до більших енергетичних та трудових затрат. Ці затрати пов'язані із додатковими розвантажувально-навантажувальними операціями кормових компонентів. При дослідженні процесів подрібнення кормових матеріалів, згідно технології підготовки кормів до згодовування, з використанням мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів, за умови їх подрібнення, завантаження кормових компонентів проводили в такій послідовності: в першу чергу завантажували грубі корми, потім коренебульбоплоди, з метою зберігання соку, який виділяється. Однак досліди показали, що грубі корми, в процесі подрібнення, працюють як амортизатор, пом'якшуючи ударні навантаження на коренебульбоплоди з боку ножів, протирізів і стінок бункера. При першочерговому завантаженні коренебульбоплодів процес подрібнення був більш інтенсивним. Експерименти із довговолокнистими матеріалами та коренеплодами показали, що наявність подрібнених коренебульбоплодів в бункері, при завантаженні грубих кормів, на тривалості подрібнення останніх не позначається. Для інтенсифікації процесу подрібнення довго-волокнистих матеріалів (солома), були проведені досліди з додаванням кормів із більшою об'ємною масою (силосу), які вносилися після руйнування рулону. Результати досліджень довели, що додавання силосу дозволяє підвищити інтенсивність і ступінь подрібнення соломи, це відбувається, за рахунок ущільнення маси в активній зоні різання. Таке рішення дозволяє зменшити технологічний час роботи агрегату і збільшити його продуктивність.

Ключові слова: подрібнення, сіно, годівля тварин, середній розмір часток, щільність, агрегат.

Постановка проблеми

Нині на фермах ВРХ, з розвиненим молочним та м'ясним напрямом господарювання, для забезпечення годівлі тварин, яка є основою інтенсивного розвитку тваринництва, використовуються стаціонарні кормооб'єкти із мобільними роздавачами та мобільні комбіновані кормоприготувальні агрегати. Головними факторами повноцінної годівлі є [1, 2, 3]: повний набір незамінних поживних речовин, своєчасне і оптимально узгоджене, у кількісному відношенні, надходження їх у організми тварин.

Результати наукових досліджень та багаторічного виробничого досвіду свідчать, що з максимальною технологічною ефективністю (за виходом продукції тваринництва) кормові ресурси лише у переробленому вигляді, в складі повнораціонних збалансованих сумішок, дають максимальну віддачу. Таким чином, підвищення ефективності тваринництва неможливе без правильної підготовки кормів до згодовування [4, 5]. Цей процес може включати різні технологічні операції, серед яких найважливішими і практично обов'язковими є подрібнення вихідних компонентів і приготування з них збалансованих сумішок [6, 7].

В деяких типах комбінованих кормоприготувальних агрегатів кормові компоненти: грубі корми, зелена маса, сінаж, силос та коренеплоди перед завантаженням попередньо подрібнюють. В такому випадку комбінований кормоприготувальний агрегат лише змішує між собою прийняті компоненти, мало впливаючи на їх структуру.

В хронологічному плані розвитку конструкцій комбінованих кормоприготувальних агрегатів, спочатку більша увага приділялась застосуванню в змішувальних бункерах робочих органів, пристосованих до роботи з попередньо подрібненими компонентами. [7]

Технологія з використанням додаткових машин, які виконують операцію подрібнення має більші енергетичні та трудові затрати. Ці затрати пов'язані із

додатковими розвантажувально-навантажувальними операціями кормових компонентів [9].

У зв'язку з відміченим, потрібно провести дослідження, які могли б довести ефективність використання мобільного комбінованого кормоприготувального агрегату для приготування кормових компонентів та роздавання готової кормової суміші тваринам.

Аналіз останніх досліджень

Сучасні мобільні комбіновані кормоприготувальні агрегати виконують ряд операцій [9, 10]: забір із сховищ стеблових та соковитих кормів; завантаження в приймальний бункер агрегату грубих кормів (в тому числі і у вигляді рулонів), зелених чи консервованих кормів (сінажу та силосу), коренеплодів; комбікормів-концентратів, з одночасним зважуванням завантаженої порції кожного компонента; подрібненням стеблових та соковитих кормів; змішуванням кормових компонентів; транспортуванням кормосуміші до виробничих приміщень; видачу корму в приймальний бункер стаціонарного роздавача або виконання безпосередньої роздачі корму в годівниці тваринам.

Зважаючи на розмаїття технічних засобів для годівлі тварин і різну комплектацію їх робочими органами та вузлами, а також місткістю бункера від 2 до 45 м^3, подана вище технологія застосовується також у видозмінених варіантах [12, 13].

Більшість комбінованих кормоприготувальних агрегатів призначені до агрегатування з колісними тракторами, але є варіанти самохідного виконання [8].

В процесі кормоприготування якість продуктів подрібнення визначають за показниками середнього розміру кормових часток та рівномірності фракційного складу; критерієм якості змішування є рівномірність розподілу кормових компонентів між собою у складі кормової суміші. Останній показник має важливе значення в разі приготування кормових сумішок не для окремих тварин, а для цілих технологічних груп. [14]

За способом завантаження, комбіновані кормоприготувальні агрегати можуть працювати в поєднанні з самостійними завантажувальними засобами, що навішуються на колісні трактори, скребковими транспортерами або завантажуватись власними пристроями (фрезбарабан). Останній варіант має перевагу, оскільки не потребує додаткових енергетичних засобів та робочого персоналу [2, 7, 9, 10, 11, 12].

На відміну від інших кормових компонентів, концентрати подають в бункер комбінованих кормоприготувальних агрегатів подрібненими, у вигляді заздалегідь приготовлених повноцінних розсипних сумішок, з введеними до їх складу білкових, мінеральних добавок та преміксів.

Комбіновані кормоприготувальні агрегати оснащуються пристроями вагового дозування [12, 14], прийнятих компонентів та системами програмованого управління процесом змішування та видачі кормової суміші, за заданою програмою, для різних вікових груп тварин та їх виробничих напрямів. Застосування електронних ваг гарантує точний результат вмісту кормових елементів в суміші навіть при додатковій подачі мінеральних кормових добавок.

Комбіновані кормоприготувальні агрегати горизонтального типу мають обмежене застосування, тому що: руйнують і роздавлюють корм (тобто відбувається перемішування з пресуванням); мають високу енергоємність; період змішування складає 20 хв. і більше; недостатньо перемішують вологий сінаж. Самозавантажувальні горизонтальні кормороздавачі також складні в обслуговуванні та експлуатації.

Спосіб вертикального змішування на сьогодні є найбільш досконалий, якщо мати на увазі всі висунуті до нього вимоги [12, 15]. Вертикальні комбіновані кормоприготувальні агрегати дозволяють одержати більш гомогенну кормову масу. Вони схильні до незначного зношування робочих органів, а затрати енергії на урухомлення робочих органів порівняно менші.

В агрегатах почали застосовувати ножові робочі органи, які дозволяють подрібнювати корми до необхідного розміру під час змішування. Ними оснащуються горизонтальні та вертикальні шнеки, лопаті. Ножі закріплюються на периферії витків, а самі витки встановлюють в такому порядку, щоб вони в процесі змішування, утворювали два і більше контури циркуляції кормового матеріалу. Ножі мають різні геометричні форми: у вигляді кола, квадрата, сегмента, прямокутника, ексцентричного кола, поєднання випуклих дуг та інші.

Кількість горизонтальних ножових шнеків з різнонаправленими витками буває від одного до чотирьох, а турбошнеків - від одного до трьох. Бункери вертикального типу мають конусну форму (при наявності одного турбошнека) і видовжену, коли турбошнеків два чи три. Наведена різноманітність конструкційних рішень, пов'язана із пошуками мінімальних затрат енергії на процес подрібнення та підвищенням стійкості до зношування і довговічності робочих органів. Характерною для цього типу машин є можливість використання їх в корівниках та телятниках з обмеженими по ширині кормовими проїздами [1, 2, 7, 9, 11, 15].

Видача приготовленої кормової суміші здійснюється на одну, чи дві сторони одночасно, за допомогою ланцюгово-скребкових, стрічкових та стрічково-планчатих транспортерів.

Поряд з використанням світового досвіду, для подальшого вдосконалення конструктивних рішень, підлягають вивченню і відпрацюванню такі вузлові питання:

- виявити найбільшу ефективність подрібнення кормових компонентів у бункері мобільного комбінованого кормоприготувального агрегату;
- вибір інтервалів кутів нахилу стінок бункера на всьому проміжку його робочої довжини, при яких забезпечується сходження кормових мас до ножів шнекового змішувача;
- обґрунтування раціональної комплектації шнеків робочими органами та визначення геометричних і кінематичних параметрів шнека: довжини ножів на всіх рівнях висоти шнека, розміри бічної поверхні внутрішнього конуса, поєднання ножів

з прямими та косонаправленими лезами, кути нахилу площин ножів, при яких забезпечується циркуляційне переміщення кормових потоків.

Мета досліджень

Метою роботи було: виявити найбільшу ефективність подрібнення кормових компонентів у бункері мобільного комбінованого кормоприготувального агрегату шляхом зміни послідовності їх завантаження.

Під час дослідження використовувався мобільний комбінований кормоприготувальний агрегат, виробництва ТДВ «Брацлав», з об'ємом бункера 9 м^3, який урухомлювався від валу відбору потужності трактора МТЗ-80 та грейферний навантажувач, на базі трактора МТЗ-80 [3, 8]. Об'єм бункера дає змогу приготувати разову порцію корму для 200 голів дійного стада.

Для визначення часу, який припадає на виконання технологічних операцій, використовували багатоканальний електронний таймер. Дослідження проводились при температурі навколишнього середовища від + 7 ºС до + 17 ºС.

Результати досліджень

При дослідженні процесів подрібнення кормових матеріалів, згідно технології підготовки кормів до згодовування, з використанням мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів, за умови їх подрібнення, завантаження кормових компонентів проводили в такій послідовності: в першу чергу завантажували грубі корми, потім коренебульбоплоди, з метою зберігання соку, який виділяється.

При подрібненні коренебульбоплодів (рис. 1) вимірювали їх лінійні розміри (діаметр і висоту) (поспіль, не менше 25 шт.) і порівнювали з розміром частинок кінцевого продукту.

Рис. 1. Приготування коренеплодів у МККПА.
Fig. 1. Preparation of root crops in MCFPU.

При проведенні дослідів з подрібнення цілих коренебульбоплодів, частки вимірювалися за найбільшими лінійними розмірами: довжиною *а* та діаметром (шириною) *в*, виміряними в одній з перпендикулярних площин. Середній розмір коренеплоду та подрібнених часток визначався за формулою:

$$\bar{x} = \sqrt{a^2 + в^2} \quad (1)$$

Однак досліди показали, що грубі корми, в процесі подрібнення, працюють як амортизатор, пом'якшуючи ударні навантаження на коренебульбоплоди з боку ножів, протирізів і стінок бункера. При першочерговому завантаженні коренебульбоплодів процес подрібнення був більш інтенсивним. Характер зменшення середньозважених розмірів часток коренебульбоплодів, від тривалості подрібнення, наведено на (рис. 2).

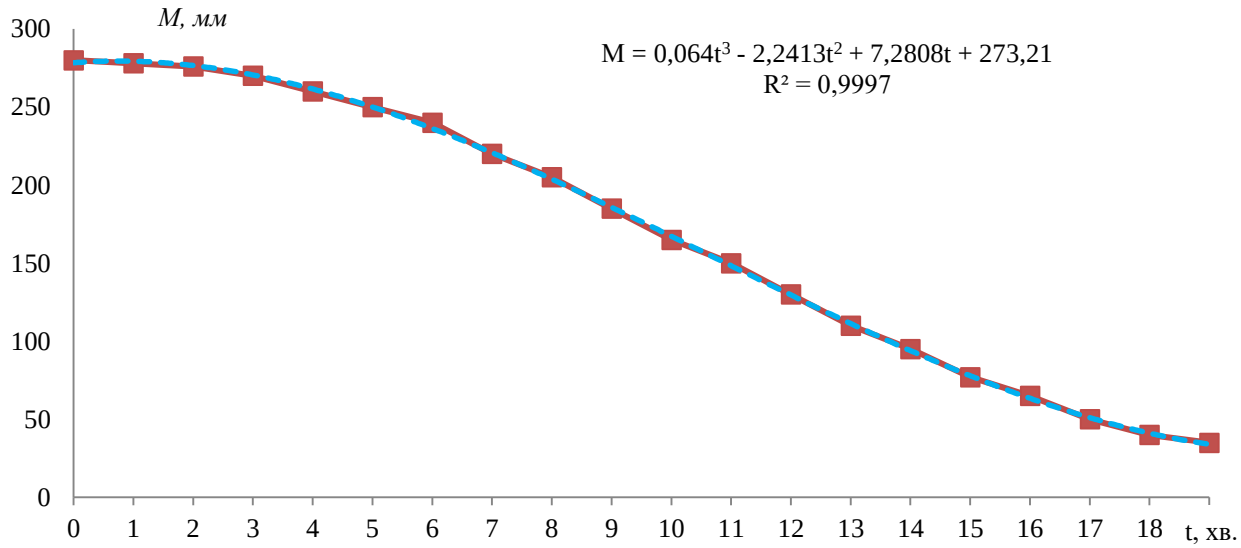

Рис. 2. Графік зміни середнього розміру часток коренеплодів від тривалості подрібнення
Fig. 2. Graph of the change in the average particle size of the roots from the duration of grinding

Отриману криву (рис. 2) можна апроксимувати функцією полінома 3 порядку,

$$M = 0{,}064\ t^3 - 2{,}2413\ t^2 + 7{,}2808\ t + 273{,}21 \qquad (2)$$

з достовірністю $R^2 = 0{,}9997$, при цьому інтенсивність *I* процесу складе:

$$I = \frac{dM}{dt} = 0{,}192\ t\ - 4{,}4826. \qquad (3)$$

Тривалість ефективного процесу подрібнення, тобто час, після якого подальше подрібнення практично не відбувається, становить *t = 23,35 хв*, а середній розмір часток (за довжиною) після подрібнення *M = 36,00 мм*.

Експерименти із довговолокнистими матеріалами та коренеплодами, показали, що наявність подрібнених коренебульбоплодів в бункері, при завантаженні грубих кормів, на тривалості подрібнення останніх не позначається. Інтенсивніше, процеси подрібнення протікають при роботі на сухому люцерновому сіні (вологість сіна під час експерименту знаходилась в межах 11,2 - 16,8 %) (рис. 3).

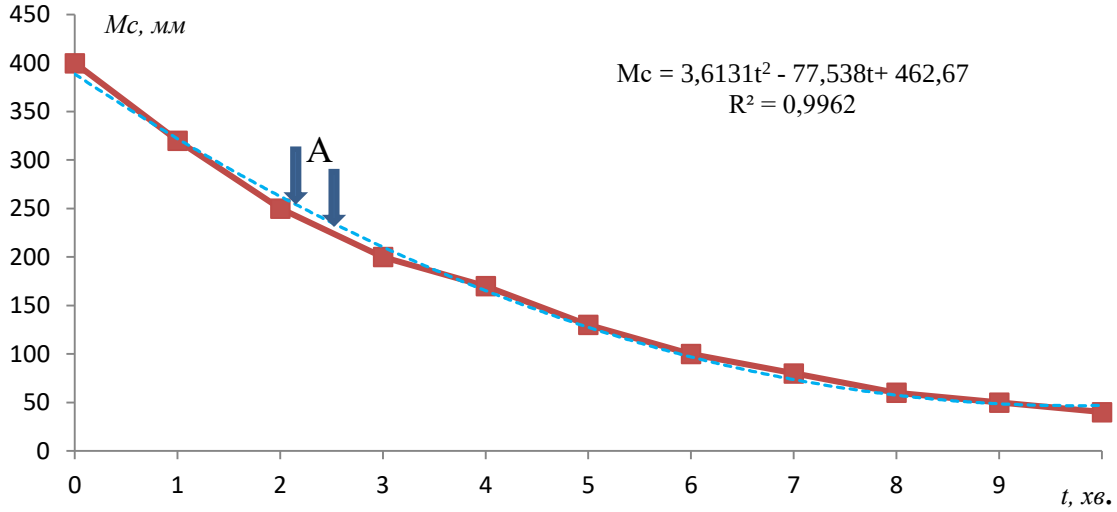

Рис. 3. Графік зміни розміру часток сіна від тривалості подрібнення: А - проміжок руйнування цілісності рулону знаходиться в межах 2,0 – 2,3 хв.

Fig. 3. The schedule of change of the size of particles of hay from duration of crushing: And - the interval of destruction of integrity of a roll is within 2,0 - 2,3 min.

Апроксимуємо отриману криву (рис. 3) та отримаємо вираз у вигляді полінома другого порядку:

$$Мс = 3{,}6131\ t^2 - 77{,}538\ t + 462{,}67, \qquad (4)$$

при достовірності $R^2 = 0{,}9962$, при цьому інтенсивність *I* процесу складе:

$$I = \frac{dMc}{dt} = 7{,}23\ t\ - 77{,}538. \qquad (5)$$

Згідно отриманих рівнянь час закінчення процесу подрібнення грубих кормів знаходиться на рівні 10,72 хв., при цьому величина часток за довжиною становить Мс = 46,68 мм.

Швидке подрібнення можна пояснити тим, що сухе сіно є крихким матеріалом і тому замість різання переважає процес переламування та перетирання (розщеплення). Подрібнене сіно в такому стані необхідно змішувати з вологими силосованими кормами, коренеплодами, а потім роздавати тваринам. Це дає можливість частково притупити гострі кромки стебел, яких є занадто багато у кормовій суміші.

Графік зміни середньої довжини частинок при подрібненні ячмінної та пшеничної соломи у паках з плином часу представлений на (рис. 4).

Апроксимуємо криву на (рис. 4), отримаємо функцію полінома 2 порядку:

$$Mпс = 2{,}2786\ t^2 - 60{,}57\ t + 459{,}52, \qquad (6)$$

при достовірності $R^2 = 0{,}9989$.

Інтенсивність процесу

$$I = \frac{dMпс}{dt} = 4{,}5572\ t\ - 60{,}57. \qquad (7)$$

Прирівнявши похідну до нуля, отримаємо тривалість подрібнення ячмінної соломи t = 13,29 хв. та підставивши *t* у вираз (6), одержимо очікувану довжину продукту Мпс= 57,0 мм.

Як видно з вищеописаного, інтенсивність подрібнення соломи досить низька. Це пов'язано з тим, що ячмінна солома має низьку щільність, і гравітаційних та інерційних сил недостатньо, щоб подати масу в зону активного різання, тому переважає ефект розрихлення.

Для інтенсифікації процесу подрібнення довговолокнистих матеріалів (солома, сіно), були проведені досліди з додаванням кормів із більшою об'ємною масою (силосу і жому), які вносилися після руйнування рулону. Так, в одному з дослідів, на 1 рулон соломи масою 255,5 кг було завантажено 848 кг силосу.

Визначено, що довжина подрібнення до середнього розміру часток Мсс = 43,26 мм згідно до зоотехнічних вимог, проходить за час переробки, який повинен бути не менше 9,34 хв. (рис. 5).

Отриману криву апроксимуємо виразом:

$$Мсс = 6{,}0931t^2 - 113{,}8t + 574{,}66, \qquad (8)$$

з достовірністю $R^2 = 0{,}9727$.

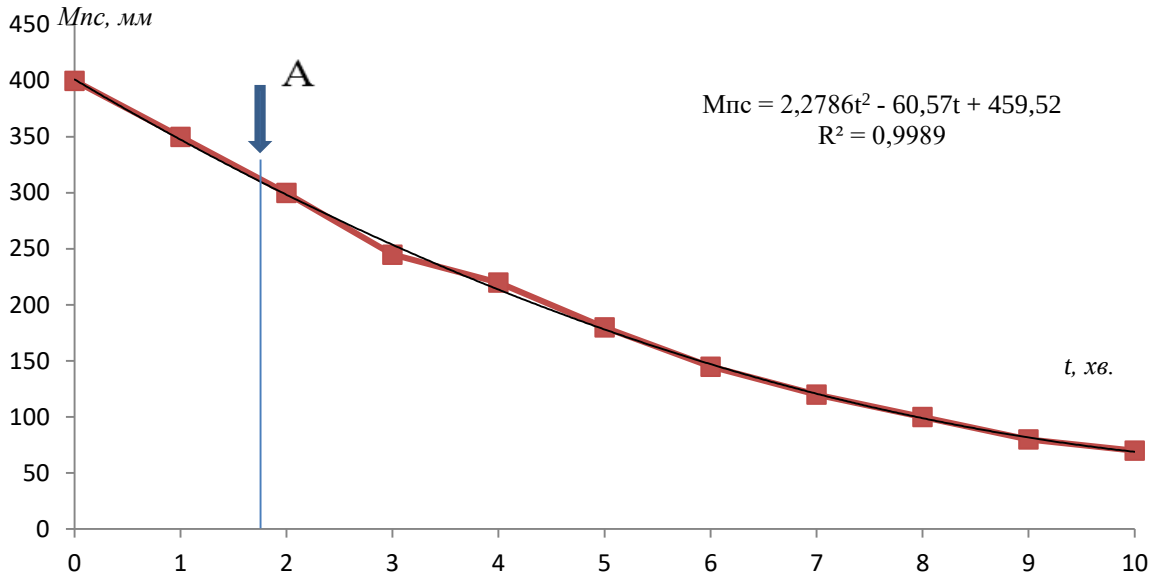

Рис. 4. Графік зміни розміру часток ячмінної соломи від тривалості подрібнення: А - точка руйнування цілісності пака.

Fig. 4. Graph of change in the size of barley straw particles from the duration of grinding: A - the point of destruction of the integrity of the pack.

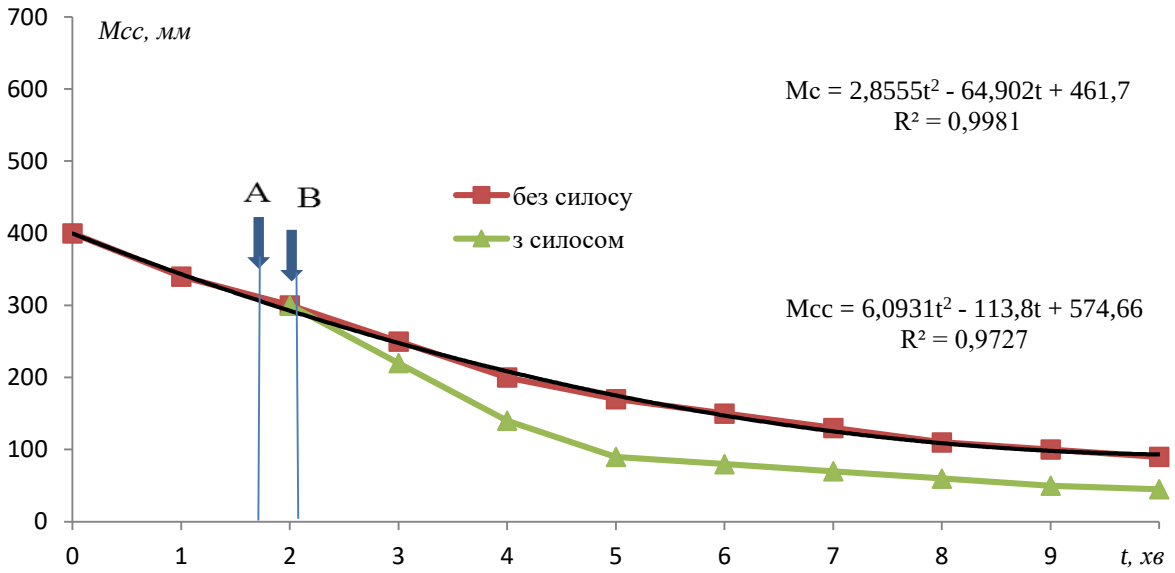

Рис. 5. Зміна розмірів часток соломи в залежності від тривалості подрібнення її в суміші з силосом: А - точка повного руйнування рулону; В - точка додавання силосу.

Fig. 5. Changing the particle size of straw depending on the duration of grinding it in a mixture with silage: A - the point of complete destruction of the roll; B - the point of addition of silage.

Визначивши інтенсивність процесу:

$$I = \frac{dM}{dt} = 12{,}1862\ t - 113{,}8. \quad (9)$$

Отримаємо час закінчення процесу подрібнення t = 9,34 хв., а довжину часток x = 43,26 мм.

Результати досліджень довели, що додавання силосу дозволяє підвищити інтенсивність і ступінь подрібнення соломи, це відбувається за рахунок ущільнення маси в активній зоні різання. Таке рішення дозволяє зменшити технологічний час роботи агрегату і збільшити його продуктивність.

Висновки

1. При подрібненні кормових матеріалів, з метою зберігання соку, який виділяється із коренеплодів, в першу чергу завантажували грубі корми, потім коренебульбоплоди,. Однак досліди показали, що грубі корми, в процесі подрібнення, працюють як амортизатор, пом'якшуючи ударні навантаження на коренебульбоплоди з боку ножів, протирізів і стінок бункера. При першочерговому завантаженні коренебульбоплодів процес подрібнення був більш інтенсивним.

2. Порівняння процесу подрібнення сухого люцернового сіна та ячмінної соломи показали, що інтенсивніше процеси подрібнення протікають при роботі із сіном, яке є крихким матеріалом і тому замість різання переважає процес переламування та перетирання (розщеплення). Інтенсивність подрібнення соломи досить низька. Це пов'язано з тим, що ячмінна солома має низьку щільність, і гравітаційних та інерційних сил недостатньо, щоб подати масу в зону активного різання.

3. Додавання силосу дозволяє підвищити інтенсивність і ступінь подрібнення соломи, за рахунок ущільнення маси в активній зоні різання. Це дозволяє зменшити технологічний час роботи агрегату і збільшити його продуктивність.

Список літератури

1. Сучасні технології виробництва молока у країнах ЄС та перспективи впровадження їх в Україні. В. Костенко, А. Угнівенко, Д. Носевич, Т. Антонюк. Збірник наукових праць. Камянець-Подільський. 2010. Вип. 18. Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». С. 94-97.

2. *Штефан Шмідлін Вален.* Один робот годує 500 корів. Агроексперт. 2009. № 4. С. 56-57.

3. *Хмельовський В. С.* Забезпечення процесів приготування та роздавання кормів для ВРХ на сімейних фермах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 297. С. 135-139.

4. *Кравчук В. І., Луценко М. М., Мечта В. П.* Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів : [науково-практичний посібник]. К. : Фенікс, 2008. 104 с.

5. *Окопний О. М.* Відродження тваринництва в Україні та напрями його розвитку. Економіка АПК. 2003. № 5. С. 8-14.

6. Методичні рекомендації з годівлі високопродуктивних корів. В. Костенко, Д. Мельничук, Г. Богданов, І. Ібатуллін, В. Кандиба. Київ : Видавничий центр НАУ, 2006. 38 с.

7. *Костенко В. І., Маньковський А.М.* Рівень годівлі та продуктивність корів, що зумовлюють прибутковість виробництва молока. Науковий вісник НАУ. Київ, 2004. № 74 . С. 238-241.

8. *Пилипенко О. М., Хмельовський В. С., Василюк В. І.* Аналіз способів роздачі кормів на фермах. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2007. Вип. 115. С. 56-61.

9. *Хмельовський В. С.* Перспективні технологічні рішення підготовки кормів для згодовування рогатій худобі. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2013. Вип. 185. Ч. 2. С. 390-394.

10. *Хмельовський В. С.* Тенденції приготування кормосумішей для корів в умовах тваринницької ферми господарства. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 2019. Vol. 10. No 1. P. 35-40.

11. *Ревенко І., Лісовенко Т., Хмельовський В.* Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі. Пропозиція. 2008. № 9. С. 106-116.

12. *Геремезов Д., Шевченко В.* Применение кормораздатчиков-смесителей – залог повышения продуктивности крупного рогатого скота. Техніка АПК. 2006. № 4. С. 16-18.

13. *Ібатуллін І. І., Мельничук Д. О. Богданов Г. О.* Годівля сільськогосподарських тварин. Вінниця : Нова Книга, 2007. 616 с.

14. *Погорілий Л, Ясенецький В., Лінник М.* Сучасна техніка для приготування та роздавання кормів на фермах ВРХ. Техніка АПК. 1999. № 4. С. 31-33.

15. *Ревенко І. І., Хмельовський В. С.* Оцінка якості змішування кормів мобільним комбінованим кормоприготувальним агрегатом. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2016. Вип. 251. С. 91-100.

References

1. Modern technologies of milk production in EU countries and prospects of their implementation in Ukraine. V. Kostenko, A. Uhnivenko, D. Nosevych, T. Antonyuk. Collection of scientific works. Kamyanets-Podilsky. 2010. Vip. 18. Series «Technology of production and processing of livestock products». P. 94-97.

2. *Stefan Schmidlin Valen*. (2009). One robot feeds 500 cows. Agroexpert. № 4. 56-57.

3. *Khmelovskyi V. S.* (2018). Ensuring the preparation and distribution of feed for cattle on family farms. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: machinery and energy of agro-industrial complex. Kyiv. 297. 135-139.

4. *Kravchuk V. I., Lutsenko M. M., Mechta V. P.* (2008). Progressive technologies of procurement, preparation and distribution of feed: [scientific and practical manual]. Kyiv. Phoenix, 104.

5. *Okopny O. M.* (2003). Revival of animal husbandry in Ukraine and directions of its development. Economics of agro-industrial complex. № 5. 8-14.

6. Methodical recommendations for feeding highly productive cows. V. Kostenko, D. Melnychuk, G. Bogdanov, I. Ibatullin, V. Kandyba. Kyiv: NAU Publishing Center, 2006. 38.

7. *Kostenko V. I., Mankovsky A. M.* (2004). The level of feeding and productivity of cows, which determine the profitability of milk production. Scientific Bulletin of NAU. Kyiv. № 74. 238-241.

8. *Pilipenko O. M., Khmelovsky V. S., Vasilyuk V. I.* (2007). Analysis of methods of feed distribution on farms. Scientific Bulletin of the National Agrarian University. 115. 56-61.

9. *Khmelovskyi V. S.* (2013). Promising technological solutions for the preparation of feed for feeding cattle. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and energy of AIC. 185(2). 390-394.

10. *Khmelovskyi V. S.* (2019). Trends in the preparation of feed for cows in the livestock farm.

Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Vol. 10. No 1. 35-40.

11. *Revenko I., Lisovenko T., Khmelovskyi V.* (2008). The modern market of means of distribution of forages to cattle. Offer. № 9. 106-116.

12. *Geremezov D., Shevchenko V.* (2006). The use of feed dispensers-mixers - the key to increasing the productivity of cattle. Agricultural machinery. № 4. 16-18.

13. *Ibatullin I. I., Melnichuk D. O., Bogdanov G. O.* (2007). Feeding of farm animals. Vinnytsia: Nova Kniga. 616.

14. *Pogoriliy L, Yasenetsky V., Linnyk M.* (1999). Modern equipment for preparation and distribution of feed on cattle farms. Agricultural machinery. № 4. 31-33.

15. *Revenko I. I., Khmelovskyi V. S.* (2016). Estimation of quality of mixing of forages by the mobile combined forage preparation unit. Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and energy of AIC. 251. 91-100.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО КОМБИНИРОВАННОГО КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

В. С. Хмелевский

Аннотация. Рассмотрены вопросы выполнения технологического процесса приготовления кормовых компонентов к скармливанию крупному рогатому скоту. Главными факторами полноценного кормления являются: полный набор незаменимых питательных веществ, своевременное, и в доступном виде и оптимально согласовано в количественном отношении, поступлении их в организмы животных. Процесс измельчения кормовых компонентов, в значительной степени, зависит от их физико-механических свойств. Одним из условий приготовления кормовой смеси, является минимальное использование дополнительных машин, которые выполняют операции измельчения, смешивания и раздачи готовой кормовой смеси, ведь это приводит к большим энергетическим и трудовым затратам. Эти затраты связаны с дополнительными разгрузочно-погрузочными операциями кормовых компонентов. При исследовании процессов измельчения кормовых материалов, согласно технологии подготовки кормов к скармливанию, с использованием мобильных комбинированных кормоприготовительных агрегатов, при условии их измельчения, загрузку кормовых компонентов проводили в такой последовательности: в первую очередь загружали грубые корма, затем корнеклубнеплоды, с целью сохранения сока, который выделяется. Однако опыты показали, что грубые корма, в процессе измельчения, работают как амортизатор, смягчая ударные нагрузки на корнеклубнеплоды со стороны ножей, противорезов и стенок бункера. При первоочередной загрузке корнеклубнеплодов процесс измельчения был более интенсивным. Эксперименты с длинноволокнистыми материалами и корнеклубнеплодами показали, что наличие измельченных корнеклубнеплодов в бункере, при загрузке грубых кормов, на продолжительность измельчения последних не сказывается. Для интенсификации процесса измельчения долговолокнистых материалов (солома), были проведены опыты с добавлением кормов с большим объемным весом (силоса), которые вносились после разрушения рулона. Результаты исследований показали, что добавление силоса позволяет повысить интенсивность и степень измельчения соломы, это происходит за счет уплотнения массы в активной зоне резания. Такое решение позволяет уменьшить технологическое время работы агрегата и увеличить его производительность.

Ключевые слова: измельчение, сено, кормление животных, средний размер частиц, плотность, агрегат.

RESEARCH OF MOBILE COMBINED FEED PREPARATION UNIT

V. S. Khmelovskyi

Abstract. The issues of implementation of the technological process of preparation of feed components for feeding for cattle are considered. The main factors of complete feeding are: a complete set of essential nutrients, timely and affordable and optimally coordinated in quantitative terms of their entry into the bodies of animals. The process of grinding feed components, to a large extent, depends on their physical and mechanical properties. One of the conditions for preparing the feed mixture is the minimum use of additional machines that perform the operations of grinding, mixing and distribution of the finished feed mixture, because it leads to higher energy and labor costs. These costs are associated with additional loading and unloading operations of feed components. In the study of the processes of grinding feed materials, according to the technology of preparation of feed for feeding, using mobile combined feed preparation units, provided their grinding, loading feed components was carried out in the following sequence: first loaded roughage, then root crops, for storage stands out. However, experiments have shown that roughage, in the process of grinding, act as a shock absorber, mitigating the impact loads on the roots of tubers from the knives, cuttings and walls of the hopper. At the first loading of root tubers the process of crushing was more intensive. Experiments with long-fiber materials and roots, showed that the presence of crushed roots in the hopper, when loading roughage, the duration of grinding of the latter does not affect. To intensify the process of grinding long-fiber materials (straw), experiments were conducted with the addition of feed with a larger bulk density (silage), which was introduced after the destruction of the roll. The results of research have shown that the addition of silage can increase the intensity and degree of grinding of straw, this is due to the compaction of the mass in the active cutting zone. This solution allows you to reduce the technological time of the unit and increase its productivity.

Key words: grinding, hay, animal feeding, average particle size, density, aggregate.

В. С. Хмельовський ORCID 0000-0002-6018-8821.