

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОРМОВОЇ СУМІШІ ДЛЯ ВРХ

**В. С. Хмельовський, О. М. Ачкевич, кандидати технічних наук
e-mail: kaf_mt@ukr.net**

Анотація. *Виробництво продукції тваринництва залежить від кількісного та якісного складу кормових компонентів та приготовленої із них кормової суміші. Науково доведено, а практично підтверджено, що комбікорми відіграють ключову роль як і в вартості молока так і в його кількості. На сьогодні в тваринницьких підприємствах де поголів'я ВРХ становить більше 100 голів дійного стада стараються налагодити власне виробництво комбікормів. З цією метою промисловість випускає ряд різних комплексів, але у більшості із них рівномірність змішування не досягається або знаходиться на нижній межі технологічно нормованих вимог. Для процесу змішування у різних комплексах використовують шнекові, лопатеві, вібраційні змішувачі. Дослідження показали, що високий рівень змішування компонентів кормових добавок забезпечує барабанний змішувач з похилою віссю камери відносно осі обертання. Його використання забезпечує рівномірність від 95 до 98%.*

Приготування кормової суміші для великої рогатої худоби з високим відсотком рівномірності змішування та у відповідності до рецепту кормового раціону нині здійснюють за допомогою фермського комбайна. Однією із умов щодо максимального поїдання кормів тваринами є фракційний склад кормових компонентів з яких готують суміш.

Дослідження проведені з використанням фермського комбайна в процесі приготування кормової суміші до якої входили грубі корми показали, що найбільш інтенсивно процеси подрібнення протікають при роботі на сухому люцерновому сіні, а при використанні соломи її фракційний склад збільшується.

Ключові слова: *технологічна схема, комбікорм, високоенергетична кормова суміш, кормоприготувальний агрегат*

Постановка проблеми. У структурі валової продукції сільського господарства тваринництво становить значну частину. На годівлю сільськогосподарських тварин припадає більше половини

матеріальних, трудових та енергетичних затрат по виробництву тваринницької продукції. Тому на всіх етапах розвитку аграрного виробництва питання кормовиробництва залишалось однією із актуальних задач розвитку тваринницької галузі.

Суттєво відчутний вплив вартості кормів на собівартість готової продукції в молочному тваринництві. В ході Східноєвропейського молочного конгресу експерт Асоціації виробників молока України Денис Сергієнко заявив, що інфляційний тиск і операційні витрати при виробництві молока може компенсувати тільки закупівельна ціна не менше 7 грн/кг за базис. Він підрахував, що собівартість виробництва молока на молочній фермі з поголів'ям фуражних корів 600 голів і добовим удоєм на дійну 22 кг становить не менше 6 грн/кг.

Основна стаття витрат – корми, на які припадає 60–65 % в структурі собівартості, або 3,60–4,00 грн/кг реалізованого молока. Решта – фіксовані витрати, серед яких найбільша питома вага припадає на оплату праці (15–17%), ветеринарії (5–7%), паливно-мастильні матеріали (4–5%).

Отже питання розробки ефективних технологій виробництва високо енергетичних кормових сумішей, що зменшать собівартість виробництва продукції тваринництва та покращать її якість є актуальним питанням сьогоденням.

Аналіз останніх досліджень. Питання ефективності годівлі були розкриті на майстер класі: «Як підвищити ефективність молочного бізнесу», що проводився у рамках міжнародної виставки «Agro Animal Show» 2016. Доповідачі поділилися ексклюзивними, а головне дієвими та перевіреними на практиці методами підвищення ефективності виробництва в молочних господарствах, розповіли про сучасні напрацювання генетики, технології годівлі, утримання тварин. За даними менеджера з регіонального розвитку продуктів ТОВ «ЕвралісСеменс Україна» Володимира Мокрієнка. Оптимальний раціон ВРХ, при якому можна забезпечити надої до 7000 л молока становить: силос кукурудзяний – 20 кг (6 кг сухої речовини); люцерновий сінаж – 17 кг (5,5 кг сухої речовини); шрот соняшниковий або ріпаковий – 2,5 кг; кукурудза – 2 кг; пшениця – 1,5 кг; премікс – 0,25 кг.

Представник компанії КУН-Україна, Віктор Сич наголосив, щоб мати високу продуктивність у скотарстві, важливо не лише заготувати високоякісні корми та збалансувати їх у раціонах годівлі за поживними речовинами, а й забезпечити якісне приготування кормової суміші, за допомогою машинних агрегатів, та рівномірно і без втрат подати на кормовий стіл. Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і

роздавання їх тваринам сучасних багатофункціональних універсальних технічних засобів, кормоприготувальних агрегатів (так званих фермських комбайнів). За визначенням, фермський комбайн – це машина, яка об'єднує процеси завантаження, дозування, подрібнення, змішування кормових матеріалів і роздавання приготовленої кормової суміші тваринам. Ці машини виготовляють як у самохідному, так і в причіпному варіантах – обладнані пристроями для самозавантаження й без них, з горизонтальним і вертикальним розміщенням шнеків у бункері [1].

Мета досліджень – удосконалення технологічної схеми виробництва високоенергетичної кормової суміші із вмістом комбікормів власного виробництва господарства.

Результати дослідження. У зв'язку з розукрупненням тваринницьких ферм значну частину комбікормів виготовляють безпосередньо в господарствах на фермських комбікормових агрегатах. При цьому передбачається використання зерна власного виробництва та закуплених кормових добавок.

В якості білкових добавок до корму для згодовування тваринам використовується подрібнене зерно гороху, сої, а також речовини багаті на білок (м'ясо-кісткове борошно, дріжджі, трав'яне борошно). За вмістом жиру серед білкових речовин переважає макуха (7–10 % жиру) та шрот (2,5 %). При використанні концентрованих кормів, третина яких приходить на високобілкові шроти і макуху соняшнику, дають можливість підвищити надій корів до 15–18 кг за добу [2].

Більшість невеликих господарств, які мають фермські комбікормові агрегати, за різних причин, не мають змоги закупити готові сумішки-добавки. Тому постає питання придбання окремих компонентів та виготовлення із них сумішок за спрощеними технологіями з використанням власної, як зернової сировини, так і продуктів її переробки.

Особливість обладнання для виробництва повноцінних комбікормів в умовах господарств полягає в тому, щоб досягти необхідної рівномірності розподілу кожного з компонентів у загальній масі сумішки комбікорму при спрощенні технології та зменшенні структурних елементів комплексу обладнання [4].

По відношенню до зернових компонентів наявність білкових речовин в рецептах комбікормів на порядок менша, а мінеральних та преміксів менша на два порядки. У такому разі доцільно застосувати три стадійну схему змішування, при якій на першому етапі буде готуватися суміш мікрокомпонентів, на другому етапі білково-вітамінні та мінеральні добавки, на третьому етапі комбікорми. Для одержання якісного комбікорму, щодо рівномірності змішування,

необхідно щоб кожна попередня сумішка мала вищий рівень рівномірності [3, 6, 9].

Необхідна якість перемішування компонентів в загальній масі сумішки відбувається за умови, коли кожен з компонентів складає не менше 10–20%. Для доведення кількості початкових сумішок до цих величин, в разі потреби, необхідно використовувати кормові наповнювачі.

Так як до змішувача мікродобавок найбільш високі вимоги щодо рівномірності, змішування компонентів, які знаходяться в мікродозах, доцільно використовувати змішувач порційного типу. Дослідження показали, що високий рівень змішування компонентів кормових добавок забезпечує барабанний змішувач з похилою віссю камери відносно осі обертання [7]. Його використання забезпечує рівномірність від 95 до 98%.

Суміш білково-вітамінних та мінеральних добавок готується у вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії. Багаті на білок культури (сою, горох) та продукти переробки (шрот ріпаковий чи соняшниковий) попередньо подрібнюють в молотковій дробарці до відповідного розміру та змішують з попередньо приготовленими преміксами [5, 9].

БМВД та зернові компоненти (кукурудза, ячмінь, пшениця) змішуються в готовий комбікорм у вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії.

На основі проведених наукових досліджень нами обґрунтовано основні параметри технологічної схеми виробництва високоенергетичної кормової суміші із застосуванням фермського комбайна (рис. 1) [8, 10].

Відповідно до рецепту кормового раціону при підготовці кормової суміші для великої рогатої худоби із застосуванням фермського комбайна першим компонентом, який подається у бункер може бути комбікорм. Наступним завантажують грубі корми, таке поєднання дозволяє зменшити втрати комбікормів та забезпечує їх потрапляння у трубчасту частину стебла, а також відбувається максимальне подрібнення грубих кормів. При досягненні середньої величини часток грубих кормів близько 100–120 мм в середину бункера подають кормові компоненти вологість яких становить більше 50%, наприклад, сінаж, силос, коренеплоди [11]. Процес подрібнення поступово зменшується, а інтенсифікується змішування зростає, при цьому відбувається перерозподіл та поступове вирівнювання вологості приготовленої кормової суміші. Як показують досліди процес змішування у таких машинах триває 5–7 хв. після завантаження останнього кормового компонента згідно рецепта суміші.

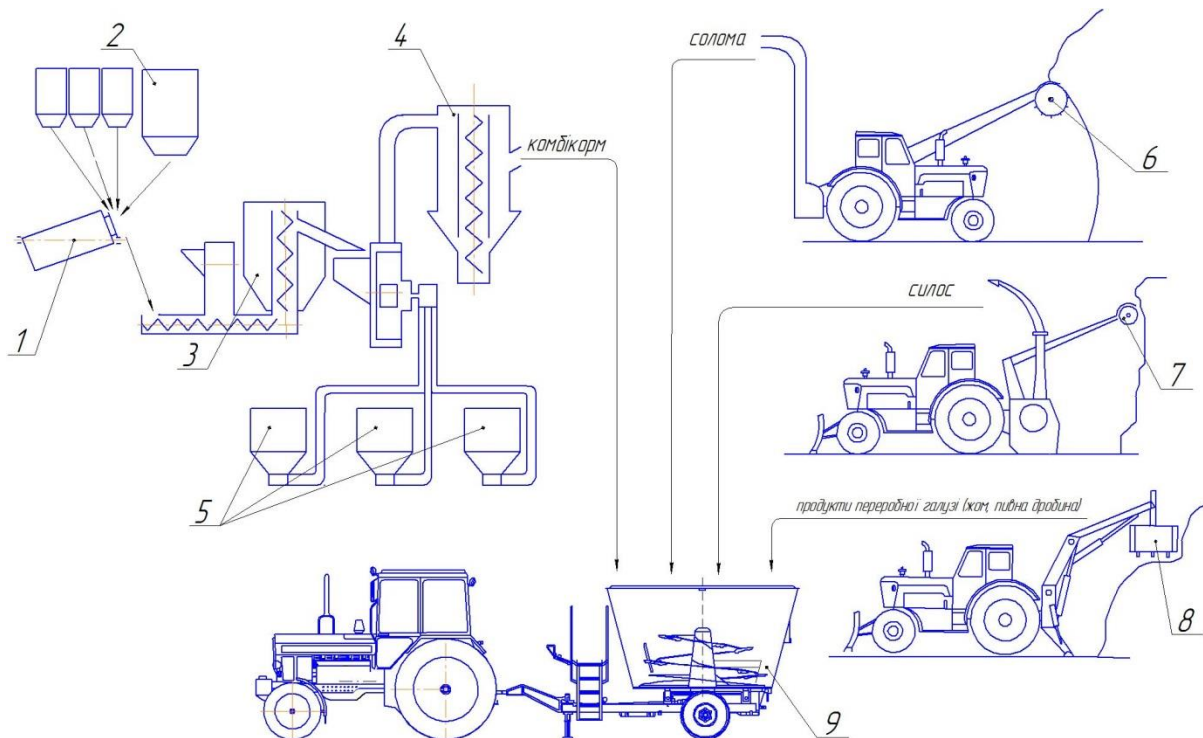


Рис. 1. Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші: 1 – змішувач мікродобавок, 2 – ємкості для зберігання кормових добавок, 3 – вертикально-шнековий змішувач БМВД, 4 – вертикально шнековий змішувач комбікорму, 5 – бункера для зберігання зернових компонентів, 6 – навантажувач соломи, 7 – навантажувач силосу, 8 – навантажувач продуктів переробної галузі, 9 – фермський комбайн.

X, мм

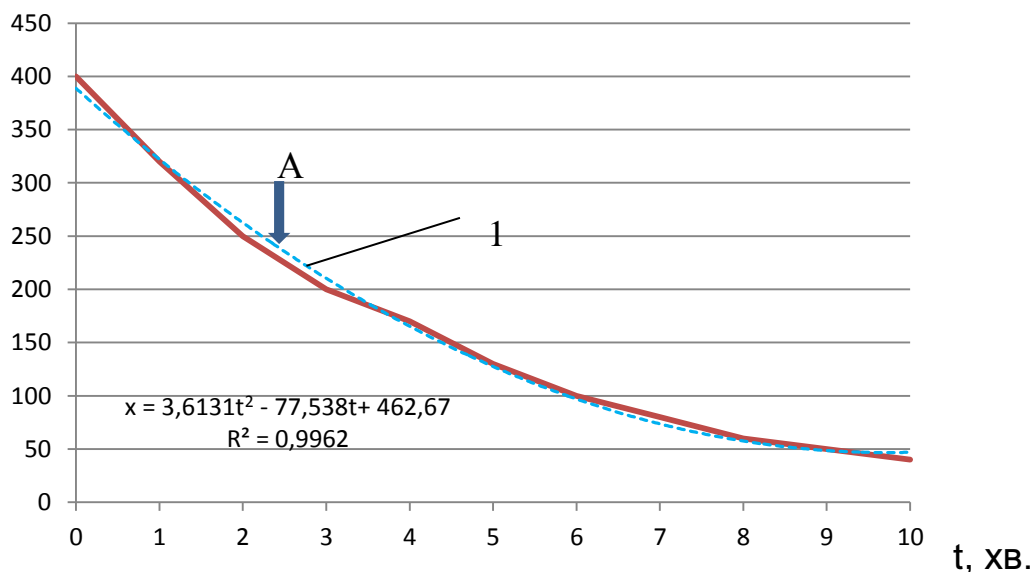


Рис. 2. Графік зміни розмірів часток сіна від тривалості подрібнення: 1 – лінія тренда; А – точка повного руйнування рулону 2,52 хв.

Для визначення якісних показників змішування та подрібнення суміші проведені експериментальні дослідження інтенсивності процесу в фермському комбайні. За результатами досліджень найбільш інтенсивно процеси подрібнення протікають при роботі на сухому люцерновому сіні (рис. 2).

Апроксимувавши отриману криву, отримуємо вираз:

$$x = 3,6131 t^2 - 77,538 t + 462,67, \quad (1)$$

при достовірності $R^2 = 0,9962$.

Прирівнявши похідну:

$$I = \frac{dx}{dt} = 7,23 t - 77,538, \quad (2)$$

до нуля, отримуємо час закінчення процесу:

$$t = \frac{77,538}{7,23} = 10,72 \text{ хв.} \quad (3)$$

Підставивши t у вираз 1, отримуємо $x = 46,68$ мм. Швидке подрібнення можна пояснити тим, що сухе люцернове сіно є крихким матеріалом і тому замість різання в ньому переважає процес переламування. При цьому працюють всі ножі, а не тільки ножі нижнього витка шнека з протирізами. З зоотехнічної точки зору таке подрібнення не бажане, тому що маса стає більш "колючою" і гірше поїдається. Подрібнене сіно необхідно змішувати з вологими силосованими кормами, а потім видавати тваринам.

На існуючих тваринницьких фермах найбільш часто для приготування кормових сумішей, (як наповнювач), використовується ячмінна солома. У чистому вигляді вона малоапетитна для великої рогатої худоби, але при додаванні силосованих і концентрованих кормів, а також пивної дробини та маляси добре поїдається тваринами. Крім того, солома сприяє зниженню кислотності кормової суміші в наслідок чого підвищує поїдання останньої.

Були проведені дослідження з подрібнення ячмінної соломи, заготовленої в паках. Графік зміни середньої довжини частинок соломи з плином часу представлений на рис. 3. Дослідження проводились також на пшеничній соломі. Тривалість подрібнення пшеничної соломи та ячмінної соломи практично було однаковим.

В результаті апроксимації кривої на рис. 3 отримали вираз

$$x = 2,2786 t^2 - 60,57 t + 459,52, \quad (4)$$

при достовірності $R^2 = 0,9989$.

Визначивши інтенсивність процесу:

$$I = \frac{dx}{dt} = 4,5572 t - 60,57. \quad (5)$$

Прирівнявши похідну до нуля, отримуємо тривалість закінчення процесу $t = 13,29$ хв.

Підставивши t у вираз 4, одержимо очікувану довжину продукту $x = 57,0$ мм.

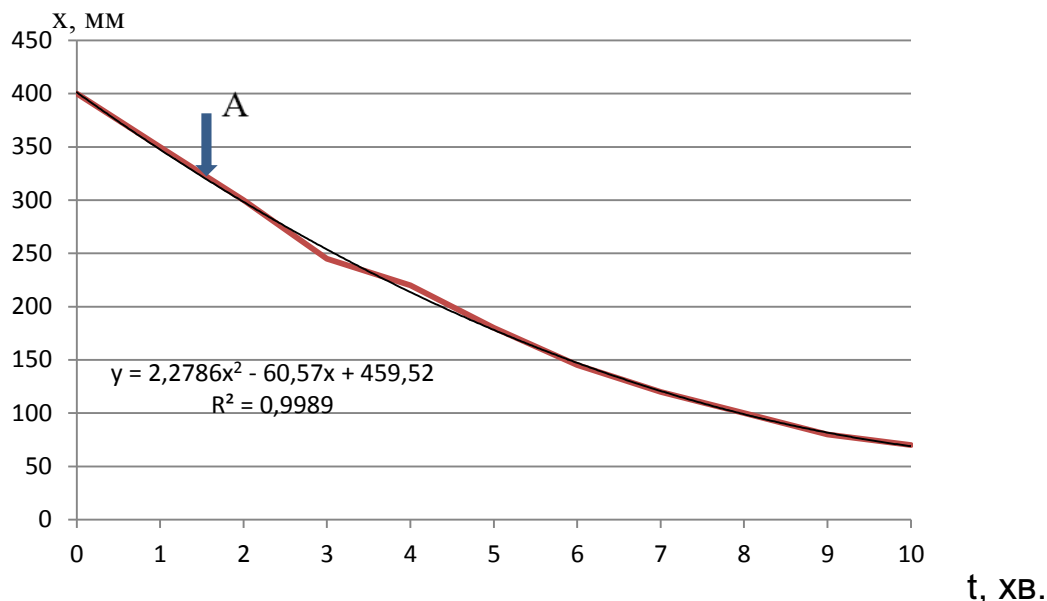


Рис. 3. Графік зміни розмірів часток ячмінної соломи від тривалості подрібнення: 1 – лінія тренда; А – точка повного руйнування пака (тюка).

Як видно з вищеописаного, інтенсивність подрібнення соломи знижується. Це пов'язано з тим, що ячмінна солома має низьку щільність і гравітаційних та інерційних сил недостатньо, щоб подати масу в зону активного різання – спостерігається ефект розрихлення. Поряд з цим забезпечуються умови для ефективного змішування.

Висновок. Удосконалена технологічна схема виробництва в умовах господарств повноцінного комбікорму та високоенергетичної кормової суміші з використанням фермського комбайну, що дозволяє отримувати добові надії від корів в межах 15–18 кг. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що при подрібненні фермським комбайном люцернового сіна вже при 10 хв. досягається величина часток 47 мм. При подрібненні ячмінної соломи величина часток 57 мм досягається при 13 хв, що наближається до зоотехнічних вимог.

Список літератури

1. Сучасні засоби для приготування та роздавання кормів. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com>.
2. Подобед Л. І. Щоб багато доїти треба добре годувати. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://podobed.org>.
3. Ачкевич О. М., Жученко В. М. Обґрунтування технологічної схеми виробництва комбікормів в умовах господарств // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. Вип. 144. С. 123—127.
4. Єгоров Б. В., Шаповаленко О. І., Макаринська А. В. Технологія виробництва преміксів. Київ. Центр учбової літератури. 2007. 288 с.
5. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ. Варта. 1988. 280 с.

6. *Сорокін В. М.* Аналіз функціональних схем приготування комбікормів в умовах господарств і перспективні напрями їх вдосконалення // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. 2008. №12. Т. 1. С. 228—234.
7. *Сорокін В. М., Ачкевич О. М.* Вибір параметричних ознак змішувачів комбікормових добавок в умовах тваринницьких ферм // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2009. Вип. 144. Ч. 2. С. 181—188.
8. *Костенко В., Заболотько О., Хмельовський В.* Ефективність використання комбінованих транспортно-технологічних засобів для годівлі ВРХ // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212/2. С. 115—122.
9. *Поталова С. Є.* Експериментальні дослідження процесу подрібнення зерна вальцедековою дробаркою // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 226. С. 204—211.
10. *Хмельовський В. С.* Дизайн – важливий аргумент при виборі засобів для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: технічні науки. 2012. Вип. 11(2). С. 286—289.
11. *Хмельовський В. С.* Перспективні технологічні рішення підготовки кормів для згодовування рогатій худобі // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ. 2013. Вип. 182. Ч. 2. С. 185—192.

References

1. *Suchasni zasoby dlya pryhotuvannya ta rozdavannya kormiv* [Modern methods for the preparation and distribution of feed]. Available at: <http://www.propozitsiya.com>.
2. *Podobyed L. I.* Shchob bahato doity treba dobre hoduvaty [To much milk should be well fed]. Available at: <http://podobed.org>.
3. *Achkevych O. M., Zhuchenko V. M.* (2014). Obgruntuvannya tekhnolohichnoyi skhemy vyrobnytstva kombikormiv v umovakh hospodarstv [Rationale flowsheet feed production in terms of economy]. Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko. Vol. 144. 123-127.
4. *Yehorov B. V., Shapovalenko O. I., Makaryns'ka A. V.* (2007). Tekhnolohiya vyrobnytstva premiksiv [Premix production technology]. Kiev. Center of educational literature. 288.
5. *Oseyko M. I.* (1988). Tekhnolohiya roslynnykh oliy [Technology vegetable oils: Textbook]. Kiev. Varta. 280.
6. *Sorokin V. M.* (2008) Analiz funktsional'nykh skhem pryhotuvannya kombikormiv v umovakh hospodarstv i perspektyvni napryamy yikh vdoskonalennya [Analysis of functional circuits preparation of animal feed in terms of economy and promising areas of improvement] Visnyk L'vivs'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Ahroinzhenerni doslidzhennya. №12. Vol. 1. 228-234.
7. *Sorokin V. M., Achkevych O. M.* (2009). Vybir parametrychnykh oznak zmishuvachiv kombikormovykh dobavok v umovakh tvarynnyts'kykh ferm [The choice of the parametric features of the mixer feed additives in terms of livestock farms] / Naukoviy visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodo koristuvannya Ukraini. Seriya: tekhnika ta energetika APK. Vol. 144. 2. 181-188.
8. *Kostenko V., Zabolotko O., Khmelevsky V.* (2015). Efficiency of combined transport-technological means for feeding of cattle // Scientific Bulletin of National

University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: electronics and energetics, agriculture. Kiev. Vol. 212/2. 115-122.

9. Potapova S. (2015). Eksperymental'ni doslidzhennya protsesu podribnennya zerna val'tsedekovoyu drobarkoyu [Experimental studies valtsedekovoyu process of grinding grain crusher]. Naukoviy visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraini. Seriya: tekhnika ta energetika APK. Vol. 240. 204-211.

10. Hmelovskyy V. S. (2012). Dyzayn vazhlyvyy arhument pry vybori zasobiv dlya pryhotuvannya i rozdavannya kormiv na fermakh VRKH [Design an important argument in the choice of means for the preparation and distribution of feed for cattle farms] Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky. Vip. 11(2). 286-289.

12. Hmelovskyy V. S. (2013). Perspektyvni tekhnolohichni rishennya pidhotovky kormiv dlya z'hodovuvannya rohatiy khudobi [Future technological solutions training fodder for feeding cattle] Naukoviy visnik Natsional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraini. Seriya: tekhnika ta energetika APK. Kiev. Vip. 182(2). 185-192.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КРС

В. С. Хмелевский, О. Н. Ачкевич

Аннотация. *Производство продукции животноводства зависит от количественного и качественного состава кормовых компонентов и приготовленной из них кормовой смеси. Научно доказано, а практически подтверждено, что комбикорма играют ключевую роль, как и в стоимости молока, так и в его количестве. На сегодня в животноводческих предприятиях, где поголовье КРС ставит больше 100 голов дойного стада стараются наладить собственного производства комбикормов. С этой целью промышленность выпускает ряд различных комплексов, но у большинства из них равномерности смешивания не достигается или находится на нижней границе технологически нормированных требований. Для процесса смешивания в различных комплексах используют шнековые, лопастные, вибрационные смесители. Исследования показали, что высокий уровень смешивания компонентов кормовых добавок обеспечивает барабанный смеситель с наклонной осью камеры относительно оси вращения. Его использование обеспечивает равномерность от 95 до 98%.*

Приготовление кормовой смеси для крупного рогатого скота с высоким процентом равномерности смешивания и в соответствии с рецептом кормового рациона в настоящее время осуществляют с помощью фермских комбайнов. Одним из условий по максимальному поеданию кормов животными является фракционный состав кормовых компонентов, из которых готовят смесь.

Исследования проведены с использованием фермского комбайна в процессе приготовления кормовой смеси, в которую входили грубые корма, показали, что наиболее интенсивно процессы измельчения протекают при работе на сухом люцерновом сене, а при использовании соломы ее фракционный состав увеличивается.

Ключевые слова: технологическая схема, комбикорм, высокоэнергетическая кормовая смесь, кормоприготовительных агрегат

RESEARCH OF PROCESS OF COOKING HIGH-ENERGY FEED MIXTURES FOR CATTLE

V. S. Khmelevski, O. M. Ackeovich

Abstract. *The production of livestock products depends on the quantitative and qualitative composition of the feed components and the feed mixture prepared from them. It is scientifically proven, but it is practically confirmed that mixed fodders play a key role, as in the cost of milk, and in its quantity. Today, in livestock enterprises, where cattle head put more than 100 heads of milking flocks try to establish their own production of mixed fodder. To this end, the industry produces a number of different complexes, but most of them have a uniformity of mixing is not reached or is at the lower limit of technologically standardized requirements. For the mixing process in different complexes, screw, vane, vibratory mixers are used. Studies have shown that a high mixing level of the components of feed additives provides a drum mixer with an inclined axis of the chamber relative to the axis of rotation. Its use ensures a uniformity of 95 to 98%.*

Preparation of feed mixture for cattle with a high percentage of uniformity of mixing and in accordance with the recipe forage ration is currently carried out with the help of farm combines. One of the conditions for the maximum consumption of feed by animals is the fractional composition of the feed components from which the mixture is prepared. The studies were carried out using a farm machine in the process of preparing the feed mixture, which included coarse feed, showed that the most intensive grinding processes occur when working on dry alfalfa hay, and when using straw, its fractional composition increases. The technological scheme of preparing and handing out high-energy feed mixture that ensures the efficient use of feed and feed preparation using raw materials sector. The experimental investigations qualitative indicators grinding and mixing of components in mixing unit.

Preparation feed mixture for cattle with a high percentage of uniformity of mixing in accordance with recipe of the ration at present is carried out using permskih harvesters. One of the conditions for

maximum eating feed animals is fractional composition of feed ingredients used to prepare the mixture.

Research conducted using combine in the cooking process feed mixture, which consisted of roughage, showed that the most intensive grinding processes occur when working on dry alfalfa hay, and the use of its straw fractional composition increases.

Key words: *technological scheme, feed, high energy feed mixture, cosmoproletar unit*

УДК 631.356.26

MATHEMATICAL MODEL OF FUNCTIONING OF CONVEYING AND CLEANING SYSTEM

V. M. Baranovsky, Doctor of Technical Science

M. R. Pankiv, Candidate of Technical Science

Ternopil National Technical University named after Ivan Pul'uj

M. V. Potapenko

Separate Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Berezhany Agrotechnical Institute"

e-mail: pankivMR@biqmir.net; M.potapenko@i.ua

Abstract. *Development of highly efficient processes of harvesting root crops requires application of the integrated scientific approach to solving the problems of further improvement of conveying and cleaning systems of root crop harvesting machinery to improve their performance values. The problems set are solved on the basis of further improvement of methodology and techniques for optimization of technological parameters of the process of separating impurities from root crops, as well as design and kinematic parameters and operation modes of systems for conveying and cleaning root crop piles. Theoretical studies of functioning of the process of intensification of separation of impurities from root crops were conducted by simulating the process of moving a root crop pile through the tools of the conveying and cleaning system using material balance equations and the concept of "input-output" of the complex dynamic material system. Providing that system function ability was ensured mathematical models were developed describing the process of intensification of separation of impurities from root crops.*

Key words: *root crops, impurities, conveyor, separator, cleaner, feeding of root crop pile, separation factor*

© V. M. Baranovsky, M. R. Pankiv, M. V. Potapenko, 2017