

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХОРЕНЖИЙ НАТАЛІЯ ВАСИЛІВНА

УДК 636.085.55:633.2:636.2

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМОВОЇ ПРОДУКЦІЇ
З ВИКОРИСТАННЯМ КОРМОВИХ ТРАВ ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних
продуктів та комбикормів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій

Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор

Єгоров Богдан Вікторович

Одеська національна академія харчових технологій,
ректор, завідувач кафедри технології комбікормів

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії

Капрельянц Леонід Вікторович

Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Різничук Ігор Федорович

Одеський Державний аграрний університет
доцент кафедри годівлі сільськогосподарських тварин

Провідна установа:

Національний університет харчових технологій,
кафедра технології зберігання та переробки зерна,
Міністерство освіти і науки України, м. Київ

Захист відбудеться “13” лютого 2006 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій (вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039)

Автореферат розісланий “ 12 ” січня 2006 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

д.т.н., професор

В.О. Моргун

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Збільшення виробництва м'ясної і молочної продукції в Україні неможливе без відновлення і збільшення поголів'я великої рогатої худоби. При виробництві кормових сумішей для молочних корів і комбікормів для відгодівлі телят традиційно використовували трав'яне борошно для балансування поживності малоцінної сировини.

Протягом останніх десяти років виробництво трав'яного борошна в Україні практично припинено через високу вартість. Відновлення цехів виробництва трав'яного борошна економічно недоцільно. Більш перспективною є розробка енергозберігаючої технології виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби з використанням трав'яної різки. Застосування технологічних процесів подрібнення сумішей кормових засобів, гранулювання та екструдуювання створює умови для розробки і реалізації такої технології на невеликих комбікормових заводах, розташованих в сільській місцевості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано відповідно до планів науково-дослідної роботи ОНАХТ, зокрема „Аналіз ефективності та визначення перспективних напрямків розвитку технологій зберігання і переробки зерна в харчові та кормові продукти на Новоукраїнському КХП” договір № 7/02 (716).

Автором запропоновано новий ефективний спосіб переробки кормових трав у складі кормових сумішей та комбікормів без їх попереднього сушіння.

Мета роботи – підвищення якості комбікормової продукції для великої рогатої худоби і зниження енерговитрат на її виробництво шляхом гранулювання та екструдуювання сумішей, які містять трав'яну різку. Для досягнення поставленої мети визначені такі задачі дослідження:

- вивчити хімічний склад та фізичні властивості малоцінної сировини та кормових трав;
- розробити рецепти кормових сумішей та комбікормів-концентратів з їх включенням;
- обґрунтувати принципові та поетапні схеми виробництва гранульованих кормових сумішей і екструдованих комбікормів-концентратів з визначенням режимів окремих технологічних процесів;
- визначити вплив основних факторів на ефективність процесу екструдуювання та встановити оптимальні режими;
- дослідити зміну якісних показників комбікормової продукції в процесі зберігання;
- провести енергетичний аудит розробленої та базової технології виробництва екструдованих комбікормів-концентратів, на підставі якого визначити економічну доцільність нової технології;
- встановити зоотехнічну ефективність згодовування гранульованих кормових сумішей і екструдованих комбікормів-концентратів.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва комбікормової продукції для

ВРХ із включенням кормових трав, режими окремих технологічних процесів, в тому числі екструдуювання комбікормів-концентратів.

Предметом дослідження є різка люцернова, рецепти кормових сумішей та комбікормів-концентратів для великої рогатої худоби, технологія її використання при виробництві даної продукції. Всі дослідження виконувались згідно стандартизованих методик.

Наукова новизна та наукова цінність отриманих результатів:

- новий технологічний спосіб виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби з використанням кормових трав без їх попереднього сушіння;
- можливість розширення кормової бази при виробництві комбікормової продукції;
- рецепти кормових сумішей і комбікормів-концентратів з використанням кормових трав;
- сумісне подрібнення трав'яної та солом'яної різки у суміші з висівками пшеничними і режим його здійснення;
- оптимальні режими технологічного процесу екструдуювання комбікормів-концентратів з різкою кормових трав;
- залежність вмісту каротину в трав'яній різці, кормових сумішах і комбікормах-концентратах від різних технологічних режимів виробництва та зберігання готової продукції;
- хімічний склад, фізичні властивості та санітарна якість комбікормової продукції з трав'яною різкою, термін її зберігання.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані та обґрунтовані нові енергозберігаючі технології виробництва гранульованих кормових сумішей та екструдованих комбікормів-концентратів. За допомогою енергоаудиту та балансу паливно-енергетичних ресурсів доведено їх економічну ефективність. Принципову новизну технології виробництва кормових сумішей підтверджено деклараційним патентом України на винахід. Проведено науково-господарський дослід на коровах української червоно-рябої молочної породи і визначено високу продуктивну дію гранульованих кормових сумішей із включенням солом'яної та трав'яної різки в ВАТ „Кордонське” Комінтернівського району Одеської області. У цьому ж господарстві проведений науково-господарський дослід та встановлено зоотехнічну ефективність використання в годівлі молодняка великої рогатої худоби екструдованих комбікормів-концентратів із включенням трав'яної різки.

Особистий внесок здобувача Особистий внесок здобувача полягає у розробці методики дослідження, участі у виконанні аналітичної і експериментальної роботи, аналізі й узагальненні отриманих даних, формулюванні висновків і рекомендацій, оформленні роботи, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, участі у розробці технологій. Особистий внесок здобувача

підтверджений представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали дисертації викладено на наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (м. Одеса, 2001...2004 рр.), міжнародній науково-практичній конференції “Хлібопродукти 2000” (м. Одеса, 2000 р.), 1-й та 2-й міжнародній конференції „Україна. Комбікорми2003” (м. Київ, 3-5 березня 2003р.) та „Україна. Комбікорми2004” (м. Київ, 6 – 8 квітня 2004 р.), 1-й та 2-й міжнародній науково-практичній конференції „Екструдат” (м. Черкаси, 7 – 8 вересня 2004 р., 8 – 9 вересня 2005 р.), семінарі підвищення кваліфікації „Організація та управління технологічними процесами на підприємствах елеваторної та зернопереробної промисловості” для спеціалістів фінансових служб підприємства ПП “Об’єднана елеваторна компанія” (14 – 17 березня 2005 р.), семінарі обласних курсів підвищення кваліфікації зоотехніків агропідприємств та спеціалістів райсільгоспуправління (22 – 25 березня 2005 р.).

Публікації. Результати дисертації поміщені в 12 друкованих роботах. Із них: у фахових виданнях 9, у збірниках матеріалів конференцій – 2, деклараційний патент України на винахід – 1.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п’яти розділів, висновків і рекомендацій, списку використаних джерел із 261 найменування, 5 додатків. Загальний об’єм складає 135 сторінок, включаючи 48 рисунків (18 стор.) і 44 таблиці (31 стор.). Список використаних літературних джерел включає 261 найменування (25 стор.), 5 додатків (15 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

РОЗДІЛ 1. Проблеми виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби.

На підставі огляду останніх досягнень в галузі фізіології травлення великої рогатої худоби (ВРХ) та аналізу існуючих методів „захисту” поживних речовин (ПР) кормів, доведено необхідність їх застосування з метою підвищення дійсної перетравності кормів, значить – продуктивності тварин та зменшення витрат корму на одиницю продукції. З цієї точки зору найбільш ефективними та перспективними методами „захисту” протеїну та вуглеводів є методи теплової обробки (ТО), які використовуються у комбікормовій промисловості. Аналіз же технологій виробництва комбікормової продукції для дорослих ВРХ показав, що застосування методів ТО їм не притаманне. З існуючих методів ТО найперспективнішим є екструдування.

Показано, що в структурі кормосуміші для ВРХ на відгодівлі на долю комбікорму припадає в середньому 45 %, грубих кормів (соломи) – 25 %, трав’яного борошна – 30 %. Вивчення існуючих методів та технологій отримання трав’яного борошна показало, що суттєвим недоліком його виробництва є високотемпературне сушіння. Втрати ПР супроводжуються значними витратами на сушіння як рідкого палива (300 – 350 кг на 1 т готової продукції), так і електричної енергії. Це пояснює економічну недоцільність реалізації такої технології.

У заключенні розділу сформульовані мета і задачі дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 2. Вибір об'єктів, методів та загальної методики досліджень.

Визначені науково-методичні основи проведення досліджень, описано експериментальну базу і об'єкт. Розроблено схему проведення досліджень.

Обґрунтування вдосконалених технологій супроводжувалось вивченням хімічного складу, поживності, фізичних властивостей солом'яної та люцернової різки, передсуміші та їх суміші з іншими сипкими компонентами, дослідженнями зміни кількісних та якісних показників, мікробіологічних характеристик продукту в процесі екструдуювання, гранулювання та зберігання готової продукції, а також енергетичним аудитом. З цією метою використано загальноприйняті стандартизовані методи досліджень. Експериментальні дослідження технологічних операцій та їх режимів проведено на спеціальних лабораторних установках, екструдуювання – на виробничому прес-екструдері ЕЗ-150.

Результати досліджень оброблялись з використанням методів математичної статистики і обчислювальної техніки.

РОЗДІЛ 3. Обґрунтування нової енергозберігаючої технології виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби.

Енергоаудит технологічного процесу (ТП) отримання трав'яного борошна показав економічну доцільність використання кормових трав без попереднього сушіння у виробництві комбікормової продукції шляхом гранулювання та екструдуювання.

Розрахунок зміни вмісту вологи у компонентах і в процесі виробництва комбікормової продукції для ВРХ дозволяє теоретично обґрунтувати, що максимально можливий вміст кормових трав у складі гранульованих кормосумішей складає 15 %, екструдованих комбікормів-концентратів – 20 % без подальшого сушіння продукції. Відповідно до вимог НТД розроблено рецепти кормових сумішей та комбікормів-концентратів для ВРХ із включенням кормових трав (табл. 1).

Таблиця 1

Склад (%) та поживність комбікормової продукції для великої рогатої худоби

Компоненти	Кормова суміш			Комбікорм-концентрат		
	№ 1	№ 2	№ 3	№1	№ 2	№ 3
Солома пшенична	30	30	20	-	-	-
Трав'яна різка	5	10	15	10	20	30
Висівки	20	21	25	24	14	14
Шрот соняшниковий (СП 40 – 45 %)	5	5	5	10	10	10
Зернова сировина	31	25	26	52	52	42
Меляса	5	5	5	-	-	-
Крейда кормова, в/г	2	2	2	2	2	2

Сіль поварена	1	1	1	1	1	1
Премікс П 60-1	1	1	1	-	-	-
Премікс П 62-1	-	-	-	1	1	1
Усього	100	100	100	100	100	100
В 1 кг сухої речовини міститься, г:						
Кормових одиниць	0,86	0,85	0,89	1,04	1,17	1,29
Обмінної енергії, МДж	10,8	10,7	11,0	12,5	13,5	14,2
Сирого протеїну	138,1	143,5	166,7	166,6	192,2	215,3
Сирої клітковини	219	240	212	47,6	53,3	65,8
Каротину, мг	4,8	9,3	13,3	10,0	19,8	26

Вивчено фізичні властивості сухої пшеничної соломи крупністю частинок 20 – 50 мм та люцернової різки з масовою часткою вологи 65 – 80 % та крупністю частинок 10 – 30 мм та 2 – 10 мм. При довжині частинок 10 мм трав'яна різка має найкращі показники фізичних властивостей та наближається до показників солом'яної різки. Так, об'ємна маса солом'яної та трав'яної різки коливається у межах 50 – 110 кг/м³, сипкість 5 – 19 см/с та кут насипного ухилу 68 – 90 град..

Традиційний спосіб отримання гранульованого трав'яного борошна передбачає скошування бобових трав із вологістю понад 70 % у стадії бутонізації (злакових – в стадії виходу в трубку) з одночасним подрібненням до розміру частинок 10 – 30 мм та завантаженням цієї маси у транспортні засоби, які постачають її до сушарного агрегату, високотемпературне сушіння до вологості 9 – 12 %, подрібнення, гранулювання та охолодження. Подальше використання цього кормового засобу у комбікормовому виробництві супроводжується його очищенням від домішок, подрібненням, дозуванням та змішуванням з іншими компонентами, а також, при необхідності, - гранулюванням розсипного комбікорму.

Новий запропонований спосіб виробництва кормових сумішей із використанням кормових трав базується на формуванні попередньої суміші та двоетапному дозуванні (багатокомпонентне здрібнення – двоетапне дозування). При цьому варіанті (рис. 1) на першому етапі готують порцію (попередню суміш) очищеної сировини, здрібнюють та накопичують у наддозаторних бункерах. До складу передсуміші включаємо компоненти, схожі за фізичними властивостями. Як встановлено, це солома злакових культур, кормові трави. Для покращання фізичних властивостей та ефективного поглинання вільної вологи до складу передсуміші також включено висівки пшеничні.

Подрібнення соломи до розміру частинок для ВРХ більш ніж 50 мм, з одного боку, не рекомендовано зоотехнічними вимогами, з іншого - не дозволяє отримати однорідну кормову суміш. Подальше подрібнення соломи призводить до значного росту енерговитрат на процес.

Одночасно встановлено, що подрібнення попередньо пров'яленої до вологості 65 – 70 % зеленої маси кормових трав до розміру частинок більше 25 – 30 мм значно погіршує однорідність подальшої суміші, адже в цьому випадку значення коефіцієнта варіації суміші перевищує

нормативного значення 15 % (рис. 2).

При здрібненні кормових трав до розміру частинок менше 15 мм, як показують результати дослідження, різко зростають втрати каротину внаслідок збільшеної поверхні окислення і становлять для вказаного розміру частинок понад 36 %, при розмірі ж частинок 20 – 25 мм - не перевищують 7 % (рис. 3).

Нами запропоновано новий спосіб сумісного подрібнення солом'яної та трав'яної різки із використанням висівок. Підготовлені трав'яну та солом'яну різку дозують разом із очищеними висівками у співвідношенні, передбаченому рецептурою, та подрібнюють за допомогою ножового подрібнювача-змішувача. Оскільки встановлено, що обидва компоненти мають схожі незадовільні фізичні властивості, поєднання їх у складі передсуміші дозволяє значно покращити ці показники. Крім того, як свідчать результати експериментальних досліджень, їх сумісне подрібнення дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії у порівнянні з роздільним подрібненням цих видів сировини в середньому на 30 % без зростання крупності частинок (табл. 2).

Інші сипкі компоненти, передбачені рецептурою, готують згідно з рекомендаціями [217]. На головній лінії дозування і змішування компоненти змішуються із передсумішшю, отримуючи кормосуміш з середньозваженою вологістю 16 – 20 %.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз ефективності процесу подрібнення

Компоненти	Марка подрібнююч ого обладнання	Показники ефективності подрібнення		
		Модуль крупності, мм	Продуктив ність, кг/год	Питомі витрати електроенергії кВт·год/кг
Солома	ВУП-600	0,2 - 2	1000	0,055
Люцернова різка	„Волгар-5А”	1,8 – 2,2	5000	0,005
Висівки пшеничні	-	1,1	-	-
Передсуміш (солома : люцерна : висівки) у співвідношенні 1:1:1	ДІС-1М-2 (дробарка- змішувач)	1,2 - 1,4	4800 - 5000	0,011

Проведені експериментальні дослідження ефективності процесу змішування в залежності від його тривалості (рис. 4) дозволили встановити, що час змішування при вмісті в кормовій суміші трав:

5 % становить 4 хв., оскільки коефіцієнт варіації у цьому випадку дорівнює 4,3 %,

10 % становить 6 хв., оскільки коефіцієнт варіації у цьому випадку дорівнює 5 %,

15 % становить 8-10 хв., оскільки коефіцієнт варіації у цьому випадку дорівнює 6,3 – 6,5 %.

Так як розсипна кормова суміш має достатньо високу масову частку вологи, строки зберігання у неї невеликі, тому рекомендується провести гранулювання при тиску 0,4 – 0,5 МПа. Заключним етапом технології є охолодження гранул та контроль за крупністю.

До складу комбікормів-концентратів для молодняка ВРХ не передбачається вводити грубі корми (солому) через обмеження вмісту в них сирової клітковини. Тому готувати різку у складі попередньої суміші вже неможливо: відсутній інший компонент, близький до неї за фізичними властивостями. Отже підготовку трав'яної різки ведемо окремо, передбачаючи її доподрібнення до крупності 2 – 10 мм. Підготовлену подрібнену люцерну змішують із попередньою сумішшю інших сипких компонентів.

Як свідчать результати дослідження, розсипні комбікорми-концентрати № 1 – 3 (табл. 1), мають незадовільні фізичні властивості: низьку сипкість 5 – 14 см/с, високий кут насипного ухилу 43 – 65 град., і найголовніше – занадто високу вологість (табл. 3).

Таблиця 3

Фізичні властивості комбікормів-концентратів

Показники якості	Рецепт № 1		Рецепт № 2		Рецепт № 3	
	розсип- ний	екструдований	розсип- ний	екструдований	розсип- ний	екструдований
Масова частка вологи, %	16 ±0,01	10±0,02	23±0,05	16±0,03	28±0,05	26±0,07
Об'ємна маса, кг/м³	430-435	350-355	360-365	310-315	300-310	280-285
Щільність кг/м³		530		490		460
Сипкість, см/с	10-14	16-17	8-10	14-15	5-6	13-14
Кут насипного ухилу, град	43-48	40	50-55	43	60-65	43
Крихкість, %		6		7		8
Коефіцієнт збільшення об'єму		2,1		2		1,7

Для ліквідації вказаного недоліку застосовано такий технологічний процес (ТП), як екструдкування. Проте, як свідчать дані, наведені в табл. 3, комбікорм-концентрат із включенням 30 % трав'яної різки навіть після екструдкування має незадовільні властивості та потребує додаткових витрат на сушіння. Тому, з економічної точки зору, доцільно включати трав'яну різку до складу комбікормів-концентратів у кількості 10 – 20 %.

РОЗДІЛ 4. Дослідження процесу екструдкування комбікормів-концентратів з включенням кормових трав.

Дослідження проводили із використанням теорії експериментів, в якій центральне місце належить концепції оптимального вибору умов проведення експериментів. Вибір полягає в розгляді всіх перемінних або факторів, які визначають стан об'єкта. В силу особливостей запропонованої технології доцільно припустити, що конструктивно-кінематичні параметри преса – незмінні, а домінуючий вплив на об'єкт будуть мати сировина та її деякі властивості: кількість

люцернової різки X_1 , %; довжина люцернової різки X_2 , мм; крупність зернової сировини X_3 , мм.

У відповідності із поставленою задачею дослідження формування режимів екструдуювання здійснено за критеріями оптимізації, які характеризуються:

- кількісним показником - продуктивністю пресу, Q , кг/год, на суху речовину;
- енергетичним – питомою енергоємністю процесу, $N_{\text{пит}}$, кВтгод/кг,
- якісними показниками – домінуючий – втрати каротину, %.

Всі ці критерії повинні бути оптимізовані таким чином, аби отримувати якомога більшу кількість екструдату за одиницю часу стандартної вологості (не більше 13 %) із найменшими втратами каротину та витратами електроенергії.

Комплекс досліджених величин позначено наступним чином. Компоненти рецепту комбікорму позначено b_n , їх вартість c_n . Комплекс досліджуваних параметрів - X_1, X_2, X_3 . Енергетичні витрати на процес екструдуювання позначено E .

Якісні параметри, що визначають цільову функцію оптимізації режимів процесу екструдуювання, - це сумарна вартість сировини (B_c), вартість електроенергії (B_e), витраченої на процес, та втрати каротину трав'яної різки (DK).

Таким чином, сумарна вартість сировини для певного рецепту обчислюється за формулою:

$$B_c = \sum_{j=1}^n c_j \cdot b_j + c_{x_j} \cdot X_j \quad (1)$$

Комплекс виконаних експериментальних досліджень дозволив встановити кореляцію між енергетичними витратами та параметрами X_1, X_2, X_3 за допомогою коефіцієнта q_i :

$$B_{ei} = q_i \cdot X_i \quad (2)$$

Втрати каротину в процесі екструдуювання визначаємо як різницю між значенням K_i та базовим, тобто мінімальним, значенням K_o за формулою:

$$\Delta K = K_i - K_o \quad (3)$$

Отже, задачу оптимізації режимів процесу екструдуювання поставлено наступним чином:

$$(B_c + B_e)_{i=A_i} \rightarrow \min$$

$$DK_{i=B_i} \rightarrow \min$$

Як бачимо, задача оптимізації у нашому випадку виявилась багатокритеріальною. Тому доцільно привести її до однокритеріальної встановивши загальну розмірність або безрозмірність цільових функцій A_i та B_i . Найкращий шлях – це економічне узгодження цільових функцій. Але диференціювання вартості продукту за значенням K не уявляється можливим. Тому функції приведено до безрозмірного вигляду, визначивши ступінь їх відхилення від їх мінімальних значень, за формулами:

$$\frac{\left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot b_j + c_{x_1} \cdot X_1 + q \cdot X_1 \right]_i}{\left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot b_j + c_{x_1} \cdot X_1 + q \cdot X_1 \right]_o} = A_i \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\left[\frac{\Delta K}{K_o} \right]_i = B_i \rightarrow \min \quad (5)$$

Значимість кожного функціонала визначимо за допомогою кореляційних коефіцієнтів $\bar{b}_1$ та $\bar{b}_2$, тобто коефіцієнтів „вагомості”, за умовами:

$$1 \leq \alpha_i \leq 0 \text{ та } (\bar{b}_1 + \bar{b}_2) = 1$$

Функціонал є сумою локальних критеріїв з урахуванням їх вагомості та у загальному випадку визначається за формулою:

$$\Phi = (\bar{b}_1 \cdot A_i + \bar{b}_2 \cdot B_i) \rightarrow \min \quad (6)$$

Таким чином, рішення поставленої задачі звелось до визначення функції Φ , яка представляє собою теоретичну залежність якості продукту, витрат енергії на екструдкування, собівартість одержаної продукції від ефективності роботи (режиму) екструдера, встановленої потужності, вартості сировини, та ін. параметрів оптимізації.

Оптимізація режимів екструдкування довела, що незалежно від домінування фінансової або якісної складової цільова функція приймає мінімальні значення при вмісті в комбікормі-концентраті кормових трав (розміром частинок 2 – 6 мм) у діапазоні 13 – 15 % (рис. 5).

РОЗДІЛ 5. Обґрунтування принципової схеми нової технології виробництва комбікормової продукції з використанням кормових трав для великої рогатої худоби та оцінка її ефективності.

Проведений комплекс експериментальних досліджень у сукупності з результатами оптимізації ТП дозволяє розробити принципові схеми розробленої технології виробництва кормових сумішей (рис. 6) та комбікормів-концентратів (рис. 7) для ВРХ.

Отримана за розробленою технологією кормова суміш має діаметр гранул 12,7 – 19,0 мм, стандартну вологість 13,5 - 14%, придатна для тривалого зберігання. Як показали результати виробничих експериментів, проведених на прес-грануляторі марки Б6-ДГВ, саме такі діаметри гранул є оптимальними для кормової суміші вказаного складу та технології отримання через найменші значення енергетичних витрат та крихкості гранул (табл. 4).

Виготовлена гранульована кормова суміш, як показують результати експериментальних досліджень, має задовільні фізичні властивості: об’ємна маса 420 - 500 кг/м³, крихкість 10 - 12,7 %, кут насипного ухилу 37 - 40 град. Гранульовані кормові суміші, отримані за розробленою технологією, відрізняються високою поживністю та підвищеним вмістом каротину (табл.1).

Показники ефективності гранулювання при різному діаметрі гранул

Показники	Діаметр гранул, рекомендований для ВРХ, мм		
	9,7	12,7	19,0
Продуктивність преса, т/год	3,5	4,2	4,7
Питомі витрати електроенергії, кВт год/т	14,5	12,7	10,3
Крихкість гранул, %	24,2	10	19

При екструдуванні комбікорму-концентрату, до складу якого включали трав'яну різку, втрати каротину не перевищують 6 — 8 %. А готова продукція, отримана за нової технологією, відрізняється підвищеним вмістом цієї БАР (табл. 5), у порівнянні із комбікормом, до складу якого входить трав'яне борошно у відповідній кількості, рівній за поживністю (на суху речовину) вмісту трав'яної різки в екструдаті.

З метою встановлення безпечності для здоров'я тварин проведено визначення вмісту нітратів у сирій люцерновій різці і екструдованому комбікормі-концентраті. Встановлено, що при вмісті нітратів в дослідній люцерні 300 мг/кг, в готовій продукції становить 31; 34,8; 38 мг/кг при включенні до складу 10, 15 та 20 % трав'яної різки відповідно. Допустимий же вміст нітратів в комбікормах для ВРХ і в зеленій масі, згідно вимог, повинен становити не більше 500 мг/кг.

Зміну якості продукції в процесі зберігання вивчали за схоронністю каротину у дослідних зразках гранульованої кормової суміші (10 % трав'яної різки), екструдованого комбікорму – концентрату (20 % трав'яної різки) у порівнянні з гранульованим трав'яним борошном. Досліджувані зразки зберігали протягом 6 міс. в нерегульованих умовах, при температурі навколишнього середовища 15 - 28 °С, відносній вологості повітря 70 – 85 %. Результати досліджень показують, що найкраща схоронність каротину в зразка гранульованої кормової суміші 61 %, декілька менша – в екструдованого комбікорму-концентрату – 57 %.

Таблиця 5

Поживність екструдованих комбікормів-концентратів, в 1 кг

Показники якості	Вміст трав'яної різки, %		
	10	15	20
Вміст сирого протеїну, г на СР	170,0	202,0	230,0
Вміст сирової клітковини, г на СР	44,0	50,0	61,0
Вміст нітратів, мг на СР	31,0	34,8	38,0
Ступінь клейстеризації крохмалю, %	53	45	34
Втрати каротину, % від початкового	7,8	7,0	10,0
Вміст каротину, мг на СР	10,0	14,8	19,8

Вивчено вплив відносної вологості повітря та температури навколишнього середовища на сорбційну здатність комбікорму та встановлено, що оптимальні умови зберігання: відносна вологість повітря 70 % та температура навколишнього середовища не вище (15 ± 2) °С упродовж 6 міс.

Проведений енергетичний аудит дозволяє зазначити, що нова технологія, не дивлячись на

використання енергоємного процесу екструдуювання, є енергозберігаючою у порівнянні з традиційною технологією сушіння кормових трав та подальшого виробництва комбікормів з включенням трав'яного борошна (табл. 6).

Таблиця 6

Техніко-економічний аналіз витрат паливо-енергетичних ресурсів, на 1 т сухої речовини

Технологія виробництва	Витрати на паливо-енергетичні ресурси у виразі				
	енергетичному		кошторисному, грн.		
	Електроенергії, МДж	Дизельного палива, л	Електроенергії	Дизельного палива	Сумарні
Трав'яного борошна	645	168	36	583	619
Комбікормів-концентратів	1154	-	65,2	-	65,2
Усього (комбікорм з 5 % трав'яного борошна)	1186	8,4	67	29,2	96,2
Екструдованих комбікормів-концентратів (нова)	851	-	48	-	48

Проведений науково-господарський дослід на коровах української червоно-рябої молочної породи по визначенню продуктивної дії гранульованих кормових сумішей із включенням соломи злакових культур та трав'яної різки в ВАТ „Кордонське” Комінтернівського району Одеської області дозволив встановити, що надої корів дослідної групи збільшились на 7 % по відношенню до надоїв корів контрольної групи. Це дає можливість додатково отримати 42 кг молока на 1 голову за дослідний період.

Там же був проведений науково-господарський дослід по встановленню зоотехнічної ефективності використання в годівлі молодняка ВРХ екструдованих комбікормів-концентратів із включенням трав'яної різки. Встановлено, що на 1 кг приросту тварин в контрольній групі витрачено 4,6 кормових одиниць і 610 г перетравного протеїну, в дослідній відповідно 4,2 та 580; що на 8,7 та 5,0 % менше по відношенню до контрольної групи за 60 днів.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Запропоновано та науково обґрунтовано нову енергозберігаючу технологію виробництва комбікормової продукції для ВРХ на основі гранулювання та екструдуювання сумішей з різкою кормових трав, яка дає можливість підвищити якість продукції та розширити сировинну базу виробництва кормів.
2. Встановлено, що енергозбереження досягається за рахунок сумісного пресування (подрібнення) в пресах-грануляторах та екструдерах кормових сумішей і комбікормів-концентратів відповідно з використанням кормових

трав без їх попереднього або наступного сушіння. Сумісне подрібнення солом'яної та трав'яної різки з використанням висівок дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії у порівнянні з роздільним подрібненням цих видів сировини в середньому на 30 %.

3. Розроблена технологія забезпечує ефективне використання кормових трав у складі кормових сумішей кількістю до 15 %, комбікормів-концентратів 20 %. Виготовлена гранульована кормова суміш має задовільні фізичні властивості: об'ємна маса 420 - 500 кг/м³, крихкість 10 - 12,7 %, кут насипного ухилу 37-40 град. Виготовлений комбікорм-концентрат має вологість 9 – 13,5 %, об'ємну масу гранул екструдату 310 – 350 кг/м³, густину 490 – 530 кг/м³, кут насипного ухилу 40-43 град., крихкість 6 – 7 %, коефіцієнт збільшення об'єму 2,0 – 2,1. Готова продукція, виготовлена за новою технологією, відрізняється високою поживністю та підвищеним вмістом каротину.
4. Розроблено рецепти кормових сумішей та комбікормів-концентратів із включенням кормових трав, та обґрунтовано вимоги їх підготовки до переробки, а також технологічно раціональну їх кількість: 15 % при виготовленні гранульованих кормових сумішей, 20 % - екструдованих комбікормів-концентратів.
5. Встановлено оптимальні умови зберігання гранульованої кормової суміші та екструдованого комбікорму-концентрату: відносна вологість повітря 70 % та температура навколишнього середовища не вище (15 ± 2) °C протягом не більше 6 місяців.
6. Науково-господарські дослідження показали, що надої корів дослідної групи збільшились на 7 % по відношенню до надоїв корів контрольної групи, а витрати кормових одиниць на 1 кг молока зменшились на 16 % при згодовуванні гранульованих кормових сумішей; середньодобовий приріст телят у дослідній групі на 9,5 % більше, а витрати перетравного протеїну корму на 1 кг живої маси зменшився на 5 % при згодовуванні екструдованих комбікормів-концентратів за дослідний період.
7. Розроблена нова технологія виробництва екструдованих комбікормів-концентратів дозволяє економити паливо на суму біля 29,20 грн/т, енергію 335 МДж/т або у кошторисному виразі - 19 грн/т (у виразі на суху речовину). Загальна економія паливно-енергетичних ресурсів складає 48,2 грн/т. Використання нової технології дає можливість значно розширити сировинну

базу комбікормового виробництва за рахунок трав та зеленої маси культурних рослин.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Егоров Б. В. Технология производства кормовых смесей на основе малоценного сырья и травяной резки / Б. В. Егоров, С. А. Мартынов, Н. В. Хоренжий // Зернові продукти і комбикорми. – 2002. - № 1. – С. 39 – 42.

2 Егоров Б. В., Хоренжий Н. В. Проблемы производства комбикормовой продукции для молочного скота // Зернові продукти і комбикорми. - 2002. - № 2. – С.42 – 46.

3. Применение экструдирования при производстве комбикормов для откорма крупного рогатого скота / Б.В. Егоров, В.В. Гончаренко, Н.В. Хоренжий, О.Н. Шымчинская // Зернові продукти і комбикорми. - 2003. - № 2. – С. 21 – 24.

4. Егоров Б.В., Хоренжий Н.В. Вдосконалення технології виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби // Зерно і хліб. – 2004. - № 3. – С. 20 – 24.

5 Егоров Б.В. Экструдированные комбикорма на основе люцерновой резки / Б.В. Егоров, В.В. Гончаренко, Н.В. Хоренжий // Зернові продукти і комбикорми. - 2004. - № 3. – С. 30 – 34.

6. Егоров Б.В. Экструдированные комбикорма на основе люцерновой резки / Б.В. Егоров, В.В. Гончаренко, Н.В. Хоренжий // Хранение и переработка зерна. - 2004. - № 9. – С. 37 – 39.

7. Экструдирование при переработке комбикормов повышенной влажности / Б. В. Егоров, О. Г. Бурдо, В. В. Гончаренко, Н. В. Хоренжий // Хранение и переработка зерна. - 2005. - № 9. – С.33 – 37.

8. Егоров Б.В. Технология производства кормовых смесей на основе соломы злаковых культур / Б.В.Егоров, С.А.Мартынов, Н.В. Хоренжий // Зб. наук. пр. ОНАХТ. Вип. 21. – Одеса: 2001.– С. 194 – 198.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, наукове обґрунтування результатів, аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення статей до публікації

9. Дослідження якісних показників екструдованого комбікорму із включенням кормових трав / Б.В. Егоров, В.В.Гончаренко, Н.В. Хоренжий, О.М. Балочкіна // Зб. наук. пр. ОНАХТ. Вип. 26. - Одеса: 2003. - С. 14 – 18.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, енергетичного аудиту, аналіз і узагальнення отриманих даних, оформлення статті до публікації.

10. Егоров Б.В. Вдосконалення рецептури і технології виробництва кормових сумішей для молочних корів / Б. В. Егоров, В. В. Гончаренко, Н.В. Хоренжий // Стан та перспективи розвитку комбікормового виробництва України”: Зб. міжнар. практ. конф. – Київ, 2003. – С. 93 – 96.

11. Егоров Б.В. Технологічні основи порційної технології виробництва комбікормів для

великої рогатої худоби / Б.В. Єгоров, Н.В. Хоренжий // Зб. доп. міжнар. конф. – Київ, 2004. – С. 70 – 72.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, наукове обґрунтування результатів, аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення статей до публікації.

12 Д.п. України № 68048, МПК 7 А23К1/14. Спосіб приготування кормової суміші для великої рогатої худоби / Б.В. Єгоров, В.Т. Гулавський, Н.В. Хоренжий. – № 2003098276; Заявл. 08.09.2003; Опубл. 15.07.2004, Бюл. № 7.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, розроблення проекту патенту, оформлення патенту.

АНОТАЦІЯ

Хоренжий Н.В. Розробка технології виробництва комбікормової продукції з використанням кормових трав для великої рогатої худоби. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів.

Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України,
Одеса, 2006.

Дисертація присвячена рішенням актуальної проблеми забезпечення великої рогатої худоби комбікормовою продукцією із включенням кормових трав, яка має низьку ціну, тривалий строк зберігання.

Запропоновано та науково обґрунтовано нову енергозберігаючу технологію виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби на основі гранулювання та екструджування сумішей з різкою кормових трав. Енергозбереження досягається за рахунок сумісного пресування (подрібнення) в пресах-грануляторах та екструдерах кормових сумішей та комбікормів-концентратів відповідно із використанням кормових трав без їх попереднього або наступного сушіння. Розроблена технологія забезпечує ефективне використання кормових трав у складі кормових сумішей кількістю до 15 %, комбікормів-концентратів 20 %. Використання нової технології дає можливість значно розширити сировинну базу комбікормового виробництва за рахунок трав та зеленої маси культурних рослин.

Êëþ÷îâ³ ñëîââ: òðââ ýîâ áíðîøîí, êîðîîâ³ òðââê, ëþðâðîâ, êîîâ³êîðî-концентрат, êîðîîââ ñóî³ø, ãðáîéþââîíý, âêñòðóãóââîíý, áîððâîâóâè, ðàêêâîí-áîððâóâè÷¹ ðâñòðêè.

АННОТАЦИЯ

Хоренжий Н.В. Разработка технологии производства комбикормовой продукции с использованием кормовых трав для крупного рогатого скота. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности

05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов.

Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2006.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы обеспечения крупного рогатого скота комбикормовой продукцией с включением кормовых трав, которая имеет низкую цену, продолжительный срок хранения.

Предложена и научно обоснована новая энергосберегающая технология производства комбикормовой продукции для крупного рогатого скота на основе гранулирования и экструдирования смесей с резкой кормовых трав. Энергосбережение достигается за счет совместного прессования (измельчения) в прессах-грануляторах и экструдерах кормовых смесей и комбикормов-концентратов соответственно с использованием кормовых трав без из предварительной или последующей сушки. Разработанная технология обеспечивает эффективное использование кормовых трав в составе комбикормовой продукции. Разработаны рецепты кормовых смесей и комбикормов-концентратов с включением кормовых трав. Обоснованы требования к их подготовке для дальнейшей переработки, а также технологически рациональное их количество: 15 % при производстве гранулированных кормовых смесей, 20 % - экструдированных комбикормов-концентратов.

Готовая продукция, изготовленная по разработанной технологии, отличается высокой питательностью и повышенным содержанием каротина. Установлены оптимальные условия хранения гранулированных кормовых смесей и экструдированных комбикормов-концентратов: относительная влажность воздуха 70 % и температура окружающей среды не выше $(15 \pm 2) ^\circ\text{C}$ в течение 6 месяцев.

Научно-хозяйственные опыты показали, что удои коров увеличились на 7 % по отношению к удоям коров контрольной группы, а затраты кормовых единиц на 1 кг молока уменьшились на 16 % при скормливании гранулированных кормовых смесей; преднесуточный прирост телят в опытной группе на 9,5 % больше, а затраты переваримого протеина корма на 1 кг живой массы на 5 % меньше при скормливании экструдированных комбикормов-концентратов.

Разработанная технология производства экструдированных комбикормов-концентратов позволяет экономить топливо на сумму около 29,20 грн/т, энергию – 335 МДж/т (на сухое вещество). Общая экономия топливно-энергетических ресурсов составляет 48,20 грн/т сухого вещества. Использование новой технологии дает возможность значительно расширить сырьевую базу комбикормового производства за счет трав и зеленой массы культурных растений.

Ключевые слова: травяная мука, кормовые травы, люцерна, комбикорм-концентрат, кормовая смесь, гранулирование, экструдирование, энергоаудит, топливно-энергетические ресурсы.

ABSTRACT

Khorengiy N. V. Development of compound feed production technology with using of fodder grasses for cattle. – Manuscript.

The dissertation presented for the Candidate's Degree in Technical Sciences by speciality 05.18.02 - technology of grain, bean, cereals products and compound feeds. - Odessa National Academy of Food Technologies of the Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2006.

The dissertation is devoted to the decision of an actual problem of maintenance of cattle by compound feed production with inclusion of fodder grasses which has the low price, a long period of storage.

It is offered and scientifically proved the new energy-saving technology of compound feed production for cattle on a basis of granulation and extrusion mixes with cutting fodder grasses. The energy-saving is achieved due to joint pressing (crushing) in press-granulator and extruder a fodder mixes and compound feeds - concentrates according to use of fodder grasses without from preliminary or subsequent drying. The developed technology provides an effective utilization of fodder grasses in content of fodder mixes in quantity up to 15 %, compound feeds - concentrates up to 20 %. Use of new technology enables to expand considerably a raw-material base of compound feed manufactures due to grasses and green weight of cultural plants.

Key words: a grassy flour, fodder grasses, Alfalfa, a compound feed - concentrate, a fodder mix, granulation, extrusion, energy audit, fuel and energy resources.

Ізвіщеніє аї адоєо 03.01.06 д. Оідіаò 60đ90/16
ЧП „Ксерокс”. Арк. 0,8. Òèðàæ 100 їðèì. Çàê. ¹ 1
Іааїїêà національна àêàââì³ý òàð÷îàèò òàòíîîîâ³é
65039, і. Іааїà, аоё. Êàíàòîà, 112