

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ЄВТУШЕНКО ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

**УДК 636.085.55**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ЕФІРООЛІЙНОЇ СИРОВИНИ**

05.18.01 – зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і  
хлібопекарських виробів та комбікормів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

**Київ – 2009**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** заслужений діяч науки і техніки України,  
доктор технічних наук, професор  
**Шаповаленко Олег Іванович**  
Національний університет харчових  
технологій, завідувач кафедри технології  
зберігання і переробки зерна

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук,  
професор  
**Гуменюк Галина Денисівна**  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України, професор  
кафедри стандартизації та сертифікації  
сільськогосподарської продукції

кандидат технічних наук  
**Гулавський Володимир Тадеушевич**  
директор дочірнього підприємства  
Державної акціонерної компанії “Хліб  
України” “Новоукраїнський комбінат  
хлібопродуктів”

Захист відбудеться “11” листопада 2009 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “   ” жовтня 2009 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

М.В. Карпугіна

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Сучасний приріст виробництва продукції тваринництва обумовлюється багатьма чинниками, серед яких створення збалансованих кормів, які б задовольняли всі фізіологічні потреби організму тварин, птахів та риби є досить вагомим. Однак, як показує досвід, намагання економити на кормах поряд з впливом патогенних мікроорганізмів та неклітинних форм життя коштує досить дорого. В Україні з боку влади йде інформування про оптимізацію моделі координації державної політики у сфері європейської інтеграції, проте високорозвинуті країни Європейського Союзу мали значні збитки від пандемії пташиного грипу, а з деяких країн було заборонено ввозити в Україну навіть живих тварин.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 1,9 млрд осіб у світі інфікована мікобактерією туберкульозу, а Україна посідає четверте місце у Європі за рівнем захворювання на сухоти. При цьому, хворі на туберкульоз тварини є джерелом інфекції для тварин та людей.

Найпоширенішим засобом боротьби з мікроорганізмами є використання антибактеріальних препаратів (антибіотиків). Однак, це призвело до появи штамів збудників хвороб у людей із адаптованим генетичним апаратом до широковживаних засобів терапії.

Як показує аналіз літературних джерел, сьогодні існує стійка тенденція до використання нетрадиційних добавок, які покликані замінити антибіотики і мати певний терапевтичний ефект. Альтернативною нетрадиційною сировиною на думку науковців Національного університету харчових технологій та Одеської національної академії харчових технологій є ефіроолійні культури, відходи після їх переробки, хвойна зелень, пшеничний зародок тощо. Зокрема, сьогодні розроблені технології з використання відходів переробки ефіроолійних культур, як натуральних добавок до складу раціонів для відгодівлі тварин і птиці, проте наявні застереження і пропозиції, відкривають шлях до пошуку інноваційного напрямку використання саме нативних лікарських ефіроолійних культур.

Таким чином, з метою підтримки здоров'я тварин і птиці та покращення ефективності комбікормів, актуальним є введення до раціонів природних рослинних компонентів, які не зазнали технологічної обробки з метою вилучення основної діючої речовини і містять генетично сформоване співвідношення біологічно-активних речовин, що є оптимальним для засвоєння організмом тварин.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконувалися відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і переробки зерна “Удосконалення технології зберігання і оброблення зернових культур з метою отримання кормових і харчових продуктів покращеної якості та асортименту”, яка координується з

науковим напрямком Національного університету харчових технологій (НУХТ) “Розроблення новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій”.

**Мета і завдання досліджень.** Метою роботи є підвищення конкурентоспроможності та ефективності комбікормової продукції за рахунок наукового обґрунтування доцільності застосування нетрадиційної сировини (анісу, кмину, коріандру, кропу, фенхелю та м'яти) та удосконалення існуючої технології виробництва комбікормів на основі ефіроолійних культур.

Відповідно до сформульованої мети дослідження необхідно було вирішити такі завдання:

- дослідити фізико-механічні властивості нетрадиційної сировини на основі ефіроолійних культур (анісу, кмину, коріандру, кропу, фенхелю і м'яти);
- дослідити хімічний склад ефіроолійної сировини;
- визначити поживну і кормову цінність ефіроолійних культур;
- встановити зміни крупності розмолу і середньозваженого розміру частинок ефіроолійних культур в залежності від способу подрібнення;
- визначити ефективність використання в якості зв'язуючих речовин електродисоційованих водних розчинів при гранулюванні кормової добавки;
- визначити фізико-механічні властивості гранульованого продукту з введенням до його складу ефіроолійних культур;
- удосконалити технологію виробництва комбікормів з використанням ефіроолійних культур;
- розрахувати рецепти комбікормів з використанням висівок, збагачених ефіроолійною сировиною;
- дослідити мікробіологічні зміни, які відбуваються в процесі зберігання кормових добавок з введення до їх складу ефіроолійних культур;
- розробити нормативну документацію на гранульований кормовий продукт;
- визначити економічний ефект.

*Об'єкт досліджень* – технологія виробництва комбікормів з використанням нетрадиційної сировини.

*Предмет досліджень* – нетрадиційна сировина ефіроолійних культур (аніс, кмин, коріандр, кріп, фенхель, м'ята) та гранульований кормовий продукт.

*Методи досліджень* – загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, технологічні, біохімічні, математичні методи з використанням сучасних пристроїв і новітніх комп'ютерних технологій.

#### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- узагальнено матеріали по використанню нетрадиційної сировини та розроблено технологію виробництва гранульованих кормових добавок на основі ефіроолійних рослин;
- досліджено показники якості ефіроолійних рослин з використанням нормативних документів для кормової сировини;
- визначена перевага використання зрізу в процесі подрібнення

ефіроолійних рослин, як основного характеру деформації;

- проведені пошукові експериментальні дослідження щодо ефективності використання електродисоційованих водних розчинів при гранулюванні, як для введення мінеральних елементів, так і з метою заміни існуючих консервантів;

- визначені оптимальні режими гранулювання висівок пшеничних та житніх збагачених, а також суміші житньо-пшеничних висівок збагачених;

- експериментально визначена і обґрунтована кількість сирової ефіроолійної сировини типу м'яти, яку без попереднього сушіння можна вводити до складу кормових добавок;

- розроблено програми для розрахунку оптимізованих рецептів комбікормів, в яких цільовими функціями є їх мінімальна ціна, максимальна кількість кормових одиниць та мінімальна вартість максимальної кількості кормових одиниць;

- розраховано рецепти на основі оптимізованого рецепту комбікорму-концентрату для телят віком до 6-ти місяців та повнораціонного комбікорму для м'ясної відгодівлі свиней живою вагою 35...70 кг.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблена технологія виробництва нетрадиційних добавок з використанням ефіроолійних рослин дає можливість проводити диверсифікацію виробництва для борошномельних заводів, сприяє створенню кормів з імуностимулюючими властивостями.

Відповідно до даної технології, розроблено “Технологічний регламент лінії гранулювання висівок пшеничних і житніх збагачених”, який є основним технічним документом, що встановлює порядок ведення технологічного процесу і режими роботи обладнання на ВАТ “Київмлин”, розроблено та погоджено з відповідними організаціями ТУ У 15.7-30523267-001:2009 “Висівки пшеничні і житні збагачені гранульовані”. У виробничих умовах виготовлено дослідну партію гранульованих висівок з введенням до їх складу 1 % ефіроолійних культур (кмин, коріандр). Збагачені висівки вводились до складу комбікорму при відгодівлі дослідної групи свиней на фермі ПП “Росава-Агро”.

На основі результатів досліджень отримано патент України на корисну модель “Склад спецкомбікорму для телят”.

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто брав участь у формуванні літературного огляду та методики досліджень, у виконанні експериментальної частини, у розробленні удосконалень технології виробництва комбікормів з використанням нетрадиційних добавок щодо подрібнення та використання нових зв'язуючих речовин, у створенні кормових сумішей на основі висівок, у підготовці публікацій та нормативно-технічної документації, у проведенні аналітичної роботи, оптимізації та створенні обчислювальних програмних продуктів. Редагування матеріалів та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником д.т.н., професором Шаповаленком О.

I. Розробка та редагування нормативно-технічної документації проводилось спільно з представниками ВАТ “Київмлин”. Ряд досліджень проведено спільно з співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна, кафедри біотехнології мікробного синтезу НУХТ, з співробітниками Інституту біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України – визначення амінокислотного складу, а також на базі Державного центру сертифікації експертизи зерна та продуктів його переробки, в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК, зі співробітниками науково-технічного центру “Vipria Ltd” – визначення частини мінерального складу сировини.

**Апробація результатів дисертації.** Основні матеріали за результатами досліджень доповідались на 73-й науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених НУХТ (Київ, 2007 р.), на 74-й науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених НУХТ (Київ, 2008 р.), на міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні енерго й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості” (НУХТ, Київ, 2008 р.), на 75-й науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених НУХТ (Київ, 2009 р.).

**Публікації.** За результатами дисертації опубліковано 12 робіт, в т. ч. 6 – у фахових виданнях, 1 – у збірнику наукових праць, 1 – патент України на корисну модель, 4 – тези доповідей наукових конференцій.

**Структура дисертації.** Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел зі 161 найменування (17 стор.) та 5 додатків (37 стор.). Робота викладена на 131 сторінці машинописного тексту, має 38 рисунків та 43 таблиці.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі окреслені передумови та обґрунтування для проведення дослідження, а також подана характеристика дисертації за рекомендованими ознаками у їх відповідній послідовності.

У першому розділі “Аналітичний огляд літератури” був проведений аналіз наукових публікацій, який дозволив сформулювати синтезований підхід щодо інтенсифікації виробництва тваринницької продукції і гуманізації по відношенню до тварин, який направлений на підвищення безпеки продуктів харчування для людей.

Розгляд поняття “нетрадиційна добавка” виявив, що переважна більшість з них володіють профілактичними і лікувальними властивостями при використанні для відгодівлі тварин. Таку закономірність було покладено за основу для обрання ефіроолійних культур у якості кормової сировини.

Аналіз літератури показав існування окремих неспоріднених напрямків використання необроблених ефіроолійних рослин в різних сферах життєдіяльності людей (приправи, гомеопатичні препарати, прянощі) та утримання тварин (ароматні речовини, препарати ветеринарної медицини),

поєднання яких з новітніми технологічними рішеннями сприяло формуванню теоретичних та експериментальних напрямків досліджень і дозволяє провести удосконалення технології виробництва комбікормів.

У другому розділі “Об’єкти та методи досліджень” відображено науково-методологічну базу для вирішення поставлених завдань.

Наведено характеристику ефіроолійних рослин як предмету досліджень, показана програма досліджень, методики експериментальних досліджень органолептичних, фізичних, хімічних властивостей нетрадиційної сировини, методика отримання водних розчинів, особливості проведення процесу гранулювання кормових добавок та сушіння листової сировини, методика мікробіологічних досліджень сировини та кормових добавок. Зазначено відповідне лабораторне обладнання, яке використали під час досліджень.

Результати експериментальних досліджень піддавались відповідній статистичній і математичній обробці.

У третьому розділі “Дослідження фізико-технологічних властивостей ефіроолійних культур” наведена характеристика властивостей нетрадиційної ефіроолійної сировини.

Органолептична оцінка ефіроолійних культур виявила повну відповідність ознак щодо приналежності даних культур до їх таксономічних категорій, наведених в літературних джерелах. Наявні борозенки та ворсинки сприятимуть накопиченню пилу та мікроорганізмів на їх поверхні, хоча при подрібненні вони обумовляють специфіку збереження розташованих по їх довжині каналів ефірних олій.

За результатами проведених досліджень фізичних властивостей (таблиця 1) визначено, що коріандр є найбільш перспективною сировиною з досліджених ефіроолійних рослин за всіма фізико-механічними властивостями (кут природного нахилу – 30 град., кут ковзання – 15 град., здатність до стискання – 3 %, когезивність – 1,03), хоча інші культури також володіють необхідними показниками. Відповідність результатів дослідних даних щодо фізичних властивостей ефіроолійних рослин створює сприятливі передумови під час їх використання на всіх етапах технологічного процесу.

Таблиця 1

**Фізичні властивості ефіроолійних рослин**

Фізичні властивості	Ефіроолійні рослини					
	Аніс	Кмин	Коріандр	Кріп	Фенхель	М’ята
Вологість, %	7,4	8,1	9,3	6,6	7,1	11,0
Кут природного нахилу, град.	40	40	30	40	41	40
Кут ковзання, град.	18	20	15	18	19	20
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	463	517	322	385	428	194
Справжня	515	581	332	427	450	234

Щільність, кг/м <sup>3</sup>						
Здатність до стискання, %	10	11	3	10	5	17
Когезивність	1,11	1,12	1,03	1,11	1,05	1,21

Встановлено, що за кутом природного нахилу (табл. 1) всі культури мають добру сипкість і лише фенхель (41 град.) має нормальну сипкість. Найбільшу насипну щільність серед плодів має кмин, в середньому – 517 кг/м<sup>3</sup>. Можна відзначити, що чим вигнутіша форма плодів і більша подібність їх форми до кулі, тим вони рівномірніше розподіляються в об'ємі та мають менші діапазони відхилень в показниках насипної щільності та справжньої щільності (коріандр – 322 кг/м<sup>3</sup> та 332 кг/м<sup>3</sup> відповідно). Всі ефіроолійні рослини володіють доброю сипкістю і при зберіганні в ємкостях не утворюють загрози створення завалів, оскільки одержані результати щодо здатності до стискання для них значно менші 20 %. Середні значення когезивності знаходяться в межах діапазону 1,0...1,25 існуючої шкали оцінки злипання.

Аналіз хімічного складу (табл. 2) ефіроолійних рослин виявив значний вміст сирого жиру і сирого протеїну в дослідних зразках. Такі культури, як аніс та кмин, при значеннях 20,17 % та 21,18 % відповідно, наближаються і частково переважають середні дані щодо вмісту сирого протеїну деяких бобових культур. Аналогічно аніс (13,54 %) та кмин (13,52 %) переважають більшість макух, крім соняшnikової (18,60 %) за вмістом жиру, який містить есенціальні жирні кислоти і мають вдвічі менші значення щодо сирої клітковини в порівнянні з іншими видами нетрадиційної рослинної сировини.

Таблиця 2

**Хімічний склад ефіроолійних культур, % на загальну масу**

Назва зразку	Вологість	Масова частка сирого протеїну	Масова частка сирого жиру	Масова частка сирої клітковини	Масова частка сирої золи	Масова частка БЕР
Аніс	7,4	20,17	13,54	15,9	5,8	37,19
Кмин	8,1	21,18	13,52	16,2	4,4	36,60
Коріандр	9,3	15,21	11,69	24,3	6,0	33,50
Кріп	6,6	18,57	2,17	30,8	6,2	35,66
Фенхель	7,1	18,35	9,42	16,9	7,6	40,63
М'ята	11,0	14,85	1,19	16,4	9,0	47,56

Встановлено, що найбільшу подібність до “ідеального” білка за амінокислотним складом має кріп, в якого є лише дві лімітуючі амінокислоти, головною з яких є лейцин – 92 %, який єдиний має 100 % значення скору по ізолейцину та 113 % - по валіну. Аналогічно 125 % по лейцину має лише м'ята і

113 % по метіоніну та цистіну – аніс, що дає можливість при створенні ароматних сумішей покращити їх скор за рахунок цих складових.

Дослідження мінерального складу показало, що основним макроелементом є калій, вміст якого перевищує 6 г/кг (табл. 3), що підтверджує ветеринарне призначення ефіроолійних рослин. Плоди анісу вдвічі перевищують за вмістом заліза всі інші досліджені плоди. Найбільшу кількість мікроелементів в середньому виявлено в анісі (залізо, цинк, рубідій, хром) та кропі (стронцій, бром, марганець) і лише за міддю коріандр перевищує інші культури.

Отримані розрахункові дані щодо обмінної енергії (від 15,59 МДж/кг для м'яти до 20,08 МДж/кг для кмину) підтверджують енергетичну цінність ефіроолійних культур, а в поєднанні з іншими результатами дали можливість розрахувати рецептури відповідних комбікормів.

Таблиця 3

### Мінеральний склад ефіроолійних рослин

Назва зразку	Макроелементи, г/кг				Мікроелементи, мг/кг							
	K	Ca	S	Cl	Fe	Zn	Sr	Cu	Br	Rb	Mn	Cr
Аніс	8,76	4,56	2,53	1,02	64,3	50,8	15,4	7,2	5,9	16,2	7,0	2,7
Кмин	6,08	4,69	1,02	0,23	20,6	33,0	11,9	6,0	0,5	3,5	6,9	1,3
Коріандр	11,83	2,34	2,27	0,23	22,7	30,7	12,6	12,1	15,3	11,6	7,1	-
Кріп	7,82	2,91	1,65	0,33	33,3	37,3	35,0	10,5	17,5	8,0	12,1	1,2
Фенхель	7,70	6,25	4,56	0,06	25,2	27,9	19,9	7,6	9,3	8,4	11,2	2,0
М'ята	2,26	3,67	1,74	0,55	65,4	23,2	30,3	2,0	2,0	8,3	7,7	0,4

У четвертому розділі “Дослідження технології виробництва нетрадиційних добавок з ефіроолійною сировиною” наведено наступний матеріал.

Ситовий аналіз ефіроолійних рослин (рис. 1) свідчить про те, що основна їх частина є сумішами з двох фракцій, які є сходами з сит з діаметрами отворів 1 та 2 мм.

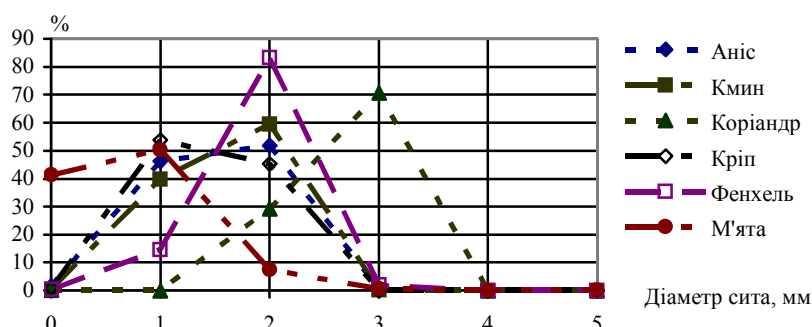


Рис. 1. Крупність ефіроолійних рослин

Виключення становлять коріандр (сходи з сит з діаметрами отворів 2 та 3 мм) та м'ята (прохід сита з діаметром отворів 1 мм, сходи з сит з діаметрами отворів 1 та 2 мм).

Ситовий аналіз висівок виявив, що

більше 50 % висівок складає сума сходу і проходу сита з отворами діаметром 1 мм, тому для отримання однорідних сумішей висівок і прянощів необхідно

проводити подрібнення ефіроолійних рослин до середньозваженого розміру менше 1 мм з метою отримання в подальшому однорідних з висівками сумішей.

Встановлено, що для ефіроолійних рослин більш ефективним характером деформації є зріз (рис. 2 і 3), який дає можливість отримати більшу кількість дрібнодисперсного продукту, що пояснюється особливостями будови цієї сировини.

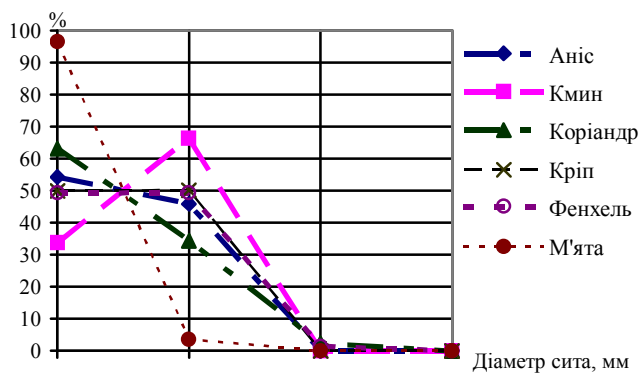


Рис. 2. Крупність помелу на зерновому млині

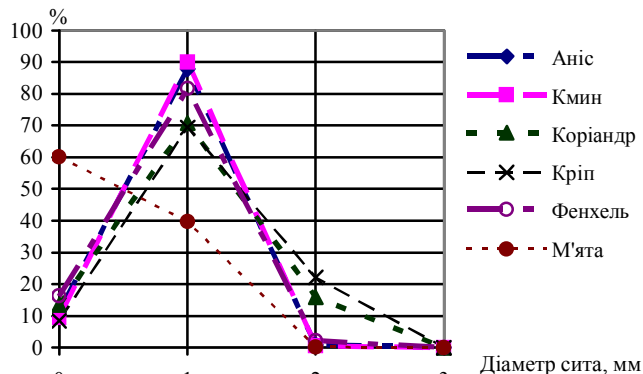


Рис. 3. Крупність помелу на молотковій дробарці

За результатами досліджень подрібнення ефіроолійних рослин на подрібнюючій циклічній машині (ЛЗМ) можна отримати дрібнодисперсну сировину із середньозваженим розміром частинок близько 1 мм (табл. 4).

Таблиця 4

**Середньозважений розмір частинок ефіроолійних рослин в залежності від тривалості подрібнення, мм**

Вид сировини	Тривалість подрібнення, с							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Аніс	2,01	1,40	1,19	1,04	0,96	0,86	0,74	-
Кмин	2,10	1,47	1,27	1,22	1,16	1,11	1,06	0,97
Коріандр	3,56	1,83	1,27	1,05	0,89	0,79	0,77	-
Кріп	1,95	1,23	1,09	1,02	1,00	0,98	0,96	-
Фенхель	2,38	1,49	1,14	1,07	1,02	0,97	0,92	-
М'ята	1,18	0,84	0,62	0,59	0,54	-	-	-

При гранулюванні висівок за рекомендованими параметрами зазору між матрицею і роликками у 0,5 мм та вологості 16,0...17,5 %, встановлено оптимальне значення вологості висівок на рівні 16,0 %, яка дозволяє зменшити крихкість пшеничних висівок (з 1 % ефіроолійних рослин) на 57 % і збільшити вихід гранул на 10 % (табл. 5). Для житніх висівок (з 1 % ефіроолійних рослин) ці значення становлять 2 % та 13,6 % відповідно (табл. 6).

Таблиця 5

**Висівки пшеничні гранульовані (з введенням 1 % ефіроолійних рослин)**

Показники висівок гранульованих	Вологість зразків висівок пшеничних, %		
	14,0	16,0	18,0

Схід з сита $\varnothing$ 2 мм, % до маси наважки	73,0	80,8	87,1
Крихкість, %	7	3	2
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	548	643	648
Дійсна густина, кг/м <sup>3</sup>	622	672	678
Стискаємість, %	13	5	5
Когезивність	1,13	1,05	1,05

Таблиця 6

**Висівки житні гранульовані (з введенням 1 % ефіроолійних рослин)**

Показники висівок гранульованих	Вологість зразків висівок житніх, %		
	14,0	16,0	18,0
Схід з сита $\varnothing$ 2 мм, % до маси наважки	70,6	83,0	78,6
Крихкість, %	9	7	4
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	530	499	494
Дійсна густина, кг/м <sup>3</sup>	565	546	542
Стискаємість, %	6	10	10
Когезивність	1,06	1,10	1,10

Дослідження впливу середньозваженого розміру ( $X_2$ ) різних партій пшеничних висівок (1,20...1,98 мм) при зміні їх початкової вологості ( $X_1$ ) з 14,0 до 18,0 % згідно плану повний факторний експеримент (ПФЕ) з типом планування  $N=2^2$  виявило закономірність, що при зростанні вологості на 1 % крихкість гранул ( $Y_1$ ) зменшується на 4,44 %, а при збільшенні середньозваженого розміру на 1 % буде отримано зменшення крихкості на 0,49 %. Однак це призведе до зменшення продуктивності преса ( $Y_2$ ) на 3,18 % та 0,21 % відповідно. Рівняння регресії з відповідною статистичною обробкою наведені в табл. 7

Таблиця 7

**Рівняння регресії та їх статистична оцінка**

Рівняння		r	F <sub>p</sub>	F <sub>кр</sub>
$Y_1 = 21,0166 - 0,9677X_1 - 1,2692X_2$	(1)	0,941	1,5	5,4
$Y_1 = 441,569 \cdot (0,7570^{X_1}) \cdot (0,7323^{X_2})$	(2)	0,983	1,4	5,4
$Y_1 = 2,71^{13,63} X_1^{-4,437} X_2^{-0,485}$	(3)	0,984	1,1	9,0
$Y_2 = 146,925 - 6,7527X_1 - 2,8453X_2$	(4)	0,972	1,6	5,4
$Y_2 = 983,053 \cdot (0,81897^{X_1}) \cdot (0,87356^{X_2})$	(5)	0,975	1,6	5,4
$Y_2 = 2,71^{12,3754} X_1^{-3,1813} X_2^{-0,2106}$	(6)	0,976	1,5	5,4

Гранулювання різних фракцій однієї партії пшеничних висівок із сумішами ефіроолійних рослин (1 % введення) без дрібнодисперсної фракції висівок (з дисперсністю 0,5 мм) призвело до підвищення крихкості гранул з 2 до 7 % із збільшенням розмірів висівок з 1,5 до 2,5 мм ( $X_1$ ) при зволоженні водним розчином з рН 3 ( $X_2$ ). При використанні лужного водного розчину з рН 11 значення крихкості ( $Y_1$ ) становили 2 та 4 % відповідно, що дозволило

зменшити крихкість гранул на 3 % для висівок з дисперсністю 2,5 мм. Відповідні математичні моделі наведені в табл. 8.

Таблиця 8

**Рівняння регресії та їх статистична оцінка**

Рівняння	r	F <sub>p</sub>	F <sub>кр</sub>
$Y_1 = -0,5997 + 2,983X_1 - 0,230X_2$ (7)	0,925	2,6	10,1
$Y_1 = 0,9455 \cdot (2,2499^{X_1}) \cdot (0,9499^{X_2})$ (8)	0,974	2,2	10,1

Для визначення перспективності створення житньо-пшеничних ароматизованих гранульованих продуктів провели дослідження згідно ПФЕ (2<sup>3</sup>) (табл. 9). Зниження середньозваженого розміру часток суміші до 1,37 мм, нейтралізація кислотореагуючих речовин, які присутні в житніх висівках лужним водним розчином з рН 11 (X<sub>1</sub>), дозволило отримати гранули з меншою крихкістю (4 % (Y<sub>1</sub>) при 60 % введенні житніх висівок (X<sub>2</sub>)) при меншому подрібненні висівок за рахунок збільшеного до 1 мм розміру між матрицею і роликками (X<sub>3</sub>). Тобто, при меншому фізичному зносі робочих частин преса-гранулятора є можливість отримати продукт з меншою крихкістю, яка за оптимальним варіантом, визначеним методом зв'язаних градієнтів, становить 3,4...3,5 % (табл. 10).

Таблиця 9

**Рівняння регресії та їх статистична оцінка**

Рівняння	r	F <sub>p</sub>	F <sub>кр</sub>
$Y_1 = 7,858333 - 0,25X_1 - 0,01875X_2 - 0,58333X_3$ (9)	0,861	1,3	4,1
$Y_1 = 8,641745 \cdot (0,950562^{X_1}) \cdot (0,99692^{X_2}) \cdot (0,861284^{X_3})$ (10)	0,877	1,2	4,1

Таблиця 10

**Оптимізація крихкості житньо-пшеничних гранул**

Тип моделі	Обмеження	Оптимальні значення факторів	Оптимум функції крихкості, %
Лінійна	$4 \leq X_1 \leq 11$	$X_1 = 11$	$Y_1 = 3,4$
Логарифмічна	$20 \leq X_2 \leq 60$	$X_2 = 60$	$Y_1 = 3,5$
	$0,4 \leq X_3 \leq 1,0$	$X_3 = 1,0$	

На відміну від пресування сумішей житньо-пшеничних висівок, збільшення зазору між матрицею та роликками з 0,4 до 1 мм (X<sub>3</sub>) для пшеничних висівок призвело до зростання крихкості (Y<sub>1</sub>) до 4 % через зменшення пресуючої сили, яка для пшеничних висівок є переважаючою за відсутності житніх висівок. При цьому зростання початкової вологості пшеничних висівок до 17,0 % (X<sub>2</sub>) не призвело до пропорційного зменшення продуктивності пресу і було на рівні пресування пшеничних висівок при їх зволоженні звичайною водою до 16,0 %. Оптимальне значення крихкості в 2 % досягається при значенні продуктивності пресу на 25 % більшому ніж при гранулюванні висівок

при вологості 18,0 % з отриманням такої ж крихкості гранул (2 %), що підтверджує ефективність використання водних розчинів з різною активною кислотністю ( $X_1$ ). В результаті оптимізації отриманих рівнянь регресії (табл. 11) методом зв'язаних градієнтів, отримали відповідні оптимальні значення факторів (табл. 12).

Таблиця 11

**Рівняння регресії та їх статистична оцінка**

Рівняння	r	F <sub>p</sub>	F <sub>кр</sub>
$Y_1 = 6,42381 - 0,04286X_1 - 0,325X_2 + 0,6667X_3 + 0,014286X_1X_2 + 0,02381X_1X_3 + 0,16667X_2X_3 - 0,02381X_1X_2X_3$ (11)	0,619	2,8	4,1
$Y_1 = 8,129762 - 0,04286X_1 - 0,325X_2 + 0,6667X_3$ (12)	0,982	1,7	4,1
$Y_1 = 15,96878 \cdot (0,986329^{X_1}) \cdot (0,898482^{X_2}) \cdot (1,255387^{X_3})$ (13)	0,976	1,8	4,1

Таблиця 12

**Оптимізація крихкості висівок пшеничних гранульованих**

Тип моделі	Обмеження	Оптимальні значення факторів	Оптимум функції крихкості, %
Лінійна	$4 \leq X_1 \leq 11$	$X_1 = 11$	$Y_1 = 2,4$
Логарифмічна	$15 \leq X_2 \leq 17$	$X_2 = 17,0$	$Y_1 = 2,4$
	$0,4 \leq X_3 \leq 1,0$	$X_3 = 0,4$	

У п'ятому розділі “Удосконалення технології виробництва комбікормів з використанням нетрадиційних добавок” наведено дослідження по сушінню та гранулюванню сирової листової ефіроолійної сировини, дослідження мікробіологічних показників та удосконалену технологію виробництва комбікормів з використанням ефіроолійної сировини.

Дослідження тривалості сушіння м'яти виявило, що при зменшенні температури агента сушіння вдвічі з 70 до 35 °С, загальний час експозиції процесу збільшується з 48 до 186 хв. Сушіння при температурі 35 °С такого виду сировини має наближення до рівномірного лінійного взаємозв'язку між вологістю та часом обробки. Максимальні швидкості сушіння м'яти спостерігаються на початковому етапі під час прогрівання зразку (0,5 %/хв та 2,2 %/хв).

Оцінка висушеної м'яти показала, що спостерігаються втрати незамінної амінокислоти лейцину, зменшується вміст хлорофілу та пряного запаху при сушінні за температури 70 °С, тому для збереження фармакологічно-цінних речовин необхідно дотримуватись рекомендованих режимів сушіння при температурі 30...35 °С.

Аналіз ефективності гранулювання (табл. 13) за продуктивністю процесу свідчить, що для рекомендованої вологості пшеничних висівок у 16,0 % можна запропонувати ароматну суміш на основі сирової м'яти і висівок з вологістю 17,4 % та аналогічною продуктивністю преса. Рекомендована кількість сирової м'яти з вологістю 70,0 % в 1 кг ароматної суміші становить 93 г.

Таблиця 13

## Результати гранулювання сиров'яти

№ п/п	Початкова вологість суміші, %	Вологість гранул, %	Крихкість, результат/розрахунок, %
1	15,0	7,7...7,9	5 / 4,8
2	16,0		4 / 4,4
3	17,0		4 / 3,9
4	18,0		4 / 3,6
5	19,0		3 / 3,2

Плоди анісу, коріандру та фенхелю виявляють протимікробну дію з чітко зафіксованими зонами затримки росту бактерій через 24 год спостережень. Зона затримки росту кишкових паличок спостерігалась для сухої проби аніса (6,5 мм), для мокрої і сухої проби коріандра (14 мм і 16 мм), для мокрої і сухої проби фенхелю (5 мм і 10 мм).

Загальне мікробне число висівок пшеничних і житніх гранульованих відрізняється на один порядок для 15 діб зберігання і на два порядки для 30 діб зберігання, що пояснюється їх доступністю для розвитку мікроорганізмів (табл. 14). При 1 % введенні сухих ефіроолійних рослин спостерігається зменшення мікробного забруднення (при додаванні кмину – в 3 рази з  $3,5 \cdot 10^2$  до  $1,0 \cdot 10^2$  КУО/г після 30 діб зберігання), що пояснюється впливом ефірних олій даних культур. Використання водних розчинів з активною кислотністю (рН 3 та рН11) спричиняє зменшення кількості КУО/г до  $2,0 \cdot 10^3$  при використанні аноліту (рН 3) або їх збільшення до  $5,9 \cdot 10^3$  при використанні католіту (рН 11).

Таблиця 14

## Зміна загального мікробного числа гранул в процесі зберігання, КУО/г

Склад гранул	Тривалість зберігання, діб			Примітка
	0	15	30	
Висівки пшеничні	< 10	$3,2 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^2$	-
Висівки житні	$5 \cdot 10$	$9,0 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^4$	
Висівки пшеничні з фенхелем	< 10	$3,0 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^2$	Через 15 діб виявлено спори грибів
Висівки пшеничні з кмином	< 10	$0,5 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	
Висівки пшеничні з м'ятою та анолітом	< 10	$1,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	
Висівки пшеничні з м'ятою та католітом	< 10	$5,3 \cdot 10^3$	$5,9 \cdot 10^3$	Через 3 доби з'являються спори грибів

У відповідності до удосконаленої технологічної схеми (рис. 4), для очищення висівок їх подають з оперативних бункерів (1) для вилучення металомагнітної домішки на електромагнітні сепаратори або колонки із статичними магнітами (2). Залишок металомагнітних домішок – не більше 5 мг/кг з розміром металевих частинок до 2 мм.

Для відокремлення крупних домішок застосовують просіювальні машини типу А1-БПК, А1-ДМП-20, А1-ДМК, бурат тощо (3). В просіювальних машинах встановлюють сита решітні № 100 з пробивними отворами діаметром 10 мм або сітки дротяні № 8 з отворами 8x8 мм.

Очищення ефіроолійних культур, в залежності від їх виду, проводять аналогічно очищенню зернової або борошнистої сировини у відповідності до вимог п. 10 “Правил організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції”. При подрібненні ефіроолійних рослин в якості подрібнювачів пропонується використати лабораторні зернові млини.

Для приготування суміші і збагачення висівок використовують вагові дозатори (4) та змішувач (5). При використанні вагових дозаторів спочатку вводять висівки, а потім – ефіроолійні культури в зоні найвищої точності для кожного з дозаторів або вводять вручну після зважування на лабораторних вагах. Тривалість роботи змішувача (7) повинна забезпечувати отримання однорідної продукції. Визначають її, виходячи з конкретних умов.

В якості безпечного консерванту для заміни органічних та неорганічних кислот пропонується використання аноліту, який подають в змішувач (5) з подальшим введенням католіту, збагаченого мікроелементами.

Гранулюють висівки пшеничні і житні збагачені на прес-грануляторі (6) з кільцевою обертовою матрицею різних типів, використовуючи матриці з отворами діаметром 4,7; 7,7; 9,7 або 12,7 мм. Охолодження гранул висівок збагачених здійснюють на охолоджувальних колонках (7). При цьому гранули охолоджують до температури, що не перевищує температуру навколишнього середовища більш ніж на 10 °С. За необхідності можливе подрібнення гранул на подрібнювачі (8).

Контроль за якістю гранулювання здійснюється на просіювальній машині (3), сходом з верхнього сита отримують гранульовані збагачені висівки. Прохід з підсівного сита з діаметром отворів 2...2,5 мм направляють на повторне гранулювання.

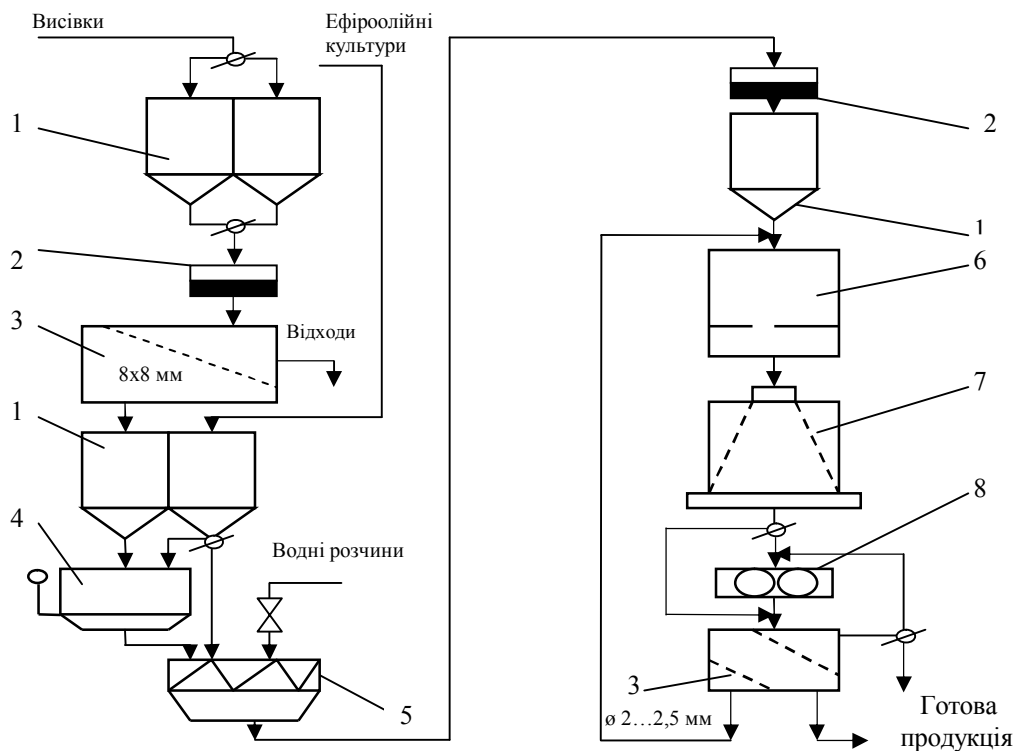


Рис. 4. Удосконалена технологічна схема гранулювання висівок пшеничних і житніх збагачених:

1 – оперативні бункери, 2 – електромагнітні сепаратори, 3 – просіювальні машини, 4 – вагові дозатори, 5 – змішувач, 6 – прес-гранулятор, 7 – охолоджувальні колонки, 8 – подрібнювач.

Вартість продукції за розробленими рецептами К 62-1...К 62-6 комбікормів-концентратів для відгодівлі телят віком 1...6 місяців становить 1226,1...1297,7 грн/т в цінах 2008 року. Рецепт К 62-9 з ціною 1355,8 грн/т та підвищеною кількістю кормових одиниць на рівні 120 на 100 кг корму є найбільш економічно-ефективним.

## ВИСНОВКИ

1. Проведені дослідження дозволили розробити удосконалену технологію виробництва комбікормів з використанням нетрадиційних добавок на основі нативних ефіроолійних рослин.

2. Встановлено, що найбільш перспективною сировиною для виготовлення кормів з досліджених ефіроолійних рослин за всіма фізико-механічними властивостями є коріандр (кут природного нахилу – 30 град., кут ковзання – 15 град., здатність до стискання – 3 %, когезивність – 1,03). Аналіз результатів досліджень хімічного складу ефіроолійних рослин за відповідними методиками оцінки кормової сировини, виявив значний вміст поживних речовин в дослідних зразках (біля 20 % сирого протеїну та 13,5 % сирого жиру), однак визначальними для обґрунтування максимального введення їх до складу кормів є їх фармакологічна дія і відповідні ветеринарні обмеження.

3. Експериментально доведено на основі ситового аналізу, що більше 50 % висівок складають схід і прохід сита з отворами діаметром 1 мм, тому для отримання однорідних сумішей висівок і прянощів необхідно проводити подрібнення ефіроолійних рослин до середньозваженого розміру менше 1 мм.

4. Доведено, що використання подрібнюючих машин, в яких основним характером деформації є зріз, дає можливість отримати дрібнодисперсну сировину з середньозваженим розміром частинок до 1 мм.

5. Визначено, що водні розчини з рН 3 можна використати як недорогі консерванти, з рН 11 – для нейтралізації органічних та неорганічних консервуючих кислот, для введення мінеральних елементів під час гранулювання.

6. Встановлено, що при гранулюванні висівок (з 1 % ефіроолійних рослин) за рекомендованими параметрами їх вологості 16,0...17,5 % та зазору між матрицею і роликками у 0,5 мм, оптимальне значення вологості висівок складає 16,0 %, яка дозволяє зменшити крихкість пшеничних висівок на 57 % і збільшити вихід гранул на 10 %. Для житніх висівок ці значення становлять 2 % та 13,6 % відповідно.

7. Досліджено вплив середньозваженого розміру різних партій пшеничних висівок (1,20...1,98 мм) при зміні їх початкової вологості з 14,0 до 18,0 %, який полягає в тому, що при зростанні вологості на 1 % крихкість гранул зменшується на 4,44 %, а при збільшенні середньозваженого розміру висівок на 1 % – на 0,49 %. Тому можна рекомендувати використання висівок з середньозваженим розміром на максимальному рівні (2,0 мм), щоб досягти крихкість гранул на рівні 3 %.

8. Встановлено, що гранулювання різних фракцій однієї партії пшеничних висівок із сумішю ефіроолійних рослин (1 % введення) без дрібнодисперсної зв'язуючої складової висівок (дисперсність 0,5 мм), при збільшенні розмірів висівок з 1,5 до 2,5 мм та їх зволоженні водним розчином з рН 3 призводить до підвищення крихкості гранул з 2 до 7 %. При аналогічному використанні водного розчину з рН 11 значення крихкості становили 2 та 4 % відповідно, що дозволило зменшити крихкість гранул на 3 % в порівнянні з введенням водного розчину з рН 3 для фракції висівок з дисперсністю 2,5 мм.

9. Встановлено, що створення житньо-пшеничних ароматизованих гранульованих продуктів супроводжується зниженням середньозваженого розміру часток суміші до 1,37 мм, нейтралізацією кислотореагуючих речовин, які присутні в житніх висівках лужним водним розчином з рН 11, що сприяє отриманню гранули з меншою крихкістю (4 % при 60 % введенні житніх висівок) при меншому подрібненні висівок за рахунок збільшеного до 1 мм розміру між матрицею і роликками.

10. Визначено, що збільшення зазору між матрицею і роликками з 0,4 до 1 мм для пшеничних висівок призводить до зростання крихкості до 4 % через зменшення пресуючої сили. При цьому зростання початкової вологості пшеничних висівок до 17,0 % не призводить до пропорційного зменшення продуктивності пресу і знаходиться на рівні пресування пшеничних висівок при

їх зволоженні звичайною водою до 16,0 %, а оптимальне значення крихкості в 2 % досягається при значенні продуктивності пресу на 25 % більшому ніж при гранулюванні висівок при вологості 18,0 % з отриманням такої ж крихкості гранул (2 %).

11. Доведено, що для рекомендованої вологості пшеничних висівок у 16,0 % можна запропонувати ароматну суміш на основі сирої м'яти і висівок з вологістю 17,4 % та аналогічною продуктивністю преса. Рекомендована кількість сирої м'яти з вологістю 70,0 % в 1 кг ароматної суміші становить 93 г.

12. Встановлено, що такі культури як аніс, коріандр та фенхель виявили протимікробну дію з чітко зафіксованими зонами затримки росту бактерій через 24 год спостережень. Зона затримки росту кишкових паличок спостерігалась для сухої проби аніса (6,5 мм), для мокрої і сухої проби коріандра (14 мм і 16 мм), для мокрої і сухої проби фенхелю (5 мм і 10 мм). Коріандр виявляє найбільший антимікробний вплив на *E. coli*, оскільки для нього були зафіксовані зони затримки росту навіть через 96 год спостережень.

13. Визначено, що введення 1 % сухих ефіроолійних рослин при гранулюванні висівок пшеничних призводить до зменшення мікробного забруднення (при додаванні кмину – в 3 рази з  $3,5 \cdot 10^2$  до  $1,0 \cdot 10^2$  КУО/г після 30 днів зберігання). Використання водних розчинів з активною кислотністю (рН 3 та рН 11) зменшує кількість КУО/г до  $2,0 \cdot 10^3$  при використанні аноліту (рН 3) або їх збільшує до  $5,9 \cdot 10^3$  при використанні католіту (рН 11).

14. Розроблено “Технологічний регламент лінії гранулювання висівок пшеничних і житніх збагачених”, розроблено та погоджено з відповідними організаціями ТУ У 15.7-30523267-001:2009 “Висівки пшеничні і житні збагачені гранульовані”.

15. Розраховано рецепти комбікормів для відгодівлі телят віком 1...6 місяців та м'ясної відгодівлі свиней живою вагою 35...70 кг. При відгодівлі свиней на фермі ПП “Росава-Агро” середньо-добовий привіс живої маси тварин в дослідній групі становив 625 г. Розрахунковий економічний ефект на одну тону комбікорму при використанні висівок збагачених гранульованих для відгодівлі свиней становить 14,11 грн (збагачення кмином) та 66,65 грн (збагачення коріандром).

## **ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Шаповаленко О. І. Якісні показники м'яти як нетрадиційної сировини для виробництва кормових добавок / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, В. А. Почеп // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 12. – С. 50 – 51.

2. Шаповаленко О. І. Перспективи використання ефіроолійних культур у кормових добавках / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 3. – С. 34 – 35.

3. Шаповаленко О. І. Хімічний склад пряно-ароматичної та лікувально-профілактичної сировини / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, В. А. Почеп // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових

виробництв : Вісник Харківського національного техн. ун-ту сільського госп. ім. Петра Василенка. – Х. : ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2008. – Вип. 74. – С. 249 – 253.

4. Шаповаленко О. І. Вплив нетрадиційної сировини на технологію гранулювання пшеничних висівок / О. І. Шаповаленко, А. В. Шаран, О. О. Євтушенко, В. А. Почеп // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 4. – С. 56 – 57.

5. Шаповаленко О. І. Гранулометричний склад подрібнених ефіроолійних рослин / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко // Харчова і переробна промисловість. – 2009. – № 7 – 8. – С. 27 – 28.

6. Шаповаленко О. І. Фізико-механічні властивості ефіроолійних рослин, як компонентів кормових добавок / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко // Зернові продукти і комбікорми. – 2009. – № 3. – С. 34 – 37.

7. Шаповаленко О. І. Дослідження мікрофлори кормових добавок з ефіроолійними рослинами у процесі зберігання / О. І. Шаповаленко, Н. М. Грегірчак, О. О. Євтушенко // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 9. – С. 40 – 42.

8. Пат. 42173 Україна, МПК (2009) – А 23 К 1/16, А 23 L 1/221. Склад спецкомбікорму для телят / Євтушенко О. О., Шаповаленко О. І.; заявник і патентовласник Нац. ун-т харчових технологій. – № у 2009 00683; заявл. 30.01.09; опубл. 25.06.09, Бюл. № 12.

9. Євтушенко О. О. Виробництво комбікормів з використанням біологічно-активних речовин / О. О. Євтушенко, О. І. Шаповаленко // Програма і матеріали 73-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 16 – 17 квітня 2007 р. – К. : НУХТ, 2007. – С. 73 – 74.

10. Євтушенко О. О. Дослідження ефіроолійних культур як компонентів кормових добавок / О. О. Євтушенко, О. І. Шаповаленко // Програма і матеріали 74-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 21 – 22 квітня 2008 р. – К. : НУХТ, 2008. – С. 276.

11. Шаповаленко О. І. Використання ефіроолійних культур в кормових добавках / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, В. А. Почеп // Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості : Тези Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 3 – 6 червня 2008 р. – К.: НУХТ, 2008. – С. 31.

12. Євтушенко О. О. Дослідження показників якості прянощів при їх використанні в складі кормів / О. О. Євтушенко, О. І. Шаповаленко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст. : Тези доп. 75-ї наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, Київ, 13 – 14 квітня 2009 р. – К. : НУХТ, 2009. – Ч. 2. – С. 270.

Особистий внесок здобувача: [1...6] – проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації, [7] –

виготовлення дослідних зразків, підготовка матеріалів до публікації, [8] – проведення досліджень, розроблення проекту патенту, оформлення патенту, [9...12] – аналіз літературних джерел, участь в теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

## АНОТАЦІЯ

**Євтушенко О. О. Удосконалення технології виробництва комбікормів з використанням ефіроолійної сировини: - Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2009.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності комбікормової продукції за рахунок наукового обґрунтування доцільності застосування нетрадиційної сировини (анісу, кмину, коріандру, кропу, фенхелю та м'яти) та удосконаленню технології виробництва комбікормів на основі нетрадиційної рослинної сировини з лікарськими властивостями. Встановлено органолептичні, фізико-технологічні та хімічні властивості ефіроолійної сировини. Досліджено гранулометричний склад подрібненої сировини та висівок. Визначено доцільність подрібнення нетрадиційної сировини при використанні зернових млинів. Проведені пошукові дослідження по використанню електродисоційованих водних розчинів. Досліджено вплив різних факторів на технологічний процес гранулювання висівок. Визначено особливості сушіння сирової листової сировини та її перспективність при гранулюванні. Вивчено протимікробну дію ефіроолійної сировини та мікробіологічні показники висівок гранульованих. Удосконалено технологію виробництва комбікормів з використанням ефіроолійної сировини. Розроблено нормативну документацію на висівки гранульовані збагачені. Розраховано оптимізовані рецепти комбікормів та їх відповідну ціну.

**Ключові слова:** нетрадиційні добавки, ефіроолійні рослини, гранулометричний склад, електродисоційовані водні розчини, подрібнення, гранулювання, сушіння, висівки гранульовані збагачені, технологія.

## АННОТАЦИЯ

**Евтушенко О. А. Усовершенствование технологии производства комбикормов с использованием эфиромасличного сырья: - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – хранение и технология переработки зерна, изготовление зерновых и хлебопекарских изделий и комбикормов. –

Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2009.

Диссертация посвящена повышению эффективности комбикормовой продукции за счет научного обоснования целесообразности применения нетрадиционного сырья (аниса, тмина, кориандра, укропа, фенхеля и мяты) и усовершенствованию технологии производства комбикормов на основе нетрадиционного растительного сырья с лечебными свойствами.

Установлены органолептические, физико-технологические и химические свойства эфиромасличного сырья. По результатам проведенных исследований физических свойств определено, что наиболее перспективным сырьем для производства кормов является кориандр (угол естественного наклона – 30 град., угол скольжения - 15 град., способность к сжатию – 3 %, когезивность – 1,03), хотя другие культуры также владеют необходимыми показателями. Анализ результатов исследований химического состава эфиромасличных растений выполненный по соответствующим методикам оценки кормового сырья, показал значительное содержание питательных веществ в опытных образцах (около 20 % сырого протеина и 13,5 % сырого жира).

Исследование гранулометрического состава неизмельченного сырья и отрубей показало, что больше 50 % отрубей составляют сит и проход сита с отверстиями диаметром 1 мм, потому для получения однородных смесей необходимо проводить измельчение прясностей до среднего размера менее 1 мм.

Определена целесообразность измельчения нетрадиционного сырья при использовании зерновых мельниц в сравнении с молотковыми дробилками, что даёт возможность эффективнее проводить технологический процес.

Проведены поисковые исследования по использованию водных растворов с активной кислотностью рН 3 как недорогих консервантов, с рН 11 для нейтрализации органических и неорганических консервирующих кислот, для введения минеральных элементов при гранулировании отрубей.

Исследовано влияние разных факторов на технологический процес гранулирования отрубей, что позволило построить вариационные кривые, провести соответствующую статистическую обработку и найти оптимальные значения влияющих факторов. Определены преимущества создания ржано-пшеничных ароматизированных гранулированных продуктов, которые заключаются в том, что при меньшем физическом износе рабочих частей пресса-гранулятора есть возможность получить продукт с меньшей крошимостью, которая составляет 3,4...3,5 %.

Определены особенности сушки сырого листового сырья и его перспективность при гранулировании. Рекомендованное количество мяты с влажностью 70,0 % в 1 кг обогащенных отрубей составляет 93 г.

Изучено противомикробное действие эфиромасличного сырья и микробиологические показатели гранулированных отрубей. Зона задержки роста кишечных палочек наблюдалась для сухой пробы аниса (6,5 мм), для мокрой и сухой пробы кориандра (14 мм и 16 мм), для мокрой и сухой пробы

фенхеля (5 мм и 10 мм). Кориандр оказывает наибольшее антимикробное влияние на *E. coli*.

Усовершенствована технология производства комбикормов с использованием эфиромасличного сырья.

Разработана и зарегистрирована нормативная документация – ТУ У 15.7-30523267-001:2009 “Отруби пшеничные и ржаные обогащенные гранулированные”.

Рассчитано оптимизированные рецепты комбикормов-концентратов для откорма телят возрастом 1...6 месяцев и полнорационных комбикормов для мясного откорма свиней живой массой 35...70 кг и их соответствующую цену, а также экономический эффект при скармливании комбикорма ПК-55.

**Ключевые слова:** нетрадиционные добавки, эфиромасличные растения, гранулометрический состав, электродиссоциированные водные растворы, измельчение, гранулирование, сушка, отруби гранулированные обогащенные, технология.

## ANNOTATION

**Yevtoushenko O. O. Improvement technologies of production of the mixed fodders with the use of ethereal raw material: - Manuscript.**

Thesis on obtaining of scientific degree of the candidate of technical science on specialty 05.18.01 – storage and technology of processing of grain, making of corn and breadmaking wares and mixed fodders. – National university of food technologies of Ministry of education and science of Ukraine, Kiev, 2009.

Dissertation is devoted the increase of efficiency of mixed fodder products due to the scientific ground of expedience of application of untraditional raw material (to the anise, cumin, to the coriander, to the dill, to the fennel and to crumple) and improvement of technology of production of the mixed fodders on the basis of untraditional digister with medical properties. Organoleptichni, physico-technological and chemical properties of ethereal raw material are set. Investigational particle-size of the unground up raw material and sifting. Certainly expedience of grinding down of untraditional raw material at the use of corn mills. Searching researches are conducted on the use of electric decomposition water solutions. Investigational influence of different factors on the technological process granulation of sifting. The features of drying of raw material and its perspective are certain at granulation. The antimicrobial action of ethereal raw material and microbiological indexes of sifting granular is studied. Technology of production of the mixed fodders is improved with the use of ethereal raw material. A normative document is developed on sifting granular enriched. The optimized recipes of the mixed fodders are expected and them the proper price.

**Keywords:** untraditional additions, ethereal plants, particle-size, electric decomposition water solutions, grindings down, granulations, dryings, sifting the granular are enriched, technology.

