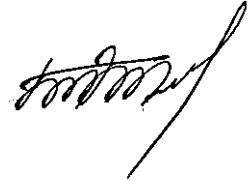


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТРАКАЛО ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 636.085.55:631.577:633.52

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЛЛЯНИХ КОРМОВИХ ЕКСТРАКТІВ

05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і
комбікормів, олійних і луб'яних культур

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ 2018

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 технічних наук, професор
Шаніна Ольга Миколаївна,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. Петра Василенка,
професор кафедри технології переробних і
харчових виробництв,

кандидат технічних наук, доцент
Воєцька Олена Євгенівна,
Одеська національна академія харчових
технологій,
доцент кафедри комбікормів і біопалива.

Захист відбудеться « 5 » квітня 2018 р. о 10³⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій в аудиторії А-311 за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

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

Автореферат розіслано « » березня 2018 року.

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



Ю. В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В технології виробництва продукції тваринництва особливе місце відводять комбікормам. Інтенсифікація тваринницької галузі не можлива без створення необхідної кормової бази, здатної задовольнити потреби тварин у повноцінних кормах.

До складу комбікормів в Україні включають не менш як 65-80 % зерна, тоді як в країнах ЕС і Америці цей показник менший порівняно з нашим майже вдвічі. В середньому там витрачають не більш 38-45 % зернових культур по всіх основних групах комбікормів для сільськогосподарських тварин, риби і птиці. Таке суттєве зниження долі зернових компонентів досягнуто за рахунок використання в складі комбікорму побічних продуктів харчової та інших галузей промисловості, що дозволяє знизити їх собівартість.

Харчова промисловість України одна з розвинених галузей виробництва зі значними резервами продуктів переробки, які можна постачати на комбікормові підприємства для їх введення до складу комбікормів.

Значний внесок у розроблення наукових основ технології виробництва комбікормів з використанням побічних продуктів харчових виробництв зробили вітчизняні та закордонні вчені: В. А. Афанасьєв, О. І. Шаповаленко, Г. О. Богданов, Б. В. Єгоров, А. М. Кошелєв, Н. П. Черняєв, А. В. Сокрут, А. П. Лапінська, Л. А. Борщевська. D. A. Ledward, B. Van Lengerich, F. Mauser, J. R. Mitchell, W. Pfaller, A. C. Smith та інші.

В даний час в Україні масового поширення набули зернові напої на основі води або сироватки. Після виробництва таких напоїв залишаються побічні продукти (30-35 %) – лляні кормові екстракти (ЛКЕ), котрі містять значну кількість білку та жиру, а при утилізації можуть забруднювати навколишнє середовище. ЛКЕ на підприємстві не використовують і направляють на утилізацію. Тому альтернативним рішенням є організація використання таких продуктів при виробництві комбікормів.

Літературні джерела не містять достатніх даних про використання ЛКЕ у технології виробництва комбікормів, а також про їх хімічний та мінеральний склад. Тому, з метою запобігання негативного впливу на довкілля та розширення сировинної бази комбікормової промисловості, актуальним є проведення дослідження щодо доцільності введення до раціонів сільськогосподарських тварин та птиці ЛКЕ на основі води або сироватки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилися відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання та переробки зерна НУХТ «Розроблення та удосконалення технології зберігання і оброблення зернових культур з метою отримання кормових та харчових продуктів покращеної якості та асортименту» (державний реєстраційний номер 0112u004886) 2013-2017 р. Автор особисто брала участь у проведенні досліджень і розробленні технології виробництва комбікормів з використанням ЛКЕ.

Мета роботи – науково обґрунтувати можливість використання лляних кормових екстрактів в комбікормовій промисловості та розробити технологію виробництва комбікормів з використанням ЛКЕ.

Для досягнення мети роботи потрібно було вирішити наступні завдання:

- науково обґрунтувати можливість використання ЛКЕ при виробництві комбікормів;
- дослідити хімічний склад ЛКЕ на основі води (ЛКЕОВ) або сироватки (ЛКЕОС) і визначити доцільність їх використання у виробництві комбікормів;
- встановити оптимальну кількість введення ЛКЕОВ або ЛКЕОС до зернових сумішей, що екструдуються;
- визначити хімічний склад, біологічну, кормову та поживну цінність екструдованих кормових сумішей з додаванням ЛКЕ на основі води та сироватки;
- визначити термін зберігання та провести мікробіологічну оцінку екструдованих кормових сумішей з введенням ЛКЕ;
- розробити технологію виробництва кормових сумішей з введенням до їх складу ЛКЕ;
- розрахувати рецепти комбікормів з використанням розроблених кормових сумішей;
- визначити економічний ефект від використання ЛКЕ при виробництві комбікормів.

Об'єкт досліджень – технологія комбікормів з використанням ЛКЕ на основі води або сироватки.

Предмет дослідження – екструдовані кормові суміші з використанням ЛКЕ на основі води або сироватки.

Методи досліджень – загальноприйняті та спеціальні технологічні, органолептичні, аналітичні, хімічні, фізико-хімічні методи дослідження показників якості сировини і готової продукції, експериментально-статистичні, виконані з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів:

- науково обґрунтована можливість використання лляних кормових екстрактів як нового виду сировини для комбікормової промисловості;
- визначено хімічний склад і поживність ЛКЕ;
- вперше доведена можливість виробництва екструдованих кормових сумішей на основі пшениці, кукурудзи та пшеничних висівок з введенням ЛКЕОВ або ЛКЕОС;
- вперше визначено оптимальну кількість введення ЛКЕОВ або ЛКЕОС до складу екструдованих кормових сумішей;
- визначені біохімічні зміни, що відбуваються під час екструдування в кормових сумішах з ЛКЕ;
- доведено, що застосування ЛКЕОВ або ЛКЕОС у виробництві екструдованих кормових сумішей і комбікормів сприяє поліпшенню їх енергетичної та кормової цінності;
- встановлено зміни показників якості екструдованих кормових сумішей в процесі зберігання та визначено їх граничні терміни зберігання.

Наукову новизну підтверджено результатами аналізу літературних та патентних досліджень, а також 3 патентами України на винахід та 5 патентами на корисну модель.

Практичне значення результатів. На основі результатів експериментальних досліджень хімічного складу та технологічних властивостей екструдованих кормових сумішей з використанням ЛКЕОВ або ЛКЕОС розроблена технологія виробництва екструдованої кормової суміші з використанням ЛКЕОВ або ЛКЕОС та розраховано рецепти повнораціонних комбікормів для відгодівлі сільськогосподарських тварин та птиці, за яким на підприємстві ТЗОВ «Захід агропродукт» вироблена дослідна партія комбікормів.

Зоотехнічні дослідження ефективності згодовування комбікормів тваринам вироблених на основі екструдованих кормових сумішей із введенням ЛКЕ проведено на дослідних тваринах ТОВ «Бучачагрохлібпром», які показали позитивний результат.

Визначено економічний ефект від впровадження в промисловість технології виробництва комбікормів для поросят з використанням ЛКЕОС, а також розроблена та затверджена «Технологічна інструкція на виробництво комбікормів для поросят віком від 4 до 8 місяців».

Особистий внесок здобувача. Автор особисто брав участь у розробленні методик досліджень, виконанні аналітичної та експериментальної роботи, формулюванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, у розробленні технології кормових сумішей з ЛКЕОВ або ЛКЕОС.

Планування проведення досліджень, аналіз та узагальнення результатів проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Шаповаленко О. І. Ряд досліджень виконано у співавторстві зі співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна, кафедри біотехнології та мікробіології НУХТ, співробітниками Інституту технічної теплофізики НАН України, а також зі співробітниками Інституту біохімії ім. О. В. Паладіна НАН України.

Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на 80-й, 81-й, 82-й, 83-й наукових конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених НУХТ «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, 2014–2016 рр.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної науки» (Львів, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (Київ, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2016 р.), V міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішення актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (Київ, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» (Тернопіль, 2015 р.), V международной научно-технической конференции «Новое в технологи и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Наукові проблеми

харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції», (Київ, 2017 р.).

Публікації. Основні положення дисертації викладено у 28 наукових публікаціях, серед яких 6 – у наукових виданнях України, затверджених Міністерством освіти і науки як фахові, 1 – у закордонному науковому виданні, 2 – у виданнях, які входять до науково-метричних баз, 3 патентах України на винахід і 5 патентах на корисну модель, 11 – матеріалах наукових конференцій.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, що налічує 243 найменування, 18 додатків. Робота викладена на 124 сторінках основного тексту, має 19 рисунків та 30 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність, сформульовано мету роботи.

У першому розділі «**Аналітичний огляд літератури**» проведено огляд наукових публікацій згідно теми дисертаційної роботи. В даному розділі було проаналізовано сучасний стан комбікормової промисловості. Досліджено проблему забезпечення сільськогосподарських тварин та птиці поживними та біологічно активними речовинами у складі комбікормів. Встановлено, що ця проблема вирішується завдяки розширенню сировинної бази за рахунок використання побічних продуктів переробки харчових та інших виробництв.

Аналіз огляду літературних джерел, з питань використання ЛКЕ у виробництві комбікормів та годівлі сільськогосподарських тварин та птиці, дав змогу прийти до висновку про відсутність даних щодо використання у комбікормовій промисловості ЛКЕ, та необхідності розробки технології виготовлення комбікормів з введенням нового виду сировини.

На основі літературного огляду обрано основні напрями роботи, сформульовані мета і конкретні завдання досліджень.

У другому розділі «**Об'єкти та методи досліджень**» наведено характеристику сировини, що використовується у роботі – зерна пшениці, кукурудзи, пшеничних висівок та ЛКЕ. Розроблено блок схему комплексних досліджень, котра представлена на рис. 1. Використанні методики, за якими визначали фізичний, хімічний склад сировини та готової продукції, показники якості отриманих екструдованих кормових сумішей. Експериментальні дослідження технологічних операцій та їх режимів було проведено на спеціальних лабораторних установах. Результати експериментальних досліджень піддавались відповідній статистичній і математичній обробці.

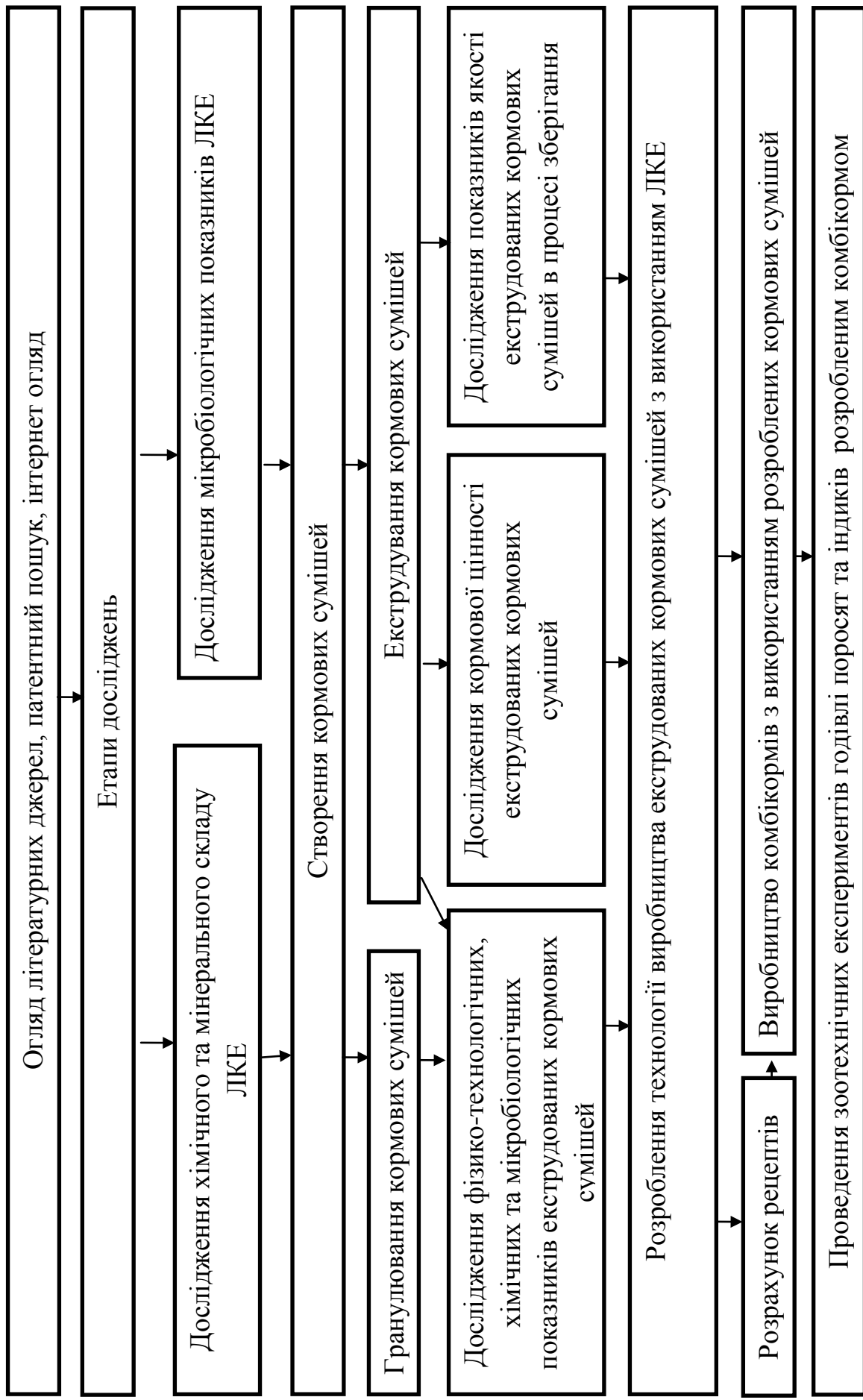


Рисунок 1 – Блок-схема комплексних досліджень

У третьому розділі «Дослідження показників якості лляних кормових екстрактів» приведено технологію виробництва та хімічний склад лляних кормових екстрактів. Результати досліджень хімічного складу ЛКЕ (таблиця 1) свідчать про те, що лляні кормові екстракти є джерелом поживних речовин.

Таблиця 1 – Хімічні показники лляних кормових екстрактів

Показник	Лляний кормовий екстракт	
	на основі води	на основі сироватки
Масова частка сухих речовин, %	65	60
Масова частка сирого жиру, %	9,5	10,3
Масова частка сирого протеїну, %	17,2	18,8
Кислотність, град	1,4	2,3
Масова частка сирої золи, %	3,9	4,2
Харчові волокна, %	34,3	35,1
Масова частка клітковини, %	15,1	16,8

Вміст сирого протеїну становить – 17,2 - 18,8 %, сирого жиру – 9,5 –10,3 %, сирої клітковини – 15,1 – 16,8 %.

Амінокислотний склад білка ЛКЕ наведено в табл. 2, аналіз даних якої свідчить про те, що їх білок є повноцінним, оскільки містить всі незамінні амінокислоти. Лімітуючою амінокислотою є лізин. Його вміст знаходиться в межах 0,66 – 0,89 %.

Таблиця 2 –Амінокислотний склад лляних кормових екстрактів

Показник	Шкала ФАО/ ВООЗ, %	Лляний кормовий екстракт			
		на основі води		на основі сироватки	
		%	Скор	%	Скор
Валін	5,0	1,56	31	1,31	26
Лізин	7,7	0,89	12	0,66	9
Лейцин	9,9	1,52	15	1,53	15
Ізолейцин	4,6	1,42	30	1,24	27
Треонін	5,0	1,65	33	1,44	29
Метіонін +цистеїн	3,5	0,86	25	0,84	24
Фенілаланін+ тирозин	7,6	1,94	26	1,65	22
Гістидин	2,9	0,78	27	0,63	22
Аргінін	4,4	3,05	69	2,72	62
Сума НА	-	13,76	-	12,02	-
КРАС, %	-	16	-	14,2	-
Б Ц, %	-	84	-	87,8	-

Результати проведених досліджень мінерального складу ЛКЕ (табл. 3) свідчать про те, що в них присутні макро- та мікроелементи, які необхідні для нормального розвитку та росту організму тварин та птиці.

Найважливішими мікроелементами для тварин є кальцій і фосфор. Їх обмін в організмі тварини тісно пов'язаний між собою. Наші дослідження показали (табл. 3), що вміст кальцію у лляних кормових екстрактах становить – 1,06 – 1,23 г/кг, а фосфору – 1,85 – 2,12 г/кг, що відповідає діючим нормам.

Таблиця 3 – Мінеральний склад лляних кормових екстрактів

Показник	Лляний кормовий екстракт	
	на основі сироватки	на основі води
Макроелементи, г/кг		
Кальцій	1,23	1,06
Магній	0,93	0,74
Натрій	1,00	0,91
Фосфор	2,12	1,85
Калій	5,40	5,10
Мікроелементи, мг/кг		
Залізо	44,86	41,35
Цинк	22,11	20,74
Мідь	3,15	2,93
Марганець	15,64	15,23

Проведенні дослідження, щодо визначення терміну зберігання ЛКЕ на основі води або сироватки представлено на рис. 2.

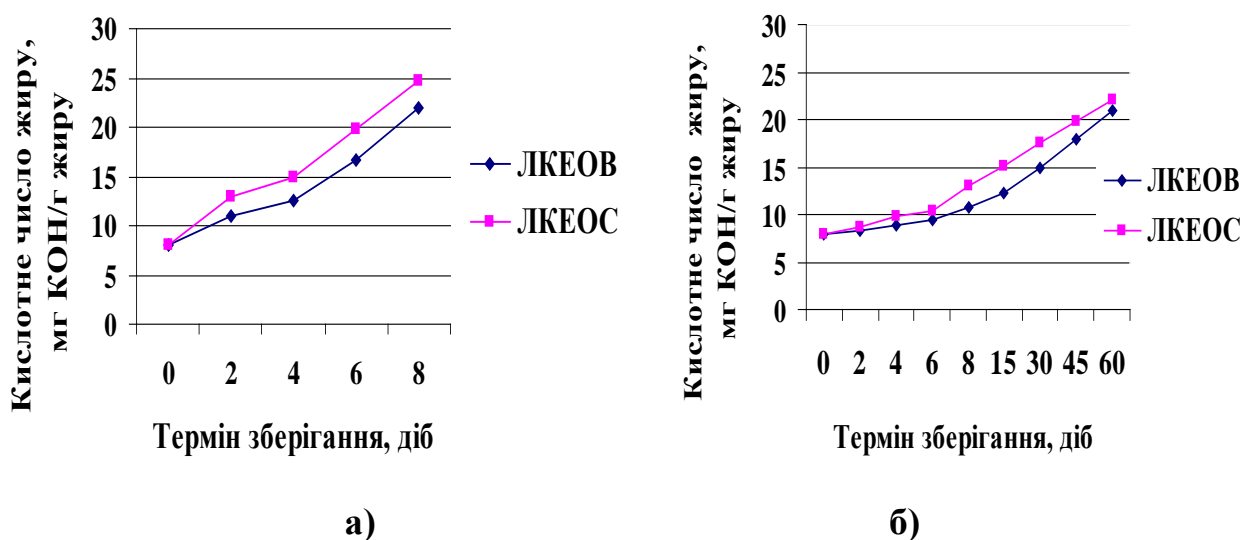


Рисунок 2 – Зміна кислотного числа жиру в лляних кормових екстрактах у процесі зберігання: а) при температурі 20 °С, б) при температурі 0 °С

Дослідження показали, що ЛКЕ можуть зберігатися протягом 7 днів у негерметичній тарі при температурі 20 °С, а при температурі 0 °С вони зберігаються 45 днів.

Мікробіологічний аналіз ЛКЕ показав, що для них характерний досить низький рівень мікробіологічного обсіменіння. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) у всіх зразках кормових сумішей знаходилася в допустимих межах $3 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^4$ КУО/г (не більше $5 \cdot 10^5$ КУО/г).

У четвертому розділі «Технологія виробництва кормових сумішей з додаванням лляних кормових екстрактів» визначено можливість і доцільність виробництва екструдованих кормових сумішей на основі пшениці, кукурудзи та пшеничних висівок з додаванням ЛКЕ. Для обґрунтування оптимальної кількості компонентів та режимів екструдування зернових сумішей з додаванням ЛКЕ застосовували методи експериментально-статистичного моделювання. Визначали залежність істинної густини екструдату (Y), кг/м³ від: X₁ – вміст лляного екстракту на основі води (сироватки), % до маси суміші; X₂ – вологість суміші, % (на загальну масу); X₃ – температура, °С. В результаті опрацювання експериментальних даних методом кореляційно-регресійного аналізу отримали наступні рівняння регресії в кодованих значеннях факторів:

Для кормової суміші в склад якої входить пшениця: кукурудза: ЛКЕОС:

$$Y = 728 + 7,25 X_1 + 12,75 X_2 + 7,5 X_3 \quad (1)$$

Оптимальні значення критерію оптимальності для даних сумішей становить Y = 777 кг/м³, які досягаються за оптимуму X₁ = 15 %, X₂ = 18 %, X₃ = 100 °С;

Для кормової суміші в склад якої входить пшениця: кукурудза: ЛКЕОВ:

$$Y = 712,125 + 7,125 X_1 + 14,375 X_2 + 8,125 X_3 \quad (2)$$

Оптимальні значення критерію оптимальності для даних сумішей становить Y = 752 кг/м³, які досягаються за оптимуму X₁ = 15 %, X₂ = 18 %, X₃ = 100 °С;

Для кормової суміші в склад якої входить пшеничні висівки: кукурудза: ЛКЕОС:

$$Y = 703 + 2,75 X_1 + 5,4 X_2 + 9,25 X_3 \quad (3)$$

Оптимальні значення критерію оптимальності для даних сумішей становить Y = 755 кг/м³, які досягаються за оптимуму X₁ = 20 %, X₂ = 16 %, X₃ = 103 °С;

Для кормової суміші в склад якої входить пшеничні висівки: кукурудза: ЛКЕОВ:

$$Y = 700 + 4,55 X_1 + 7,125 X_2 + 5,875 X_3 \quad (4)$$

Оптимальні значення критерію оптимальності для даних сумішей становить Y = 760 кг/м³, які досягаються за оптимуму X₁ = 20 %, X₂ = 16 %, X₃ = 103 °С;

Досліджено вміст сирого протеїну (на суху речовину) в кормових сумішах до та після екструдуювання. Результати наведені на рис. 3 -4.

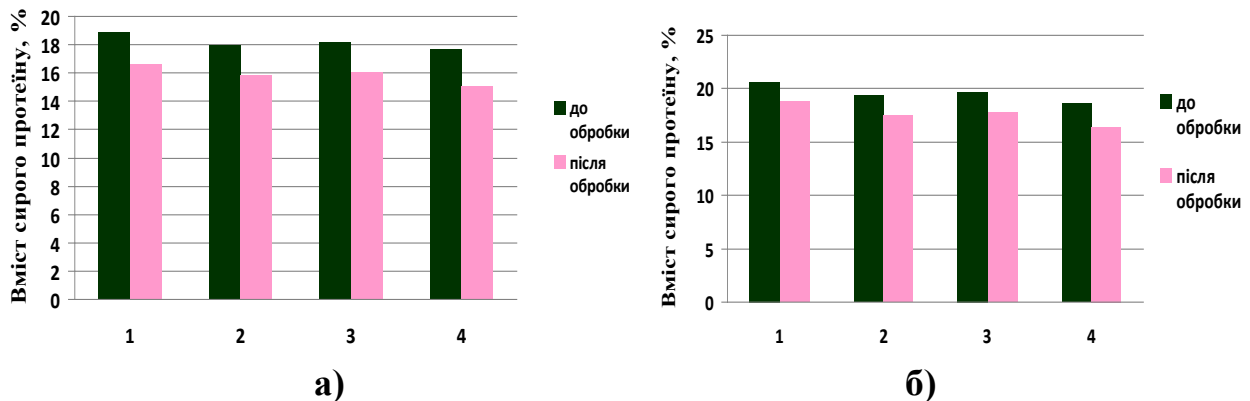


Рисунок 3 (а-б) – Зміна масової частки сирого протеїну кормових сумішей з додаванням ЛКЕОВ до та після екструдуювання

а) 1 – Суміш №1 (пшениця – 40 % : кукурудза – 40 %: ЛКЕОВ – 20 %);
 2 – Суміш № 2 (пшениця – 40 %: кукурудза – 45 % : ЛКЕОВ – 15 %);
 3 – Суміш № 3 (пшениця – 45 % : кукурудза -40 %: ЛКЕОВ- 15 %);
 4 – Суміш № 4 (пшениця – 45 % : кукурудза – 45 %: ЛКЕОВ – 10 %)

б) 1 – Суміш №1 (пшеничні висівки – 40% : кукурудза – 40 %: ЛКЕОВ – 20 %);
 2 – Суміш № 2 (пшеничні висівки -40 % : кукурудза – 45 % : ЛКЕОВ – 15 %);
 3 – Суміш № 3 (пшеничні висівки – 45 % : кукурудза -40 % : ЛКЕОВ- 15 %);
 4 – Суміш № 4 (пшеничні висівки 45 %: кукурудза – 45 % : ЛКЕОВ- 10 %)

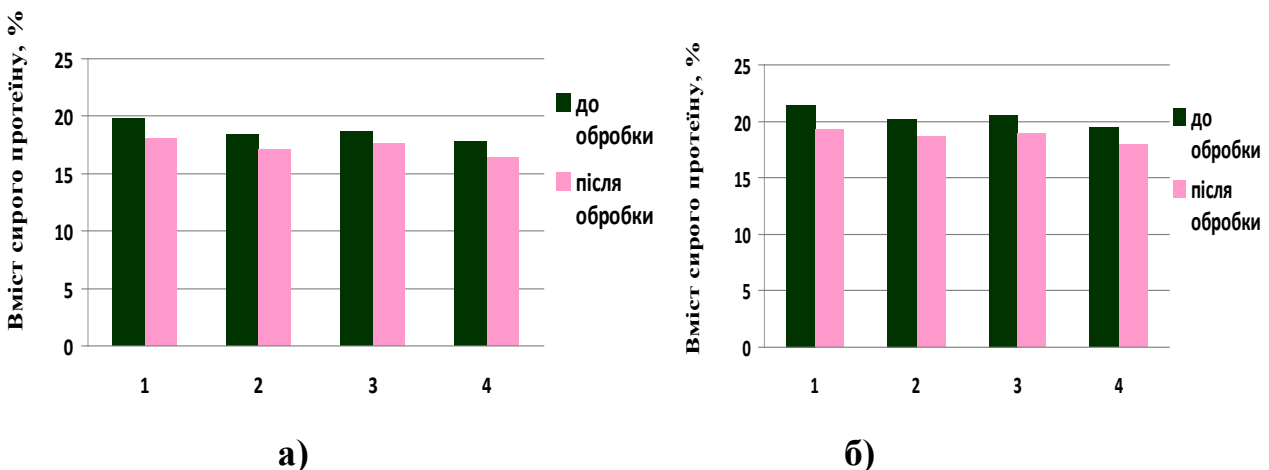


Рисунок 4 (а-б) – Зміна масової частки сирого протеїну кормових сумішах з додаванням ЛКЕОС до та після екструдуювання

а) 1 – Суміш №1 (пшениця – 40 % : кукурудза – 40 %: ЛКЕОС – 20 %);
 2 – Суміш № 2 (пшениця – 40 %: кукурудза – 45 % : ЛКЕОС – 15 %);
 3 – Суміш № 3 (пшениця – 45 % : кукурудза -40 %: ЛКЕОС – 15 %);
 4 – Суміш № 4 (пшениця – 45 % : кукурудза – 45 %: ЛКЕОС – 10 %)

б) 1 – Суміш №1 (пшеничні висівки – 40% : кукурудза – 40 %: ЛКЕОС – 20 %);
 2 – Суміш № 2 (пшеничні висівки -40 % : кукурудза – 45 % : ЛКЕОС – 15 %);
 3 – Суміш № 3 (пшеничні висівки – 45 % : кукурудза -40 % : ЛКЕОС – 15 %);
 4 – Суміш № 4 (пшеничні висівки 45 %: кукурудза – 45 % : ЛКЕОС – 10 %)

Аналіз отриманих даних вказує на те, що термічна обробка викликає денатурацію білка, впливає на розчинність його фракцій та їх співвідношення. До екструдовання вміст сирого протеїну у суміші був у межах 17,7 – 25,1 %, а після екструдовання цей показник становив 15,1 – 19,3 %.

Аналіз амінокислотного складу екструдованих зернових сумішей показав, що їхні білки містять усі незамінні амінокислоти. При дослідженні амінокислотного складу білка екструдованих кормових сумішей встановлено, що найбільшу кількість незамінних амінокислот містять суміші, до складу яких входить лляний кормовий екстракт на основі сироватки – 43,86 – 45,36 % на 100 г білку, а на основі води – 41,64 – 43,62 % на 100 г білку. Усі амінокислоти у сумішах знаходяться на достатньому рівні для потреб тварин.

Найменші показники амінокислотного скору було встановлено у досліджуваних сумішах за ізолейцином, лізином та валіном. Амінокислотний скор за цими амінокислотами знаходився у межах 45...69 % на 100 г білку.

Під час екструдовання найбільшої зміни зазнають вуглеводи, що пояснюється високою водоабсорбційною здатністю крохмалю і клітковини. Проведені дослідження показали, що в процесі екструдовання у кормових сумішах зменшується кількість крохмалю майже на 20 %, проте загальна кількість декстринів збільшується від 18,16 до 23,62 %, що підвищує доступність поживних речовин для перетравлення організмом тварин.

Аналіз результатів проведених досліджень з визначення зміни якості ліпідного комплексу екструдованих кормових сумішей свідчить про те, що в процесі зберігання не відбувається суттєвого погіршення їх якості.

За своїми фізичними властивостями та ідеєю корм повинен відповідати анатомо-фізіологічним особливостям кишково-шлункового тракту і бути смачним, тому поживність кормів не можна виразити одним показником. Правильну характеристику корму можна дати лише при оцінці різних поживних його якостей. Щоб мати уявлення про поживність корму і розумінні причини її зміни під впливом різних умов, слід знати вміст у кормах органічних і мінеральних речовин, які беруть участь в обміні, а також процеси взаємодії між речовинами, які надійшли з кормом, і тваринним організмом на різних стадіях годівлі.

Результати проведених досліджень з визначення поживності екструдованих кормових сумішей наведені у табл. 4, аналіз даних якої показав, що більш доступними для дії ферментів є кормові суміші з додаванням лляного кормового екстракту на основі сироватки – 66,47 – 70,83 %, за рахунок кращих структурних перетворень вуглеводів, а у зернових сумішах з додаванням лляного кормового екстракту на основі води значення перетравності знаходились в межах – 64,12 – 67,6 %. Таким чином, проведені дослідження показали, що при екструдованні зернових сумішей з додаванням лляних кормових екстрактів можна отримати екструдовані кормові продукти високої поживної та кормової цінності.

Таблиця 4 – Поживність екструдованих кормових сумішей

Показники	Співвідношення компонентів (пшениця : кукурудза : ЛКЕОВ), %				Співвідношення компонентів (пшениця : висівки : ЛКЕОВ), %			
	40:40:20	40:45:15	45:40:15	45:45:10	40:40:20	40:45:15	45:40:15	45:45:10
Склад суміші, %	67,26	65,91	66,72	64,12	67,60	67,26	66,47	66,05
Перетравність, %	54,46	56,19	55,91	57,22	50,90	52,70	52,15	53,80
Вміст БЕР, %	393,44	391,14	392,9	392,3	393,08	391,86	389,29	388,69
Енергетична цінність, ккал на 100 г	16,5	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,3	16,3
Обмінна енергія, МДж/кг	1,26	1,27	1,27	1,28	1,07	1,08	1,08	1,10
Кормові одиниці, кг в 1 кг								
Показники	Співвідношення компонентів (пшениця : кукурудза : ЛКЕОС), %				Співвідношення компонентів (пшениця : висівки : кукурудза : ЛКЕОС), %			
	40:40:20	40:45:15	45:40:15	45:45:10	40:40:20	40:45:15	45:40:15	45:45:10
Склад суміші, %	69,48	68,05	67,60	66,47	70,83	68,83	68,29	67,14
Перетравність, %	51,10	51,93	51,50	52,65	49,00	50,03	49,47	50,47
Енергетична цінність, ккал на 100 г	393,76	392,23	392,15	389,37	400	389,1	389,2	388,8
Обмінна енергія, МДж/кг	16,5	16,4	16,4	16,3	16,7	16,3	16,3	16,3
Кормові одиниці, кг в 1 кг	1,28	1,29	1,29	1,30	1,10	1,11	1,11	1,09

Проведені дослідження з визначення зміни кислотного числа жиру екструдованих кормових сумішей в процесі зберігання протягом двох місяців при температурі 0 та 20 °С (рис. 5) показує, що з часом кислотне число сумішей зростає. Найбільш інтенсивне зростання останнього проходить при температурі 20 °С і окиснення ненасичених жирних кислот проходить швидше.

Аналіз рисунків свідчить про те, що процес гідролізу жиру проходить нерівномірно. На початку зберігання проходить інтенсивне зростання кількості вільних жирних кислот, а наприкінці терміну зберігання воно проходить повільно.

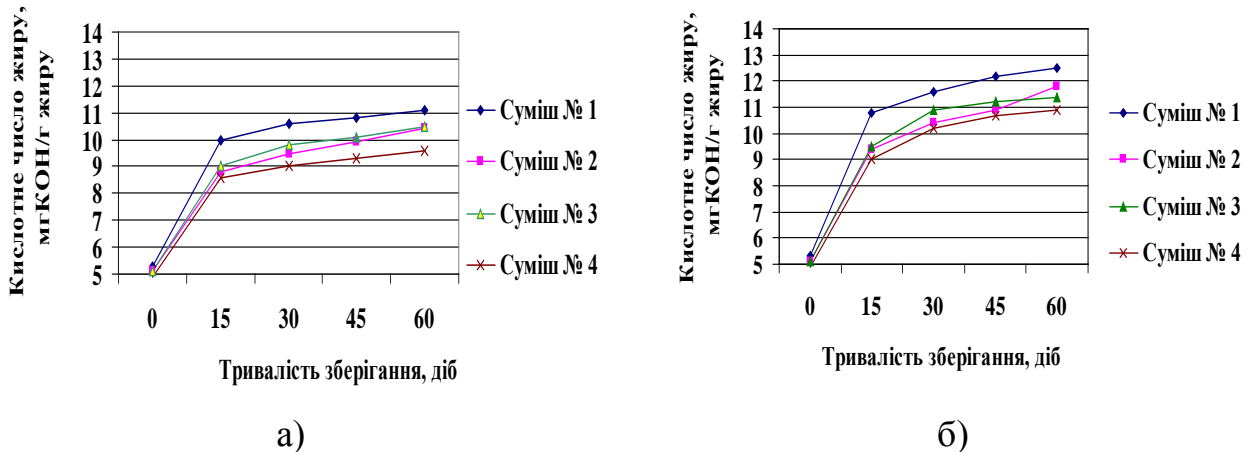


Рисунок 5 – Зміна кислотного числа жиру в екструдованих кормових сумішах у процесі зберігання: а) при температурі 0 °С; б) при температурі 20 °С

1 – Суміш №1 (пшениця - 40 %: кукурудза - 40 %: ЛКЕОВ - 20 %); 2 – Суміш № 2 (пшениця - 40 %: кукурудза - 45 %: ЛКЕОВ - 15 %); 3 – Суміш № 3 (пшениця - 45 %: кукурудза - 40 %: ЛКЕОВ - 15 %); 4 – Суміш № 4 (пшениця - 45 %: кукурудза - 45 %: ЛКЕОВ - 10 %).

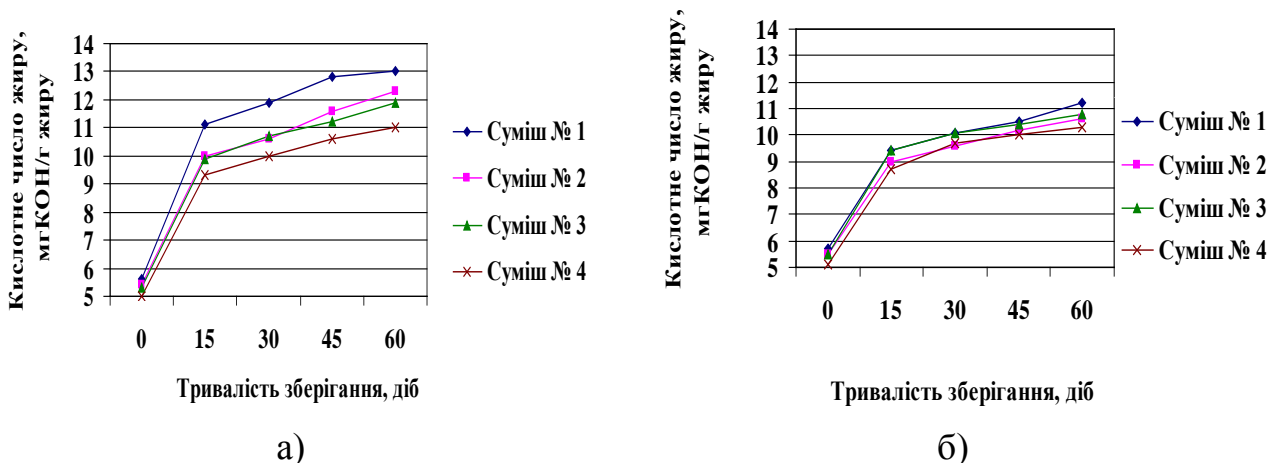


Рисунок 6 – Зміна кислотного числа жиру в екструдованих кормових сумішах у процесі зберігання: а) при температурі 20 °С; б) при температурі 0 °С

1 – Суміш №1 (пшеничні висівки - 40 %: кукурудза - 40 %: ЛКЕОВ - 20 %); 2 – Суміш № 2 (пшеничні висівки - 40 %: кукурудза - 45 %: ЛКЕОВ - 15 %); 3 – Суміш № 3 (пшеничні висівки - 45 %: кукурудза - 40 %: ЛКЕОВ - 15 %); 4 – Суміш № 4 (пшеничні висівки - 45 %: кукурудза - 45 %: ЛКЕОВ - 10 %);

Аналіз результатів проведених досліджень з визначення зміни якості ліпідного комплексу екструдованих кормових сумішей свідчить про те, що в процесі зберігання не відбувається суттєвого погіршення їх якості.

Термін зберігання екструдованих сумішей (пшениця : кукурудза : лляний кормовий екстракт на основі води та пшениця : кукурудза : лляний кормовий екстракт на основі сироватки) у промислових умовах зберігання повинен не перевищувати 60 діб. Термін зберігання екструдованих сумішей (пшеничні висівки : кукурудза : лляний кормовий екстракт на основі води та пшеничні висівки : кукурудза : лляний кормовий екстракт на основі сироватки) повинен бути не більше – 45 діб.

Результати дослідів щодо рівня мікробіологічної забрудненості вказують на те, що, як на початку, так і в кінці зберігання екструдованих кормових сумішей, характерний досить низький рівень мікробіологічного обсіменіння. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФAM) у всіх зразках сумішей знаходилася в допустимих межах $2 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^3$ КУО/г, що відповідає вимогам нормативних документів (не більше $5 \cdot 10^5$ КУО/г).

В процесі досліджень не були виявлені такі групи мікроорганізмів, як бактерії групи кишкової палички (БГКП) та патогенні мікроорганізми.

При зберіганні екструдованих кормових сумішей протягом місяця за температури 20°C спостерігалось незначне збільшення мікробіологічних показників, а при 0°C взагалі був відсутній ріст мікроорганізмів.

На рис. 6 наведено розроблену принципову технологічну схему виробництва комбікормів для сільськогосподарських тварин та птиці з внесенням ЛКЕ.

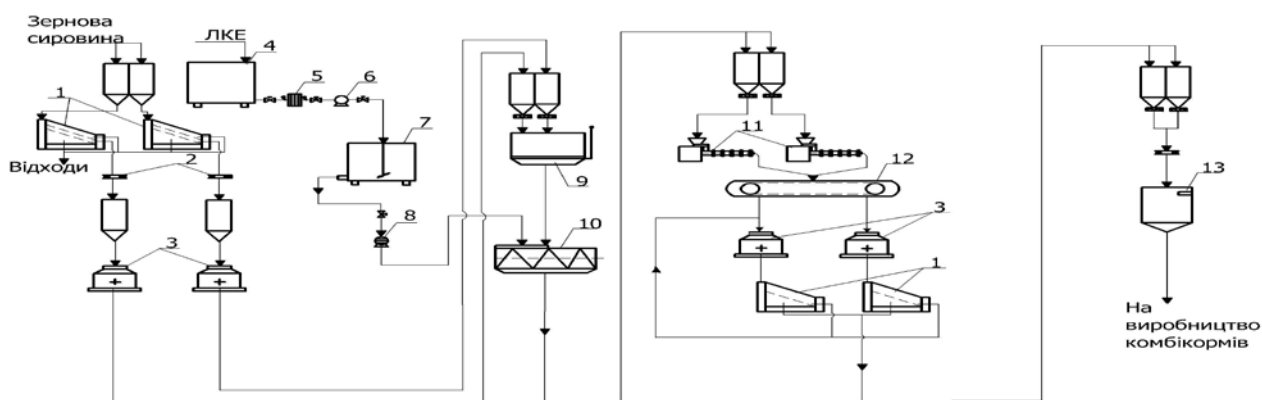


Рисунок 6 – Принципова технологічна схема виробництва екструдованих кормових сумішей з додаванням ЛКЕОВ або ЛКЕОС

1 – просіювальна машина; 2 – електромагнітний сепаратор; 3 – молоткова дробарка; 4 – контейнер для рідких компонентів; 5 – фільтр тонкого очищення; 6 – насос; 7 – витратний бак; 8 – насос-дозатор; 9 – дозатор; 10 – змішувач періодичної дії; 11 – екструдер; 12 – охолоджувач 13 – ваги.

Розраховано рецепти повнораціональних комбікормів для поросят віком від 4 – 8 місяців та індичат віком від 3 – 6 місяців. При розрахунку рецептів за основу брали відомі рецепти з заміною деяких компонентів комбікормів на відповідний вміст екструдованих кормових сумішей.

Отримано позитивні результати по зоотехнічній оцінці ефективності використання комбікормів з введенням лляних кормових екстрактів у ТОВ «Бучачагрохлібпром» де було проведено дослідження по згодовуванню тваринам і птиці комбікорму з введенням лляних кормових екстрактів.

ВИСНОВКИ

1. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень вперше науково обґрунтована доцільність використання лляних кормових екстрактів на основі води або сироватки при виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин та птиці. Розроблено технологію їх виробництва з використанням лляних кормових екстрактів в складі кормових сумішей.

2. Визначено хімічний, мінеральний склад і поживність ЛКЕОВ та ЛКЕОС. Їх хімічний склад характеризується підвищеним вмістом сирого протеїну, який становить 17,2-18,8 %, повноцінністю білка, який містить всі незамінні амінокислоти, підвищеною кількістю сирого жиру – 9,5-10,3 %, сирі клітковини 15,1 – 16,8 % та містить макро- і мікроелементи, що дозволяє використовувати їх при виробництві комбікормів, як нового виду сировини.

3. Вперше визначено оптимальну кількість введення ЛКЕ до зернових сумішей перед їх екструдуванням. Для суміші пшениця:кукурудза введення ЛКЕОВ або ЛКЕОС становить 15 %, а для суміші пшеничні висівки:кукурудза введення ЛКЕОВ або ЛКЕОС становить 20 %.

4. Визначено біохімічні зміни, які відбуваються під час екструдування кормових сумішей. Встановлено, що екструдування сприяє підвищенню біологічної цінності продуктів. Найвищою біологічною цінністю володіє білок сумішей з додаванням ЛКЕОВ (65,63 – 71,82). Суміші виявились найбільш збалансованим за амінокислотним складом, а показники біологічної цінності у сумішах з ЛКЕОС, становлять (65-67,46).

5. Екструдування розроблених кормових сумішей на основі ЛКЕ сприяє отриманню екструдованих продуктів з підвищеною кормовою цінністю: кормові одиниці знаходяться в межах 1,07 – 1,30 кг в 1 кг, а обмінна енергія – 16,3 – 16,7 МДж/кг.

6. Встановлено, що термін зберігання екструдованих кормових сумішей у промислових умовах не повинен перевищувати 45 – 60 діб, в залежності від їх складу, з постійним контролем кислотного та перекисного числа жиру. Визначено, що при цьому продукти не набувають токсичних властивостей, загальна кількість мікробних клітин для усіх зразків становить $2 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^3$ КУО/г що знаходиться в допустимих межах (не більше $5 \cdot 10^5$ КУО/г).

7. Розроблено технологію виробництва кормових сумішей з введенням до їх складу ЛКЕ. Доведено, що на комбікормових заводах лляні кормові суміші можна вводити за існуючою лінією підготовки рідких компонентів.

8. Розроблено рецепти комбікормів в яких замість зернової сировини та інших видів незернової сировини введено екструдовані кормові суміші, що підвищує біологічну та кормову цінність кормів.

9. Результати зоотехнічних експериментів годівлі поросят та індичат підтвердили високу кормову цінність комбікорму з введенням ЛКЕ.

10. Економічний ефект при виробництві 1 т комбікорму на основі розроблених кормових сумішей з використанням ЛКЕОС для поросят у віці від 4 до 8 місяців складає 1166 грн.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Тракало Т О, Янюк ТІ, Ганзенко ВВ, Боженко ЛП, Бондар ОЮ. Дослідження впливу кавітаційного механізму при пульсаційному екстрагування рослинної сировини. Наукові праці ОНАХТ. 2014 Трав 45; 2: 112-5. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: WorldCat, GoogleScholar)*.

2. Тракало Т О, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО. Вплив лляного екстракту на хімічний склад гранульованих кормових сумішей. Харчова промисловість. 2015 Вер 17: 31-4.

3. Тракало Т О, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Шаран АВ. Амінокислотний склад екструдованих кормових сумішей. Хранение и переработка зерна. 2016 Квіт 4: 55-9. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук)*.

4. Тракало Т О, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО. Технологічні та фізичні властивості гранульованих сумішей. Хранение и переработка зерна. 2016 Трав 5: 41-3. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук)*.

5. Тракало Т О. Мікробіологічні показники екструдованих кормових сумішей. Молодий вчений. 2016 Жов 10 : 44-8. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Index Copernicus, GoogleScholar)*.

6. Тракало Т О, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Малюта КС. Технологія отримання суспензії з насіння льону. Хранение и переработка зерна. 2016 Вер 9: 55-8. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук)*.

7. Trakalo T, Shapovalenko O, Yaniuk T, Sharan A. Effect off extruding on microbial indicators of feed mixtures. Ukrainian Food Journal. 2016 Dec 4 (1) : 58-65. *(Збірник входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація: Index Copernicus, GoogleScholar)*.

8. Тракало Т О, Улянич ІФ. Волого-теплова обробка зернової сировини. Шаповаленко ОІ, редактор. Програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Наукові здобутки молоді-вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті; 2014 Квіт 10-11; Київ. Київ: НУХТ; 2014, с. 263-5.

9. Тракало Т О. Створення кормових сумішей. Шаповаленко ОІ, редактор. Програма і матеріали 81 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Наукові здобутки молоді-вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті; 2015 Квіт 23-24; Київ. Київ: НУХТ; 2015, с. 173.

10. Тракало ТО. Дослідження режимів екструдуювання зернової суміші при різних способах підготовки. Шаповаленко ОІ, редактор. V Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів. Наукові здобутки у вирішенні актуальних питань проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства; 2015; Київ. Київ: НУБіП, 2015, 226-7.

11. Тракало ТА, Янюк ТИ. Исследования показателей качества экструдированной зерновой смеси с добавлением льняного экстракта. Шаповаленко ОИ, редактор. Международная научно-практическая конференция. Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения; 2015 Апр; Кутаиси. Кутаиси: ГУ А. Церетели, 2015, с. 369-371.

12. Тракало ТА. Исследование физико-механического состава гранулированных смесей. Шаповаленко ОИ, редактор. V Международная научно-техническая конференция. Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воозрений; 2015 Июнь 4-5; Воронеж. Воронеж: ВГУИТ; 2015, с. 125-7.

13. Тракало ТО, Янюк ТІ, Шаран АВ. Екструдуювання суміші зернових культур з лляним екстрактом. Шаповаленко ОІ, редактор. Міжнародна науково-практична конференція. Стан і перспективи харчової науки та промисловості; 2015 Жов 8-9; Тернопіль. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя; 2015, с. 49.

14. Тракало ТО, Янюк ТІ, Шаран АВ. Дослідження показників якості екструдуювання зернової суміші з додаванням лляного екстракту. Шаповаленко ОІ, редактор. III Міжнародна науково-практична конференція. Актуальні питання сучасної науки; 2015 Жов 16-17; Львів: 2015, с. 108-111.

15. Тракало ТО, Янюк ТІ, Шаран АВ. Екструдовані зернові суміші з лляним екстрактом. Шаповаленко ОІ, редактор. II Міжнародна науково-практична конференція. Якість та безпека харчових продуктів; 2015 Лис 12-13; Київ. Київ: НУХТ; 2015, с. 103-5.

16. Тракало ТО. Вміст мінеральних речовин у екструдованих зернових сумішах. Шаповаленко ОІ, редактор. Програма і матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Наукові здобутки молоді-вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті; 2016 Квіт 13-14; Київ. Київ: НУХТ; 2016, с. 190.

17. Тракало ТО, Янюк ТІ, Шаран АВ. Вплив лляного екстракту на основі води на фізико-механічні показники екструдованих кормових сумішей. Шаповаленко ОІ, редактор. Міжнародна науково-практична конференція. Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва; 2016 Трав 26-27; Умань. Умань: УНУС; 2016, с. 34-6.

18. Тракало ТО, редактор. Вуглеводний комплекс екструдованих кормових сумішей. V Міжнародна науково-практична конференція молодих

вчених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій; 2016 Лис 17-18 Тернопіль. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя; 2016, с. 269.

19. Тракало ТО. Аналіз вмісту сирого жиру у кормових сумішах Шаповаленко ОІ, редактор. Програма і матеріали 83 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Наукові здобутки молоді-вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті; 2017 Квіт 5-6; Київ. Київ: НУХТ; 2017, с. 190.

20. Тракало ТО. Дослідження якості екструдованих кормових продуктів в процесі зберігання. Шаповаленко ОІ, редактор. Міжнародна науково-практична конференція. Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євро інтеграції; 2017 Лис 7-8; Київ. Київ: НУХТ; 2017, с. 54-5.

21. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО, Ганзенко ВВ, Баранова КВ, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Спосіб одержання концентрованого продукту з насіння льону. Патент України № 101357. 2015 вересня 10.

22. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО, Ганзенко ВВ, Баранова КВ, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Спосіб одержання концентрованого продукту з насіння льону. Патент України № 109869. 2015 жовтень 12.

23. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Гранульований кормовий продукт. Патент України № 104384. 2016 січень 25.

24. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Гранульований кормовий продукт. Патент України № 104338. 2016 січень 25.

25. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Шаран АВ, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Екструзійний кормовий продукт. Патент України № 104339. 2016 січень 25.

26. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Шаран АВ, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Екструзійний кормовий продукт. Патент України № 105132. 2016 березень 10.

27. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Євтушенко ОО, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Гранульований кормовий продукт. Патент України № 114019. 2017 квітень 10.

28. Тракало ТО, Шаповаленко ОІ, Янюк ТІ, Шаран АВ, винахідники; Національний університет харчових технологій, патентовласник. Екструзійний кормовий продукт. Патент України № 114020. 2017 квітень 10.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних, досліджень, участь в обговоренні, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1-28].

АНОТАЦІЯ

Тракало Т. О. Технологія виробництва комбікормів з використанням лляних кормових екстрактів. – Рукопис.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук з спеціальністю 05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Національний університет харчових технологій, м. Київ, 2018.

Дисертацію присвячено питанню використання побічних продуктів харчових виробництв, а саме лляних кормових екстрактів в комбікормовій промисловості. Сукупність результатів теоретичних та експериментальних досліджень дозволила розробити технологію введення лляних кормових екстрактів до складу комбікормів для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці, тим самим вирішити проблему утилізації даних відходів. В результаті впровадження лляних кормових екстрактів в годівлю сільськогосподарських тварин та птиці отримано позитивні результати з приросту маси тварин та птиці, що свідчить про ефективність використання даної сировини.

Ключові слова: льон, екстракт, корм, комбікорм, сирий протеїн, кормова суміш, екструдування, мінеральні речовини, кормові одиниці.

ABSTRACT

Trakalo T. O. Technology of compound feed based on flax feed extracts – Qualifying scientific work as a manuscript.

Ph.D. thesis in Engineering Science in specialty 05.18.02 – Technology of grain, legumes, cereal products and compound feed, oil and fiber crops National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

The thesis focuses on the issue of utilization of by-products from food production, specifically flax feed extracts in the compound feed industry. A set of results of theoretic and experimental studies enabled the development of implementation technology of flax feed extracts into compound feed for feeding of farm animals and poultry and solve the problem of utilization of these raw materials. With the introduction of flax feed extracts into the feeding of farm animals and poultry, the positive results were obtained on the weight gain of animals and poultry, which indicates the utilization efficiency of these raw materials.

Physical and technological, chemical and microbial indicators of water- or whey-based flax feed extracts have been studied, as well as change in quality of extracts during storage at different temperature regimes. Studies of chemical composition, nutrient density and mineral content have shown flax feed extracts are valuable co-products from flax extracts for food industry and it is advisable to use them in the production of fodder for farm animals and poultry.

The studies on determination of storage life of water- or whey-based flax feed extracts have shown that flax feed extracts could be stored within 7 days in leaky containers at a temperature of 20 °C, and at a temperature of 0 °C they are stored 45 days. Their storage life in leak proof containers is 70 days at a temperature of 0 and 20 °C.

Biochemical changes occurring during extrusion treatment of feed mixtures are identified. It is identified that extrusion treatment improves biological value of products. Protein of mixtures with water-based flax feed extract possesses the highest biological value (65.63 – 71.82). These mixtures have the most balanced amino acid composition. Slightly lower indicators of biological value are identified in mixtures with whey-based flax feed extract due to greater differences of amino-acid score.

Mixture extruding helps to obtain extruded products with higher fodder value: fodder units range within 1.07 – 1.30, and metabolic energy – 16.3 – 16.7 MJ/kg.

It is found that special decline in quality of extruded feed mixtures does not take place during storage. It is identified that storage life of extruded mixtures in industrial storage conditions shall not exceed 45 – 60 days depending on their composition with constant control of peroxide and fat acidity value.

It is found for the first time that products do not acquire toxic properties during storage of extruded feed mixtures within 60 days, the total number of microbial cells for all samples is $2 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^3$ CFU/G, that is within the required value (not more than $5 \cdot 10^5$ CFU/G).

The basic schemes of technological process of addition of flax feed extracts to compound feeds and feed mixtures have been developed. It is proved that flax feed mixtures could be introduced in compound feed mills on the existing line of preparation of liquid components.

It is found that introduction of extruded feed mixtures to compound feeds instead of grain raw materials and other types of non-grain raw materials for pigs improves biological and forage value of compound feeds.

The results of zoocultural experiments of young pig and turkey diet have proven a high forage value of compound feed with flax feed extracts.

The benefit of production of 1 tonne of compound feed based on the developed feed mixtures with whey-based flax feed extract for pigs aged 4 to 8 months is 1166 hryvnias.

Key words: flax, extract, feed, compound feed, crude protein, feed mixtures, extruding, mineral substances, feed units.

Підп. до друку 01.03.2010. Наклад 90 пр. Зам. № 159

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.