ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

Обґрунтування технології виробництва кормових сумішей збагачених продуктами переробки молока

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Владислав ТОВСТОНОГ

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Рецензент: _____

Дніпро 2024

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«12» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Товстоногу Владиславу Олександровичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва кормових сумішей збагачених продуктами переробки молока».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва комбікормів збагачених продуктами переробки молока. 3 Нормативно-технологічна документація. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Методична частина. 3 Експериментальна частина. 4 Рекомендації щодо практичного застосування результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Результати досліджень та їх аналіз. 5 Рекомендації виробництву. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент Віталій КОШУЛЬКО	12.11.2024	13.12.2024
5	доцент Віталій КОШУЛЬКО	12.11.2024	13.12.2024
6	доцент Віталій КОШУЛЬКО	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.24	виконано
2	Огляд літератури	14.11-18.11.24	виконано
3	Методична частина	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Рекомендації щодо практичного застосування результатів досліджень	02.12-03.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.12-05.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	06.12-09.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12-11.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Владислав ТОВСТОНОГ
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 72 сторінок друкованого тексту, 18 рисунків та ілюстрацій, 10 таблиць та використано 50 літературних джерела.

Мета роботи дослідження перспективності і доцільності використання солоної молочної сироватки в комбікормовому виробництві.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва комбікормів з додаванням вторинних продуктів переробки молока та його режими.

Предмет дослідження – взаємозв'язок основних параметрів технологічного процесу виробництва комбікормів з використанням вторинних продуктів переробки молока їх вплив його на ефективність.

Сучасний стан розвитку харчової та переробної промисловості, а також рівень забезпеченості сировиною потребують принципово нового підходу до раціонального використання ресурсів. Основна ідея такого підходу полягає у створенні та застосуванні безвідходних технологій, які дозволяють комплексно й максимально ефективно використовувати всі цінні компоненти сировини, перетворюючи їх на корисні продукти. Це також сприяє мінімізації або повному усуненню негативного впливу на довкілля, пов'язаного з відходами виробництва.

Розширення сировинної бази виробництва комбікормів за рахунок відходів харчових і суміжних виробництв, дозволить поряд з економією сировини розробити технологію комбікормів, збагачених тваринним білком, вітамінами і мікроелементами.

Ключові слова: КОМБІКОРМ, РЕЦЕПТ, ВТОРИННА СИРОВИНА, РОБОТА, СИРОВАТКА, ВНЕСЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ВИПРОБУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 9
1.1 Проблема дефіциту кормового білка 9
1.2 Аналіз сировинної бази комбікормів та перспективи її розширення 10
1.3 Вторинні сировинні ресурси і побічні продукти переробки молока 16
1.3.1 Побічні продукти переробки молока 16
1.3.2 Вторинні матеріальні ресурси сироробних виробництв 20
1.4 Технологічні схеми отримання сухої молочної сироватки та сироваткових концентратів 24
Висновки за розділом 28
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА 29
2.1 Характеристика об’єктів дослідження 29
2.2 Методи дослідження якості сировини, що використовується для виробництва комбікормів 29
2.3 Методи дослідження хімічного складу, біологічної цінності комбікормів 35
Висновки за розділом 37
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 38
3.1 Дослідження якості зернової сировини, використовуваної для виробництва комбікормів 38
3.2 Дослідження якості молочної сироватки 39
3.3 Дослідження хімічного складу солоної молочної сироватки 43
3.4 Дослідження впливу солоної молочної сироватки на фізико-механічні властивості комбікормів при зберіганні 44
3.5 Вплив солоної молочної сироватки на відносну біологічну цінність комбікормів 45
Висновки за розділом 46

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ 48
4.1 Дослідження технології згущення солоної молочної сироватки 48
4.2 Визначення оптимальних параметрів сушіння солоної молочної сироватки у виробничих умовах 49
4.3 Розробка принципової технологічної схеми виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки 50
Висновки за розділом 55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 56
5.1 Розробка карти безпеки праці 56
5.2 Шляхи утилізації відходів комбікормового виробництва 57
Висновки за розділом 58
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 59
6.1 Організація проведення дослідження 59
6.2 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження 60
6.3 Розрахунок вартості дослідження 63
Висновки за розділом 64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 65
БІБЛІОГРАФІЯ 67

ВСТУП

У вітчизняному виробництві комбікормів частка зернових у їхньому складі складає 60 – 80 %. При цьому на кормові потреби в нашій країні витрачається понад 30 % щорічного врожаю зернових культур. Водночас у більшості країн світу спостерігається тенденція до зменшення використання зерна у виробництві комбікормів. Наприклад, у країнах Західної Європи зернові займають лише 12 – 15 % у складі комбікормів, що в 4 – 5 разів менше, ніж у нашій країні.

Сучасний розвиток харчової та переробної промисловості, а також стан її сировинної бази вимагають нового підходу до раціонального використання ресурсів. Основний принцип цього підходу полягає у розробці та впровадженні безвідходних технологій, які забезпечують максимально повне та комплексне використання цінних компонентів сировини для створення корисних продуктів. Це також дозволяє мінімізувати або повністю усунути негативний вплив на довкілля, спричинений відходами виробництва.

Основним напрямом використання вторинних сировинних ресурсів є кормове виробництво. Використання таких ресурсів дозволяє щорічно заощаджувати понад 20 млн тон первинної сировини, зокрема фуражного зерна та пшениці. На сьогодні в усіх регіонах країни накопичуються значні обсяги відходів від сільськогосподарських, зернопереробних і борошномельних підприємств, лісотехнічної та харчової промисловості, а також тваринництва й птахівництва. Більшість із цих відходів або недостатньо використовується, або взагалі залишається невикористаною. У кращому випадку вони йдуть на корм тваринам, але часто просто утилізуються. Водночас ці ресурси мають значний потенціал для поповнення сировини у виробництві комбікормів.

Переведення процесів переробки сільськогосподарської сировини на безвідходний виробничий цикл має два важливі аспекти: економічний (ресурсозберігаючий) та екологічний.

Економічний аспект полягає у збільшенні ресурсних можливостей шляхом глибокої та комплексної переробки сільськогосподарської сировини, а також

залучення відходів, які раніше не використовувалися, для виробництва харчових продуктів, кормів і добрив.

Використання відходів харчової та суміжних галузей у виробництві комбікормів не лише сприятиме економії сировини, а й дозволить створити технології виробництва комбікормів, збагачених тваринними білками, вітамінами та мікроелементами.

Мета роботи дослідження перспективності і доцільності використання солоної молочної сироватки в комбікормовому виробництві.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- дослідження фізико-механічних властивостей, хімічного та амінокислотного складу зернової сировини, що використовується для виробництва комбікормів;
- аналіз фізико-механічних властивостей і хімічного складу солоної молочної сироватки;
- розробка оптимальних умов згущення солоної молочної сироватки;
- вивчення змін властивостей комбікормів, отриманих із використанням солоної молочної сироватки, під час зберігання;
- удосконалення технології виробництва комбікормів із додаванням солоної молочної сироватки;
- розрахунок кошторису витрат експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виробництва комбікормів з додаванням вторинних продуктів переробки молока та його режими.

Предмет дослідження – взаємозв’язок основних параметрів технологічного процесу виробництва комбікормів з використанням вторинних продуктів переробки молока їх вплив його на ефективність.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Проблема дефіциту кормового білка

Зростання виробництва продуктів тваринництва і зниження їх собівартості в значній мірі стримуються через нестачу кормового протеїну. У 2023 році у світі було вироблено близько 650 млн тон комбікормів, однак дефіцит білка становив приблизно 10 – 12 млн тон при загальній річній потребі у 90 – 100 млн тон. У зв’язку з цим особливо актуальним стає пошук нових кормових ресурсів, насичених протеїном.

Відсутність високоякісного білка в продуктах харчування людей і кормах для сільськогосподарських тварин в ряді місць земної кулі є однією з найбільш серйозних небезпек для нашого покоління, і це змусило вчених почати пошуки нових джерел білка.

Великий інтерес до пошуку нових видів сировини пояснюється тим, що в багатьох, якщо не у всіх, країнах, що мають розвинене тваринництво, спостерігається недолік кормового протеїну.

Забезпечення тваринництва нашої країни кормовим протеїном є ще однією з найважливіших завдань сільського господарства і тих промислових підприємств, які можуть виробляти білкові корми або отримувати їх у вигляді відходів своїх виробництв [15].

Через нестачу протеїну в раціонах сільськогосподарських тварин різко обмежується їх продуктивність, стримується зростання і розвиток молодняка, погіршується відтворення стада, знижується опірність захворюванням при явищах порушення обміну речовин. Перевитрата органічної речовини, енергії і самих кормів при цьому значно здорожує виробництво продукції і знижує зоотехнічну ефективність і прибутковість виробництва.

При недостатньому надходженні протеїну з кормами або його неповноцінності по амінокислотам, знижується інтенсивність росту молодняку і резистентність організму тварин, зменшується молочна, м’ясна, шерстяна

продуктивність худоби і несучість птиці. Порушується нормальний розвиток статевих клітин, погіршується їх якість і зменшується кількість, знижується запліднюваність. Можливо безпліддя, а так само резорбція запліднених яйцеклітин і плодів, народження слабкого, недорозвиненого приплоду.

При тривалому і значному надлишку протеїну, особливо при одночасному нестачі вуглеводів, у маток і заплідників порушується обмін речовин і зменшується ефективність використання азоту корму; можливі падіння оплодотворення і безпліддя [46].

Недолік в окремих незамінних амінокислотах можуть відчувати свині, птиця, молодняк тварин різних видів, високопродуктивні корови (особливо в перші місяці лактації) і заплідники.

У процесі життєдіяльності організму важливу роль відіграють мікро- і макроелементи, які впливають на обмін речовин, здоров'я, продуктивність і відтворну здатність.

Недолік протеїну – одна з причин високих витрат корму на одиницю вироблених продуктів тваринництва.

1.2 Аналіз сировинної бази комбікормів та перспективи її розширення

Залежність від зерна, що склалася у вітчизняній комбікормовій промисловості, робить все тваринництво, птахівництво і рибальство вразливими до погодних умов і врожайності, комерційних вигод у землекористуванні, стану продовольчого ринку і, можливо, в результаті ситуації, що склалася спостерігається скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин і відносно високий надлишок виробничих потужностей в області переробки зерна [3].

Щоб підвищити ефективність сучасного кормовиробництва розвивають безвідходні технології та більш широке залучення в господарський оборот вторинних сировинних ресурсів [4].

Комбікорми, виготовлені переважно з продуктів переробки зерна хлібних злаків, багатих на вуглеводи, не забезпечують раціон достатньою кількістю деяких незамінних амінокислот, окремих вітамінів і мінеральних елементів.

Зростання виробництва продуктів тваринництва і зниження їх собівартості в значній мірі стримуються через нестачу кормового протеїну. Дослідження нових джерел протеїну є одним з найважливіших напрямків досліджень в області кормовиробництва.

В даний час не знаходить споживання майже половина виробленої господарствами країни побічної продукції – ВСР (вторинних сировинних ресурсів) рослинництва, відходів тваринництва переробних виробництв.

Корми забезпечують тварин необхідними для їх життєдіяльності і освіти продукції поживними і біологічно активними речовинами. Біологічну повноцінність кормів визначають енергетична, білкова і вуглеводна поживність [1].

Кількісні потреби сільськогосподарських тварин в кормах складні і змінюються в залежності від виду, статі, віку, фізіологічного стану, рівня продуктивності і безлічі факторів часто змінюється навколишнього середовища. Загальне споживання корму тваринами пов’язано з їх потребами в енергії і з концентрацією наявних в кормах поживних речовин.

Комбікормова промисловість випускає повнораціонні комбікорми, комбікорми-концентрати, що містять підвищений вміст протеїну, мінеральних речовин і мікродобавок, білково-вітамінні добавки, премікси.

Концентровані і повнораціонні комбікорми випускають в розсипному і гранульованому вигляді. Склад комбікормів для різних видів і груп тварин визначається рецептами.

Виробництво комбікормів базується на використанні широкого спектра різних кормових компонентів, мінеральних речовин і біологічно активних добавок. Основною сировиною для комбікормової галузі є зерно та побічні продукти його переробки, такі як висівки, мучка і лузга. У загальному складі комбікормів частка зерна і продуктів його обробки може досягати 80 % [6]

Зерно хлібних і круп'яних культур багате на вуглеводи, але має недостатній рівень протеїну. Кукурудза є одним із найкращих компонентів для комбікормів, оскільки в 100 кг її зерна міститься до 135 кормових одиниць. Вона має приємний смак і охоче споживається тваринами та птицею. Однак її головним недоліком є низький вміст протеїну та деяких незамінних амінокислот, зокрема лізину.

Пшениця використовується в комбікормах для всіх видів тварин і птиці. Вона характеризується відносно високим вмістом протеїну (8 – 12 %) та низьким рівнем клітковини. Для виробництва комбікормів зазвичай застосовують зерно з послабленими хлібопекарськими властивостями, яке може містити домішки інших культур, придатних для кормового використання.

Зазвичай введення пшениці в комбікорми не перевищує 25 – 30 %, а в раціонах для свиней її зміст може бути більше (до 40 – 45 %). Переважно пшеницю використовувати в комбікормах для птиці, поросят і телят.

Ячмінь – біологічно цінний і легкозасвоюваний корм для всіх видів тварин, вміст протеїну в ньому 8 – 14 %. До складу комбікормів для птиці ячмінь (без плівки) вводять в кількості 25 – 50 %, в раціон свиней і великої рогатої худоби до 60 % від маси комбікорму.

Зернобобові культури, які використовуються для виробництва комбікормів, за хімічним складом істотно відрізняються від зерна злакових, вони багаті протеїном, а клітковина міститься в насіннєвих оболонках, які при подрібненні зерен добре перетравлюються тваринами. Однак в зерні бобових часто у великій кількості містяться інгібітори травних ферментів і, щоб не допустити негативного впливу їх на травні залози тварин і забезпечити високу перетравлюваність корму, зерно перед згодовуванням піддають тепловій обробці, що пов'язано з великими енерговитратами [5].

Наступний вид сировини, що використовується при виробництві комбікормів – побічні продукти переробки зерна: висівки, мучка.

Макуха та шроти – побічні продукти переробки олійних культур, які використовуються при виробництві комбікормів. Це високобілкові кормові

продукти, характеризуються високим вмістом фосфору, є джерелом вітамінів групи В.

Меляса містить до 50 % цукрів, близько 10 % азотистих речовин, в основному небілкового походження, завдяки високому вмісту цукру легко засвоюється організмом тварин, покращує смак комбікормів.

Вводять мелясу в комбікорми для великої рогатої худоби до 8 %, свиней і птиці – до 5 %, риби – до 3 %.

Сухий буряковий жом поки ще недостатньо застосовують в комбікормової промисловості, однак, це найцінніший вуглеводний корм. У ньому багато кальцію, калію, натрію, магнію, заліза, марганцю, міді. Вводять жом до 10 % по масі для відгодівлі молодняка великої рогатої худоби і корів.

Корми тваринного походження – цінна сировина в комбікормової промисловості. Характеризуються високим вмістом біологічно повноцінного білка (34 – 70 %). Особливість сировини – високий вміст в них кальцію, фосфору і натрію.

Грубі корми є необхідним компонентом раціонів для великої рогатої худоби, овець, коней. Деякі види грубих кормів після їх спеціальної підготовки в невеликих кількостях даються також свиням і птиці. Грубі корми містять багато клітковини (до 40 %), тому без попередньої обробки погано з’їдаються тваринами і низька їх перетравлюваність (40 – 50 %). Для підвищення поїдання і перетравлюваності їх піддають механічній (подрібнення), тепловій, хімічній, біологічної обробкам. Сіно високої якості, яке відповідає стандартам, можна згодовувати коровам і вівцям без попередньої підготовки.

В даний час не знаходить споживання майже половина виробленої господарствами країни побічної продукції – ВСР (вторинних сировинних ресурсів) рослинництва, відходів тваринництва і переробних виробництв.

Побічна продукція і відходи сільського господарства являють собою величезну масу, складову більше 1 млрд т щорічно. У цій масі міститься близько 600 млн т поживних речовин.

Кормове застосування відходів і ВСР дозволить значно скоротити обсяг заготовок рослинної сировини на корм тваринам при одночасному зростанні їх якісних показників.

Має велике значення еколого-економічний ефект: знижується рівень забруднення навколишнього середовища і проводиться додаткова продукція, здатна замінити близько 10 млн т зерна в країні в цілому.

Таким чином, потрібна розробка технології ефективного використання вторинних сировинних ресурсів переробки сільськогосподарської сировини та технічних виробництв, а також рецептур комбікормів на їх основі. Шляхи підвищення якості кормів для тварин закладені в розробці безвідходних технологічних процесів і виробництві нових видів продукції.

Значне місце в кормовому балансі займають відходи переробки сільськогосподарської сировини, а також рідко використовується сировина. Одні з них (шроти, макуха, м'ясне борошно, обрат) є найважливішими засобами для балансування раціонів за протеїном, інші (жом, мезга) – служать головним кормом в період інтенсивної відгодівлі великої рогатої худоби.

За останні роки науковими установами розроблені, а господарствами прийняті для використання рекомендації, спрямовані на найбільш повне і ефективне використання різних продуктів, що утворюються в процесі переробки сільськогосподарської сировини [5].

Зростання ринку та підвищення конкуренції в українській економіці спонукає підприємства до активних дій у напрямку зниження собівартості продукції та оптимізації витрат на виробництво і збут.

Скорочення вартості і підвищення якості кормів – головний резерв для досягнення цієї мети. Для сучасних порід тварин і кросів птиці потрібні комбікорми, точно збалансовані за енергетичною цінністю, білкового, мінерального складу, що містять необхідну кількість біологічно активних добавок, нетоксичні, однорідні за складом, добре засвоюються.

Поживність кормів. Живильні речовини можна визначити як складові компоненти корму, використовувані твариною. Чим більше різноманітних

компонентів міститься в кормі, тим вища його загальна поживність. Проте високий рівень лише однієї поживної речовини не дозволяє оцінити корм як повноцінно поживний. Ідеальних кормів, які б повністю задовольняли потреби тварин у всіх поживних речовинах, не існує. Тому для кожного корму виділяють окремі показники поживності: енергетичну, протеїнову, мінеральну, вітамінну тощо. З урахуванням цього різні корми включають у раціони в таких пропорціях, які забезпечують необхідну загальну (енергетичну) поживність і збалансоване співвідношення поживних речовин відповідно до потреб тварин.

Сирий протеїн. Визначають шляхом множення кількості азоту в кормі на коефіцієнт 6,25, виходячи з того, що в середньому в протеїні міститься 16 % азоту. Але, оскільки вміст азоту в протеїні різних кормів коливається від 15 до 18,4 %, такий розрахунок має деякі похибки, в зв'язку з чим для окремих груп кормів виведені відповідні коефіцієнти.

Найголовнішими представниками з'єднань, об'єднаних терміном сирий протеїн, є білкові речовини. Суха речовина тваринного організму приблизно на 45% складається з білків, причому в окремих органах їхній вміст може досягати 85%. У рослинах білка набагато менше, і його розподіл є вкрай нерівномірним.

Сира зола. Це залишок рослинної і тваринної тканини, що не згорає. Сира зола може містити всі елементи, крім кисню, водню, вуглецю і азоту. У сухій речовині рослин на частку зольних елементів припадає приблизно 5 %. Значення ж їх в життєзабезпеченні тваринного надзвичайно велике. Відомо близько 40 мінеральних елементів, які регулярно зустрічаються в тканинах тварин. Однак вважають, що деякі з них присутні просто тому, що є складовими частинами корму. Мінеральні елементи прийнято ділити на дві групи відповідно до їх кількісним вмістом в тілі тварин: макроелементи і мікроелементи. Кількість мікроелементів в рослинах і в тілі тварин зазвичай висловлюють в міліграмах на 1 кг, а не у відсотках [2].

Сирий жир. До цієї групи належать різні за своєю хімічною природою речовини, що володіють однією загальною фізичною властивістю: вони нерозчинні у воді і розчиняються в органічних розчинниках (ефір, хлороформ,

бензол та інше). З огляду на те , що в зоохімічному аналізі сирий жир визначають шляхом екстракції ефіром, правильніше було б назвати цю групу речовин ефірним екстрактом. Речовини, що входять до ефірний екстракт (сирий жир), можуть бути розділені на три групи: ліпіди, стерини і фарбувальні речовини.

Сира клітковина. Під цим терміном мається на увазі частина корму або іншого рослинного матеріалу, яка залишається після послідовного кип'ятіння навішування в розбавлених кислоті і луги. Спочатку припускали, що сира клітковина являє собою неперетравні частини корму. Згодом було встановлено, що вона може впливати на величину загальної перетравності корму, оскільки в деяких випадках перетравність її також висока, як і легкорозчинних вуглеводів. Причину великих коливань в перетравності клітковини, що міститься в різних рослинах, очевидно, слід шукати в особливостях її фізико-хімічних властивостей. Основу сирої клітковини становить матеріал клітинних стінок рослин, що містить в основному целюлозу і лігнін [1].

На сучасному етапі економічного розвитку актуальною є проблема раціонального використання виробничого потенціалу сільськогосподарського, харчових і суміжних з ним виробництв.

Збільшення сировинної бази для виробництва комбікормів шляхом залучення вторинних ресурсів молочних виробництв дозволить не тільки зекономити сировину, а й знизити забруднення природного середовища відходами, а також розробити нові технології отримання комбікормів, збагачених тваринним білком, вітамінами і мікроелементами.

1.3 Вторинні сировинні ресурси і побічні продукти переробки молока

1.3.1 Побічні продукти переробки молока

Молочна промисловість в Україні є високорозвиненою галуззю. До її складу входять підприємства з виробництва сирів, тваринного масла, суцільномолочної продукції, молочних консервів, сухого молока, казеїну [45].

Виробництво молока пов’язане зі значними витратами, тому дбайливе і раціональне використання всіх його частин становить важливу народногосподарську проблему. Необхідно використовувати всі компоненти молока через його високу поживну цінність і унікальні біологічні властивості.

У той же час традиційна технологія виробництва сирів передбачає перехід в готовий продукт лише половини сухих речовин, що містяться в вихідній молочній сировині. Інша половина залишається в молочній сироватці [17].

Технологія іншого масового продукту переробки молока – вершкового масла – традиційно націлює на використання лише жирової частини, залишаючи інші компоненти в знежиреному молоці і пахті. Не всі поживні речовини молока переходять в кінцевий продукт і при виробництві сиру і сирних виробів, сметани. Повністю всі складові частини молока використовуються лише при виробництві суцільномолочних продуктів і молочних консервів. Виняток становлять лише втрати, допустимі розміри яких визначаються технічними та економічними можливостями, наявними в розпорядженні галузі і промисловості в цілому [17].

Під час процесу сепарування молока та виробництва сметани, вершкового масла, натуральних сирів і сиру за традиційною технологією утворюються додаткові продукти, такі як знежирене молоко, сколотини і молочна сироватка. Ці продукти в сучасній практиці отримали узагальнений термін - вторинна молочна сировина (ВМС).

Знежирене молоко, пахта і сироватка є вторинними ресурсами в молочному виробництві і повинні використовуватися в повній мірі і ефективно.

При виробництві 1 тони вершкового масла виходить до 20 тон знежиреного молока і 1,5 тони сколотину, а при виробництві 1 тони сиру – до 9 тон сироватки. [45].

Загальні ресурси ВМС складають близько 70 % обсягів молока, що переробляється і за розрахунками досягають щорічно 15 – 20 млн. т, що вимагає спеціального підходу до організації їх промислової переробки і є основою при створенні безвідходних виробництв [18].

Основна мета організації безвідходного виробництва – максимальне залучення всіх макро- і мікрокомпонентів молока для виготовлення корисної продукції [45].

У знежиреному молоці та сколотинах міститься від 50 до 75 % сухих речовин молока, включаючи практично весь білковий, вуглеводний та мінеральний комплекс молока, а також до 15% молочного жиру. Молочна сироватка містить вуглеводний комплекс, сироваткові білки та мінеральні солі.

Харчова цінність ВМС, як і молока, характеризується високою якістю (нешкідливістю), достатньою калорійністю, гарною засвоюваністю, оптимальним співвідношенням поживних речовин, біологічної та фізіологічної повноцінністю [17].

Засвоюваність основних компонентів ВМС відповідає цілісному молоку. За рахунок превалювання лактози і сироваткових білків вона перевищує показник 98 %.

Знежирене молоко – джерело високоцінного білка, який слід віднести до кращих видів тваринного білка. Білки знежиреного молока при розщепленні всмоктуються безпосередньо в кров.

Маслянка – продукт високої біологічної цінності, що обумовлено наявністю в ній комплексу речовин ліпотропної дії – фосфоліпідів. При виробництві вершкового масла в сколотини переходить до 75 % фосфоліпідів, які мають виражені біологічними властивостями – беруть участь в нормалізації жирового і холестеринового обміну, входять до складу тканин, крові та мембранних систем клітин, активізують роботу ферментів [45].

Молочна сироватка є цінним продуктом харчування з біологічно важливими компонентами. Сироваткові білки, включаючи сірковмісні амінокислоти цистин та метіонін, є оптимально збалансованими за складом. Це створює сприятливі умови для регенерації білків печінки, гемоглобіну та білків плазми крові. Молочний жир, хоча міститься у невеликій кількості, має більш дисперговану структуру порівняно з цілісним молоком. Мінеральні солі сироватки ідентичні з

тими, що містяться в цілісному молоці, і мають захисну антисклеротичну дію [17].

Сироватку слід згодовувати свіжою, інакше вона стає несмачною. Смакові якості її знижуються в міру накопичення в ній кислот. Сироватка, що зберігалася при температурі навколишнього повітря більше 36 год, споживалася тваринами погано. Коли ж її зберігали протягом доби, то смакові якості були досить високими. Все це свідчить про те, що даний продукт слід згодовувати в свіжому вигляді або принаймні завозити і згодовувати через кожну добу. Встановлено, що таким чином її можна використовувати, за винятком кінця тижня, коли цистерни заповнюються в п'ятницю після обіду і вранці в понеділок. Цю проблему можна вирішити введенням в неї ефективних консервантів, таких як бензонат натрію. Однак даних з цього питання в літературі немає [18].

Таким чином, значні обсяги ВМС і його досить висока поживна цінність обумовлюють необхідність повного його збору і раціонального використання. Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що вирішення цієї проблеми можливе лише на основі організації промислової переробки цього виду молочної сировини в харчові продукти, кормові напівфабрикати, технічні та медичні препарати.

Відомі два основних напрямки промислової переробки знежиреного молока, сколотин і молочної сироватки:

- оптимальне використання усіх складових сировини (напої, концентровані та сухі продукти, а також альтернативи традиційного молока);

- Спільне використання інгредієнтів (екстракція молочного жиру, білка і лактози) [45].

Переробка знежиреного молока, сколотин та молочної сироватки у промисловості допомагає застосовувати принципи безвідходної технології, зростити ресурси повноцінних харчових продуктів, підвищити ефективність виробництва та уникнути забруднення навколишнього середовища. Продаж готової продукції через маркетинг дозволяє отримати помітну економічну вигоду [18].

1.3.2 Вторинні матеріальні ресурси сироробних виробництв

У Центральній частині України щорічно отримують понад 380 тис. тон молочної сироватки. При цьому одна тонна сироватки, що потрапляє в каналізацію, забруднює резервуар і 100 $м^3$ господарсько-побутової води. Вартість очищення сироватки, що зливається з молочної ферми в каналізацію, еквівалентна вартості очищення стічних вод при переробці 8 тон молока за зміну в місті з 80 тисячнним населенням. З урахуванням вартості очисних споруд і шкоди, що завдається зливом сироватки в водойми, єдиним виходом є її раціональне використання [18].

Світове виробництво молочної сироватки наближається до 100 млн. т., і тільки половина цієї кількості використовується на різні цілі, решта зливається в каналізацію, водойми, незважаючи на існуючі обмеження аж до повної заборони. Ці суворі заходи викликані тією обставиною, що органічні речовини сироватки для свого окислення споживають велику кількість кисню, погіршуючи тим самим розвитку флори і фауни водойм. Для порівняння: окислення органічних сполук, що містяться в 1 л. сироватки, вимагає 50 г кисню, в той час як одна людина витрачає в середньому 100 літрів води в день і для окислення цієї кількості стічних вод потрібно 30 г кисню, тобто підприємства молочної промисловості можуть стати джерелом інтенсивного забруднення гідросфери [37].

Для захисту водойм від забруднення стічними водами промисловий підприємств, зокрема молочних, необхідно здійснити комплекс заходів, в тому числі технологічних, які включають розробку і застосування безвідходних технологічних процесів, тобто максимальне використання всіх компонентів сировини і побічних продуктів. Незважаючи на численні томи наукової і технічної літератури щодо раціонального використання молочної сироватки, проблема продовжує залишатися однією з гострих навіть для промислово розвинених країн.

Скидання сироватки в каналізацію невиправданий з економічної і соціальної точок зору, так як при цьому втрачається близько половини сухих речовин молока, в тому числі найцінніший компонент – сироваткові білки, що

при нинішньому прогресуючому білковому голодуванні більшої частини населення планети можна вважати певною мірою злочинним.

Залежно від типу виготовленого продукту, можна отримати підсирну, творожну та казеїнову сироватки. При цьому творожна сироватка є вторинним продуктом у процесі виробництва сиру.

На зовнішній вигляд – однорідна рідина жовтуватого кольору, злегка кислувата на смак. Кислотність цієї сироватки 50 – 80 градусів Тернера (°Т). Казеїнова сироватка також має високу кислотність 50 – 120 °Т. Кислотність підсирної сироватки значно менше – 15 – 25 °Т, що є великим плюсом з точки зору тривалості зберігання. Розглянемо склад підсирної сироватки. Підсирна сироватка є молочно-білковим лактозовмісним продуктом, одержуваним при виробництві сиру. Склад підсирної сироватки залежить від виду вироблюваного сиру. При виробництві деяких видів сирів частина сироватки, близько 30 % виходить солоною [38].

Підсирна сироватка – цінна харчова сировина, що включає всі компоненти молока. У ній міститься близько половини сухих речовин молока, у тому числі 88 – 94 % молочного цукру, 20 – 25 % білкових речовин, 6 – 12 % молочного жиру та 59 – 65 % мінеральних речовин [28].

Склад вуглеводів молочної сироватки подібний до складу вуглеводів молока, який включає моносахариди та амінозахариди. Основним вуглеводом є лактоза, яка складає від 3,9 % до 4,9 % маси [28].

Масова частка білкових речовин в підсирної сироватці коливається в межах 0,5 – 1,1 %. Найважливішими білками, що містяться в сироватці, є лактоглобулін і лактоальбумін. Сироваткові білки одні з найбільш високоякісних білків. У них присутні всі незамінні амінокислоти. За вмістом білків в сухій речовині можна порівняти з протеїном ячменю, вівса і пшениці. З зустрічаються в натуральних продуктах білків сироватковий білок є найціннішим. Він містить більше незамінних амінокислот, ніж казеїн і зернові [27].

У молочній сироватці міститься невелика кількість жиру (0,1 – 0,2 %), проте «якість» цього жиру висока. Цей жир є більш розподіленим і складається з

жирових кульок, які мають діаметр менше 2 мікрометрів у кількості 72,6 %, порівняно з 51,9 % у молоці [28].

У молочній сироватці міститься значна кількість солей і мікроелементів, які перебувають у різних формах розчину і стану, включаючи колоїдний і нерозчинні утворення. Катіони, які переважають у сироватці, включають Калій, Натрій, Кальцій і Магній, а також аніони залишків лимонної, фосфорної і молочної кислот.

У підсирну сироватку з молока переходять як жиророзчинні, так і водорозчинні вітаміни, такі як тіамін, рибофлавін, аскорбінова кислота, ретинол і токоферол [21].

До складу солоної сироватки крім всіх перерахованих елементів входить деяка кількість кухонної солі (близько 5 %).

З хімічної точки зору сіль являє собою хлорид натрію. Кухонна сіль є кристалічним білим порошком солоного смаку, що легко розчиняється у воді.

Кухонна сіль широко використовується у тваринництві для вирівнювання вмісту натрію і хлору в раціонах та комбікормах.

Натрій регулює осмотичний тиск крові та підтримує кислотно-лужну рівновагу, впливаючи на обмін органічних речовин, переважно білків. Іони натрію також перешкоджають надмірному проникненню води через мембрану. Потреба сільськогосподарських тварин у натрії може коливатися в діапазоні від 0,1 % до 0,5 % раціону [29]. Енергетична цінність сироватки становить 36 % енергетичної цінності молока, однак біологічна цінність приблизно та ж.

Солона сироватка на сьогоднішній день не знаходить застосування і скидається в каналізацію. Детальний розгляд даного питання дозволяє зробити висновок, що солона сироватка з точки зору годування може з’явитися більш цінною, ніж несолона. До її складу крім всіх поживних речовин, входить кухонна сіль (до 5 %), вкрай необхідна, в певних дозах, сільськогосподарським тваринам, тому контрольоване використання солоної сироватки може стати навіть більш бажаним, ніж несолоної [18].

Оскільки в солоній молочній сироватці міститься кухонна сіль, вона виступає в ролі природного консерванту. Консерванти додають у продукт, щоб запобігти мікробному псуванню і продовжити термін зберігання. В технології комбікормів і харчовому виробництві використовують різні консерванти й антиоксиданти для збільшення тривалості зберігання сировини і готової продукції [41].

Використання консервантів ефективне лише тоді, коли вони рівномірно розподілені в продукті, чого найлегше досягти шляхом їх розчинення.

Один із найпотужніших антиоксидантів – аскорбінова кислота. Аскорбінова кислота є білим порошком і має зберігатися в сухому, прохолодному і темному місці [6].

Будучи високоефективним антиокислювачем, аскорбінова кислота збільшує термін зберігання продуктів в кілька разів, уповільнює ферментативне окислення продуктів. Він також запобігає потемнінню фруктів, овочів і продуктів їхньої переробки під час заморожування, консервування та пакування, а також зберігає вітаміни, які містяться в них.

Оскільки процес окислення самоприскорюється, чим раніше додано аскорбінову кислоту, тим сильніший ефект. Своєчасне внесення важливіше збільшення дози, оскільки граничний вміст антиоксиданту, вище якого термін зберігання продукту вже не збільшується, становить всього 0,02 %. Необхідною умовою ефективного застосування аскорбінової кислоти є забезпечення її повного розчинення або диспергування в продукті [41].

Для посилення дії консервантів іноді створюють склади і композиції з розширеним спектром дії, а іноді використовують речовини, які самі по собі не мають консервуючу дію, але підсилюють або продовжують відповідну дію консерванту [6].

1.4 Технологічні схеми отримання сухої молочної сироватки та сироваткових концентратів

Застосування молочної сироватки у виробництві кормових продуктів і замінників цільного молока дозволяє підвищити ресурси молока за рахунок вивільнення певної кількості знежиреного молока на харчові цілі [8].

Альбумін для корму худоби і птиці отримують з молочної сироватки при виробництві молочного цукру шляхом теплової обробки її і одночасного введення кислої сироватки або хімічних реагентів. Альбумін для корму худоби і птиці випускають у вигляді альбуміну сиру і альбуміну молока.

Технологія виробництва альбуміну включає підготовку сироватки до осадження білків; осадження білків сироватки; отримання альбуміну [45].

Молочну сироватку сепарують відразу після видалення її з ванн, не допускаючи її охолодження. Для осадження білків в сироватці рекомендується кислотний або лужний спосіб в поєднанні з тепловою денатурацією білків (нагрівання до 93 °С). Альбумін для худоби і птиці, охолоджений до температури не вище 8 °С, зберігається не більше трьох діб з моменту випуску при тій же температурі. Альбумін неохолоджений з температурою 20 °С реалізується в день вироблення і може зберігатися не більше однієї доби. Альбумінний сир і альбумінне молоко мають кисломолочний смак зі специфічним альбуміну присмаком. Консистенція альбуміну сиру однорідна, ніжна, допускається наявність крупки. Консистенція альбуміну молока – сметаноподібний згусток, допускається наявність крупки. Кислотність їх повинна бути не більше 150 градусів Тернера (°Т).

Сироватка молочна збагачена призначена для згодовування тваринам з метою профілактики шлунково-кишкових захворювань. Для виробництва сироватки молочної збагаченої використовують підсирну або сирну сироватку, закваску ацидофільної культури на знежиреному молоці [7].

Технологія сироватки молочної збагаченої (рисунок 1.1) включає збір сироватки, розкислення сирної сироватки, пастеризацію, охолодження,

ферментацію, охолодження, фасування, пакування, зберігання та транспортування.

Молочну сироватку сепарують, пастеризують при 65 °С з витримкою не менше 30 хв або 72 °С з витримкою 15 с. Сироватку сирну перед пастеризацією розкисляют до 20 – 22 °Т [7].

Пастеризовану сироватку охолоджують до 45 °С і подають у ферментер, де вона сквашується заквaскою з чистої культури ацидофільної палички штаму 126. Закваску готують на знежиреному молоці і вносять в сироватку в кількості 3 %. Зброджування сироватки здійснюють протягом 5 – 6 годин при температурі 43 – 45 °С до кислотності 40 – 60 °Т. Після цього сироватку молочну збагачену охолоджують до 8 – 10 °С. Готову сироватку фасують у фляги або цистерни, зберігають при температурі 8 °С не більше 2 діб [45].

За зовнішнім виглядом сироватка молочна збагачена – злегка тягуча рідина жовтуватого кольору, запах кислосировоточний. Фізико-хімічні показники сироватки молочної збагаченої наступні: вміст сухих речовин – 6 %; кислотність – 60 °Т [18].

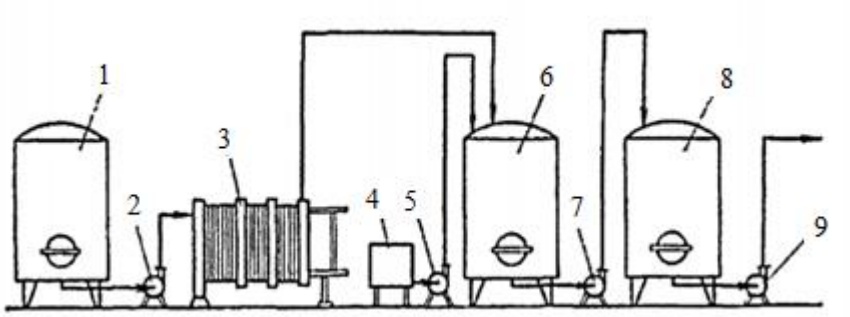

Рисунок 1.1 – Схема технологічної лінії виробництва сироватки молочної збагаченої

1, 6, 8 – резервуари; 2, 5, 7, 9 – насоси; 3 – пастеризаційно-охолоджувальна установка; 4 – ванна.

Цінність збагаченої молочної сироватки обумовлюється наявністю ацидофільної культури, яка легко приживається в шлунково-кишковому тракті тварин і має антибіотичні властивості стосовно збудників шлунково-кишкових

захворювань. Вона також здатна розщепити до 20 % лактози з утворенням зв'язаної і вільною молочної кислоти. Молочна кислота і лактати в шлунково-кишковому тракті тварин стимулюють соковиділення і пригнічують розвиток гнильної і іншої шкідливої мікрофлори [18].

Сухий сироватковий концентрат (ССК) і рідкий сироватковий концентрат (ЖБК) виробляють з проміжних продуктів виробництва молочного цукру (меляси і альбуміну молока), вони призначені в якості добавки при годівлі сільськогосподарських тварин і птиці.

Технологія ССК включає: збір меляси, збір альбуміну молока, змішування меляси з альбуміном молоком, перемішування суміші і гомогенізацію, сушку, фасування, зберігання, реалізацію [7].

Технологічний процес виробництва ЖБК складається з тих же операцій, що і сухого, але після перемішування і гомогенізації суміш охолоджується і направляється на фасування і реалізацію. Технологічна схема виробництва сироваткових концентратів кормових представлена на рисунку 1.2.

Мелясу, отриману при центрифугуванні кристалізату молочного цукру з вмістом сухих речовин 18 – 25 % і кислотністю не більше 300 °Т збирають в чисту ємність і подають в ванну для приготування суміші. Карбонатом кальцію мелясу розкисляют до нейтральною або слаболужною середовища (в залежності від кислотності альбуміну молока). Розкислювач вносять у вигляді розчину карбонату кальцію в воді в співвідношенні 1:3 і через фільтр в мелясу. За погодженням із споживачем при виробництві рідкого сироваткового концентрату операція розкислення може не проводитися. У ємність з розкисленою мелясою вносять розрахункову кількість альбуміну молока, отриманого при освітленні сироватки, з вмістом 8 – 10 % сухих речовин. Кислотність суміші, призначеної для сушіння – 20 – 40 °Т. Суміш гомогенізують при тиску 6 – 7,5 МПа. Замість гомогенізації допускається 5 – 7 кратне пропускання суміші через насос. Після цього при виробництві рідкого сироваткового концентрату суміш охолоджують до 8 °С і направляють на фасування та реалізацію. Термін зберігання рідкого концентрату при 8 °С – до 3 діб. При виробництві сухого сироваткового

концентрату суміш без охолодження направляють для сушіння на сушильно-дробильних агрегатах типу СДА-250. Отриманий сухий сироватковий концентрат фасують в багатошарові паперові мішки по 20 кг або фанерно-штамповані бочки по 50 л з поліетиленовими вкладишами з герметично закладеними швами. Термін зберігання сухого сироваткового концентрату при 20 °С – до 6 місяців [7].

Суху сироватку отримують в основному з підсирної сироватки, яку сепарують. Знежирену сироватку відразу направляють на згущення в вакуум-випарні установки. При плівковою сушіння згущувати сироватку треба в 3,5 – 4 рази (щільність 1070 – 1090 кг/м^3, при масовій частці сухих речовин 21 – 26 %), а при розпилювальної згущують дещо більше – до 38 – 42 % сухих речовин при щільності 1120 – 1150 кг/м^3 [45]

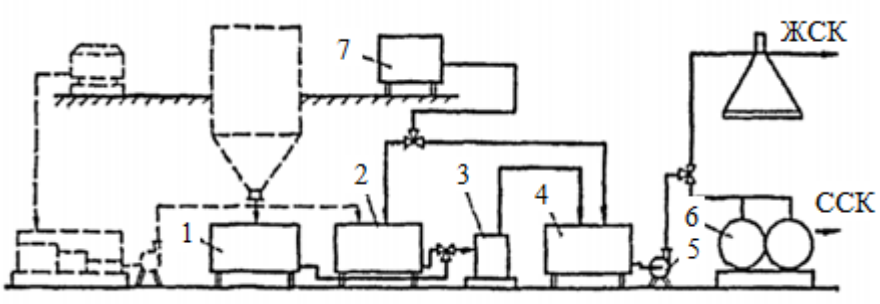

Рисунок 1.2 – Схема технологічної лінії виробництва сироваткових концентратів кормових

1 – ванна для збору альбуміну молока; 2 – ванна для збору меляси;
3 – гомогенізатор; 4 – ванна для суміші; 5 – насос; 6 – вальцева сушарка;
7 – ванна для вапняного молока.

Суха сироватка дуже гігроскопічна, вміст вологи не повинно перевищувати 5 – 6 %. Її укладають в багатошарові паперові мішки з поліетиленовими вкладишами. Після наповнення поліетиленові мішки герметично закладають. Зберігають суху сироватку при температурі не вище 15 – 20 °С. Її можна використовувати при приготуванні комбікормів, плавлених сирів, в хлібопеченні, в ковбасному виробництві та інше [45].

Висновки за розділом

На сучасному етапі економічного розвитку актуальною є проблема раціонального використання виробничого потенціалу сільськогосподарського, харчових і суміжних з ним виробництв.

Розширення сировинної бази для виробництва кормів за рахунок вторинних молочних ресурсів дасть змогу зменшити забруднення довкілля відходами, розробити нові технології виробництва кормів, багатих на тваринний білок, вітаміни й мінерали, та заощадити сировину.

2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об’єктів дослідження

Основним об’єктом дослідження була солона і солодка сироватка, отримана з підприємств з виробництва масла і сиру в нашому регіоні. А також кормові дріжджі, трав’яне борошно, крейда, просо, горох, соєві боби, соєвий шрот, пшениця, кукурудза, ячмінь і овес, вироблені в різних районах області.

Дослідження проводили на кафедрі харчових технологій та на одному з підприємств міста Дніпро.

У дослідах з визначення ефективності дії консервантів використовували ацетилсаліцилову і аскорбінову кислоту, а так само згущену молочну сироватку.

Дослідження проводилися згідно з вимогами чинних стандартів. Дослідження проводилися відповідно до структурної схеми теоретичних і експериментальних досліджень (рисунок 2.1)

2.2 Методи дослідження якості сировини, що використовується для виробництва комбікормів

Під час дослідження інгредієнтів кормів і комбікормів визначали об’ємну масу і кут природного нахилу відповідно до стандарту.

Методи визначення об’ємної маси і кута природного нахилу [23]. Суть методу об’ємного вимірювання маси полягає у визначенні маси вільно заповненого продукту в одиниці об’єму. Як прилад використовується колба (пурка) об’ємом 1 літр з вантажем, що падає. Метод вимірювання кута природного нахилу ґрунтується на вимірюванні кута між основою і вершиною конуса, що утворюється під час вільного вертикального заповнення місткості частинками сипучого матеріалу.

Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення досліджень

Вміст вологи в інгредієнтах за ДСТУ 7693:2015. Сутність методу полягає у вимірюванні різниці в масі зразка до і після висушування, обчисленні масової частки вологи, що випарувалася, відносно маси випробовуваного продукту до висушування і вираженні її у відсотках. [17].

Масову частку вологи $W,\%$ обчислюють за формулою:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)\cdot 100}{(m_1 - m)}, \qquad (2.1)$$

де $m_1 -$ маса бюкси з наважкою до висушування, г;

$m_2 -$ маса бюкси з наважкою після висушування і охолодження, г;

$m-$ маса порожньої бюкси, м

Методи визначення крупності помелу відповідно до ДСТУ 8214:2015. Суть методу полягає в просіюванні наважки комбікорму через сито з отворами певного розміру і зважуванні залишку на ситі.

Масову частку залишку на ситі $X,\%$ обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \tag{2.2}$$

де m_1- маса залишку на ситі, г;

$m-$ маса наважки аналізованого продукту, м.

Метод визначення вмісту сирого жиру відповідно до ГОСТ 13496.15-97 (основний метод). Метод передбачає екстракцію сирого жиру з продукту розчинником, подальше видалення розчинника, сушку і зважування екстрагованого жиру. Як розчинник використовується діетиловий ефір.

Масову частку сирого жиру *X*, %, обчислюють за формулою:

$$W = \frac{\left(m_1 - m_2\right) \cdot 100}{m}, \tag{2.3}$$

де m_1- маса колби з сирим жиром, г;

m_2- маса порожньої колби, г;

$m-$ маса проби, г.

Визначення масової частки азоту і обчислення масової частки сирого протеїну відповідно до ДСТУ ISO 5983-1:2014. Метод руйнування органічних речовин сірчаною кислотою в присутності каталізатора. Розрахунок вмісту азоту. Результат множиться на 6,25, щоб отримати вміст сирого протеїну.

Масова частка азоту в пробі WN, г/кг, обчислюється за формулою:

$$WN = \frac{(V_0 - V_1) \cdot C \cdot M}{m}\ , \qquad (2.4)$$

де V_0 – об'єм розчину гідроксиду натрію, використаний для титрування при холостому визначенні, см^3;

V_1 – об'єм розчину гідроксиду натрію, використаний для титрування при аналізі проби, см^3;

C – концентрація розчину гідроксиду натрію, який використовується для титрування, моль/дм^3;

M – молярна маса азоту, г/моль (M = 14 г/моль);

m – маса наважки, г.

Масова частка сирого протеїну W_n, г/кг:

$$W_n = 6,25 \cdot WN\ . \qquad (2.5)$$

Вологість сухої і увареної молочної сироватки відповідно до ДСТУ 4552:2006. Методи визначення вологи висушуванням наважки до постійної маси при 103 °С і висушуванням наважки при 80 °С і тиску 13 кПа.

Суть методу полягає у висушуванні сировини до певної маси за низької температури (для запобігання розкладанню речовин у продукті). Потім визначається різниця в масі зразка до і після сушіння, розраховується масова частка вологи, що випарувалася, до маси початкового продукту до сушіння і виражається у %. Масова частка вологи $W, \%$:

$$W = \left[m_1 - (m_3 - m_2) \right] \cdot \frac{100}{m_1}\ , \qquad (2.6)$$

де m_1 – маса дослідної проби, г;

m_2 – маса бюкси, кришки, піску і скляного стержня, г;

m_3 – маса бюкси, кришки, піску, скляного стрижня і висушеної дослідної проби, г.

Метод визначення масової частки золи відповідно до ДСТУ ISO 5985:2004, нерозчинної в соляній кислоті. Суть методу полягає в розкладанні органічної речовини в зразку під час термічної обробки. Отриманий залишок обробляють соляною кислотою, фільтрують, сушать, прожарюють і зважують.

Масова частка золи, нерозчинної в соляній кислоті X, %:

$$X = \left(m_2 - m_0\right) \cdot \frac{100}{m_1}, \tag{2.7}$$

де m_2 – маса тигля із золою, нерозчинної в соляній кислоті, г;

m_0 – маса порожнього тигля, г;

m_1 – маса наважки, г.

Метод визначення сирої клітковини ДСТУ ISO 5498:2004. Суть цього методу полягає в окисленні, руйнуванні та розчиненні різних хімічних сполук, що входять до складу аналізованого матеріалу, в суміші оцтової та азотної кислот. У цьому разі волокна практично не розчиняються, фільтруються і зважуються.

Масова частка клітковини X, %:

$$X = \left(m_1 - m_2\right) \cdot \frac{100}{m}, \tag{2.8}$$

де m_1 – маса висушеного фільтра з клітковиною в бюксі, г;

m_2 – маса висушеного порожнього фільтру в бюксі, г;

m – маса наважки, г.

Визначення кислотності досліджуваного матеріалу вели двома методами.

1. Відповідно до ДСТУ 3698-98. Суть методу: pH метричне титрування водної витяжки проби комбікормової сировини розчином гідроксиду натрію з подальшим розрахунком загальної кислотності, виходячи з обсягу витраченого на титрування лугу, і визначенням градуса Неймана.

Загальну кислотність комбікормової сировини X, виражену в градусах Неймана, Н, розраховують за формулою

$$X = 4 \cdot V \cdot K \ , \tag{2.9}$$

де 4 – коефіцієнт перерахунку на 100 г продукту;

V – об'єм розчину гідроксиду натрію, витрачений для досягнення pH;

K – коефіцієнт поправки розчину гідроксилу натрію.

2. Відповідно до ДСТУ 3662:2018. Суть методу: pH метричне титрування водної витяжки проби сировини (молочної сироватки) розчином гідроксиду натрію з подальшим розрахунком загальної кислотності, виходячи з обсягу витраченої на титрування лугу, і визначенням градуса Тернера.

Кислотність в градусах Тернера дорівнює обсягу водного розчину лугу, витраченого на нейтралізацію 10 см^3 продукту, помноженому на 10.

Однорідність комбікормів визначали за розподілом кухонної солі, методом підрахунку коефіцієнта однорідності за формулою:

$$Q = \frac{1}{n \cdot \sum i} \ , \tag{2.10}$$

$$i = \frac{B_1}{B_0} \text{ якщо } B_t \le B_0 \text{ і}$$

$$i = \frac{\left(2B_0 - B_t\right)}{B_0} \text{ якщо } B_t > B_0$$

де $B_0 -$ задане, а $B_t -$ знайдена кількість компонента в комбікормі.

Вміст незамінних амінокислот визначали по ДСТУ ISO 13903:2009 методом капілярного електрофорезу.

Суть методу полягає в поділі в кварцовому капілярі під дією електричного поля іонних форм амінокислот і на їх детектування за власним поглинання в ультрафіолетовій (УФ) області. Ідентифікацію та кількісне визначення аналізованих амінокислот проводять за допомогою встановленого програмного забезпечення.

2.3 Методи дослідження хімічного складу, біологічної цінності комбікормів

Наявність мікрофлори визначали відповідно до ДСТУ 8534:2015.

Метод посіву використовували для оцінки ступеня забруднення зерна мікроорганізмами, грибами і спороутворювальними бактеріями. Метод посіву являє собою внесення порції досліджуваної речовини в стерильне середовище. У цьому дослідженні використовувався чашковий метод. Аналіз включає чотири етапи:

- приготування серії розведень із відібраних проб (проби відбирають методом змиву);
- посів на стандартні щільні поживні середовища;
- інкубація в термостатах за 30 °С і 25 °С протягом 24 – 2 \8 годин для бактерій і 72 – 80 годин для грибів, відповідно;
- підрахунок колоній, що ростуть.

Вважається, що кожна життєздатна клітина утворює колонію при посіві на щільне середовище.

Приготування розведень: стерильну водопровідну воду або фізрозчин (0,5 % хлориду натрію) набирали і розливали в стерильні сухі пробірки об’ємом 9 см3. Перші 1 $см^3$ (або 1 г) зразка асептично додавали до першої пробірки, закривали ватним тампоном і добре перемішували, щоб отримати одноразове розведення 1:10; суспензію, отриману за однократного розведення, ретельно перемішували стерильною піпеткою, набирали в піпетку і кілька разів видували. Тією ж піпеткою відбирали 1 $см^3$ розведення і переносили в другу пробірку, яка містить 9 $см^3$ води, для отримання другого розведення 1:102. Взяли нову піпетку і

таким же чином приготували третє розведення (1:103), а потім усі наступні розведення відповідно до кількості мікроорганізмів у сировині.

Визначення загальної кількості мікроорганізмів у солоній сироватці та кормі: середню пробу сировини масою 10 г зважують і змішують із 90 $см^3$ стерильної води. Зразок ретельно струшували вручну протягом 5 хв для приготування промивного розчину. Для міцелію використовували розведення 1:102, для бактерій – 1:103 і 1:104. Посів проводили на глибину (1 $см^3$) на звичайні (стандартні) поживні середовища (СА і МРА); за 48 год підраховували колонії, що виросли.

Методом обліку інфузорій туфельок визначали відносну біологічну цінність.

Метод ґрунтується на додаванні стандартного білка (казеїну) і тестового інгредієнта в їжу та підрахунку кількості інфузорій, що виросли протягом певного часу в однакових умовах. Результати виражаються у відсотках.

Тестові зразки і стандартний казеїн подрібнюють у ступці до розміру частинок менше 200 нм.

У сухі і чисті пробірки поміщають наважки (три повторення) комбікормів і паралельно в інші пробірки – контрольні наважки стандартного казеїну з розрахунку 0,4 мг/г загального азоту. У пробірки додають 0,4 мл основного розчину і 0,5 мл дистильованої води.

Пробірки в штативах термостатують при 85 °С протягом 15 – 20 хвилин для інактивації чужорідної мікрофлори. Коли пробірки охолонуть до кімнатної температури, вносять 0,02 мл 3-денної культури та інкубують при 25 °С протягом 4 днів, періодично струшуючи пробірки (через 3 – 6 годин). Після закінчення сталої температури вміст пробірок фіксують розчином Люголя, відбирають проби суспензії і підраховують мікроорганізми в лічильній камері Горяєва.

Відносна біологічна цінність ВБЦ,% розраховується за формулою:

$$ВБЦ = \frac{К6 \cdot 100}{К_к}, \qquad (2.13)$$

де $К6$ – кількість мікроорганізмів, які виросли в дослідних пробірках з досліджуваним комбікормом;

$К_к$ – кількість мікроорганізмів, які виросли в контрольних пробірках з казеїном.

Висновки за розділом

У даному розділі роботи описано характеристики об’єкта дослідження, розглянуто методи вивчення якості сировини, використовуваної під час виробництва комбікормів, хімічного складу та біологічної цінності комбікормів, а також математичне опрацювання результатів дослідження.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження якості зернової сировини, використовуваної для виробництва комбікормів

В якості компонентів комбікормів використовували зерно пшениці, ячменю, вівса, вирощене в різних районах Дніпропетровської області, кормові дріжджі, соняшниковий шрот, люцернове трав'яне борошно, крейда і премікс.

У таблицях 3.1 і 3.2 представлено результати дослідження хімічного складу та фізико-механічних властивостей зернової сировини.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад зерна для виробництва комбікормів, %

Сировина	Вологість, %	Сирий протеїн (№ × 6,25)	Сирий жир	Сира клітковина	Сира зола	БЕВ
Зерно пшениці	11,2	13,4	1,5	2,2	1,4	69,7
Зерно ячменю	13,3	7,7	3,1	5,2	3,1	67,4
Зерно вівса	11,8	8,5	3,8	9,7	3,2	62,6

Таблиця 3.2 – Фізико-механічні показники зерна для виробництва комбікормів

Сировина	Об'ємна маса, г/л	Кут природного відкосу, град	Кут зовнішнього тертя, град		
			по гумі	по залізу	по дереву
Зерно пшениці	767	35	38	34	36
Зерно ячменю	704	33	37	33	38
Зерно вівса	511	41	36	32	38

Таблиця 3.3 – Амінокислотний склад зерна пшениці, ячменю, мг на 100 г цілого продукту

Показники	Пшениця	Ячмінь
Білок, %	11,2	10,3
коефіцієнт перерахунку	5,7	5,7
Білки:	3257	3233
- валін	486	534
- ізолейцин	411	385
- лейцин	780	739
- лізин	360	370
- метіонін	180	180
- треонин	390	350
- триптофан	150	120
- фенілаланін	500	555
Замінні амінокислоти:	7452	6878
- аланін	383	427
- аргінін	494	471
- аспаргінова кислота	557	586
- гістидин	244	220
- гліцин	470	410
- глутамінова кислота	3106	2579
-пролін	1 068	1180
- серії	530	430
- тирозин	370	360
- цистин	230	215
Загальна кількість амінокислот	10709	10111

У таблиці 3.3 представлений амінокислотний склад зернової сировини, використовуваного при виробництві комбікормів.

3.2 Дослідження якості молочної сироватки

У молочній сироватці визначали вміст білкових речовин, молочного жиру, кухонної солі і загальний вміст сухих речовин. Дослідження проводилися за методиками, викладеним в пункті 2.2 та 2.3 роботи.

Отримані результати представлені в таблиці 3.4.

Аналіз результатів дослідження показує, що склад солодкої і солоної сироватки майже однаковий. У солодкої сироватці міститься більше лактози, а до складу солоної крім всіх компонентів входить кухонна сіль.

За рахунок вмісту солі в солоній сироватці більше вміст сухих речовин.

Таблиця 3.4 – Показники якості молочної сироватки, %

Показники якості	Солона сироватка	Солодка сироватка
Сухі речовини, в т.ч.:	9,7 – 11,8	4,5 – 7,2
- білкові речовини	0,5 – 1,1	0,5 – 1,1
- лактоза	3,6 – 4,7	3,9 – 4,9
- молочний жир	0,3 – 0,5	0,3 – 0,5
Кухонна сіль	3,9 – 6,5	сліди
Мінеральні солі	0,3 – 0,8	0,3 – 0,8

Таким чином, молочна сироватка є перспективним видом сировини для виробництва комбікормів, що містить значну кількість поживних речовин.

Кислотність визначали в градусах Неймана (°Н), з огляду на що молочна сироватка – сировина для комбікормів, і в градусах Тернера (°Т), оскільки молочна сироватка одночасно є продуктом молочної промисловості. При цьому була встановлена залежність: 10 °Н = 100 °Т.

Зміни кислотності молочної сироватки в процесі зберігання представлено на рисунку 3.1. Аналізуючи даний графік, можна зробити висновок: кислотність солодкої сироватки, вже з самого початку будучи вищою, змінюється інтенсивніше кислотності солоної сироватки. Отже, завдяки вмісту кухонної солі, яка є природним консервантом, солона сироватка може зберігатися значно довше солодкої, без значного погіршення якості.

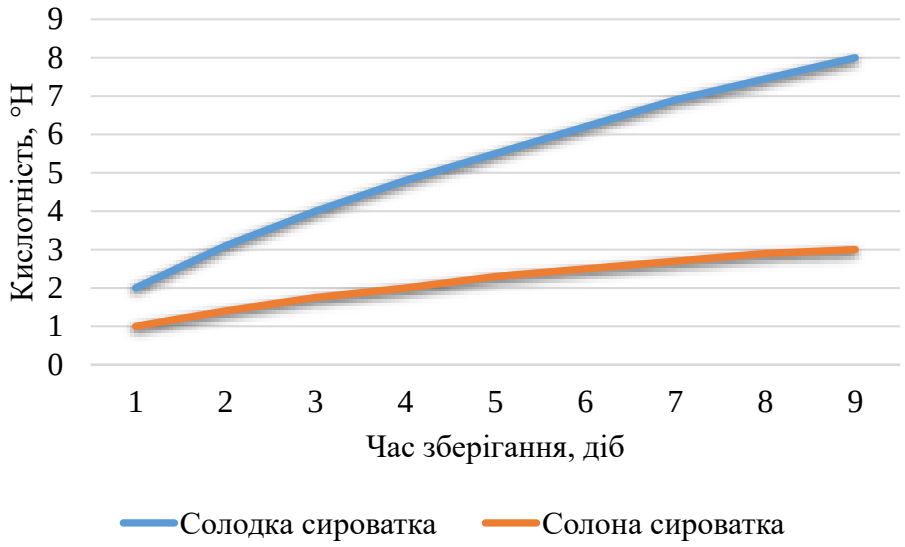

Рисунок 3.1 – Зміна кислотності молочної сироватки в процесі зберігання (в градусах Тернера і Неймана)

У наступних експериментах спостерігали зміну кислотності солодкої і солоної молочної сироватки, обробленої консервантами (1 г/л), згущене на 50 % і молочної сироватки в нативному вигляді («контроль»). Для збереження якості сироватки в процесі зберігання були використані консерванти: ацетилсаліцилова і аскорбінова кислоти [69]. Вони зменшують процеси розпаду білків і гідролізу жирів. Критерієм якості була обрана кислотність, яку визначали в градусах Неймана за методикою, викладеною в пункті 2.2 дипломної роботи. Результати представлені на рисунках 3.2 і 3.3.

Аналізуючи рисунок 3.2, де показано зміна кислотності солоної сироватки, можна помітити, що кислотність сироватки, обробленої консервантами, в порівнянні з контролем менше. Отже, додавання аскорбінової і ацетилсаліцилової кислоти сприятливо впливає на зберігання сироватки. Кислотність сироватки згущеної на 50 % також нижче кислотності контролю. Це пояснюється більш високим вмістом солі. Однак слід зазначити, що кислотність сироватки обробленої консервантами зростає повільніше, ніж у згущеної на 50 % вологості.

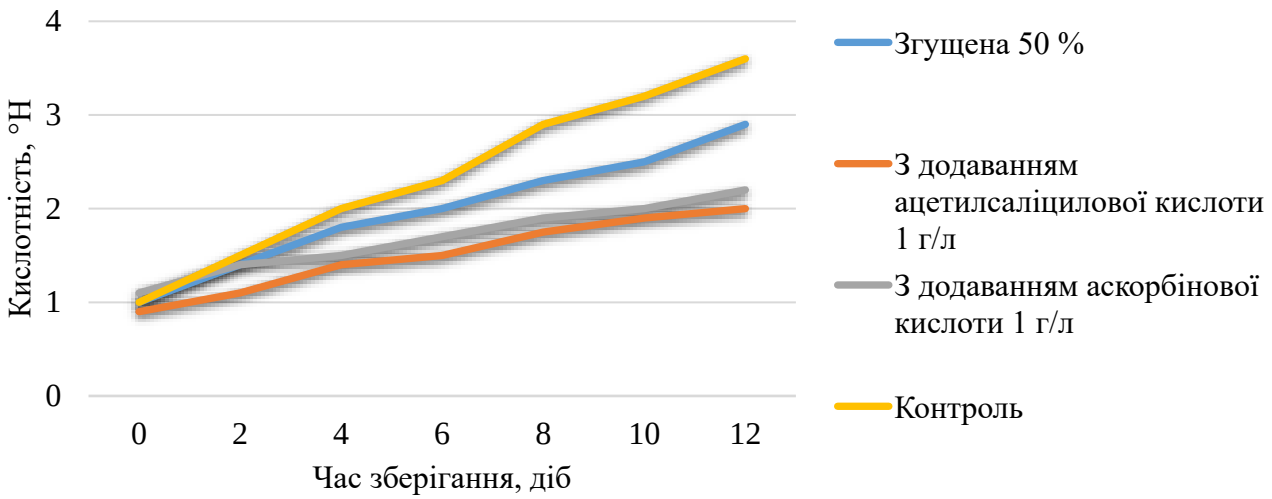

Рисунок 3.2 – Зміна кислотності солоної молочної сироватки обробленої консервантами і згущеної на 50 %

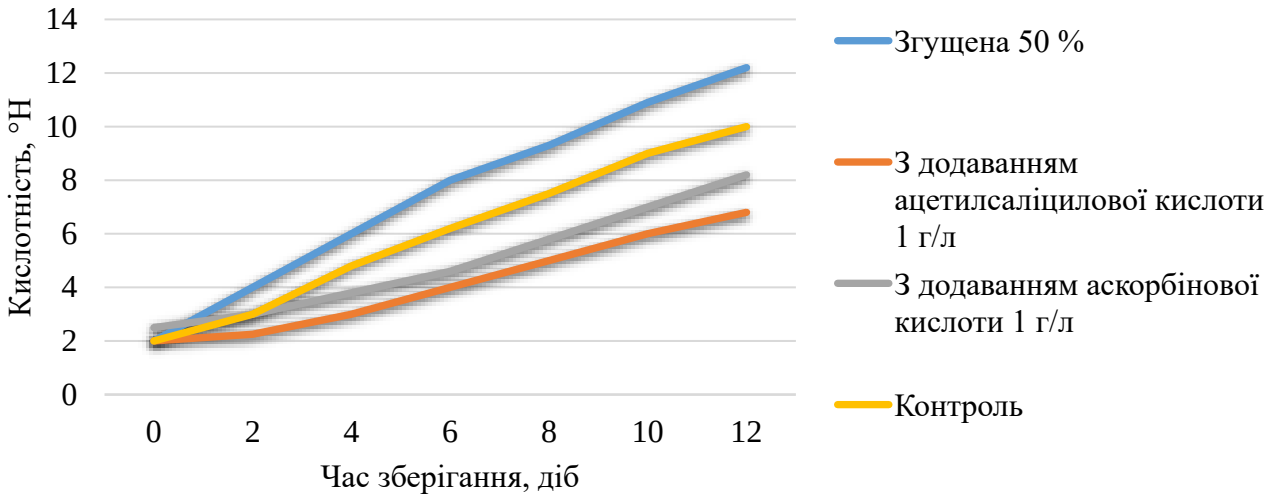

Рисунок 3.3 – Зміна кислотності солодкої молочної сироватки обробленої консервантами і згущеної на 50 %

На рисунку 3.3 показана зміна кислотності солодкої сироватки, і можна бачити, що дія консервантів також ж, як і у випадку з солоною сироваткою. Але кислотність сироватки упареною на 50 % більше кислотності контролю, так як в цьому виді сироватки відсутня сіль, а вміст органічних речовин збільшується.

3.3 Дослідження хімічного складу солоної молочної сироватки

Сироваткові білки містять більше незамінних амінокислот, ніж казеїн, і тому вони вважаються найбільш цінною частиною білків молока. Амінокислотний склад білків сироватки представлений в таблиці 3.5

Виділені з сироватки сироваткові білкові речовини можуть служити додатковим джерелом незамінних амінокислот, таких, як аргінін, гістидин, метіонін, лізин, треонін, триптофан, лейцин і ізолейцин. Крім того, сироватка містить 0,1 – 0,6 % казеїновий пил (в середньому 0,5 %). Це частки казеїну розміром менше 1 мм, що утворилися в результаті дроблення сирного зерна.

Таблиця 3.5 – Амінокислотний склад білків солоної молочної сироватки

Показники	Солона молочна сироватка
Валін	0,81
Ізолейцин	0,90
Лейцин	1,20
Лізин	0,87
Метіонін	0,40
Треонин	1,80
Триптофан	0,14
Фенілаланін	0,46
Тирозин	0,23
Цистин	0,47
Аспарагінова кислота	1,12
Гістидин	0,26
Гліцин	0,16
Глутамінова кислота	1,52
Пролін	0,28
Серин	0,31
Аланін	0,38
Аргінін	0,33

Вміст молочного жиру в сироватці, що використовується для виробництва сичужних сирів, коливається в межах 0,3 – 0,6 %. Ця величина залежить як від виду вироблюваного сиру і фізико-хімічних показників сировини, так і від чинників, що визначають хід технологічних процесів. Молочний жир у сироватці більш дисперсний, ніж у незбираному молоці, і має кращу перетравність.

Вміст мінералів у сироватці трохи нижчий, ніж у незбираному молоці, оскільки частина солі та мікроелементів переходить в основний продукт – сир. Вміст мінеральних речовин коливається в межах 0,3 – 3 %, не рахуючи кухонної солі, що входить в солону молочну сироватку в кількості до 6,5 %. Мінерали в сироватці присутні в різних формах, включно з істинними розчинами, молекулярними розчинами, колоїдними і нерозчинними, у вигляді солей органічних і неорганічних кислот.

3.4 Дослідження впливу солоної молочної сироватки на фізико-механічні властивості комбікормів при зберіганні

Комбікорми мають особливі фізико-механічні властивості, які необхідно враховувати під час виробництва [36].

Фізико-механічні властивості дослідних зразків комбікормів, приготованих із використанням солоної сироватки (табл. 3.6), засвідчили, що солона сироватка не мала негативного впливу на їхні фізико-механічні властивості.

Зразки комбікорму зберігалися протягом 90 днів за температури 21 – 23 °С і відносної вологості повітря 70 %.

Контрольні зразки комбікорму показали незначне збільшення кута тертя і природного градієнта, а також зниження насипної маси після 90 днів зберігання, що, ймовірно, пов’язано з розвитком мікроорганізмів.

У дослідному рецепті комбікорму, з додаванням солоної молочної сироватки, в процесі зберігання також відбулося збільшення об’ємної маси, що є результатом злежування. Зміна кутів зовнішнього відкосу і тертя незначне і лежить в межах помилки визначення.

Таблиця 3.6 – Зміна фізико-механічних властивостей комбікорму, з використанням солоної молочної сироватки при зберіганні

Показники	Контрольний рецепт	Дослідний рецепт з використанням солоної молочної сироватки, %		
		1	2	3
Об'ємна маса, г/л	$\frac{573,0^{*}}{560,0^{**}}$	$\frac{573,0}{562,0}$	$\frac{573,0}{565,0}$	$\frac{573,0}{567,0}$
Кут природного відкосу, град	$\frac{30}{34}$	$\frac{30}{34}$	$\frac{30}{33}$	$\frac{30}{33}$
Кут зовнішнього тертя, град:				
- гума	$\frac{28}{30}$	$\frac{28}{30}$	$\frac{28}{31}$	$\frac{28}{30}$
- залізо	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{25}{24}$
- дерево	$\frac{31}{32}$	$\frac{31}{32}$	$\frac{31}{31}$	$\frac{31}{31}$

* чисельник –показники до зберігання;

** знаменник – показники після 90 діб зберігання.

При аналізі отриманих даних слід зазначити, що комбікорм, виготовлений з використанням солоної молочної сироватки, зберігав свої фізико-механічні властивості протягом усього періоду зберігання і суттєво не відрізнявся від контрольного зразка.

3.5 Вплив солоної молочної сироватки на відносну біологічну цінність комбікормів

Досліджувався вплив солоної сироватки на відносну біологічну цінність корму. Вимірювання проводили методом підрахунку інфузорій.

Інфузорії мають подвійний цикл травлення - кислотний і лужний. Їхні ферментні системи можна порівняти з ферментами вищих тварин, а для росту їм необхідні всі незамінні амінокислоти. Завдяки своїм спільним рисам у

життєзабезпеченні вищих тварин, їх широко використовують як об’єкт досліджень у галузі метаболізму, росту і харчування тварин. Швидкий ріст у сприятливих умовах і мікроскопічний розмір інфузорій дають змогу одержувати статистично достовірні дані в короткі терміни, що узгоджується з експериментальними даними досліджень [34]. Відносну біологічну цінність молочних сумішей, приготованих шляхом введення в них концентрованої солоної сироватки, представлено в таблиці 3.7.

Проаналізувавши отримані дані можна зробити висновок, що включення солоної сироватки в раціон може підвищити його відносну біологічну цінність.

Таблиця 3.7 – Відносна біологічна цінність комбікормів, отриманих з використанням солоної молочної сироватки

Об’єкти дослідження	Число інфузорій в 1 $см^3$ досліджуваної рідини, 10^6	ВБЦ, %
Казеїн (еталон)	24,1	100
контроль	23,7	98
Дослідний рецепт 1	24,6	102
Дослідній рецепт 2	25,6	106
Дослідний рецепт 3	26,5	110

Найбільшими показниками ОБЦ відрізняються білки комбікорму для курей, з використанням солоної молочної сироватки в кількості 4 %, біологічна цінність якого на 12 % вище, ніж контролю.

Крім цього при введенні сироватки в комбікорми вони збагачуються цінних білком тваринного походження, що містять велику кількість незамінних амінокислот.

Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи вивчено фізико-механічні та хімічні властивості і амінокислотний склад зернової сировини і солоної молочної

сироватки як компонента комбікормів. За вмістом незамінних амінокислот білки солоної молочної сироватки в основному перевищують білки пшениці та ячменю.

Вивчено хімічні та мікробіологічні зміни в комбікормах у процесі зберігання при введенні до складу комбікорму солоної сироватки. Було продемонстровано високу біологічну цінність комбікормів, отриманих за досліджуваними технологіями.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Дослідження технології згущення солоної молочної сироватки

Оскільки солона молочна сироватка в нативному вигляді володіє вологістю 92 – 93 % вводити її в комбікорми в значній кількості не представляється можливим. Тому бажано згущувати або сушити її.

Встановлено, що суха молочна сироватка є важкосипким і гігроскопічним продуктом. Так само труднощі при її використанні в сухому вигляді приносить велика розпилюваність і, внаслідок цього, великі втрати при виробництві і транспортуванні (до 1 %) [24]. Що з огляду на значні витрати на виробництво сухої сироватки є досить значною величиною. Тому, на наш погляд, переважно вводити в комбікорми сироватку в згущеному вигляді, використовуючи вітчизняне обладнання, призначене для введення рідких компонентів.

На рисунку 4.1 представлена схема виробництва згущеної солоної молочної сироватки. Сироватка початкової щільністю близько 1030 кг/м^3 насосом подається в накопичувальну ємність через лічильник, що визначає її кількість. Потім в пастеризаторі проходить її короткочасне нагрівання до 72 – 73 °С з витримкою 15 – 20 с для часткового запобігання денатурації білків під час згущення. На виході з пастеризатора сироватка охолоджується до початкової температури і подається в вакуум-випарну установку, в якій відбувається процес згущення при температурі 55 – 65 °С.

Закінчення процесу визначають по щільності сироватки, яка повинна складати 1140 кг/м^3 для вологості 60 % і 1300 кг/м^3 для 40 %. При згущенні сироватки до більш низьких показників вологості, кінцевий продукт втрачав плинність і вводити його до складу комбікормів, використовуючи існуюче обладнання для введення рідких компонентів, не представляється можливим.

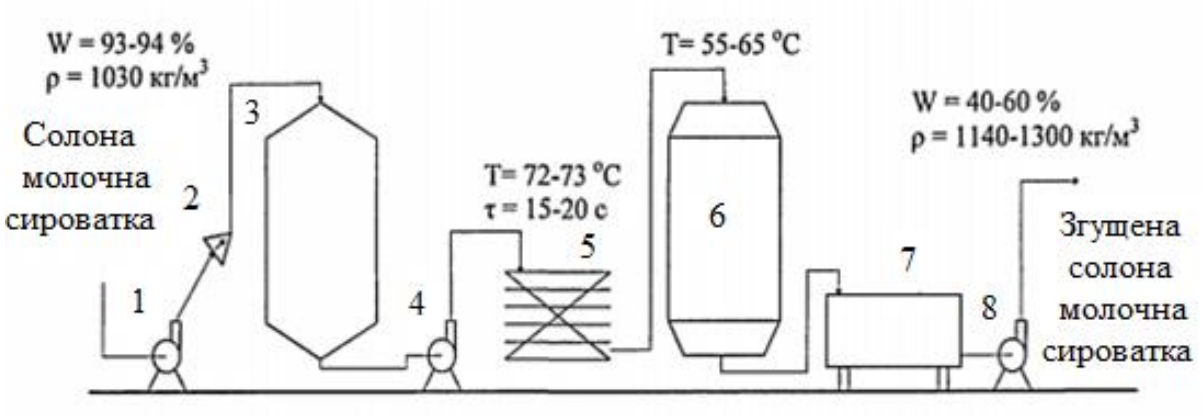

Рисунок 4.1 – Принципова технологічна схема отримання згущеної солоної молочної сироватки

1, 4, 8 – насос; 2 – лічильник; 3 – ємність; 5 – пастеризатор; 6 – вакуум-випарна установка; 7 – охолоджувач.

4.2 Визначення оптимальних параметрів сушіння солоної молочної сироватки

З метою вивчення і вибору оптимальних параметрів сушіння досліджуваної сировини, проводили сушку солоної молочної сироватки при різних температурних параметрах: 65, 75 і 95 °С до кінцевої вологості 6,0 % .При сушінні молочної сироватки слід враховувати, що вона містить різні фракції білків тваринного походження з різною температурою денатурації.

Процес кінетики сушіння солоної молочної сироватки для температури 65, 75 і 85 °С представлений на рисунках 4.2 і 4.3.

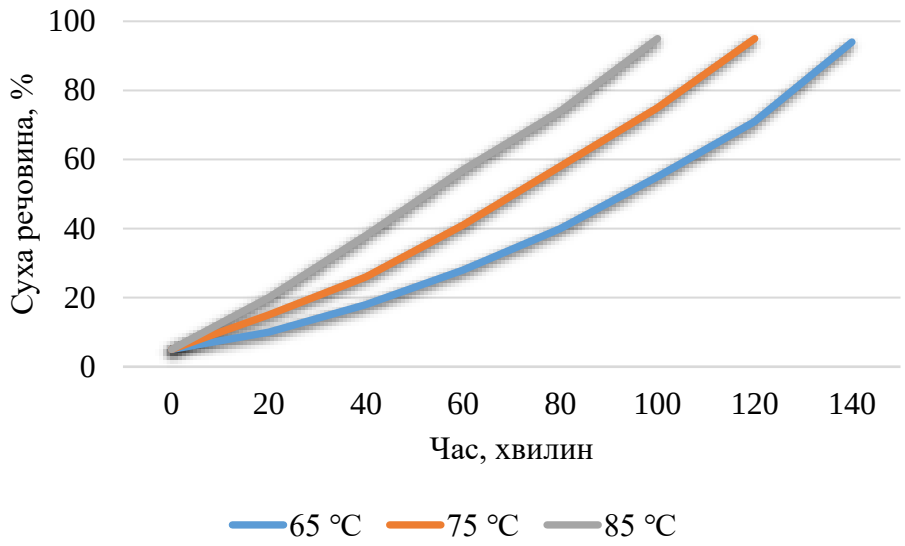

Рисунок 4.3 – Зростання концентрації сухих речовин в солоній молочній сироватці при різних температурних режимах під час сушіння

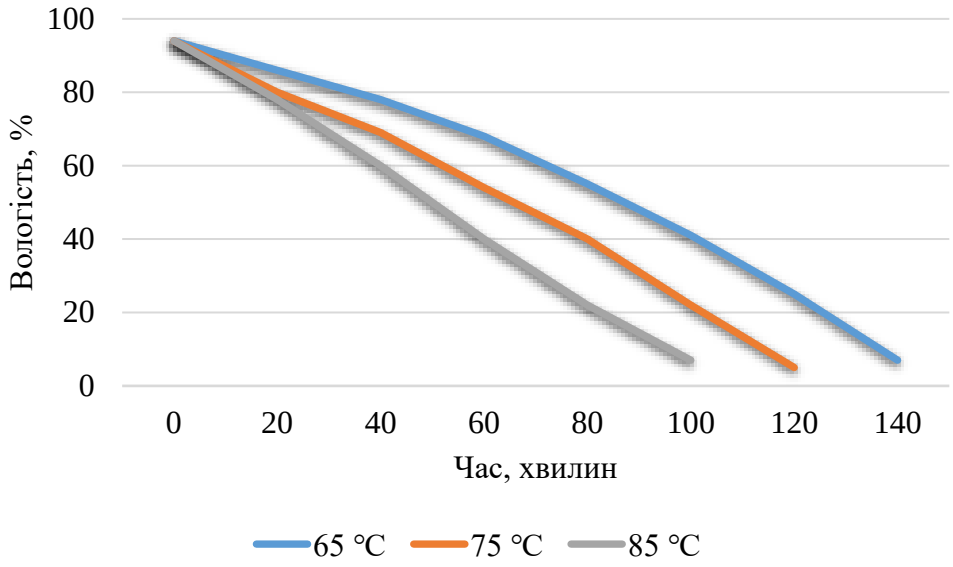

Рисунок 4.4 – Кінетика сушіння солоної молочної сироватки при різних температурних режимах під час сушіння

4.3 Розробка принципової технологічної схеми виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки

Введення до складу комбікормів солоної молочної сироватки, натомість зернової сировини є, на наш погляд доцільним, так як відбувається зменшення

частки цінної зернової сировини в складі комбікормів без погіршення показників якості. Комбікорми збагачуються повноцінним тваринним білком, вітамінами і мікроелементами. Підвищується біологічна цінність комбікормів. Знижується їх собівартість.

Використовуючи комбікормову сировину (зерно вівса, ячменю, кормові дріжджі, соняшниковий шрот) і солону молочну сироватку, було виготовлено комбікорм для птиці [41].

Досліджували ефективність введення згущеної солоної молочної сироватки від 1 до 7 % для ячменю і від 1 до 4 % для пшениці. Обмеження верхньої межі введення пов'язане з наявністю кухонної солі. При введенні згущеної солоної молочної сироватки в комбікорми відбувається оптимізація їх по вологості і підвищується їх однорідність.

Солона молочна сироватка вводилася до складу рецепта комбікорму замість пшениці в кількості від 2 до 4 % за рецептурою.

В результаті досліджень запропоновану рецептуру комбікорму (таблиця 4.1), в якому здійснено заміну зернової сировини на солону молочну сироватку.

Для швидкого попереднього визначення кількості конденсованої солоної молочної сироватки, яку можна внести в комбікорм, розроблена номограма (рисунок 4.4).

Для визначення введення в комбікорми необхідної кількості конденсованої молочної сироватки по номограмі потрібно знайти на горизонтальній осі значення вологості комбікорму, до якого вноситься сироватка, і по вертикальній осі – отримати її кількість в кілограмах на одну тонну готового комбікорму з вологістю не більше 14,5 %. У номограмі наведені три криві, для згущеної солоної молочної сироватки з вологістю 40, 50 і 60 %.

Таблиця 4.1 – Запропонований рецепт комбікорму для птиці

Компонент	Контроль, %	Дослідні рецепти, %		
		№1	№2	№3
Ячмінь	29	29	29	29
Овес	8	8	8	8
Пшениця	30	29	28	27
горох	10	10	10	10
Просо	6	6	6	6
Шрот соєвий	10	10	10	10
Дріжджі кормові	5	5	5	5
Сіль кухонна	1	0	0	0
Премікс	1	1	1	1
Солона молочна сироватка	0	2	3	4
Разом	100	100	100	100

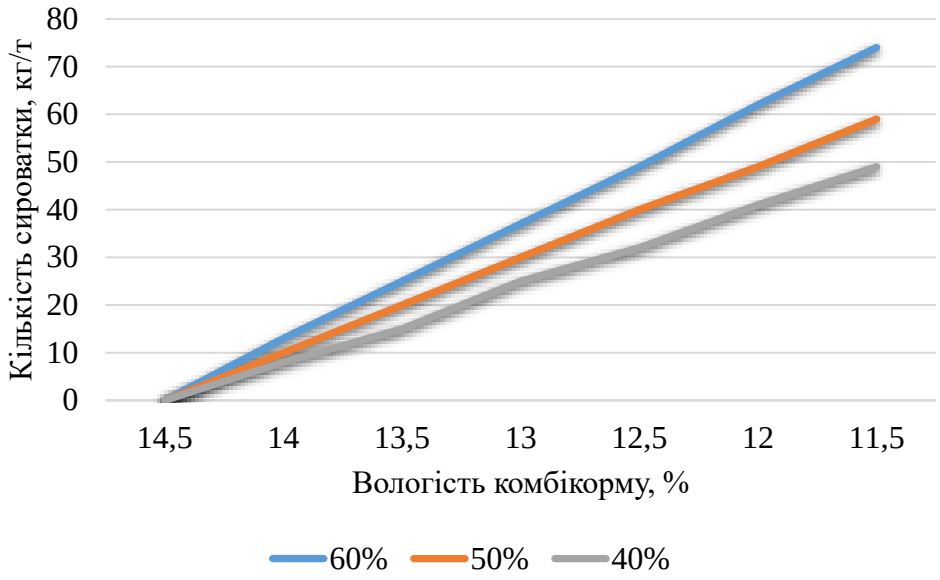

Рисунок 4.4 – Номограма визначення кількості згущеної молочної сироватки, що вноситься в комбікорм

На підставі результатів досліджень було запропоновано технологічну схему виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки (рисунок 4.5).

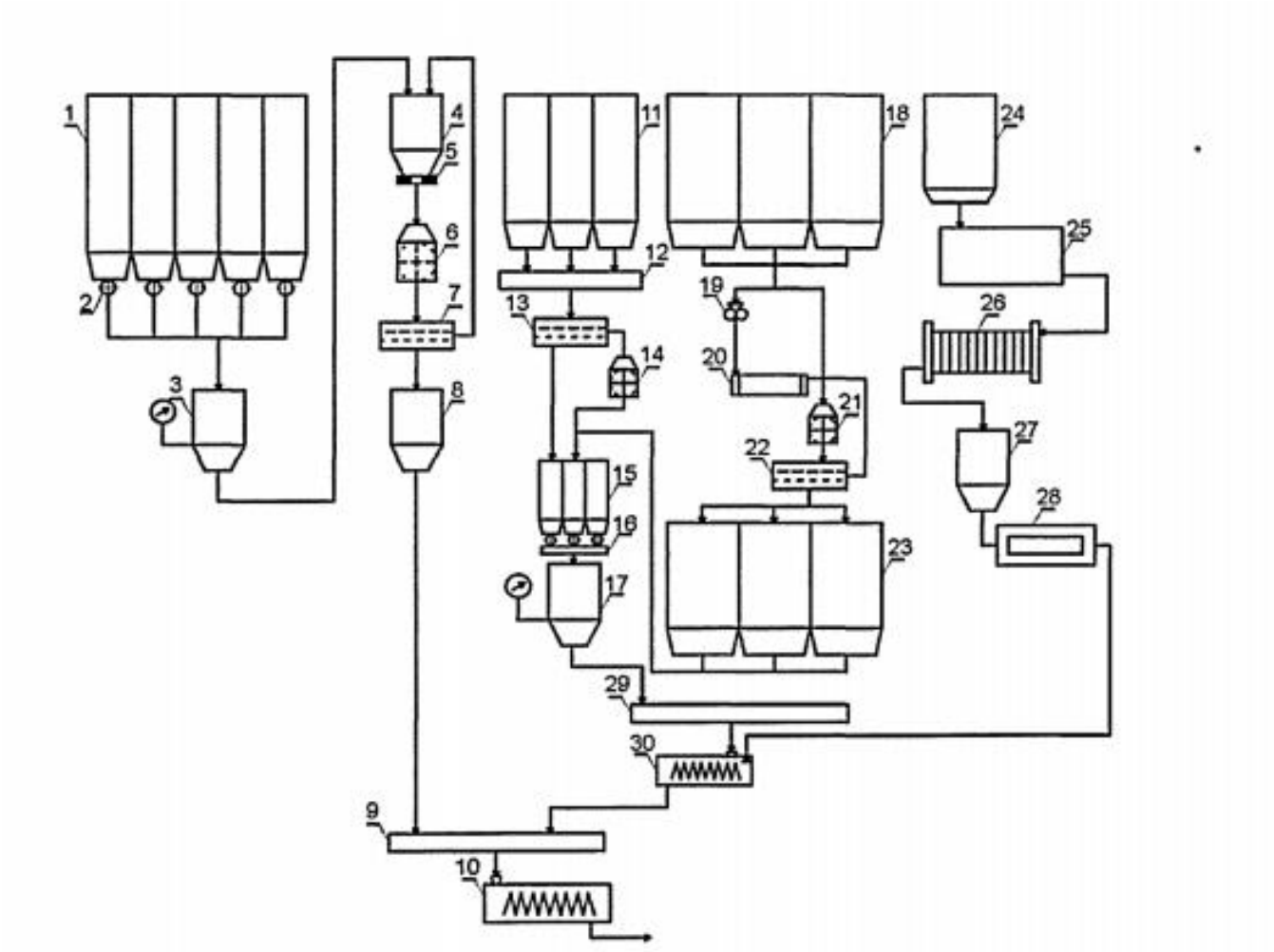

Рисунок 4.5 – Схема виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки

На рисунку 4.5 представлена схема виробництва комбікормів, яка працює в такий спосіб: зернова сировина, що входить до складу комбікорму, і основна сировина (гранульоване трав’яне борошно, шрот і макуха) подаються в бункера 1, звідки за допомогою живильників 2 надходить в багатокомпонентний ваговий дозатор 3, де формується суміш зернової і гранульованої сировини, а потім переміщається в наддробарний бункера 4. За допомогою магнітного захисту 5, яким забезпечений наддробарний бункер, суміш очищується від металомагнітних домішок. Далі сировина надходить в дробарку 6, де відбувається подрібнення. Подрібнена сировина надходить в просіювальну машину 7, де відбувається просіювання сировини, сходові фракції направляються в наддробарні бункера 4 для повторного подрібнення на дробарці, а проходова в бункер проходових

фракцій 8. Потім основну сировину транспортером 9 направляється в змішувач 10.

Сировина мінерального походження і важкосипку сировину (рибна і м'ясо-кісткове борошно, кормові дріжджі, премікси та інше) подається в бункер для важкосипких компонентів 11, потім транспортером 12, подається на просіювач 13, сходова фракція направляється на дробарки 14, де подрібнюється і додається до проходовії фракції, яка направляється в наддозаторний бункер важкосипких компонентів 15.

Відходи рослинництва, такі як кошики і шийки суцвіть соняшнику, подаються в бункера допоміжної сировини 18, звідки подаються для подрібнення в жмихоломач 19. При необхідності сировину доводять до необхідної вологості в сушарці 20, після чого сировина подається в дробарку для допоміжної сировини 21, де відбувається подрібнення. Такі відходи рослинництва, як оболонка сої, подаються в бункера допоміжного сировини 18, звідки відразу направляються в дробарку допоміжної сировини 21, де подрібнюється до необхідних розмірів. Подрібнена сировина надходить в просіювач допоміжної сировини 22, де відбувається просіювання сировини, проходова фракція допоміжної сировини направляється в бункери проходових фракцій допоміжної сировини 23, а сходова фракція в дробарку для допоміжної сировини 21 для повторного подрібнення.

Вторинні сировинні ресурси молочної промисловості, такі як солона молочна сироватка подаються в накопичувальні танки 24, звідки направляються в вакуум-випарну установку 25, де відбувається їх упарювання до вмісту сухих речовин 40 – 60 %. Далі упарену сироватку направляють в охолоджувач 26, де вона охолоджується до температури 18 – 22 °С. Охолоджена сировина надходить в видатковий танк 27, звідки направляється через фільтр грубої очистки 28 в змішувач 30, обладнаний форсункою для введення рідини, де формується попередня суміш сироватки з сухими відходами рослинництва, які надходять в змішувач за допомогою транспортера 29 з дозатора 17.

Одночасно у допоміжний багатокомпонентний ваговий дозатор 17 подається сировина мінерального походження, важкосипка білкова сировина та

проводиться їх дозування відповідно до рецептури. Попередня суміш транспортером 9 подається в основний змішувач 10, де відбувається змішування готового комбікорму.

Висновки за розділом

Запропоновано рецептуру комбікорму, збагаченого солоною молочною сироваткою, що дозволяють знизити витрату зернової сировини при виробництві комбікормів від 1 до 6 % і кухонну сіль виключити як окремий компонент.

Розроблено номограму для розрахунку кількості конденсованої солоної молочної сироватки, що вноситься в комбікорм.

Запропоновано до практичного застосування ресурсозберігаючу технологію виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці під час виробництва комбікормів є важливим документом, який описує основні правила, ризики та заходи безпеки для працівників, що займаються цим видом діяльності. На рисунку 5.1 приведено приклад основних розділів і змісту такої карти.

<table>
<tr><th colspan="2">Картка безпеки праці під час виробництва комбікормів</th></tr>
<tr><td>1. Загальні положення
Виробництво комбікормів пов'язане з ризиками для здоров'я через пил, шум, вібрації та використання механізмів.
Працівники повинні проходити інструктаж з охорони праці та навчання роботі на спеціалізованому обладнанні.
Заборонено працювати без засобів індивідуального захисту.</td><td>2. Основні ризики
Механічні ризики: травми від рухомих частин обладнання (шнеки, млини, транспортери).
Хімічні ризики: вплив пилу, мікротоксинів, хімічних добавок.
Пожежна небезпека: горючий пил і компоненти.
Фізичні фактори: шум, вібрація, підвищена температура.</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)
Респіратори для захисту від пилу.
Захисні окуляри для запобігання потраплянню частинок у очі.
Вушні заглушки або навушники для захисту від шуму.
Захисний спецодяг і рукавички.</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Правила безпечної роботи
Перевіряти обладнання перед початком роботи.
Використовувати захисні огорожі на механізмах.
Регулярно очищати робочі зони від пилу.
Не залишати працююче обладнання без нагляду.
У випадку несправності зупинити роботу та повідомити відповідального.</td></tr>
<tr><td>5. Дії у надзвичайних ситуаціях
У разі пожежі: використовуйте вогнегасники, повідомте відповідальних осіб та евакуюйтесь.
При травмах: надайте першу допомогу, викликайте медичну службу.
При хімічному впливі: зупиніть роботу, забезпечте вентиляцію, промийте уражені місця.</td><td>6. Додаткові рекомендації
Регулярні медичні огляди для працівників.
Проведення аналізу повітря на концентрацію пилу та токсичних речовин.
Встановлення попереджувальних знаків у небезпечних зонах.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ця карта має бути адаптована відповідно до специфіки підприємства, наявного обладнання та місцевих нормативів охорони праці!!!</td></tr>
</table>

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва комбікормів

5.2 Шляхи утилізації відходів комбікормового виробництва

Утилізація відходів комбікормів з додаванням молочної сироватки потребує дотримання екологічних норм і технологій, які дозволяють мінімізувати негативний вплив на довкілля та водночас використовувати ці відходи з користю. Ось основні підходи до утилізації:

1. Використання у сільському господарстві.

Корм для тварин – відходи комбікормів із молочною сироваткою можуть бути використані для годівлі певних видів тварин (наприклад, свиней або рогатої худоби). Перед цим необхідно оцінити їх склад, безпечність і поживну цінність.

Компостування – змішування відходів з органічними матеріалами для виробництва добрив. Молочна сироватка забезпечує додаткові поживні речовини, що прискорюють розкладання органіки.

2. Біогазові установки.

Переробка у біогаз – відходи комбікормів з молочною сироваткою є добрим субстратом для анаеробного бродіння. Це дозволяє отримувати біогаз (метан) для енергетичних потреб і залишкову біомасу, яка може бути використана як добриво.

3. Технології сушки.

Відходи можна висушувати для зменшення об’єму і підвищення зручності транспортування. Після сушки вони можуть використовуватися як:

- компонент у виробництві альтернативних видів палива (пелетів);
- додаток до органічних добрив.

4. Використання у рибному господарстві.

Відходи з молочною сироваткою можуть бути перероблені в корм для риб, якщо їх склад відповідає нормам безпеки для аквакультури.

5. Екологічна утилізація.

У разі неможливості повторного використання відходи підлягають екологічно безпечній утилізації:

- спалювання у спеціалізованих установках з очищенням димових газів;
- захоронення на ліцензованих полігонах для органічних відходів.

Рекомендації та нормативи.

1. Контроль складу відходів – відходи комбікормів з молочною сироваткою можуть містити органічні речовини, які швидко псуються і спричиняють забруднення. Перед утилізацією необхідно провести аналіз на наявність токсинів, пестицидів чи антибіотиків.

2. Дотримання місцевих екологічних вимог – процес утилізації має відповідати нормам охорони навколишнього середовища, зокрема щодо викидів, скидів у ґрунт або водойми.

3. Впровадження сучасних технологій – рекомендується використовувати інтегровані підходи до утилізації (наприклад, біогазові установки у поєднанні з компостуванням).

Застосування зазначених методів дозволить ефективно утилізувати відходи комбікормів із додаванням молочної сироватки, зменшити їх екологічний вплив і навіть отримати економічну вигоду.

Висновки за розділом

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва комбікормів та визначені шляхи утилізації відходів комбікормового виробництва.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Технологія виробництва комбікормів із застосуванням вторинних ресурсів переробки молока дозволяє суттєво знизити витрати зерна, поліпшити якість і комбікормів та виключити з рецептури сіль кухонну.

Перелік робіт, що включає етапи дослідження представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт *i-j*	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij}, днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	7
3-4	Розробка плану проведення досліджень	3
4-5	Робота з методиками проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків зернової сировини та солоної молочної сироватки	5
6-7	Підготовка дослідного устаткування	3
7-8	Дослідження якості зернової сировини, використовуваної для виробництва комбікормів, дослідження якості молочної сироватки	7
7-9	Дослідження хімічного складу солоної молочної сироватки	6
7-10	Дослідження впливу солоної молочної сироватки на фізико-механічні властивості комбікормів при зберіганні	6
7-11	Вплив солоної молочної сироватки на відносну біологічну цінність комбікормів	6
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10
Всього		65

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 65 днів.

6.2 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження

Витрати, що виникають у процесі проведення дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них входять: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{6.1}$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

$Ц_1$ – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Ячмінь, кг	29	5,30	153,70
Овес, кг	8	4,80	38,40
Пшениця, кг	27	5,80	156,6
Горох, кг	10	5,90	59,0
Просо, кг	6	9,00	54,0
Шрот соєвий, кг	10	20,0	200,0
Дріжджі кормові, кг	5	51,0	255,0
Премікс, кг	1	18,0	18,0
Солона молочна сироватка, кг	4	29,0	116,0
Всього			1050,70

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Дипломний керівник	8300	49,41	15	741,15
Всього				741,15

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{741{,}15 \cdot 22}{100} = 163{,}05 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a,, \tag{6.2}$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0{,}9$);

T – час роботи на установці, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на роботу випарної установки:

$$E_{випар} = 2{,}4 \cdot 0{,}9 \cdot 24 \cdot 4{,}68 = 242{,}61 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу змішувача:

$$E_{зміш} = 1{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 18 \cdot 4{,}68 = 136{,}47 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп’ютер:

$$E_{комп} = 0{,}9 \cdot 0{,}9 \cdot 112 \cdot 4{,}68 = 424{,}57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{заг} = E_{випар} + E_{змiш} + E_{комп} = 242,61 + 136,47 + 424,57 = 803,65$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$A = \frac{Ф \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \qquad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

$Ф$ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Випарна установка	8300,00	15	4	13,64
Змішувач	5440,00	15	3	6,70
Персональний комп'ютер	11000,00	24	14	101,26
Всього				121,60

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(741,15 \cdot 80)}{100} = 592,92 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1050,70
Заробітна плата	741,15
Нарахування на заробітну плату	163,05
Електроенергія	803,65
Амортизація	121,60
Накладні витрати	592,92
Всього	3473,07

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять витрати на основні матеріали і витрати на електроенергію.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{6.4}$$

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 3473,07 + \frac{30 \cdot 3473,07}{100} = 4514,99 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 4514,99 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які становлять 1050,70 грн і 803,65 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4514,99 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено можливість і доцільність застосування в рецептах комбікормів солоної молочної сироватки – вторинних сировинних ресурсів переробки молока.

Вперше розроблені принципові технологічні схеми підготовки досліджуваної сировини, що включають теплову сушку, згущення і способи введення отриманих компонентів в комбікорми.

Визначено оптимальні температурні режими згущення солоної молочної сироватки, які становлять 55 – 65 °С, з попереднім нагріванням до 72 – 73 °С протягом 15 – 20 с.

Вивчено фізико-механічні та хімічні властивості і амінокислотний склад зернової сировини і солоної молочної сироватки як компонента комбікормів та встановлено, що за вмістом незамінних амінокислот білки солоної молочної сироватки в основному перевищують білки пшениці та ячменю.

Розглянуто хімічні і мікробіологічні зміни в комбікормах при зберіганні під впливом введення в їх рецептуру солоної молочної сироватки. Доведено високу біологічну цінність комбікормів, отриманих за досліджуваною технологією.

Запропоновано рецептуру комбікорму, збагаченого солоною молочною сироваткою, що дозволяють знизити витрату зернової сировини при виробництві комбікормів від 1 до 6 % і кухонну сіль виключити як окремий компонент.

Розроблено номограму для розрахунку кількості конденсованої солоної молочної сироватки, що вноситься в комбікорм. Запропоновано до практичного застосування ресурсозберігаючу технологію виробництва комбікормів з використанням солоної молочної сироватки.

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва комбікормів та визначені шляхи утилізації відходів комбікормового виробництва.

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які становлять 1050,70 грн і 803,65 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4514,99 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Дяченко Л.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник / Л.С.Дяченко, В.С.Бомко, Т.Л.Сивик. Біла Церква, 2015. 306 с.
2. Дяченко, Л. С., Бомко, В. С., & Сивик, Т. Л. (2015). Основи технології комбікормового виробництва.
3. Гавриш, Т. В., Фоміна, І. М., & Боровікова, Н. О. (2024). Біотехнологічні процеси у зернопереробній галузі: навчально-методичний посібник.
4. Кобець, А. С., Чурсінов, Ю. О., Черних, С. А., Сабадаш, М. П., Грекова, Н. В., & Канунніков, В. П. (2014). Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна.
5. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
6. Пузік, Л. М., Гавриш, Т. В., Фоміна, І. М., & Боровікова, Н. О. (2024). Безпека продукції зернопереробних виробництв: навчально-методичний посібник.
7. Бомко, В. С., Сиваченко, Є. В., & Сметаніна, О. В. (2023). Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин. http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/8420
8. Горач, О. О., Чурсіна, Л. А., & Домбровська, О. П. (2021). Інноваційні напрями використання насіння льону олійного та екологічна безпека харчової продукції. Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті, 593-619.
9. Ковальова О.С., Кошулько В.С., Відлога А.А. Виробництво йогурту збагаченого високобілковим зерновим наповнювачем. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості : збірник тез доповідей Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. молодих вчених та студентів, 22 листопада 2023 р. Хмельницький: ХНУ, 2023. С. 208-209.

10. Марченков, Ф. (2016). Кормові добавки-необ хідність сучасних технологій. Сучасне птахів ництво, (5-6), 162-163.

11. Єгоров, Б. В., & Чернега, І. С. (2018). Переробка побічних продуктів консервної промисловості в кормові добавки.

12. Левицький, Т. Р. (2013). Загальні підходи до оцінки безпечності кормових добавок. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, (14,№ 3-4), 301-308.

13. Карунський, О. Й., & Ланцова, Д. О. (2020, September). Класифікація кормових добавок. In The 13th International scientific and practical conference "Perspectives of world science and education"(September 9-11, 2020) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2020. 256 p. (p. 115).

14. Єременко, М. Г., Науменко, А. С., & Литвиненко, В. М. (2017). Раціональне застосування пробіотичних кормових добавок у тваринництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва, (273), 109-114.

15. Головня Н.В., Мєлікова К.С., Іщенко О.С., Ковальова О.С. Перспективи використання пророщеного зерна під час виробництва комбікорму. Збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука». 31 жовтня 2019 року, Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2019. С.154-155.

16. Чурсінов Ю.О., Ковальова О.С., Калина В.С. Методи обробки соків аморанту та люцерни для отримання біологічно-активних кормових добавок. Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2020: Матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2020 р., м. Дніпро. Дніпро: "Середняк Т.К.", 2020. С.156-157.

17. Chandan, R. C. (2011). Dairy ingredients for food processing: an overview. Dairy ingredients for food processing, 3-33. https://doi.org/10.1002/9780470959169

18. Guyomarc'h, F., Arvisenet, G., Bouhallab, S., Canon, F., Deutsch, S. M., Drigon, V., ... & Gagnaire, V. (2021). Mixing milk, egg and plant resources to obtain safe and tasty foods with environmental and health benefits. Trends in Food Science & Technology, 108, 119-132. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.010

19. Hoppe, C., Andersen, G. S., Jacobsen, S., Mølgaard, C., Friis, H., Sangild, P. T., & Michaelsen, K. F. (2008). The use of whey or skimmed milk powder in fortified blended foods for vulnerable groups. The Journal of nutrition, 138(1), 145S-161S. https://doi.org/10.1093/jn/138.1.145S

20. Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., & Priolo, A. (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. Animal Feed Science and Technology, 147(1-3), 223-246. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020

21. Jafari, S. M., Vakili, S., & Dehnad, D. (2019). Production of a functional yogurt powder fortified with nanoliposomal vitamin D through spray drying. Food and Bioprocess Technology, 12, 1220-1231. https://doi.org/10.1007/s11947-019-02289-9

22. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. Ukrainian Food Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7

23. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289

24. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодорощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

25. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799

26. Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., & Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep

milk. Small Ruminant Research, 68(1-2), 20-34. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.019

27. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392

28. Helkar, P. B., Sahoo, A. K., & Patil, N. J. (2016). Review: Food industry by-products used as a functional food ingredients. Int. J. Waste Resour, 6(3), 1-6. https://doi.org/10.1016/10.4172/2252-5211.1000248

29. Lille, M., Nurmela, A., Nordlund, E., Metsä-Kortelainen, S., & Sozer, N. (2018). Applicability of protein and fiber-rich food materials in extrusion-based 3D printing. Journal of Food Engineering, 220, 20-27. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.034

30. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5

31. Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. Journal of food science, 77(1), R11-R24. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02455.x

32. Campbell, J. R., & Marshall, R. T. (2016). Dairy production and processing: The science of milk and milk products. Waveland Press.

33. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 99–111. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548

34. Sharma, A., Jana, A. H., & Chavan, R. S. (2012). Functionality of milk powders and milk-based powders for end use applications—a review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 11(5), 518-528.

35. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542

36. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (124)), 6–19. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810

37. Huan-Niemi, E., Kaljonen, M., Knuuttila, M., Niemi, J., & Saarinen, M. (2020). The impacts of dietary change in Finland: food system approach. Agricultural and Food Science, 29(4), 372-382. https://doi.org/10.23986/afsci.95282

38. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів : Навчальний посібник. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. 334 с.

39. Чудак, Р. А., Побережець, Ю. М., Льотка, Г. І., & Купчук, І. М. (2021). Сучасні кормові добавки у годівлі птиці. Вінниця: Твори. 2021. 281 с.

40. Лотоцький, В. М. (2023). Кормові добавки та їх використання в годівлі тварин. In " Перші наукові кроки-2023" Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих науковців (14 квітня 2023).

41. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

42. Nykyforov, A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the

aerodynamic factor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (116)), 24–34. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253657 (Scopus).

43. Подпрятов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. К. : Аграрна освіта, 2014. 393 с.

44. Дудяк І. Д., Туз М. С. Технологія виробництва борошна, круп і комбікорму : методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв, 2015. 139 с.

45. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.

46. Богомолов О.В. Управління якістю переробних і харчових виробництв/ О.В. Богомолов, О.І. Шаповаленко, О.М. Сафонова, [та ін.]: Навч. посібник. Харків: «Еспада». 2006. 296с.

47. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf

48. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

49. Тертишний О.О., Півоваров О.А., Кошулько В.С. Механічні процеси та обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 351 с.

50. Aliiev Elchyn, Gavrilchenko Alexander, Tesliuk Hennadii, Tolstenko Alexander, Koshul’ko Vitaliy (2019). IMPROVEMENT OF THE SUNFLOWER SEED SEPARATION PROCESS EFFICIENCY ON THE VIBRATING SURFACE. ACTA PERIODICA TECHNOLOGICA (APTEFF), 50, 12 – 22. DOI: https://doi.org/10.2298/APT1950012A.