

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології зберігання і переробки зерна

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)

Оксана КОЧУБЕЙ-  
ЛИТВИНЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

«До захисту допущено»  
В. о. завідувача кафедри

Тетяна ЯНЮК

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

з спеціальності \_\_\_\_\_ 181 «Харчові технології» \_\_\_\_\_  
(шифр та назва спеціальності)

на тему: "Дослідження можливості використання черствого хліба в комбікормах для птиці"

Виконав: здобувач\_2 курсу, групи ТЗ-2-6М

Заброда Артем Васильович

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

підпис

Шаран Андрій Васильович  
(прізвище та ініціали)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олена БЛІК

(прізвище та ініціали)

Засвідчую, що в цій дипломній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології зберігання і переробки зерна  
Освітній ступінь Магістр  
Спеціальність 181 «Харчові технології»  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Технології зберігання і переробки зерна  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**В. о. завідувача кафедри**  
**технології зберігання і**  
**переробки зерна**  
**Тетяна ЯНЮК**  
“ ” 2024 року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Заброді Артему Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження можливості використання черствого хліба в комбікормах для птиці

керівник роботи Шаран Андрій Васильович, к.т.н., доц.

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” 11 2023 року № 906-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 10 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи черстві хлібобулочні вироби

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація; перелік умовних скорочень, термінів і одиниць; вступ; літературний огляд; об'єкти та методи дослідження; експериментальна частина; технологічна частина; загальні висновки; список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу схема підготовки насіння льону (формат А4), технологічна схема (формат А4)

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Янюк Т. І., доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна		

7. Дата видачі завдання 06.11.2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Анотація	28.01.2024	Виконано
2.	Перелік умовних скорочень	01.02.2024	Виконано
3.	Вступ	15.11.2023	Виконано
4.	Зміст	05.02.2024	Виконано
5.	Розділ 1. Аналітичний огляд літературних джерел	30.11.2023	Виконано
6.	Розділ 2. Об'єкти та методи досліджень	05.12.2023	Виконано
7.	Розділ 3. Експериментальна частина	13.12.2023	Виконано
8.	Розділ 4. Технологічна частина	23.01.2024	Виконано
9.	Загальні висновки	03.02.2024	Виконано
10.	Список використаної літератури	01.02.2024	Виконано

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Артем ЗАБРОДА**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Андрій ШАРАН**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Заброда Артем Васильович. "Дослідження можливості використання черствого хліба в комбікормах для птиці".** Кваліфікаційна робота за спеціальністю 181 – харчові технології, освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна». Національний університет харчових технологій. Київ, 2024.

Робота присвячена дослідженню використання відходів хлібопекарської галузі - черствого хліба. Значні об'єми черствого хліба, який не реалізується і повертається з торгової мережі потребують подальшого його використання, тому доцільно запровадити технологію переробки з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище і зниження матеріальних втрат.

У вступі наведено актуальність теми досліджень, визначено мету в завдання роботи, наукову новизну та структуру роботи.

Робота включає аналітичний огляд літературних джерел, де розглянуто характеристику комбікормової промисловості, основні проблеми у виробництві комбікормів для птиці, асортимент продукції та сировину для виробництва комбікормів. Особлива увага приділена способам та методам переробки черствого хліба в країнах ЄС.

Другий розділ включає об'єкти та методи досліджень.

Експериментальна частина роботи включає дослідження процесу гранулювання черствого хліба, визначення показників якості гранул та мікробіологічних показників в процесі зберігання.

У червертому розділі наведено технологічну схему гранулювання черствого хліба, її опис та технологічні параметри, описано соціально-економічну ефективність переробки черствого хліба.

**Ключові слова:** черствий хліб, комбікорм для птиці, гранулювання.

## ABSTRACT

**Artem Vasyliovych Zabroda. "Investigation of the possibility of using stale bread in compound feed for poultry".** Qualification work for obtaining the Master's degree in specialty 181 "Food Technologies", educational and professional program "Storage and Grain Processing Technologies". National University of Food Technologies. Kyiv, 2024.

The work is devoted to the study of the use of waste from the bakery industry - stale bread. Significant volumes of stale bread that is not sold and returned from the retail network require its further use, therefore it is advisable to introduce processing technology in order to reduce the negative impact on the environment and reduce material losses.

In the introduction, the relevance of the research topic is given, the purpose of the work, the scientific novelty and the structure of the work are defined.

The work includes an analytical review of literary sources, which examines the characteristics of the compound feed industry, the main problems in the production of compound feed for poultry, the range of products and raw materials for the production of compound feed. Special attention is paid to methods and methods of processing stale bread in EU countries.

The second section includes research objects and methods.

The experimental part of the work includes the study of the process of granulation of stale bread, determination of quality indicators of granules and microbiological indicators during storage.

In the fourth section, the technological scheme of granulation of stale bread, its description and technological parameters are given, describes the socio-economic efficiency of processing stale bread.

Key words: stale bread, combined feed for poultry, granulation.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ І ОДИНИЦЬ**

ДСТУ – Державний стандарт України.

ISO – міжнародна організація із стандартів.

ООН – Організація об'єднаних націй

ЄС - Європейський союз

НТД - нормативно-технічна документація

СЕШ – сушильна електрична шафа

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>11</b>
1.1. Аналіз розвитку комбікормової промисловості	11
1.2. Особливості технології комбікормів для птиці	15
1.3. Характеристика продукції комбікормового виробництва	17
1.4. Вимоги до якості комбікормів	19
1.5. Сировина для виробництва комбікормів	22
1.6. Відходи хлібопекарської галузі	25
1.7. Способи використання хлібних відходів	28
Висновки до розділу 1	36
<b>РОЗДІЛ 2 ОБЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>37</b>
2.1. Об'єкти дослідження	37
2.2. Методи відбору проб	37
2.3. Методи визначення органолептичних показників	38
2.4. Визначення фізико – механічних властивостей відходів хліба та зерна кукурудзи	38
2.5. Визначення хімічних показників відходів хліба та зерна кукурудзи	39
2.6. Дослідження процесу гранулювання суміші черствого хліба та кукурудзи	41
2.7. Дослідження властивостей гранульованих сумішей	41
2.8. Розрахунок рецепта комбікорму	44
Висновки до розділу 2	46
<b>РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	<b>47</b>
3.1. Характеристика продукції ТОВ «Перший столичний хлібозавод»	47
3.2. Дослідження якості черствого хліба	51
3.3. Обґрунтування доцільності використання черствого хліба у комбікормах для птиці	53
3.4. Дослідження процесу гранулювання черствого хліба	57
3.5. Дослідження якості та мікробіологічних показників одержаних гранул	60
Висновки до розділу 3	62
<b>РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>64</b>
4.1. Опис технологічної лінії гранулювання	64
4.2. Правила обслуговування технологічної лінії гранулювання	66
4.3. Соціально-економічна ефективність роботи	68
Висновки до розділу 4	69
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>70</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>72</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Хліб є основним продуктом харчування для населення усього світу. У світі виробляється більше 100 мільйонів тонн на рік. Незважаючи на інновації у технології виробництва, методах зберігання та пакування значна частина хліба псується і призводить до неминучих відходів. Завдяки високим поживним властивостям хліб швидко черствіє та псується

Той факт, що велика кількість хліба який виробляється не споживається людьми, викликає негативний вплив на економіку та навколишнє середовище. Відходи хлібопекарської галузі - черствий хліб, як органічні біогенні відходи, можуть спричинити серйозні екологічні проблеми викидами CO<sub>2</sub>.

Використання будь яких харчових залишків для годівлі тварин є однією із основ відновлення їжі, і фермери використовують даний спосіб годівлі давно. В наших промислових умовах невелика кількість хлібних відходів переробляється як корм для тварин, решта потрапляє на звалища.

Залишки хліба або черствий хліб можуть бути чудовою альтернативою сировини для виробництва комбікормів в промислових умовах, з меншою ціною.

Впродовж багатьох років звичайною практикою було використання черствого хліба в раціонах тварин які утримуються на фермах або приватних господарствах, але це не забезпечує повне використання відходів хліба. Повторне використання поживних речовин черствого хліба для комбікормів також допоможе зменшити негативний вплив на навколишнє середовище вирощуванням кормових культур одночасно покращуючи продовольчу безпеку за рахунок зменшення відходів.

Обробка відходів хліба за рахунок зміни їх фізичних і частково хімічних властивостей є вирішальним аспектом для покращення якості готового продукту, отримання стабільного корму і зменшення втрат в процесі годівлі.

**Мета дослідження:** дослідити можливість використання черствого хліба у виробництві комбікормів для птиці.

Завдання дослідження:

- провести аналітичні дослідження по використанню черствого хліба в Україні та світі;
- обґрунтувати доцільність використання відходів хлібопекарської галузі для виробництва комбікормів;
- вивчити фізичні властивості та хімічний склад відходів хліба;
- дослідити технологію гранулювання черствого хліба та суміші черствого хліба із зерном;
- дослідити показники якості одержаних гранул;
- вивчити зміни кислотного числа та мікробіологічного забруднення в процесі зберігання;
- розробити технологічну схему та обґрунтувати технологічні параметри гранулювання черствого хліба;

**Об'єкт дослідження:** технологія гранулювання черствого хліба та сумішей із зерном.

**Предмет дослідження:** черствий хліб та суміші для гранулювання.

**Наукова новизна дослідження:** Науково обґрунтовано доцільність гранулювання черствого хліба та використання гранул у комбікомах для птиці.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропонований спосіб гранулювання черствого хліба дозволяє знизити об'ємну масу відходів хліба, вивільнити площі зберігання відходів, знизити мікробіологічне забруднення та продовжити термін зберігання, запобігти вивезенню черствого хліба на звалища і зменшити викиди CO<sub>2</sub> в навколишнє середовище, отримати додатковий фінансовий прибуток від реалізації гранул комбікормовим підприємствам.

**Структура та об'єм роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури з 50 найменувань. Робота викладена на 76 сторінках, містить 7 таблиць і 6 рисунків.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Комбікормова промисловість є важливою складовою у ефективному розвитку тваринництва і птахівництва. А комбікорми, як продукція це своєрідний зв'язок між природою і тваринами[1-3].

Комбікормова промисловість це галузь яка швидко розвивається і потребує відповідних змін та інновацій. Одночасно вимоги до комбікормів для промислового ведення тваринництва та птахівництва є високими [1].

Основними критеріями оцінки комбікормів, в умовах ринкової економіки, які здатні витримати конкуренцію є безумовно якість та вартість. Рентабельність комбікормового виробництва полягає у поєднанні низької вартості та високої якості, а саме високій продуктивній дії на тваринний організм[9].

### 1.1 Аналіз етапів розвитку комбікормової промисловості

Комбікормова галузь України посідає чільне місце у розвитку агропромислового комплексу країни, забезпечує розвиток тваринництва, птахівництва і в цілому харчової промисловості [1]. Підприємства комбікормової промисловості налаштовані на виробництво широкого асортименту продукції - повнораціонні комбікорми, кормові концентрати, білково-вітамінні і білково- мінерально-вітамінні добавки, премікси і заміники цільного молока [5]. За рахунок потужної сировинної бази в Україні, комбікормова галузь має великі перспективи але надто залежить від стану тваринництва і птахівництва. Комбікормова промисловість, як і багато інших галузей переробної промисловості України, зазнає значних змін [4]. Обсяги виробництва комбікормів напряму залежать від розвитку тваринництва, спостерігаються структурні зміни в асортименті продукції, що виробляють комбікормові підприємства, які напряму пов'язані із змінами в тваринницькій галузі. Змінюється структура основних виробників комбікормів, збільшується кількість агрохолдингів, яким поступаються

невеликі підприємства виробники комбікормової продукції. Експорт та імпорту комбікормів і кормових добавок також зазнає суттєвих змін [2, 4].

Історія розвитку комбікормової галузі України починається з другої половини XIX ст. У 1930 році в Полтаві розпочав роботу перший комбікормовий завод, потужність якого становила 65 т/добу. Комбікормову продукцію виробляли у вигляді сумішей подрібненого зерна.

У період з 1930 по 1941 рік відбувається становлення комбікормової галузі. А з 1941 до 1950 року комбікормова промисловість зазнає значного занепаду [6]. Кількісне зростання промислових підприємств відбувається у період з 1951 по 1961 рік, підприємства будують поряд із джерелами сировини і наближено до споживачів продукції. Період освоєння виробництва повнораціонних комбікормів, білково-вітамінних добавок, преміксів, додавання їх у корми та комбікорми припадає на 1961- 1971 роки. З 1971 по 1981 рік спостерігається стрімкий розвиток виробництва комбікормів, будуються нові підприємства, запроваджуються нові удосконалені технології. Період з 1981 по 1991 рік характеризується зниженням темпів розвитку та поліпшенням якості комбікормового виробництва. Підприємства по виробництву комбікормів, що побудовані в цей період це великі заводи, великої потужності до 1500 т/добу [6,8]. Окремі технологічні лінії передбачались для переробки кожної культури, а це відповідно велика кількість технологічного, транспортного обладнання, виробничі площі, значна кількість персоналу і т.д. Такі підприємства характеризувались високими питомими витратами електроенергії [6, 10, 11].

Наукові підходи, оптимізація технологічних процесів дали можливість в подальшому змінювати технологію виробництва. Почали виготовляти та утворювати попередні суміші компонентів [11], що дозволило скорочувати кількість технологічного та транспортного обладнання, виробничі площі. Запроваджуються технології спеціальної обробки сировини та готової продукції [1-4, 11-12].

Науковими дослідженнями було доведено ефективність застосування волого-теплової обробки (ВТО). До таких способів обробки відносять: мікронізацію, плющення та підсмаження зерна, кондиціонування, пропарювання, відволожування, екструдкування, експандування та інші [1-2, 11,15]. Найбільшого поширення набули процеси гранулювання, екструдкування, експандування [1-3, 15].

З метою підвищення якості комбікормової продукції та запобіганню розшарування готової продукції застосовується технологічний процес гранулювання розсипного комбікорму[1, 18]. Процес гранулювання був винайдений давно, і полягав в пресуванні подрібнених різних продуктів для ущільнення соломи, макухи фруктів, компосту, залишків горіхів і цукру, паперу, пластмаси, глини, пивної дробини, хмелю, солоду, залишків гуми, і т.д. [1-2, 18-19].

Незважаючи на розвиток науки та запровадження технологій, в період з 1991 по 2001 рік спостерігався занепад комбікормової галузі. З розвитком тваринницької галузі, зі збільшенням попиту на тваринницьку продукцію комбікормова галузь України набуває кількісного росту як у будівництві заводів так і у випуску продукції, цей період припадає з 2001 по 2011 рік. Саме розвиток птахівництва, збільшення поголів'я птиці потребувало значної кількості якісних кормів[2]. У цей період частка комбікормів для птиці в загальному промисловому виробництві кормів для сільськогосподарських тварин досягала 80 % [7, 21].

Наприкінці минулого століття розпочато будівництво комбікормових заводів IV-го покоління, що пов'язано із запровадженням нових технологій, нового технологічного і транспортного обладнання. В Україні сьогодні працюють більше 10 комбікормових заводів IV-го покоління [1, 10, 21].

Світове виробництво кормів щорічно збільшується, в 2021 році приріст виробництва комбікормів становить 2,3%.

Дослідження, було проведено на підставі даних дані з більш ніж 140 країн і більш ніж 28 000 комбікормових заводів, показало, що виробництво

кормів у 2021 році збільшилося до 1,235 млрд тонн в порівнянні з 1,187 млрд тонн в 2020 році.

Рейтинг країн-виробників кормів у 2021 році очолюють десятку провідних увійшли Китай (261,424 млн тонн), США (231,538 млн), Бразилія (80,094 млн), Індія (44,059 млн), Мексика (38,857 млн), Іспанія (35,580 млн) [1, 8, 11, 21]..

За даними Alltech, ці країни дають 65% світового виробництва кормів, і їх можна розглядати як індикатори тенденцій в сільському господарстві. Крім того, в сукупності виробництво кормів в цих країнах зросло на 4,4% в порівнянні із загальним світовим зростанням на 2,3% [1, 21]. .

Країною з найбільшим зростанням виробництва кормів є Китай – на 8,9%. Ключовою тенденцією, що зумовила це зростання, на думку Alltech, стало продовження консолідації та модернізації кормової промисловості країни.

Свиноферми і виробництво кормів перейшли від використання харчових відходів до укладання контрактів з професійними комбікормовими заводами. В результаті тоннаж комерційних кормів збільшився, в основному за рахунок зростання і модернізації свинарського сектору.

В Україні виробництво комбікормів є важливою галуззю сільськогосподарської продукції, яка постійно розвивається.

На 2022 рік, за даними продовольчої сільськогосподарської організації ООН та державного комітету статистики України найбільшу долю ринку комбікормового виробництва, як і в усьому світі, так і в Україні займають комбікорми для птиці від 40...60 %[26].

Вирощування птиці характеризується високою продуктивністю, швидким темпом росту, відтворення та збільшення поголів'я. Тому і попит на дану продукцію становить найбільший відсоток в світі за даними Союзу птахівників України, станом 2017...2020 рік [2, 3, 13]. Дана стратегічна галузь, реагує на розвиток виробництва і запровадження технологій

виращування і годівлі, впровадження інновацій і виробництва якісної нової продукції [21, 26].

## **1.2. Особливості технології комбікормів для птиці**

Виращування птиці в промислових умовах в багатьох країнах світу займає чільне місце серед інших галузей сільського господарства. Завдяки науковим здобуткам у галузі птахівництва вирішено ряд проблем по розведенню, годівлі, виращуванню птиці, удосконалено систему утримання та її годівлі, запроваджено ряд інновацій по виробництву комбікормів, розширення асортименту та призначення комбікорму для відповідних вікових груп [2].

За даними державного комітету статистики України найбільшу частку кормового ринку в Україні (більше 40 %), займають комбікорми для сільськогосподарської птиці, яка потребує якісних та збалансованих кормів.

Принципи забезпечення поживної цінності та контролю якості готової продукції, харчової та екологічної безпеки, ресурсо- та енергозбереження повинні знайти своє відображення при будівництві нових або реконструкції діючих комбікормових заводів.

Технологічний процес виробництва комбікормів для сільськогосподарської птиці, включає основні технологічні процеси - підготовка усіх видів сировини, подрібнення, дозування, змішування, екструдкування та гранулювання. Застосування спеціальних способів обробки сировини дозволяє підвищити поживну цінність та засвоюваність готового продукту. Подрібнення застосовують для досягнення найбільш рівномірного гранулометричного складу продукту та кращого його засвоєнню, за рахунок збільшення загальної площі поверхні частинок корму[1]. При виробництві комбікормів для птиці подрібнюють зернові компоненти, гранульовані відходи харчових виробництв, мінеральну та інші види сировини, які входять до їх складу. Але крупність розмелу суттєво впливає на кінцеву якість комбікорму, що при різній крупності розмелу якість

комбікорму вважається тим вища, чим менше в його складі мілкої борошністої фракції. При виробництві комбікормів для птиці для подрібнення зернової сировини в молоткових дробарках рекомендовано встановлювати сита з розміром отворів 3...5 мм. Дрібна борошніста фракція корму неохоче поїдається птицею.

Процес подрібнення є енерговитратним процесом, витрати електроенергії на який складають 40...70 % від загальних витрат на виробництво комбікорму, тому необхідно враховувати і запроваджувати такі способам подрібнення, що дозволяють зменшити енергетичні витрати та покращити якість комбікорму – це може бути наприклад двоетапне подрібнення[2].

Процеси дозування та змішування у виробництві комбікормів є головними у виробництві якісного продукту, вони забезпечують встановлену рецептом кількість різних видів сировини і рівномірний розподіл всіх компонентів суміші. Процеси дозування та змішування компонентів комбікормів є найважливішим етапом формування їх якості та продуктивної дії. Точність дозування і ефективність змішування забезпечують однорідність розподілення компонентів в суміші, що є основою отримання стабільного результату годівлі птиці. Заміна об'ємного дозування компонентів на вагове дозволяє більш точніше відмірювати необхідну кількість сировини, а при введенні компонентів до рецепту у кількості до 1 % необхідно застосовувати ваги з високою точністю дозування. Процес змішування організовують так, щоб забезпечити найвищу однорідність суміші при мінімальній тривалості процесу. Саме для організації даного процесу слід застосовувати змішувачі з лопатевим перемішувачим пристроєм[1].

Ще одним завданням нових технологій виробництва комбікормів є впровадження таких способів переробки зерна, які б дозволили перевести органічні речовини у зручну для засвоєння організмом птиці форму. Злакові культури містять значну кількість вуглеводів, в тому числі крохмалю,

засвоєння якого при годівлі птиці без додаткової обробки відбувається повільно. Найбільш ефективним і розповсюдженим у комбікормовій промисловості світу способом обробки зерна є екструзія, який використовують як у комплексі з гранулюванням, так і самостійно. Екструдувannya застосовують як для підготовки зернової сировини, так і готового комбікорм. В процесі екструдувannya значно покращується санітарна якість зерна і комбікормів. Гранулювання комбікормів дозволяє збільшувати об'ємну масу, покращити умови зберігання, споживання а також зменшити розшарування та утворення пилу. Тому, розвиток вітчизняного птахівництва ґрунтується на основі:

- освоєння ресурсозберігаючих технологій виробництва продукції птахівництва;
- науково-обґрунтованої системи годівлі та утримання птиці;
- використання високопродуктивних повноцінних комбікормів, виготовлених за ресурсозберігаючими технологіями;
- освоєння нових видів сировини.

### 1.3. Характеристика продукції комбікормового виробництва

Вітчизняні комбікормові підприємства в теперішній час виробляють готову продукцію в асортименті наведеному на рис. 1.1.[5].



Рис. 1.1. Асортимент продукції, що виробляють комбікормові підприємства.

Комбікорми концентрати – суміш високопоживних концентрованих кормів, збагачена мінеральними та біологічно активними речовинами, що вводяться в раціон тварин для збалансування його за основними елементами живлення.

Повнораціонні комбікорм – комбікорм, який повністю забезпечує потребу тварин у поживних, мінеральних та біологічно активних речовинах і може бути єдиним кормом у раціоні.

Кормові суміші – продукт комбікормового виробництва з показниками якості нижче від вимог стандарту на комбікорм, не збалансований за поживними речовинами.

БВД – однорідна суміш подрібнених до необхідної крупності високобілкових і мінеральних продуктів та біологічно активних речовин, що використовуються для виробництва комбікормів.

Премікси – однорідна суміш подрібнених до необхідної крупності біологічно активних речовин і наповнювача виготовлена за науково обґрунтованими рецептами і використовується для збагачення комбікормів.

Зерно лущене – зерно вівса та ячменю, з якого знято плівки з метою зменшення вмісту клітковини.

Зерно плющене – зерно бобових та злакових культур, оброблене парою та плющене на гладеньких вальцях з метою підвищення перетравлюваності поживних речовин, поліпшення смакових якостей і знезараження продукту.

Зерно екструдоване – зерно оброблене в екструдері з метою підвищення перетравлюваності поживних речовин, покращання смакових якостей і знезараження.

Комбікормові підприємства виробляють готову продукцію для різних вікових груп та різної продуктивності птиці, свиней, великої рогатої худоби, овець, коней, кролів, нутрій, хутрових звірів, риби та інших видів тварин.

За фізичним станом комбікорми виробляють в наступному виді (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Види комбікормів

#### 1.4. Вимоги до якості комбікормів

Для виробництва комбікормів використовують значну кількість різних видів сировини - рослинного, тваринного, мінерального походження та біологічно-активні добавки (БАД). Щоб виготовити високоякісні х комбікорми, що відповідають вимогам чинної нормативно-технічної документації (НТД) необхідно дотримуватись вимог системи технохімічного контролю на сировину, готову продукцію та технологічний процес [1].

Правильно організований технохімічний контроль на виробництві забезпечує ефективне введення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції, використання якісної сировини, своєчасного виявлення недоліків в роботі та їх усунення.

Контролюють якість сировини, що надходить на підприємство, під час її приймання, розміщення, переробки та випуску готової продукції [1, 5, 16].

За здійснення технохімічного контролю на кожному підприємстві відповідають спеціальні виробничо-технологічні лабораторії (ВТЛ), оснащені необхідним лабораторним обладнанням, яке дозволяє виконати необхідні аналізи, передбачені НТД. Службу контролю на комбікормових заводах очолює і організовує начальник ВТЛ, безпосередній контроль покладено на техніків-лаборантів, старших лаборантів, інженерів-хіміків [5].

Лабораторія, відповідно до схеми контролю провидять визначення наступних показників: [5, 16].

1) Технологічні показники якості комбікормової продукції, до яких відносять:

- органолептичні показники - запах, зовнішній вигляд і колір. Не допускається наявність ознак плісняви і гнильного запаху.

- вміст металомагнітної домішки. Вміст частинок металомагнітних домішок розміром до 2 мм повинен бути не більше 20...30 мг на 1 кг комбікорму. Частинки розміром більше 2 мм і з гострими краями не допускаються [5, 16].

- розмір гранул. Гранули комбікормів і БВД виробляють з різним діаметром від 3,2 до 19 мм та інші. Довжина гранул не повинна перевищувати два діаметри. В гранулах нормують кількість дрібного продукту, для сільськогосподарських тварин він повинен бути не більше 10 %, а для риб не більше 5 % при просіванні на ситі з діаметром 2 мм..

- крихкість гранул – ступінь їх руйнування при транспортуванні. Для сільськогосподарських тварин та птиці норми по крихкості складають не більше 22 % .

- вологість. Вологість гранульованих комбікормів, що виробляються для птиці, повинна бути не більше 14 %, для риб – 13,5 % та для інших тварин – 14,5 %. Вологість преміксів повинна бути не більше 10 %.

- водостійкість гранул – здатність гранул зберігати початкову форму в воді на протязі визначеного часу (15 хвилин). [5, 16, 50].

У розсипному комбікормі, крім органолептичних показників, вологості, перевіряють наступні технологічні показники якості: [1, 5, 16].

- зараженість комбікорму. Наявність в сировині і комбікормовій продукції живих комах і кліщів характеризує зараженість. Зараженість для риб не допускається, для інших обмежена до 5 екземплярів на 1 кг.

- крупність розмелу. Визначають просіюванням комбікорму на наборі сит з отворами діаметром: 2, 3 і 5 мм. Наважку комбікорму масою 100 г просіюють на протязі п'яти хвилин. Масу залишків на кожному ситі зважують з точністю до 0,1 г. [1, 5, 16].

- вміст сміттевої домішки. Визначення сміттевої визначають для різних видів сировини, з подальшою класифікацією на мінеральну, смітну та шкідливі. [1, 5, 16].

2) Фізико-хімічні показники якості комбікормової продукції, які контролюються на виробництві: [1, 5, 16].

- вміст сирого протеїну. Суть методу визначення азоту і сирого протеїну по методу К'ельдаля полягає в розкладанні органічної речовини проби киплячою концентрованою сірчаною кислотою з утворенням солей амонію, переведення амонію в аміак, відгонка його в розчин кислоти, кількісному обліку аміаку титрометричним методом і розрахунку титруванням азоту в досліджуваному матеріалі. Визначення азоту можна проводити фотометричним індофенольним методом.

- вміст сирого жиру. Визначення вмісту сирого жиру полягає в екстракції сирого жиру з продукту за допомогою розчинника, видаленні розчинника, висушуванні і зважуванні одержаного жиру.

- вміст сирого золи в сировині і готовій продукції з використанням сухого озолення полягає в спалюванні, подальшому прокалюванні проби й визначенні маси залишку. При визначенні вмісту золи, нерозчинній в соляній кислоті, отриманий залишок обробляється соляною кислотою при неоднорідному нагріванні і прожаренні в муфельній печі до досягнення постійної маси.

- вміст кальцію і фосфору. Для визначення застосовується спектроскопія в ближній інфрачервоній області або атомно-абсорбційні спектрометричні методом.

3) Показники що характеризують безпеку комбікормової продукції для тварин та навколишнього середовища, а також для отримання продуктів тваринництва, безпечних для людини. До них відносять зараженість шкідниками хлібних запасів, токсичність, загальна бактеріальна забрудненість, патогенна мікрофлора, токсичні елементи і інші [1, 5, 16].

Так як до складу комбікормової продукції входить велика кількість різних видів кормової сировини, що відрізняється за хімічним складом і фізичними властивостями та є нестійкі при зберіганні, то це необхідно враховувати не тільки при виробництві але і при зберіганні.

Уся сировина, що надходить на виробництво, розміщується на зберігання в залежності від виду, фізико-технологічних властивостей та якісних показників. Комбікормову продукцію розміщують у сховищах окремо за видами і рецептами з урахуванням їх якості, а при надходженні з виробничого корпусу по датам і змінах виготовлення. [1, 16].

Готова продукція яка підлягає пакуванню, наприклад премікси зберігають тільки в паперових мішках (масою 2...25 кг). Кожна одиниця упакованої комбікормової продукції повинна мати маркування відповідно до ДСТУ.

### **1.5. Сировина для виробництва комбікормів**

Для виробництва комбікормової продукції використовують різні види сировини - рослинного походження, тваринного походження, мінерального походження та біологічно активні добавки[1, 5].

До сировини рослинного походження відносять:

- зернові культури – кукурудза, ячмінь, овес, пшениця, жито, просо, сорго та їх суміш;
- зернобобові культури – горох, кормова соя, боби, чина, люпин безалкалоїдний;
- зернову суміш від первинної обробки з вмістом від 50 до 85 % продовольчих, фуражних і бобових культур, які належать за стандартами до основного зерна чи зернової домішки;
- побічні кормові продукти борошномельного і круп'яного виробництва висівки і мучка кормова, дрібка кормова – просяна і вівсяна, січка горохова, мучка кукурудзяна, а також подрібнена кукурудза, що проходить крізь сито з

отворами Ø 2,5 мм, зародок (зародковий продукт), який відбирається при переробці зерна на борошно і крупи;

- борошно кормове – ячмінне і вівсяне;
- корми трав'яні штучно висушені, борошно вітамінне з деревної зелені, тапіока;
- побічні кормові продукти олійних заводів – макуха і шрот (соняшникові, лляні, соєві, бавовняні, арахісові, конопляні, кунжутні, коріандрові, ріпакові, свиріпові, рицинові), концентрати фосфатидні;
- кормові продукти підприємств цукрової промисловості – цукор, жом буряковий висушений і меляса (кормова патока);
- кормові продукти підприємств крохмале-патокової промисловості – кукурудзяні та пшеничні корми з екстрактом і без нього, гідрол;
- кормові продукти бродильних виробництв – кормові дріжджі, пивна дробина в сухому вигляді, барда після спиртова випарена;
- кормові продукти мікробіологічних підприємств – кормові дріжджі, лізинопротеїнова кормова добавка (ліпрот).

До сировини тваринного походження відносять:

- побічні кормові продукти м'ясо-молочної промисловості – борошно кормове тваринного походження: м'ясо-кісткове, м'ясне, кісткове, кров'яне, з гідролізованого пір'я, кормова білкова добавка, жир тваринний кормовий, сухе знежирене молоко, суха сироватка, замітник незбираного молока, борошно білкове тваринно-рослинне тощо;
- кормові продукти рибної промисловості – борошно кормове з риби, морських ссавців і ракоподібних, креветкове, крабове, крілеве; борошно і крупка кормова водоростева[1, 5].

До сировину мінерального походження відносять:

- крейда і вапняк, борошно вапнякове кормове, крупка черепашкова кормова, сіль кухонна, кальцій фосфат кормовий, монокальційфосфат кормовий, преципітат кормовий, дикальційфосфат, бентонітовий порошок, цеоліти, трепел, мергель[1, 5].

До біологічно активних добавок відносять:

- макро- та мікроелементи - кальцій, фосфор, калій, натрій, сірка, хлор, залізо, мідь, цинк, марганець та інші;
- кормові препарати амінокислот - лізин;
- вітаміни - ретинол, мікровіт, кальційферол, токоферол, вітаміни групи В;
- ферментні препарати - глюкоамілаза, протосубтилін, целотерін та інші;
- стимулятори продуктивності - пробіотики, підкислювачі;
- каталізатори обмінних процесів та ароматичні і смакові добавки, барвник, адсорбенти мікотоксинів та інгібітори плісень;
- антиоксиданти;
- нові кормові продукти, рекомендовані для використання в комбікормовій промисловості і затверджені нормативно-технічною документацією, премікси [1, 5].

Премікси одночасно є сировиною для виробництва комбікормів так як їх використовують для збагачення комбікормової продукції і одним із видів готової продукції комбікормової галузі.

Сировина, яка за окремими показниками (крупність, домішки тощо) не відповідає вимогам НТД, допускається у виробництво у тому випадку, коли технологічна лінія забезпечує її доопрацювання за фізико-механічними показниками і переробку.

Сировина, яка за вмістом поживних речовин (сирий протеїн, жир тощо) не відповідає вимогам стандарту, має бути збалансована за допомогою рецепту, необхідно передчачити відповідні корективи, які забезпечують виробництво стандартної продукції.

Сировина є непридатною для використання якщо має наступні ознаки:

- зерно з наявністю загнилих, пліснявілих, вражених грибними і бактеріальними захворюваннями зерен, непридатне за висновками ветеринарного нагляду;
- висівки, дріжджі кормові, мучка кормова, макуха, шроти, борошно кормове рибне, борошно кормове тваринного походження, які мають

затхлий, пліснявий, гнильний та інші запахи, не властиві даним продуктам, а також містить грудки і візуально відмічено пліснявіння[1, 5].

Зерно, продукти його переробки, дріжджі кормові, макуха та шроти які містять токсичні речовини забороняється використовувати для виробництва комбікормів.

Слаботоксична кормова сировина підлягає спеціальній обробці згідно з Правилами, затвердженими в установленому порядку з повторним тестом на токсичність, а також мікологічним та хіміко-токсикологічним випробуванням.

Сировиною для виробництва преміксів є: вітаміни, ферменти, амінокислоти та інші добавки і наповнювач. В якості наповнювача використовують висівки, подрібнене зерно, шроти, дріжджі, цеоліти, трепел, мергель.

### **1.6. Відходи хлібопекарської галузі**

Хліб є важливим продуктом нашого існування і займає значну частку частиною щоденного раціону людини. Втрата хліба є загальною проблемою як нашої держави так і в усьому світі. За розрахунковими даними відходи хлібобулочних виробів становлять від 7 до 10% від загального їх виробництва. Беручи до уваги оцінку світового річного виробництва хліба, яке становить понад 125 мільйонів тонн, кількість відходів хлібопекарської галузі може досягати 12,5 мільйонів тонн на рік у всьому світі.

Значна частина відходів утворюється в результаті деформації або недостатнього пропікання хлібобулочних виробі, але велика кількість через непроданий хліб. Питання переробки цих відходів становить серйозну проблему для більшості хлібозаводів та промислових пекарень.

Хлібні відходи можуть бути використані як інгредієнт харчових продуктів. Це ті відходи які утворилися в результаті деформації або порушення технологічного процесу випікання, їх як правило, сушать,

подрібнюють і просівають, а потім продають як побічний продукт, відомий як «хлібні крихти».

Панірувальні сухарі широко використовуються для створення хрусткої та хрусткої оболонки в рецептурах для панірування смажених та запечених страв.

Хліб та хлібобулочні вироби є універсальною їжею, яка продається і споживається усіма верствами населення а отже і продається в усьому соціальному спектрі. Тому і втрати його спостерігаються на шляху від виробництва до реалізації. Однак, як і будь-які відходи харчового виробництва так черствий хліб можуть мати серйозні наслідки.

Коли хліб стає незатребуваним продуктом, він проходить фазу черствіння. Процес черствіння супроводжується втратою важливих органолептичних характеристик хліба, таких як смак, текстура та збільшення твердості м'якушки, а також втрату свіжості[ 51].

Черствіння хліба в значній мірі залежить від якості борошна та його хімічного складу, вмісту амілози та [51] вмісту жиру. Крім того, на швидкість черствіння, також впливає технологія випікання, ферментація закваски, параметри процесу та температура зберігання.

Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, хліб займає четверте місце у світі за кількістю викинутих марнотратних продуктів, що спричиняє значні екологічні проблеми та економічні втрати в усьому світі.

Через величезні обсяги, які накопичуються протягом життєвого циклу хліба, хлібні відходи мають серйозний вплив на навколишнє середовище. Враховуючи той факт, що хліб є органічними біогенними відходами, дослідження показали, що хліб є відповідальним за викиди газів у вигляді вуглекислого газу або навіть метану. Було підраховано, що кожен буханець хліба відповідає за генерацію 100 л біогазу (понад 60% метану, а решта CO<sub>2</sub>). Таким чином, поряд з багатьма іншими забруднювачами, хлібні відходи роблять значний внесок у забруднення повітря викидами CO<sub>2</sub>.

Незважаючи на інновації в методах зберігання та пакування, хлібні відходи неминучі. Завдяки своїм високим поживним властивостям з різними поживними речовинами хліб схильний до черствіння та псування. Насправді хліб виробляється із зерен злаків, які в натуральному вигляді важко перетравлюються, і, як наслідок, вважаються стійкими до мікроорганізмів. Однак завдяки технологічній обробці, впливу тепла та вологи під час процесу випікання крохмаль у хлібобулочних виробках стає більш засвоюваним і, отже, схильним до мікробної атаки, що пояснює короткий термін зберігання хліба[30]. Крім того, хліб витрачається в процесі виробництва, що пояснюється виробництвом недоброякісної продукції[30]. Ці причини, окрім уподобань споживачів щодо свіжоспечених продуктів, призвели до того, що хліб нагромаджується на пекарнях, у роздрібній торгівлі та домогосподарствах.

Той факт, що велика кількість хліба виробляється, але не споживається людьми, має суттєвий негативний вплив на довкілля та економіку. Від викидів парникових газів до мільярдів доларів, які щорічно втрачаються, надлишок хліба є проблемою, з якою стикаються уряди, благодійні організації, корпорації та приватні особи, прагнучи скоротити вдвічі кількість і вплив глобальних відходів хліба та харчових відходів[22]. Дійсно, ситуація з надлишком хліба значно гірша в розвинених країнах, оскільки більше половини виробленого хліба витрачається даремно, що викликає серйозні економічні занепокоєння.

Щоб запобігти негативному впливу на навколишнє середовище, поступово створюються рішення для обмеження викидів хлібних відходів на звалища та в навколишнє середовище. Одним із шляхів застосування хлібних відходів є використання на корм тваринам. Насправді годування тварин харчовими залишками є однією з основ ієрархії відновлення їжі, і фермери використовували цей метод протягом століть. Дотримуючись законодавства щодо відбору належних і безпечних харчових відходів, залишки хліба або черствий сухий хліб можуть стати альтернативним

способом отримання корму для тварин за нижчою ціною[8]. Хоча невелика кількість хлібних відходів переробляється як корм для тварин, решта потрапляє на звалища.

### **1.7. Способи використання хлібних відходів**

За останні десятиліття було проведено багато досліджень з метою переробки залишків хліба в паливо та хімікати, такі як біоетанол, біоводень, бурштинова кислота та різні продукти з доданою вартістю, які можна використовувати в різноманітних галузях промисловості.

Одним із методів, що застосовуються в хлібопекарській промисловості для використання неякісного хліба та хліба, що повертається з торгової мережі, є повторна переробка. Переробка нестандартного хліба економить природні харчові ресурси та забезпечує економічну вигоду пекарям.

Перероблений хліб дає багато економічних переваг для виробників хліба. Незважаючи на низьку якість переробленого хліба порівняно з інгредієнтами, які впливають на його блиск, крихкість, м'якість, смак, специфічний аромат і запах, розробка ресурсозберігаючих технологій визнана актуальною. Крім того, невідповідні умови зберігання утворюють грибковий міцелій на поверхні хліба; ферменти грибів розщеплюють білки, жири, вуглеводи, що призводить до погіршення властивостей хліба (неприємного вигляду, запаху, смаку).

Сенсорна оцінка показала, що хліб, виготовлений із ферментованого старого хліба на заквасці, мав цікаві сенсорні характеристики (форму та колір скоринки, смак, запах, жування та пористість), порівняні з контролем. Крім того, старий, перероблений хліб не виявив істотного впливу на мікробне забруднення (плісняві та дріжджі) нового хліба.

Тому вважається, що повторне використання хліба є одним із способів чистого поводження з відходами хлібопекарської галузі і одночасно дозволяє отримати смачний хліб з покращеною якістю і меншими витратами та знизити пагубний вплив на навколишнє середовище.

Також хлібні відходи можуть бути чудовою сировиною для виробництва етанолу, який вважають перспективним джерелом палива. Найкраща сировина для виробництва біоетанолу це крохмальмісткі продукти, тому хлібні відходи можуть служити сировиною для виробництва етанолу.

Згідно із проведеними дослідженнями Dewettinck, K та інш.[28], завдяки високому вмісту крохмалю і простих цукрів, та високому вмісту білків які після гідролізу до амінокислот і пептидів прискорюють бродіння і ріст дріжджів хлібні відходи є перспективною сировиною у виробництві етанолу.

Інші автори Pietrzak, W і Kawa-Rygielska,J[29] запропонували використання ферменту, що гідролізує крохмаль але з попередньою обробкою сировини - ферментативний попередній гідроліз, мікрохвильове опромінення та ультразвукову обробку, що сприяє покращенню виходу етанолу та процесу бродіння. Ферментація необроблених відходів хліба становить вихід етанолу на рівні 80 %, а обробка сировини підвищує вихід на 5-8 %.

Datta, P та ін.[30] у своїх дослідженнях підтвердили використання відходів хліба, як єдиного виду сировини для виробництва глюкози, шляхом твердофазного бродіння з наступним синтезом етанолу. За таким способом виробництва можливо отримати до 72 % етанолу.

Дослідження Mihajlovski, K, R та ін.[31] направлені на оптимізацію процесу одержання етанолу з відходів хліба, за методологією поверхні відгуку, враховували вплив тривалості бродіння та використання пивних дріжджів. Одержані результати свідчать про підвищення виходу етанолу більше як на 2 %.

Хлібні відходи використовують для виробництва пива. Нещодавно малі пивоварні Британії у своїх рецептах почали використовувати відходи хліба замінюючи 25-28 % ячмінного солоду висушеним хлібом. Одержані

продукти мали високу якість та органолептичні властивості. Що відкриває нові можливості в крафтовому виробництві[32].

Для виробництва молочної кислоти також можуть бути використані відходи хліба. Процес одержання молочної кислоти здійснюється шляхом хімічного синтезу або бродіння з цукрової та крохмалистої біомаси. Багатий вміст крохмалю та інших поживних речовин у відходах хліба, забезпечує сировинний ресурс для виробництва молочної кислоти.

Широке застосування молочної кислоти в харчовій, хімічній, косметичній та фармацевтичній галузях привертає увагу багатьох дослідників у виробництві біорозкладної молочної кислоти, як біопластикового матеріалу[32].

Відповідно до звіту Global View Research, частка світового виробництва молочної кислоти досягла найвищого рівня у 2020 році, а очікувані темпи зростання щорічно становитимуть 1 %[26]. Для забезпечення виробництва молочної кислоти необхідно розширювати сировинні ресурси.

Для отримання молочної кислоти застосовують декілька способів: хімічне перетворення при гідротермічній обробці з використанням лужних каталізаторів та ферментативне виробництво за допомогою мікроорганізмів.

Бурштинова кислота має широкий спектр застосування в різних галузях народного господарства це і харчова, фармацевтична промисловість, виробництво полімерів та пластифікаторів і ряд інших. Виробництво її здійснювали в основному із нафтопродуктів, але цей спосіб дорогий і шкідливий для навколишнього середовища.

Увагу дослідників привернуло біологічне виробництво з відновлювальних ресурсів або відходів. Цей спосіб потребує менше споживання енергії і не залежить від одного виду сировини [35]. Таким чином, завдяки високому вмісту вуглеводів, хлібні відходи стали одним із багатьох видів субстратів для біосинтеру CO<sub>2</sub>.

Процес виробництва бурштинової кислоти здійснюється в два етапи: отримання гідролізату який потім використовують для бродіння. За таким способом виробництва отримують 0,55 г бурштинової кислоти на 1 г хліба.

Виробництво біоводню. Водень є цінним компонентом через його можливе використання як перспективного джерела енергії в майбутньому, оскільки він чистий і відновлюваний. Більшість дослідників, віддають перевагу техніці бродіння для генерації водню, тому що вона є екологічно чистою та вимагає менше енергії. Завдяки широкому спектру поживних речовин хлібні відходи є чудовою біомасою для виробництва біоводню.

Процес виробництва біоводню поділяють на два етапи. Переробка біомаси хлібних відходів до мономерів[36]. На другому етапі гідролізат відходів хліба використовувався для виробництва біоводню за допомогою анаеробного мулу в резервуарному реакторі безперервного перемішування. Що дозволяє отримати 109,5 мл водню/г хлібних відходів[36].

Виробництво білків і пігментів із відходів хліба.

Одним із основних продуктів із доданою цінністю із хлібних відходів є білки та пігменти, такі як каротиноїди, які присутні у фотосинтезуючих мікроорганізмах і рослинах. Це пігменти, які мають помаранчевий, жовтий, червоний і фіолетовий кольори[37]. Їх використовуються як нутрицевтики та добавки для здоров'я, і нещодавно були розроблені для використання у фармацевтиці для запобігання багатьом захворюванням, включаючи рак. Вони відомі своїми антиоксидантними властивостями, які мають здатність захищати клітини від окисного пошкодження шляхом нейтралізації вільних радикалів.

Каротиноїди також використовуються як природні пігменти в харчовій промисловості як добавки для збереження терміну придатності багатьох харчових продуктів або для покращення органолептичних характеристик, а також використовуються в багатьох інших галузях промисловості, таких як паперова та текстильна промисловість.

Gmoser, R та ін.[38] використовували відходи хліба як субстрат для їстівного ниткоподібного гриба у процесі бродіння, що поєднує занурене та твердофазне бродіння для отримання пігментів, таких як каротиноїди. Заглиблену ферментацію спочатку проводили на тонкій барді для отримання грибкової біомаси. Останній потім використовувався для твердої ферментації в присутності повітря на хлібних відходах для отримання корму, багатого на каротиноїди та білки. Отримані результати показали, що продукція каротиноїдів була помітно вищою, ніж отримана при інокуляції розчином спор. Крім того, білки показали збільшення приблизно на 161% порівняно з хлібними відходами до процесу бродіння.

Інше дослідження, проведене Науе та ін. [39] де вони досліджували виробництво натуральних пігментів (помаранчевого, жовтого та червоного), що застосовуються в харчовій та текстильній промисловості. Автори використовували відновлені амінокислоти та цукри з гідролізату хлібобулочних відходів як субстрати для нитчастого гриба, а також хлібобулочних відходів для виробництва білків (ферментів), таких як глюкоамілаза та протеаза. Гідролізат хлібопекарських відходів був отриманий з використанням різних видів нитчастих грибів а потім використовувався як субстрат під час зануреної ферментації. Той самий грибок, який використовував відходи хлібопекарського виробництва як субстрат для твердофазного бродіння, досліджувався для виробництва ферментів глюкоамілази та протеази. Найвищий вихід пігменту, був отриманий з хлібобулочним гідролізатом з низькою початковою концентрацією глюкози 5 г/л.

Біоперетворення хлібних відходів у глюкозо-фруктозний сироп було досліджено Rіaukaite, J та ін.[40], що включає ферментативний гідроліз для виробництва глюкози з використанням амілолітичних ферментів, а потім отримання фруктози.

Першим етапом процесу ферментативного гідролізу є розрідження хлібної каші для отримання олігосахаридів, таких як декстрини, за

допомогою ферменту  $\alpha$ -амілази. Наступним етапом є використання ферменту глюкоамілази для розщеплення декстринів на моносахариди.

Отримання фруктози здійснюється за допомогою ферменту глюкозоізомерази шляхом ферментативної ізомеризації молекул глюкози. Вихід кінцевого глюкозно-фруктозного сиропу залежать від кількості хліба та використаних ферментів [40]. Біоконверсія мінімальної кількості хлібних відходів дає низький вихід глюкози, велика кількість хлібних відходів призводить до утворення високов'язкої суспензії чим зупиняє активність ферментів у розщепленні крохмалю[41].

#### Хлібні відходи для виробництва ферментів

Фермент — це білкова молекула, яка використовується як каталізатор хімічних реакцій. Тому він є продуктом для різних промислових виробів і використовується в різних сферах, наприклад, у миючих засобах, текстилі, харчовій промисловості, кормах для тварин, виробництві хімікатів. Через зростання попиту на ферменти в таких галузях, як харчова промисловість і виробництво напоїв, біопаливо, корми для тварин і побутові засоби, світовий ринок ферментів досяг високого піку в 2018 році Крім того, за оцінками експертів, з 2019 по 2025 рік темпи зростання щорічно становитимуть понад 7 %. Однак основною проблемою промислового використання ферментів є їх вартість, і пов'язана з виробництвом.

Тому пошук недорогих ресурсів для виробництва ферментів є актуальним завданням. Альтернативною сировиною можуть бути хлібні відходи, які є чудовою сировиною для бродіння та синтезу ферментів, тому що вони доступні протягом усього року і мають високий вмістом вуглеводів та інших поживними речовинами.

#### Хлібні відходи як середовище росту

Хліб – це дуже поживна їжа, і не тільки для людини. Завдяки процесу випікання та складу хліб вважається продуктом, що добре засвоюється. Однак ця властивість може зробити його менш стабільним і більш сприйнятливим до мікробної атаки. Як правило, 100 г білого хліба містить

близько 50 г вуглеводів, 37 г води і близько 8 г білка. Такий склад робить хліб відмінним і майже повноцінним джерелом поживних речовин для багатьох мікроорганізмів. Фактично, у природному стані псування хліба зазвичай складається з твердофазного бродіння за участю нитчастих грибів[41]. Отже, цей природний процес бродіння викликав інтерес дослідників до вивчення хлібних відходів як середовища росту для мікроорганізмів, які використовуються для виробництва потенційно цінних продуктів.

По суті, хлібні відходи можна використовувати як середовище для росту двома різними способами.

По-перше, сирі хлібні відходи можуть бути чудовим джерелом глюкози для багатьох мікроорганізмів.

Дослідник Verni, M. та ін. [42] також випробували гідролізат хлібних відходів для росту молочнокислих бактерій, дріжджів або грибів як закваску для молочної, хлібопекарської та виноробної промисловості. Цікаво, що їхні результати показали, що ріст дріжджів і грибів перевищив стандартні середовища, які зазвичай використовуються для їх культивування[42]. Це свідчить про те, що хлібні відходи можна розглядати як цінну сировину для повторного використання як поживне середовище.

Останнє застереження при використанні хлібних відходів як вихідної сировини полягатиме в тому, щоб враховувати необхідні кількості, особливо при масштабуванні до комерційного рівня. Хоча це може здатися багатообіцяючим на лабораторному рівні, використання хлібних відходів для хімічного виробництва в комерційних масштабах неминуче викличе численні проблеми в багатьох сферах, таких як кількість необхідної енергії, кількість дорогих реагентів, які використовуються в хімічній реакції та кількість необхідної сировини. Насправді, поміж виробництвом пива та етанолу, для інших галузей промисловості повна залежність від хлібних відходів як сировини неминуче стане величезною перешкодою для забезпечення стабільної продуктивності.

Щоб створити більш стале суспільство в найближчі роки, Організація Об'єднаних Націй (ООН) визначила пріоритет зменшення харчових відходів. Виробництво продукції з високою доданою вартістю може використовувати величезну кількість харчових відходів, які виробляються в усьому світі, як біоресурс.

Хліб не є винятком серед харчових відходів. Враховуючи великі обсяги, які накопичуються щорічно, управління відходами повинно бути головним напрямком, щоб мінімізувати хлібні відходи, наскільки це можливо, особливо в роки після пандемії, коли ціни на зернові та витрати на доставку різко зросли. Однак, якщо відходи не можуть бути зменшені, необхідно вдаватися до можливих рішень і методів для перепрофілювання надлишків хліба. Насправді хлібні відходи є цікавою сировиною завдяки своєму багатому складу, легкому перетворенню в глюкозу, доступності, безпечності та дешевизні.

У зв'язку з цим у багатьох роботах продемонстровано доцільність перетворення хлібних відходів на сиропи глюкози та фруктози, органічні кислоти, пігменти, білки, етанол та біоводень. Більше того, слід серйозно розглянути питання про розширення масштабів, щоб оцінити промислову доцільність запропонованої технології. Фактично, обговорювані результати кожного підходу дають суттєве уявлення про варіант розширення на промисловому рівні та потенційне заснування галузей промисловості, заснованих на валоризації хлібних відходів. У цьому контексті ці галузі, безумовно, забезпечуватимуть стратегічні плани діяльності, спрямовані на зміцнення економіки.

Нарешті, можна запропонувати місцевим органам влади серйозно розглянути використання відходів хліба для виробництва продуктів з доданою вартістю як частину їхньої стратегії виробництва екологічно чистих матеріалів та біоенергії.

## **Висновки до розділу 1**

На основі огляду вітчизняної та іноземної літератури, інтернет огляду та патентного пошуку можна зробити наступні висновки:

1. Дослідження комбікормової галузі свідчать про стрімкий її розвиток, впровадження інноваційних технологій для підготовки сировини і обробки готової продукції.

2. Особливості виробництва комбікормів для птиці включають обробку та підготовку сировини, обмеження по її кількості, а для якісного згодовування обов'язково це має бути оброблений комбікорм.

3. В зв'язку з великою кількістю використання зернових компонентів у виробництві комбікормів, які мають не високий індекс засвоєння, комбікормові підприємства завжди здійснюють пошук альтернативних видів сировини, яка б має високу поживну цінність і засвоюваність але низьку вартість. Саме таким видом сировини є відходи хлібопекарської галузі.

4. Аналіз досліджень по використанню відходів хліба у світовому масштабі свідчить про доведену можливість використання таких продуктів у виробництві етанолу, біоводню, бурштинової кислоти, молочної кислоти, пігментів та ферментів і інших продуктів. Але в промисловому виробництві широкого застосування ці технології не знайшли.

5. Отримані результати досліджень показали, що використання хлібних відходів дає багато переваг, які пов'язані із захистом навколишнього середовища, зниженням витрат виробництва та економією енергетичних ресурсів.

## РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Об'єкти дослідження

У відповідності з метою і задачами досліджень, в якості об'єкта вибрана технологія гранулювання черствого хліба, а в якості предмета досліджень – черствий хліб та суміші черствого хліба та зерна кукурудзи.

Черствий хліб це відходи хлібопекарської галузі, які повертають із торгової мережі після закінчення терміну реалізації. Хліб, який має показники якості нижче вимог ДСТУ П 4583:2006 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна і ТУУ 10.7-41382189-003:2020 Вироби хлібобулочні, і використовували для проведення досліджень. Для створення сумішей з черствим хлібом використовували зерно кукурудзи відповідно до ДСТУ 4525:2006 Зерно кукурудзи[47].

Експериментальна частина роботи була виконана в лабораторних умовах кафедри технології зберігання і переробки зерна Національного університету харчових технологій та у виробничих лабораторних умовах ТОВ «Перший столичний хлібзавод».

Усі дослідження проведено із застосуванням стандартизованих методів. Дослідження проводились комплексно з використанням технологічного та лабораторного устаткування.

### 2.2. Методи відбору проб

Відбір проб та виділення наважки хлібних відходів та зерна кукурудзи проводили відповідно до ДСТУ ISO 6497:2005 «Корми для тварин. Методи відбирання (ISO 6497:2014, IDT)» [48] і ДСТУ ISO 6498:2006 «Корми для тварин. Готування проб для дослідження (ISO 6498:2006, IDT) [49].

### **2.3. Методи визначення органолептичних показників**

Органолептичні показники якості зерна або інших видів кормової сировини, свідчать про їх придатність до використання, до них відносять зовнішній вигляд, колір, запах та смак.

Відповідно до вимог, сировина не повинна мати затхлого, пліснявого чи солодового запаху, кислого або гіркого смаку. Сировина, яка не відповідає встановленим показникам, не може бути використана в подальшому виробництві.

Таким чином, органолептична оцінка має вирішальне значення при проведенні контролю якості продукту для споживача і не може бути повністю замінена вимірювальними методами, які доповнюють її.

Визначення зовнішнього виду проводили візуально, запах та колір – згідно з ГОСТ 10967-90 «Зерно. Методы определения запаха и цвета», зараженість шкідниками хлібних запасів – згідно з ГОСТ 13496.13-75 «Комбикорма. Методы определения запаха, зараженности вредителями хлебных запасов».

### **2.4 Визначення фізико – механічних властивостей відходів хліба та зерна кукурудзи**

Визначення фізичних властивостей сировини проводили із застосуванням відповідних приладів та лабораторного обладнання. Для визначення фізико-технологічних властивостей застосовували комплекс лабораторного обладнання: сушильну шафу (СЕШ), термостат, пурку, ексікатор, прилад для визначення кута насипного схилу, набір сит, розсійник, електронні та аналітичні ваги, штангенциркуль.

Вологість зерна визначали методом висушування у сушильній шафі СЕШ-3М за температури 130 ° С впродовж 40 хв. з моменту встановлення температури за ДСТУ ISO 6496:2005 «Корми для тварин» [50].

Крупність визначали згідно НТД за стандартизованою методикою. Модуль крупності подрібнених продуктів визначали за результатами вивчення залишків на ситах. Для цього використовували лабораторний класифікатор і сита з круглими отворами діаметром 5,0; 4,0; 3,0; 2,0; 1,0 мм.

З наважки подрібненого продукту відбирали наважку масою 100 г. Потім на лабораторному класифікаторі проводили його розсів протягом 5 хв. на вагах зважували залишки з кожного сита і збірного дна продукту з точністю 0,01 г.

Модуль крупності продуктів подрібнення визначався за формулою з використанням даних експерименту.

$$M_{кр.} = \frac{X_0 * \frac{d_1}{2} + X_1 * \frac{d_1 + d_2}{2} + \dots + X_{n-1} * \frac{d_{n-1} + d_n}{2}}{\sum_{i=0}^n X_i}, \text{ мм} \quad (2.1)$$

де  $X_0$  – прохід через сито з мінімальним розміром отворів, г;

$X_{1, 2, n}$  – залишок на ситах з діаметром отворів  $d_1, d_2, d_n$  відповідно, г.

Згідно формули (2.1) отримали модуль крупності самих продуктів і в співвідношенні, що свідчить про середній розмір частинок.

## **2.5 Визначення хімічних показників відходів хліба та зерна кукурудзи**

Масову частку сирого протеїну визначають шляхом окиснення концентрованою сірчаною кислотою в процесі кипіння, при цьому з білків вивільняється група NH, яка відновлюється до аміаку. Після охолодження проводять відгонку аміаку, і за вмістом азоту розраховують кількість сирого протеїну (кількість азоту множать на коефіцієнт 6.25), оскільки білок в середньому містить 16 % азоту.

До складу сирого протеїну входять білки та азотвмісні сполуки, які називають амідами. До цієї групи органічних і мінеральних сполук належать

вільні амінокислоти, амід амінокислот, органічні основи, солі амонію та сечовина, нітрити і нітрати.

Масову частку сирого жиру визначають, знежирюючи підготовлену наважку продукту ефіром, тетрахлоретиленом, спеціальним бензином, або будь яким іншим органічним розчинником. І різниця по масі абсолютно сухої наважки до і після знежирення і є масова частка жиру.

До складу жиру входять тригліцериди жирних кислот, смоли, воски, пігменти, які не є справжніми жирами. У ряді продуктів, а саме в комбікорміахвилучення жиру можливе лише після кислотного гідролізу, тому що жир оточений білковою мембраною, це сухі дріжджі, молочні корми, барта тощо.

Масову частку сирої клітковини визначають кип'ятінням наважки корму спочатку у розведеній сірчаній кислоті, а потім, після промивання, у розведеному розчині лугу (1,25 %). Кислота розчиняє мінеральні речовини, цукри, крохмаль, а луг гідролізує білки та омилює жири. До складу сирої клітковини входять власне клітковина (целюлоза), інкрустуючі речовини (лігнін, кутин, суберин), а також частина геміцелюлоз, пектинових речовин тощо.

Безазотисті екстрактивні речовини визначають за різницею між кількістю органічної речовини в кормі і вмістом суми сирого протеїну, сирого жиру і сирої клітковини:  $BER = OP - SP - SJ - SK$ . До складу BER входять цукри, крохмаль, основна маса геміцелюлоз, пектинові речовини, камеді, органічні кислоти (щавелева, лимонна тощо) та інші легкокорозивні компоненти корму

Масову частку сирої золи визначають у 5 г зразку, наважку відважують на вагах, із записом результату до четвертого знака в попередньо прожарений, зважений тигель і спалюють до повного озолення.

Спалювання необхідно робити дуже обережно. Переносять у муфельну піч і, поступово підвищуючи температуру озоляють залишок у тиглі при температурі не вище 600°C протягом 1 год. Потім тигель виймають з

муфельної печі, злегка прохолоджують, ставлять у ексикатор і через 20—30 хв. зважують. Прожарювання повторюють до досягнення постійної маси.

Кінцевий результат виражається як середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Розбіжності між двома паралельними визначеннями не повинні перевищувати 0,02%.

## **2.6. Дослідження процесу гранулювання суміші черствого хліба та кукурудзи**

Одним з етапів вивчення процесу стало гранулювання в лабораторних умовах на пресі - грануляторі італійського виробництва фірми La maccanica. Діаметр отворів матриці становить 4 мм, ширина матриці - 5 см. Прес має два пресуючі ролики. Суміші з додаванням до розсипних пшеничних висівок рідких компонентів створювалися вручну, шляхом змішування різних співвідношень компонентів.

Величину зазору між матрицею і роликами регулюють за допомогою ексцентрикового механізму з використанням набору калібрувальних щупів.

Подача продукту в камеру гранулювання здійснювалось вручну та за допомогою шнекового живильника зі змінною частотою обертання.

Довжина гранул регулювалась шляхом переміщення зрізаючого ножа і становила 1,5....2,0 D.

Продукт після гранулювання з температурою гранул 60-80°C просіяли на ситах з отворами діаметром 2-2,5 мм та направили на герметичне зберігання в герметичну тару.

## **2.7. Дослідження властивостей гранульованих сумішей**

Досліджували процес гранулювання на пресі - грануляторі валкового типу з обертовою кільцевою матрицею.

Досліджувані гранули являють собою спресований продукт циліндричної форми з відношенням довжини до діаметра близько двох.

Однією із задач даного дослідження є отримання міцних гранул, щоб повністю задовольняти вимоги діючої нормативно - технічної документації. Для цього необхідно було вибрати показники якості, які достатньо характеризують механічну міцність гранул.

Для комплексної оцінки механічної міцності гранул розроблено пристрій, що дозволяє досліджувати гранули шляхом їх руйнування дією сил здвигу та вигинання.

Таблиця 2.5 - Нормативні документи на методи контролю якості гранульованих сумішей

№ пор.	Назва показника	Нормативний документ
	Колір, запах	ГОСТ 27558-87
	Розмір гранул	ГОСТ 22834-87
	Масова частка вологи	ГОСТ 9404-88
	Крихкість гранул	ГОСТ 28497-90
	Масова частка сирого протеїну	ГОСТ 13496.4-93
	Масова частка сиріої клітковини	ГОСТ 13496.2-91
	Кислотне число жиру	ГОСТ 13496.18-85

#### Мікробіологічні властивості гранульованих сумішей

Визначення загальної бактеріальної обнасіненості гранул (МАФAM). Виконання аналізу включає три етапи: приготування розведень, посів на агар-агар поживне середовище і підрахунок колоній, що вирости на чашках.

Приготування розведення. Щоб отримати окремі колонії, проби досліджуваного матеріалу попередньо розводимо до  $10^{-1}$ . З цією метою у колбу з 90 мл стерильної води додаємо 10 г досліджуваного продукту, добре перемішуємо.

Посів на агари-агар середовище. Кожну розведену досліджувану пробу висіваємо на середовища по 2 паралельні чашки Петрі поверхневим способом. Спочатку на чашки розливали 15-20 мл розплавленого агаризованого середовища. Чашки залишаємо на горизонтальній поверхні для застигання, після чого витримуємо дві-три доби в термостаті при 30°C кришками вниз для висихання середовища та перевірки на стерильність. Підсушування ведеться до того часу, поки з поверхні середовища і кришки не зникнуть краплини конденсованої води.

Для посіву використовуємо м'ясопептонний агар. Посів проводиться стерильними піпетками, якими переносили в чашки певний об'єм: 0,1 чи 0,2 мл відповідного розведення. Внесений об'єм стерильним шпателем рівномірно розподіляємо по всій поверхні агаризованого середовища. Для паралельних посіві використовуємо одну і ту саму піпетку. При переході до розведення іншого зразка беремо іншу стерильну піпетку.

Підрахунок колоній. Різноманітні групи мікроорганізмів володіють різною швидкістю росту. Тому колонії бактерій вираховують через 2-3 вирощування. Для підрахунку обираємо чашки, в яких колонії ізольовані одна від одної. Вважають, що кожна жива клітина при посіві на агаризоване середовище утворює колонію. Чашки вміщують догори дном на темному фоні і колонії підраховуємо за допомогою лупи для збільшення у 8-10 разів. Кожну підраховану колонію позначаємо на зовнішню сторону чашки олівцем по склу.

Визначення внутрішньої мікрофлори гранул. Для прямого посіву стерильним пінцетом з тари відбираємо по 100 г нормальних на зовнішній вигляд, дезінфікуємо протягом 5 хвилин від зовнішньої мікрофлори. Потім стерильним пінцетом рівномірно розкладаємо гранули по поверхні середовища Чапека, розлитого в чашки Петрі, на відстані 1-1,5 см одне від одного і країв чашки. На кожній чашці викладаємо від 10 до 25 г. Поміщаємо в термостат з температурою 26-28°C. Протягом 3-4 діб на світлому середовищі Чапека навколо гранул виростають характерні, чітко окреслені

колонії грибів. Підраховуємо кількість уражених гранул і визначаємо відсоток забруднення внутрішньою мікрофлорою [38].

Визначення спороутворювальних бактерій в гранулах. 10 г гранул розмішуємо з 90 мл стерильної води (розведення 1:10), нагріваємо на водяній бані 10 хвилин при 90-95°C і готуємо розведення 1:100. З отриманих розведень по 0,1-0,2 мл (стерильними піпетками) поверхневим методом висіваємо в чашки з м'ясопептонним агаром. Посіви ставимо в термостат на 2-3 доби при 25-30°C, потім підраховуємо колонії спороутворювальних бактерій з урахуванням розведень [39].

Визначення спор грибів на поверхні гранул. Стерильним пінцетом безпосередньо тари відбираємо по 100 г. Рівномірно розкладаємо гранули по поверхні глюкозо-картопляного агару з антибіотиком, розлитого в чашки Петрі, на відстані 1-1,5 см одне від одного і країв чашки. На кожній чашці викладаємо 10-25 г. Протягом 3-4 діб на середовищі навколо кожної зернини виростають характерні, чітко окреслені колонії грибів. Їх підраховуємо і визначаємо кількість спор грибів в 1 г досліджувальної проби [39].

Підрахунок кількості клітин і спор мікроорганізмів в 1 г досліджувальної проби. Результати висівів сумують і визначають середню кількість колоній. Кількість клітин мікроорганізмів в 1 г досліджувальної проби:

$$N=a*n/c*V,$$

де а - середня кількість колоній при посіві розведення,

n - розведення вихідного матеріалу,

с - досліджувана речовина, г,

V - об'єм суспензії, для посіву, мл[39].

## 2.8. Розрахунок рецепта комбікорму

Джерелом енергії для тваринного організму є кормові продукти. Для забезпечення потреб тварин та птиці в поживних речовинах, вони повинні

отримувати корми, які містять дані речовина і їх необхідну кількість, щоб при годівлі тварини отримували максимальний біологічний ефект. Але таких продуктів, в яких містяться усі потрібні для тваринного організму речовини і в необхідній кількості в природі не існує.

При інтенсивному веденні ВРХ, коли тварини практично ізольована від природних умов, дуже важливо, щоб корми були збалансовані за всіма показниками.

Для виробництва комбікормів застосовують різноманітну сировину рослинного, тваринного і мінерального походження. Усі види сировини повинні відповідати нормам ГОСТ і ДСТУ по цілому ряді показників якості.

Останнім часом комбікормові підприємства стикаються з труднощами при виробленні продукції по встановлених рецептах. Через відсутність необхідних компонентів підприємства змушені переходити на випуск комбікормів по тимчасових рецептах. У цих умовах застосування ЕОМ дозволяє організувати безперебійне виробництво комбікормів, збалансованих по поживності, з наявних компонентів.

Застосування програмного забезпечення для розрахунків рецептури комбікормів створює умови для використання у виробництві нових видів сировини, обліку фактичної поживності компонентів при визначенні складу рецепту, з'являється також можливість ощадливо витратити дефіцитні і дорогі види сировини (кормові дріжджі, рибне борошно і т.д.).

Для кожної групи тварин комбікорми виготовляються по відповідних рецептах. У зв'язку з підвищенням вимог до якості комбікормів у їхній склад включають 15 і більш різних компонентів. Першорядна задача полягає в досягненні співвідношення компонентів, що забезпечують не тільки необхідні показники якості, але найменшу вартість комбікорму.

Заміна комбікормової сировини в рецептах можлива як у межах кормів однакового походження, так і між різними групами кормів. Однак, незважаючи на широку взаємозамінність компонентів по вмісту поживних речовин, інструкцією, що діє на складання рецептів, дозволені лише

обмежені заміни. Так, припустимі заміни одних злакових культур іншими, одних бобових культур іншими ( за винятком рецептів для птиці ), кормів тваринного походження різними продуктами підприємств масложирової промисловості та інші. Допустимо заміну кормових дріжджів рибним і кров'яним борошном. Взаємозамінні також крейда, вапняк і черепашкове борошно, кісткове борошно. Розрахунок рецептів комбікормів, і ціни на них здійснюють виходячи з наявності сировини на підприємстві, а також затверджених ДСТУ, і додаткових показників.

Рецепти розраховуються відповідно до запитів підприємств за затвердженою формою, у якій вказують номер планового рецепта та вироблення його в тоннах

Оскільки використання гранул черствого хліба рекомендовано для виробництва комбікормів для птиці, то розрахунок рецепту комбікорму буде здійснено для бройлерів.

### **Висновки до розділу 2**

1. За результатами аналізу літературних джерел встановлено необхідність проведення експериментальних досліджень, для яких обґрунтовано та розроблено методи і методики визначень.
2. Для реалізації наміченої програми досліджень вибрані стандартні і загальноприйняті методики згідно діючої НТД.

## РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Характеристика продукції ТОВ «Перший столичний хлібозавод»

Холдинг «Хлібні інвестиції» – один з відомих в хлібопекарській галузі України. До його складу входить ТОВ «Перший столичний хлібозавод», який випускає хлібопекарську продукцію під власною торговою маркою «Цар Хліб».

Завдяки використанню інноваційних технологій та сучасного технологічного обладнання холдинг «Хлібні інвестиції» займає 8 % ринку України.

Правильна організація виробництва та реалізація продукції є основними завданням оператора ринку. Термін поставки, вартість та якість продукції, надійність – основні критерії якими керується оператор ринку при виборі постачальників [43].

Основна мета діяльності ТОВ «Перший столичний хлібозавод» – це виробництво високоякісної хлібопекарської продукції, яка має добрі споживчі властивості, відповідні фізико-хімічні показники, збалансована по харчовій та енергетичній цінності, добре засвоюється.

ТОВ «Перший столичний хлібозавод» побудовано у селищі Нові Петрівці Київської області та введено в експлуатацію в квітні 2012 року.

Потужності підприємства дозволяють виробляти 130 тон продукції на добу, це достатня кількість продукції щоб постачати вироби не лише у столицю та Київську область, але й інші регіони. Хлібобулочні вироби як правило реалізують через у торгову мережу, постачання продукції здійснюють за допомогою власного автотранспорту - машин-хлібовозок в упаковці та без упаковки.

У серпні 2012 року на підприємстві ввели в експлуатацію лінію з виробництва булочних виробів потужністю 5 тонн на добу[44].

Лінія укомплектована сучасним високотехнологічним обладнанням -

ротаційні печі фірми «Ревент» (Швеція), шафи для розстоювання фірм «Краяни» і «Акрос» (Україна).

В період 2013...2020 років ТОВ «Перший столичний хлібозавод»:

- запустив нову лінію з виробництва батона «Нива» і хліба «Родинний», потужність якої складає 28 тонн продукції на добу та укомплектована німецьким, чеським і українським обладнанням вартість якого сягає 1 млн. євро.

- ввів у експлуатацію лінію з виробництва заварних сортів хліба, типу «Бородінський» потужністю до 6 тонн на добу. Лінія оснащена сучасним обладнанням виробництва фірми «Ревент» (Швеція).

- відкрив цех з виробництва булочних дрібноштучних виробів потужністю до 8 тонн на добу.

- запустив нову лінію з випікання житнього хліба виробництва фірми «Гостол» (Словенія) вартістю 1 млн.євро.

- встановив хліборізальну машину фірми «HARTMANN» (Німеччина).

ТОВ «Перший столичний хлібозавод» побудований згідно з останніми розробками в хлібобулочній промисловості.

Складські приміщення розміщені знаходяться поблизу допоміжних і виробничих цехів, ділянок для приймання та зберігання сировини задля зниження транспортних та експлуатаційних витрат[43]. Для обслуговування цехів основного виробництва наявні допоміжні підрозділи. Вони призначені для робіт з ремонту основних засобів, а також забезпечують ремонт устаткування, різними видами енергії (парою, холодом), тарою, надають транспортними та іншими послугами.

Відходи на підприємстві зберігають окремо від основної і додаткової сировини. Браковані або черстві хлібобулочні вироби перед переробкою оглядають, від них відділяють цвіль і пригорілі частини, а потім продукцію сортують і піддають переробці за допомогою різних технологій.

На підприємстві черствий хліб переробляють на:

- хлібну мочку. Для її отримання черстві вироби вимочують у воді,

після чого гомогенізують до утворення кашоподібної однорідної маси, яка використовується для випікання хлібобулочної продукції, це робить її смак більш насиченим і ароматним.

- панірувальні сухарі. Отримують шляхом нарізання хліба на скибки з подальшим висушування за відповідної температури та подрібненням до певної крупності. Використовують в якості панірування в процесі приготування різних страв та харчових продуктів;

- снеки (отримують в результаті подрібнення хлібобулочної продукції з наступною термічною обробкою в екструдері і внесенням ароматизаторів, фарбників і підсилювачів смаку)[44].

Асортимент хлібобулочних виробів досить широкий і включає наступні види продукції:

- батони (батон «Нива», батон «Запашний»), які виробляються відповідно до ДСТУ з пшеничного борошна з додаванням цукру та жиру;

- булочні вироби (булочка «Ватрушка» з вишнево - сирною масою, булочка «Вишенька», булочка «Маківка», булочка «Столична», булочка «Смачненька», рогалики «Закарпатські», калач Український. Основна сировина переважно житнє борошно, тому вони мають темний колір. Деякі види продукції містять спеції та різні добавки: кмин, коріандр, горіхи, кунжут, макове або соняшникове насіння;

- короваї (шишки, коровай від 1,5 кг до 3,5 кг). Ці хлібобулочні вироби печуться за рецептом для якого використовуються тільки натуральні інгредієнти та мають круглу форму;

- хліб (хліб «Петрівський», хліб «Ризький», хліб «Фітнес Злак», хлібець «Фітнес-мікс», хліб «Пряно-зерновий», хліб «Солодовий тост», хліб «Висівковий тост», хліб «Житній тост» хліб «Заварний з медом», тощо.

Потужність ТОВ «Перший столичний хлібозавод» час від часу вносить змінення до встановленого асортименту залежно від попиту споживачів і наявності сировини.

Реалізація хлібобулочних виробів здійснюється через торгові мережі на які припадає основна частка. ТОВ «Першийстоличний хлібозавод» постачає продукцію в: Ашан; Фоззі Груп; АТБ; ЕКО; Metro; МегаМаркет; Novus; Велика Кишеня; Фуршет та інші.

Також незначну кількість продукції реалізують через власні торгові точки, оптових покупців і дрібний роздріб. Всього по Києву та Київській області майже 2 тис. точок реалізації хлібпекарської продукції.

Робота підприємства організована в дві зміни: денна – 8:00-20:00 та нічна - 20:00-8:00, кількість робочих днів – 365 днів на рік.

Оператор ринку взаємодіє з великою кількістю постачальників, які забезпечують виробничий процес сировиною і допоміжними матеріалами, надають послуги виробничого і невиробничого характеру. Основну та допоміжну сировину постачають раз на три дні.

Підприємство включає такі відділення: склад сировини, механічна майстерня, відділення для підготовки сировини, холодильна камера, цех основного виробництва, склад готової продукції, експедиція.

Всього на підприємстві 7 ліній для виробництва хлібобулочних виробів – 5 впершому цеху і 2 в другому, та працює 400 чоловік[43].

За оперативними даними виробничі потужності впродовж 2021-2023 року в середньому завантажені на 65-70 %. В кількісному виразі підприємство щоденно виробляє 80-90 тонн хлібобулочних виробів, 8-10 % продукції не реалізується до закінчення терміну реалізації і повертається на підприємство.

Вироби, що повертаються з торгової мережі, переробляють в панірувальне борошно, що використовується при виробництві хлібобулочних виробів або реалізується в торговельній мережі.

Браковані і черстві хлібобулочні вироби, які не підлягають вторинній переробці, на потужності використовують як кормову добавку при годівлі тварин.

Відходи, що утворюються при зачистці тістоприготувального і

тістороздільного обладнання, борошняний вибій використовуються на кормові цілі[43].

Значна кількість черствого хліба та відходів хлібопекарської галузі не може бути перероблена в харчові продукти або доведена до норм і використана на кормові цілі тому що потребує додаткових витрат на різання хліба, енергетичних витрат на сушіння та подрібнення.

Така продукція просто утилізується або викидається на смітник, чим приносить шкоду навколишньому середовищу та матеріальні збитки підприємству.

### **3.2. Дослідження якості черствого хліба**

Переробка черствого хліба має велике значення. Це пов'язано з тим, що термін зберігання хлібобулочних виробів становить лише 36 годин. Хліб, що повертається з торгової мережі, після видалення санітарного браку, як правило, переробляють на мочку, хлібну і сухарну крихту, яку додають до тіста. Але така схема переробки не економічна та не передбачає використання усієї не реалізованої продукції.

На першому етапі досліджень ми провели визначення показників якості черствого хліба який повертається з торгової мережі та крихти, яку одержують у виробничих умовах ТОВ «Перший столичний хлібозавод», після переробки черствого хліба.

Якість хліба та хлібобулочних виробів зазвичай оцінюють за такими показниками - харчова цінність, біологічна цінність, органолептичні та фізико-хімічні показники, а також показники безпеки.

Органолептичні показники - зовнішній вигляд, стан м'якушки, смак, запах, це ті показники які в першу чергу характеризують свіжість хліба. Значення даних показників регламентуються ДСТУ 4585:2021 та ТУУ 10.7-41382189-003:2020, за якими ТОВ "Перший столичний хлібзавод" випускає продукцію.

Для досліджень були визначені два зразки черствого хліба, який повернуто з реалізації з торгової мережі. Оцінку якості здійснювали за органолептичними показниками[45]. Результати аналізу наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. - Органолептичні показники черствого хліба

Показники якості	Зразок 1	Зразок 2
Зовнішній вигляд	відповідає даному виду виробу	відповідає даному виду виробу
Поверхня виробів	наявні тріщини, зморшки	наявні пошкодження
Колір скоринки	тусклий, матовий	тусклий, матовий
Стан м'якушки	жорстка, крихка	жорстка, крихка
Еластичність м'якушки	м'якушка пружна	м'якушка пружна
Смак	властивий даному виду хліба	властивий даному виду хліба
Запах	із ознаками черствого хліба	із ознаками черствого хліба

Поживну цінність визначали за вмістом білків, жирів та вуглеводів.

Результати досліджень наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. - Хімічний склад черствого хліба

Показники	Зразок 1	Зразок 2
Масова частка білку, %	12,4	9,0
Масова частка жиру, %	6,0	4,6
Масова частка вуглеводів, %	60,8	58,3
в тому числі		
Масова частка крохмалю, %	52,0	50,0
Масова частка сирії клітковини, %	1,5	1,8
Масова частка цукрів, %	6,8	5,6
Масова частка вологи, %	17,8	16,1

Незважаючи на те, що хліб з такими показниками якості не може бути використаний у харчуванні людей, але маючи високу харчову, біологічну та енергетичну цінність може служити цінною сировиною для кормової галузі.

### **3.3. Обґрунтування доцільності використання черствого хліба у комбікормах для птиці**

Технологія комбікормів та розроблення раціонів годівлі тварин і птиці набувають ще більш важливого значення. Глобальні загрози, зміни та виклики створюють передумови для зростання попиту на тваринницькі продукти. За прогнозами експертів у наступні 30 років від зросте на 70 %, що в свою чергу підвищить попит на кормову продукцію. Але поряд із цим виникає ряд проблем і в комбікормовій галузі, це ефективне використання нових видів сировини в тому числі і харчових продуктів непридатних для споживання, зменшення навантаження на навколишнє середовище шляхом мінімізації його забруднення[1-3].

Сучасні системи виробництва харчових продуктів передбачають утворення побічних відходів, які не можуть бути використані в харчових цілях, але для використання в кормових цілях потребують додаткової обробки.

Технологія виробництва комбікормів та підготовки сировини для виробництва комбікормів включає різні способи обробки. Мета яких полягає у покращанні поживної цінності, підвищенні засвоюваності і доступності комбікормів.

Глибоке розуміння структури, складу та функціональних властивостей компонентів комбікормів, впливу способів обробки та змін можуть служити для точного задоволення потреб тварин і птиці в поживних речовинах.

Це може дозволити оцінити витрати на переробку з врахуванням використання енергетичних, матеріальних, водних ресурсів.

Сучасні комбікормові підприємства потребують гнучкості та можливості перемикатися на виконання вимог замовників, а саме з рецепта на рецепт, форму та розміри кормів.

В нашому науковому дослідженні, ми розглядаємо можливість використання черствого хліба у виробництві комбікормів для птиці.

Аналіз рецептів комбікормів для птиці різних вікових груп свідчить про те, що основною сировиною є зерно знакових культур - пшениця, кукурудза, ячмінь та овес. Сумарна кількість даних видів сировини досягає 60-70 %.

За хімічним складом та поживною цінністю відходи хлібопекарського виробництва - черствий хліб та крихта, мають дуже наближені значення. А враховуючи те що компоненти, які входять до складу комбікорму в кількості понад 15 % є замінними на інші види сировини, яка має такий же хімічний склад.

Ще однією важливою характеристикою нового виду сировини, черствого хліба є покращена поживна цінність та засвоюваність. Так як виробництво хліба передбачає ряд мікробіологічних та теплових процесів, що призводять до ряду хімічних змін - денатурації білків, клейстеризації крохмалю.

Заміна зернової сировини в кількості 10-15 % на хлібну крихту або гранулу дозволить підвищити поживну цінність комбікормової продукції.

Розрахунок рецепту комбікорму для птиці (бройлерів)

Джерелом енергії для тваринного організму та птиці є кормові продукти, вони також служать і матеріалом для побудови тканин і кісток, і повинні надходити до організму разом із кормом. Для отримання максимального біологічного ефекту потрібно використовувати корми, які містять усі необхідні поживні речовини, але таких продуктів не існує. При інтенсивному веденні птахівництва, коли птиця ізольована від природних умов, важливим показником росту, яйценосності є корми збалансовані за всіма показниками.

В комбікормовій галузі існують затверджені рецепти комбікормів для різних видів тварин та птиці. Останнім часом виробники комбікормів зазнають ряд перешкод при виробництві комбікормів за встановленими рецептами, одна із них це відсутність сировини тому здійснюють розрахунок рецептів виходячи із наявної сировини. Уся сировина для виробництва

комбікормів повинна відповідати вимогам нормативно-технічної документації (НТД).

Розрахунок рецептів комбікормів на заводах здійснюється із застосуванням електронно-обчислювальних машин та спеціального програмного забезпечення, що дозволяє використовувати усю наявну сировину, вести її облік за якісними показниками, поживною цінністю та кількістю, є нагода ощадливо використовувати дефіцитні дорогі компоненти.

Заміна компонентів комбікорму при розрахунку рецептів можлива, як для сировини однакового походження так і різного. Однак діючою інструкцією на складання рецептів комбікормів дозволено обмежені заміни.

Дозволено заміну одних злакових та бобових культур відповідно іншими, (за винятком рецептів для птиці), сировину тваринного походження можна замінити продуктами підприємств оліє жирової промисловості, кормові дріжджі на рибне або кров'яне борошно. Взаємозамінною також є сировина мінерального походження - крейда, вапняк і черепашкове борошно, кісткове борошно.

Рецепти комбікормів розраховують відповідно до запитів тваринницьких комплексів або птахофабрик за відповідною формою яка містить усю необхідну інформацію, номер рецепта та кількість виробництва.

Оскільки дослідження стосуються комбікормів для птиці, то розрахунок рецепту повнораціонного комбікорму здійснюємо для бройлерів. Розрахунковий рецепт комбікорму наведено таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок рецепту ПК для бройлерів

Найменування сировини	Максимальні норми введення, %	Кількість си-ни	Обмінна енергія в 100г, не м. 290кКал		Сирий протеїн, % не м. 19		Клітковина, % не б.5,5		Кальцій, % не м. 1,1		Фосфор, % не б. 0,8		Натрій, % не б. 0,4		Амінокислоти							
			На 100 г сирни	На 100 г корму	На 100 г сирни	На 100 г корму	На 100 г сирни	На 100 г корму	На 100г сировини	На 100 г корму	На 100г сирни	На 100 г корму	На 100г сирни	На 100 г корму	На 100г сирни	На 100 г корму	Лізин, % не м.0,9		Метіонін, %		Цистин, %	
																	На 100г сирни	На 100 г корму	На 100г сирни	На 100 г корму	На 100 г сирни	На 100 г корму
			Метіон.+цистин, % не м.0,6																			
Кукурудза	60	37,5	362	135,75	8,7	3,26	2,1	0,7875	0,05	0,0188	0,25	0,094	0,021	0,008	0,29	0,108	0,19	0,071	0,26	0,098		
Пшениця	40	13	300	39	13,7	1,78	2,3	0,299	0,188	0,0244	0,29	0,038	0,013	0,002	0,39	0,051	0,12	0,016	0,25	0,033		
Гранули хліба	15	10	380	38	12,2	1,22	1,5	0,15	0,15	0,015	0,28	0,028	0,1	0,01	0,9	0,09	0,2	0,02	0,25	0,025		
Макуха соняшникова	15	13,5	288	38,88	39,6	5,34	12,7	1,7145	0,44	0,0594	0,8	0,108	0,031	0,004	1,31	0,177	0,58	0,078	0,68	0,092		
Шрот соєвий	15	13	297	38,61	43	5,59	6,5	0,845	0,55	0,0715	0,7	0,091	0,05	0,0065	2,67	0,347	0,49	0,064	0,65	0,085		
М'ясо-кісткове борошно	6	4,5	287	12,92	37,1	1,67	3,9	0,1755	6,3	0,2835	4	0,18	0,3	0,0135	2,04	0,092	0,46	0,021	0,3	0,014		
Кісткове борошно	2	1,5	-	-	6,4	0,09	-	-	32,6	0,489	14,4	0,216	0,2	0,003	0,93	0,014	0,05	0,001	-	-		
Дріжджі кормові	5	4	300	12	42,7	1,71	-	-	0,52	0,0208	0,79	0,032	0,19	0,0076	2,03	0,081	0,38	0,015	-	-		
Фосфати кормові	2	0,9	363	3,27	26,7	0,24	0,8	0,0072	0,39	0,0035	1,01	0,009	0,064	0,0006	-	-	-	-	-	-		
Вапняк	2	1	-	-	-	-	-	-	33	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Сіль	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,025	2,5E-05	34,3	0,0343	-	-	-	-	-	-		
Премікс	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,4	0,144	3,5	0,035	1	0,01		
Всього		100		318,42		20,91	29,8	3,978	74,19	1,316	22,55	0,795	35,269	0,0893	24,96	1,104	Метіон.+цистин 0,6753					

### 3.4 Дослідження процесу гранулювання черствого хліба

Проведені нами дослідження були спрямовані на визначення можливості створення сумішей черствого хліба та кукурудзи та на дослідження процесу гранулювання.

В комбікормовому виробництві давно доведено доцільність та ефективність застосування різних способів гранулювання зернової та інших видів сировини з метою покращання якості, зміни фізико-механічних властивостей та мікробіологічної якості продукту.

Пресування це один із поширених методів ущільнення сировини, який забезпечує зміну об'ємної маси та надання певної форми та розмірів продукту.

Для дослідження процесу гранулювання було підготовлено зразки:

- 1 - черствий хліб
- 2 - суміш черствого хліба і зерна кукурудзи

Для визначення оптимальних параметрів процесу гранулювання ми провели дослідження впливу вологості вихідної суміші на крихкість гранул.

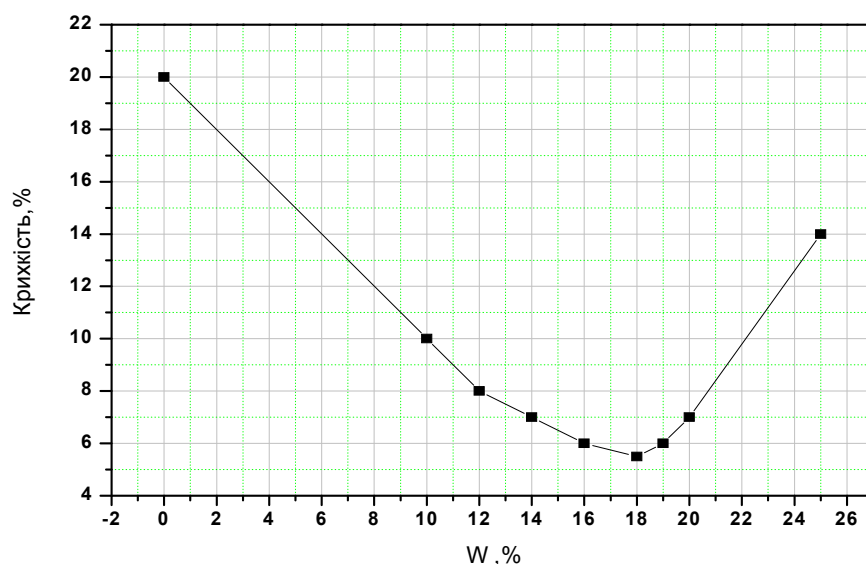


Рис. 3.1 Вплив вологості суміші на крихкість гранул

Результати проведених експериментів наведені на рис. 3.1, свідчать про те, що при збільшенні вологості суміші до 18 % крихкість гранул

зменшується, а при подальшому зволоженні суміші, навпаки крихкість збільшується.

Наступним кроком нашої роботи було вивчення впливу температури в процесі гранулювання на крихкість одержаних гранул.

Аналіз отриманих даних показав, що підвищення температури сприяє зміцненню гранул і знижує показник крихкості. Залежність крихкості гранул від температури гранулювання наведено на рис. 3.2.

Вплив температури гранулювання на крихкість гранул, а саме те що підвищення температури знижує крихкість гранул, можна пояснити тим, що при збільшенні температури більш ефективно проходить процес клейстеризації крохмалю, який міститься зерні кукурудзи та в суміші.

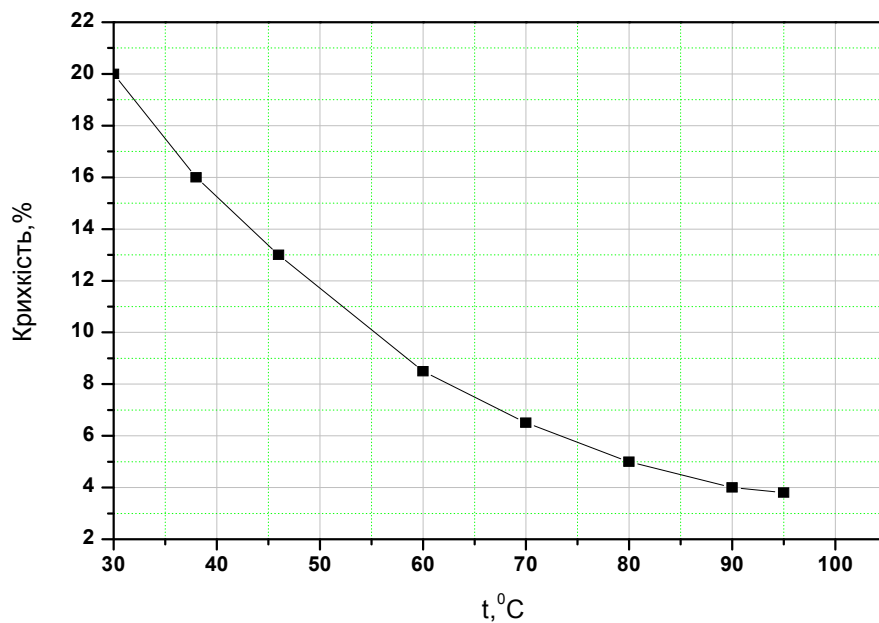
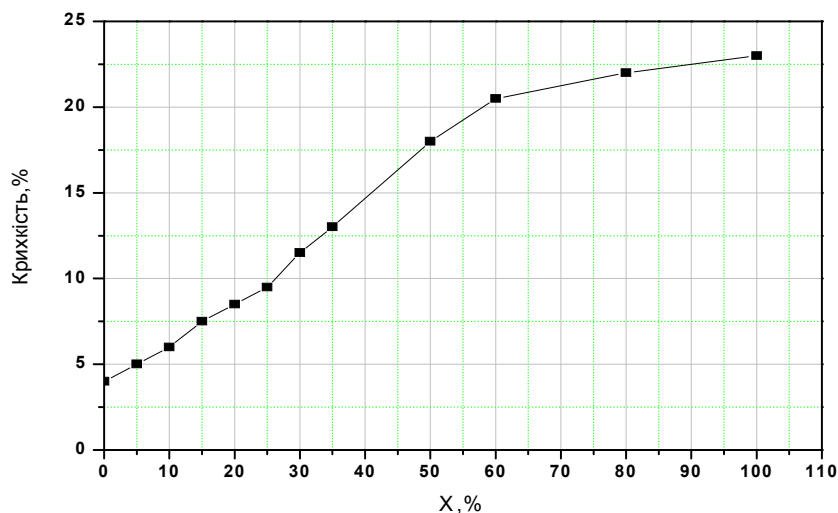


Рис. 3.2. Вплив температури суміші на крихкість гранул

Було проведено експерименти по визначенню впливу кількості зерна кукурудзи в суміші з черствим хлібом на крихкість гранул.

На рис. 3.3 наведено залежність, яка свідчить про збільшення крихкості гранул із збільшенням вмісту зерна кукурудзи в сумішах із черствим хлібом.

Такий процес можна пояснити тим, що у зерні кукурудзи міститься менша кількість зв'язуючих речовин як у хлібі.



X, % - кількість зерна кукурудзи в сумішах з черствим хлібом

Рис. 3.3 Вплив кількості кукурудзи у сумішах на крихкість гранул  
Вибір параметрів гранулювання

Для дослідження параметрів гранулювання нами були використанні параметри гранулювання наведені в таблиці 3.4. Підготовку черствого хліба та сумішей з зерном кукурудзи проводили вручну та зволожували продукт до необхідних показників.

Таблиця 3.4

#### Параметри гранулювання

Показники	Одиниці
Вологість продукту, %	15-18
Початкова температура матриці, °C	50-60
Температура продукту на виході, °C	70-80

Гранулювання дослідних зразків здійснювали наступним чином, підготовлені зразки подрібнювали і зволожували до відповідної вологості, подавали на гранулювання через завантажувальний бункер в лабораторний прес гранулятор.

В процесі переміщення суміші в робочій зоні ступінь стичкання збільшується, що можна визначити відношенням площі каналу в робочій зоні до площі філь'єр матриці на виході продукту.

Процес гранулювання здійснювався в такий спосіб: суміш попередньо змішана і зволожена до 15 % подавалася через завантажувальний бункер в гранулятор. В міру переміщення часток у робочій камері збільшується ступінь стискування, що визначається відношенням площі робочого каналу і площі філь'єр на виході. Ущільнюючись, сировина прогрівалася за рахунок сил тертя часток з поверхнею обертових робочих органів.

### 3.5. Дослідження якості та мікробіологічних показників одержаних гранул

Лабораторні дослідження по гранулюванню сумішей черствого хліба та зерна кукурудзи дали змогу отримати гранули та визначити їх показники якості. Результати досліджень наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Фізико хімічні властивості отриманих гранул

Показник	Зразок та співвідношення компонентів (черствий хліб:зерно кукурудзи, %)				
	1 1:100	2 75:25	3 50:50	4 25:75	5 100:1
Масова частка білку, %	12,2	11,3	10,3	9,4	8,2
Масова частка сирого жиру, %	5,6	4,9	3,4	2,8	1,2
Масова частка сирі клітковини, %	1,3	1,9	2,7	3,1	3,9
Масова частка вологи, %	11,2	10,9	9,4	9,2	9,1
Крихкість гранул, %	6,0	6,6	7,0	7,9	8,2

Аналіз результатів досліджень наведених в таблиці 3.5. показав що додавання кукурудзи суттєво не змінює крихкість гранул, що можна пояснити високим вмістом крохмалю в зерні кукурудзи який під впливом вологи і температури здатний утворювати клейстер який і є зв'язуючою речовиною.

Масова частка білку та жиру зменшується при збільшенні вмісту кукурудзи в сумішах, а кількість клітковини збільшується із збільшенням вмісту кукурудзи.

Вологість гранульованих продуктів має важливе значення для якості зберігання та термінів зберігання. Одержані продукти можуть бути використанні для виробництва комбікормів, виробництва крупки та згодовування сільськогосподарській птиці.

Не усі продукти можна відразу реалізувати та використати на корм, тому виникає потреба у тривалому зберіганні. Враховуючи те, що термін зберігання гранул супроводжується хімічними та мікробіологічними змінами, ми провели дослідження зміни кислотного числа та мікробіологічних показників в процесі зберігання.

Отримані зразки зберігали 30 діб, визначення показників здійснювали перед закладанням на зберігання та на 10 і 30 день зберігання. Результати досліджень наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Зміна кислотного числа та мікробіологічних показників гранул в процесі зберігання.

Показник	Зразок та співвідношення компонентів (черствий хліб:зерно кукурудзи, %)				
	1	2	3	4	5
	1:100	75:25	50:50	25:75	100:1
МАФAM*, КУО/г	10645	6835	4345	4152	3850
Кислотне число жиру, мг/КОН%	7,35	7,15	6,35	4,26	3,60

Термін зберігання 10 діб при температурі 18-20 С					
МАФАМ*, КУО/г	11985	8250	5590	4320	3755
Кислотне число жиру, мг/КОН%	13,32	12,85	11,23	6,52	4,21
Термін зберігання 30 діб при температурі 18-20 С					
МАФАМ*, КУО/г	12455	9650	6545	4871	3950
Кислотне число жиру, мг/КОН%	18,23	17,98	16,54	11,26	6,23

\*Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів

Аналіз даних результатів лабораторних досліджень наведених в таблиці 3.6. свідчить про те що в процесі зберігання отриманих гранул не спостерігається суттєві зміни кислотного числа жиру та мікробіологічних показників, а говорить про те що відбуваються природні процеси.

Гранули виготовлені із черствого хліба або ті що містять більшу його кількість характеризуються підвищеним кислотним числом та мають вищу мікробіологічну обсемененість. Тому що це продукт який виготовлений із черствого хліба, який уже був середовищем для накопичення мікроорганізмів і які в процесі гранулювання не можуть бути повністю знищені.

### Висновки до розділу 3

1. Дослідження процесу гранулювання суміші черствого хліба та суміші із зерном кукурудзи у різних співвідношеннях свідчать про те, що при збільшенні вологості суміші до 18 % крихкість гранул зменшується, а при подальшому зволоженні суміші, навпаки крихкість збільшується.

2. Дослідження впливу температури на крихкість гранул показав що підвищення температури сприяє зміцненню гранул і знижує показник крихкості, це можна пояснити тим, що при збільшенні температури більш ефективно проходить процес клейстеризації крохмалю, який міститься в суміші.

3. Визначення впливу кількості зерна кукурудзи в суміші з черствим хлібом на крихкість гранул, показав що додавання кукурудзи суттєво не змінює крихкість гранул, що можна пояснити високим вмістом крохмалю в зерні кукурудзи який під впливом вологи і температури здатний утворювати клейстер який і є зв'язуючою речовиною.

4. Гранули виготовлені із черствого хліба або ті що містять більшу його кількість характеризуються підвищеним кислотним числом та мають вищу мікробіологічну обсемененість, які в процесі гранулювання не можуть бути повністю знищені. В процесі зберігання протягом 30 діб, спостерігаються не суттєві зміни кислотного числа жиру та мікробіологічних показників, що свідчить про природні процеси.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1. Опис технологічної лінії гранулювання

Процес гранулювання черствого хліба у виробничих умовах ТОВ "Перший столичний хлібозавод" можна здійснити шляхом встановлення лінії гранулювання.

Схема технологічного процесу гранулювання черствого хліба наведена на рис. 4.1.

Суміш черствого хліба

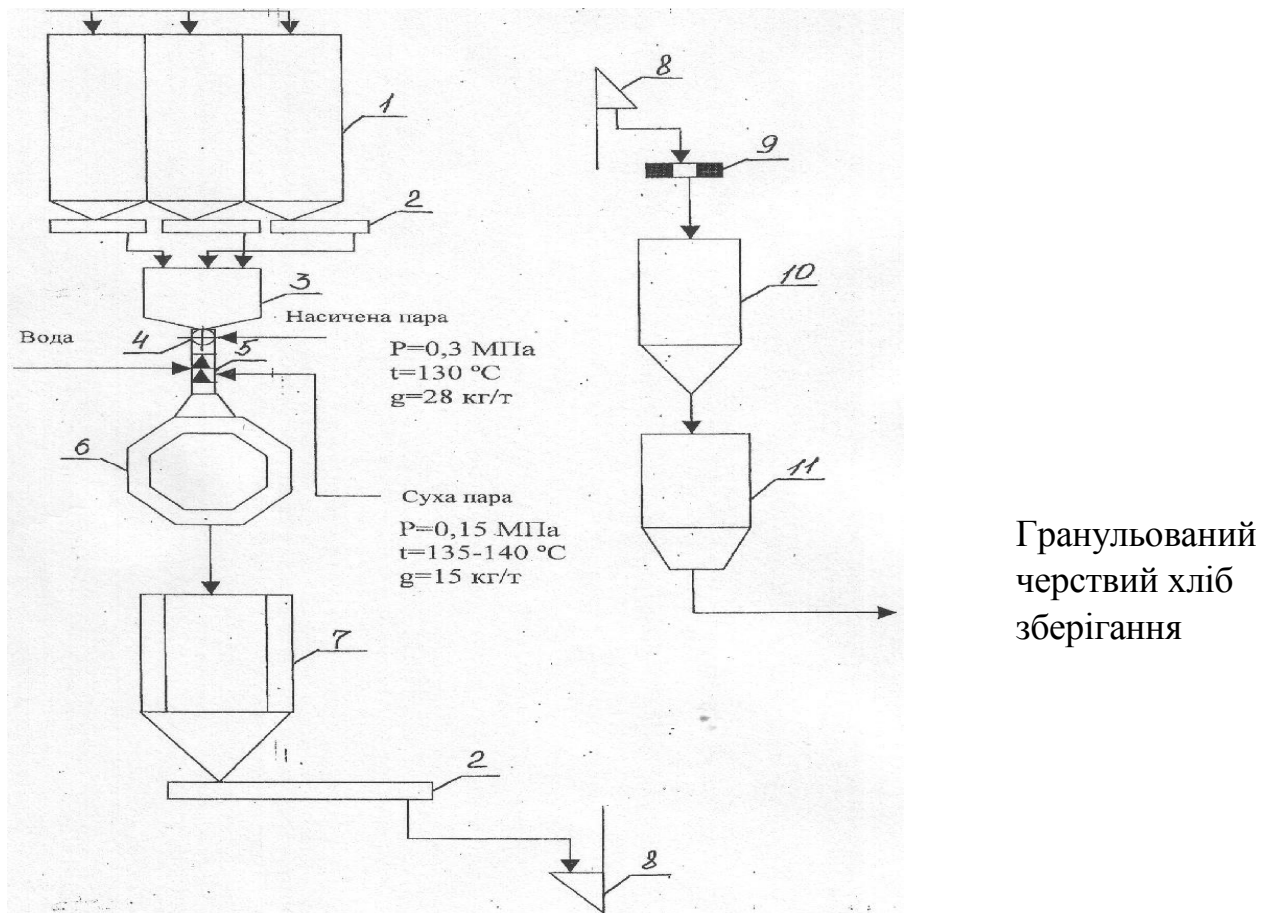


Рис. 4.1 Технологічна схема гранулювання черствого хліба

1- бункер для накопичення суміші; 2- шнек ;3- бункер перед гранулятором; 4- шнек перед гранулятором; 5- кондиціонер; 6- гранулятор; 7- охолоджувач ; 8- норія; 9- магнітний сепаратор; 10- оперативний бункер; 11- ваги.

Потужність лінії гранулювання повинна бути 2 т/год при діаметрі гранул 8 мм або 4 т/год при діаметрі гранул 12 мм. Лінія транспортування гранул повинна забезпечувати потужність виробництва.

Технологія виробництва гранул із черствого хліба включає такі операції:

- змішування суміші черствого хліба;
- завантаження суміші в оперативний бункер над гранулятором;
- пресування суміші в гранули;
- охолодження гранул;
- транспортування готової продукції.

Гранулювання черствого хліба здійснюється вологим способом: в подвійний кондиціонер (5) поступає продукт із накопичувальних бункерів (1) і подається вода, відбувається змішування і рівномірне зволоження продукту. Далі продукт подається на пресування в гранулятор (6) а потім надходить в охолоджувальну колонку (7). Для запобігання всмоктування повітря з гранулятора передбачено клапан.

Повітря із навколишнього середовища, за допомогою вентилятора, подається в охолоджувальну колонку, проходить через шар гранул і через механізм вивантаження, проходить очищення в циклоні і виводиться назовні. Мілкі частинки одержані при очищенні повітря в циклоні повертаються на гранулятор. Вологість гранул на виході з охолоджувальної колонки становить 13-14 %, а температура не повинна перевищувати на 2-5 °С температуру навколишнього середовища.

Охолоджені гранули за допомогою норії (8) подають в оперативну місткість (10), кількість контролюють на вагах (11) і за допомогою транспортних ліній подають на зберігання.

Технологічний процес гранулювання суміші черствого хліба здійснюється в автоматичному режимі.

Технологічна лінія має бути оснащена операційною панеллю та панеллю ввімкнення двигунів.

Для контролю на усіх ділянках технологічної лінії передбачено датчики контролю - оперативні місткості передбачають датчики верхнього і нижнього рівня продукту, транспортні механізми - датчики підпору, також передбачено блокування електродвигунів технологічного та аспіраційного устаткування.

Для гранулювання суміші черствого хліба у виробничих умовах рекомендовано використовувати насичену пару. Подача насиченої пари здійснюється під тиском 0,3 МПа, а витрати 30 кг/т (4) час оброблення 10 - 15 с, а потім подавати продукт на кондиціонування(5), де уже використовується суха пара з тиском 0,15 МПа, температурою 135 °С і витрати її становлять 15 кг/т. Такий спосіб обробки суттєво змінює якість гранул за рахунок зниження крихкості.

#### **4.2. Правила обслуговування технологічної лінії гранулювання**

Працівники, які обслуговують технологічну лінію гранулювання зобов'язані:

- виконувати правила внутрішнього розпорядку підприємства;
- використовувати спеціальний одяг та користуватись засобами індивідуального захисту;
- чітко знати будову технологічного обладнання та принцип роботи технологічної лінії гранулювання сумішей, способи обслуговування;
- бути пильними та обережними під час провадження технологічного процесу, дотримуватись принципів ведення технологічного процесу, не відволікатись на сторонні розмови та іншу роботу, а також не відволікати колег;
- знати і виконувати правила пожежної безпеки на виробництві;
- знати правила надання першої долікарської допомоги та вміти надати її у необхідних випадках;
- не палити у виробничих приміщеннях, а лише у спеціальних місцях, відведених на підприємстві.

При обслуговуванні технологічного обладнання лінії гранулювання сумішей враховувати небезпечні та шкідливі фактори виробництва, до яких віднесено:

- рухомі частини технологічного обладнання;
- електричний струм;
- запиленість виробничого приміщення;
- вібрація та шум;
- недостатня кількість освітлення виробничої зони ;
- знижена чи підвищена температура та вологість повітря виробничої зони.

При обслуговуванні технологічної лінії гранулювання сумішей слід звертати увагу основні причини виникнення негативних наслідків, травмування, до яких можна віднести:

- відсутність захисних огорожень рухомих механізмів технологічного обладнання або інших частин обладнання, які обертаються - зубчасті колеса, шківни, вали та інше;
- ненадійне закріплення захисних кришок транспортного обладнання або їх відсутність;
- площадки для обслуговування обладнання які виконані з порушенням вимог безпеки, мають висоту огороження менше 1 м і не зашиті в нижній частині на 0,2 м;
- наявність пошкодженої електричної мережі або електроустаткування, несправність захисного заземлення або його відсутність, використання пошкоджених кнопок пуску і зупинки, пошкоджених силових мереж та приводів;
- недотримання встановлених вимог безпеки на виробництві та безпечних умов праці;
- порушення вимог використання спецодягу та захисних головних уборів;
- захащеність виробничої зони та робочого місця.

Перед початком роботи на технологічній лінії гранулювання сумішей кожен працівник повинен:

- одягнути спеціальний одяг та головний убір, застібнути усі гудзики, оглянути чи не має звисаючих кінців одягу;
- отримати завдання на виконання роботи по обслуговуванню технологічної лінії гранулювання сумішей;
- дізнатися про недоліки в роботі технологічного обладнання;
- при наявності поломок або несправностей в роботі технологічної лінії на приступати до роботи до моменту повного усунення неполадок;

Після закінчення роботи:

- усе обладнання технологічної лінії гранулювання сумішей відімкнути від електричної мережі;
- прибрати робочу зону, приладдя для прибирання розмістити у відведеному місці;
- зняти засоби індивідуального захисту та спеціальний одяг, привести їх у порядок, а також виконати вимоги по дотриманню особистої гігієни;
- якщо було помічено несправності в роботі технологічного обладнання або недоліки в роботі технологічної лінії то слід повідомити безпосереднього керівника.

### **4.3. Соціально-економічна ефективність роботи**

Соціально-економічна ефективність дослідження можливості використання черствого хліба в комбікормах для птиці має суттєве значення для хлібопекарської і комбікормової галузі, та загалом для навколишнього середовища.

Для хлібопекарської галузі - відходи виробництва становлять значну частку 8-10 %, які не можуть бути використані в технологічному процесі в силу великої їх кількості. Частина їх переробляється приблизно 1 %, частина реалізується фермерським господарствам або приватним сільськогосподарським виробникам а значна частина утилізується або вивозиться на смітник. Що суттєво відображається на економічних

показниках роботи будь якого хлібопекарського виробництва, тому що фінансові втрати досягають 10 %.

Комбікормова галузь для виробництва готової продукції використовують значну кількість зернової сировини в деяких видів комбікормів її частка перевищує 60 %. Тому заміна певних видів високовартісної зернової сировини із кращими показниками засвоюваності та поживної цінності дозволить знизити вартість комбікорму і одночасно покращити якість та засвоюваність.

Для навколишнього середовища, утилізація черствого хліба шляхом вивезення на сміттєзвалища є неприпустимою. Впродовж останніх років хлібні відходи викликають все більшу зацікавленість, тому що створюють величезну глобальну проблему для навколишнього середовища. Несуть за собою значні економічні втрати, які в роки пандемії та війни в Україні стали ще більшими через підвищення цін на зернові і як наслідок підвищення собівартості продукції та ціни на хліб.

Незважаючи на численні дослідження можливості повторного використання хлібних відходів практичного застосування в нашій державі вони не знайшли.

Тому дослідження можливості використання відходів черствого хліба у технології комбікормів та впровадження запропонованої технології матиме як соціальний так і економічний ефект.

#### **Висновки до розділу 4**

1. У результаті проведення теоретичних та експериментальних досліджень нами встановлено доцільність гранулювання черствого хліба або його суміші з зерном кукурудзи.
2. Запропонована технологічна схема та технологічні параметри гранулювання черствого хліба.
3. Обрунтовано соціальну та економічну ефективність впровадження результатів досліджень.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз проведених теоретичних досліджень по використанню відходів хліба у світовому масштабі свідчить про доведену можливість використання таких продуктів у виробництві етанолу, біоводню, бурштинової кислоти, молочної кислоти, пігментів та ферментів і інших продуктів. Але в промисловому виробництві широкого застосування ці технології не знайшли.

2. Отримані результати досліджень показали, що використання хлібних відходів дає багато переваг, які пов'язані із захистом навколишнього середовища, зниженням витрат виробництва та економією енергетичних ресурсів.

3. Вивчення хімічного складу черствого хліба свідчить про високу поживність та засвоюваність. Високий вміст білку понад 12 %, жиру понад 6 %, легкозасвоюваних вуглеводів понад 60 % дозволяють розглядати даний вид сировини як альтернативу для зернових видів корму.

4. Вивчення фізичних властивостей черствого хліба показали що у звичайному вигляді використовувати у виробництві комбікормів як сировину неможливо. Виникає необхідність спеціальної обробки з метою зниження вмісту вологи, мікробіологічного обсеменення та підвищення сипкості продукту шляхом ущільнення. Що може бути досягнуто за рахунок гранулювання.

5. Дослідження ефективності процесу гранулювання дало можливість встановити вплив зміни вологості та температури суміші на крихкість гранул, при збільшенні вологості до 18 % крихкість гранул зменшується, а при подальшому зволоженні суміші, навпаки збільшується. Підвищення температури сприяє зміцненню гранул і знижує показник крихкості.

6. Гранули виготовлені із черствого хліба або ті що містять більшу його кількість характеризуються підвищеним кислотним числом та мають вищу мікробіологічну обсемененість, які в процесі гранулювання не можуть бути повністю знищені. В процесі зберігання протягом 30 діб, спостерігаються

не суттєві зміни кислотного числа жиру та мікробіологічних показників, що свідчить лише про природні процеси.

7. У результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень нами встановлено доцільність гранулювання черствого хліба та визначено оптимальні параметри процесу - вологість суміші 15,0-18 % при яких отримали кормовий продукт зі стандартними показниками якості (вологість гранул 9,1-11,2 %, крихкість 6,0-8,2 %), що відповідають вимогам діючої нормативно-технічної документації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Підручник для студ. вищ. навч. закладів / Б.В. Єгоров. Одеса. Друкарський дім, 2011. 448 с.
- 2 Дяченко Л.С., Бомко В.С., Сивик Т.Л.. Основи технології комбікормового виробництва: навчальний посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.
- 3 Біленький, О. Ю. Комбікормова галузь: тенденції та перспективи розвитку : монографія / О. Ю. Біленький; Донецький національний університет економіки і торгівлі імені М. Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – 532 с. –
- 4 Волкова, С. Ф. Розвиток комбікормового виробництва як основа забезпечення продовольчої безпеки України / С. Ф. Волкова, К. О. Щербатова // Економіка харчової промисловості. – 2015. – № 2. – С. 13–17.
- 5 Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції / Міністерство агропромислового комплексу, Київський інститут хлібопродуктів – Київ : Віпол, 1998. – 219 с.
- 6 Єгоров, Б. В. Історія розвитку комбікормової промисловості / Б. В. Єгоров // Корми і факти: Практичне видання для фахівців агробізнесу. – 2012. – № 7. – С. 29–32.
- 7 Інновації в птахівництві: ефективність, продуктивність, якість // Аграрний тиждень. 2013. №35–36 (275). С.24–27.
- 8 Сьогодення комбікормової промисловості Туреччини // Хранение и переработка зерна. – 2016. – № 10 (206). – С. 33–35.
- 9 Бевз В.В. Енергоефективність підприємств харчової промисловості сучасний стан і стратегія розвитку // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2010. Т.1. №35. С. 15 – 17.
- 10 Єгоров Б.В., Ворона Н.В. Опыт эксплуатации комбикормовых заводов IV-го поколения // Зернові продукти і комбікорми. 2011. №4 (44). С. 24-29.
- 11 Єгоров Б.В. Современные тенденции развития производства комбикормов и повышения их качества // Зернові продукти і комбікорми. 2012. №3 (47).

- С. 33-35.
- 12 Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Технологічна ефективність удосконалення технології гранулювання // Наукові праці ОНАХТ. Одеса, 2018. № 2. С. 10-16
  - 13 Мельник, В.В. Корми для птиці / В. В. Мельник // Сучасне птахівництво. – 2007. – №5 – 6 (54–55). – С. 14 – 19.
  - 14 Батієвська Н. О. Удосконалення технології гранулювання при 69 виробництві комбікормів : дис. доктора філософії : 181 Харчові технології. Одеса, 2020. 174 с.
  - 15 Котов Б. І., Спірін А. В., Солоня О. В., Калініченко Р. А. «Стан і перспективи теплової і механічної переробки зернової сировини на корм». Вібрації в техніці та технологіях. 2017. № 4(84). С. 139–142.
  - 16 Єгоров Б. В., Кочетова А. О., Величко Т. О., Хоренжий Н. В., Сушло В. В., Ісламов В. А., Турпурова Т. М Контроль якості та безпека продукції в галузі (комбікормова галузь): Підручник. Херсон: ОЛДПЛЮС. 2013. 446 с.
  - 17 Мікробіологія харчових продуктів і кормів *E. coli* : ДСТУ ISO 4831:2006. [Чинний від 2006-01-01]. К. : Держспоживстандарт України 2006. IV, 121 с. (Національні стандарти України).
  - 18 Методи та технології грануляції: останні досягнення [Електронний ресурс] / Доступ: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4401168/>
  - 19 Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Гранулювання - запорука прибутковості виробництва // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. 2017. Т. 1, вип. 1. С. 29-30.
  - 20 Звіт про стан та розвиток національної культури та мистецтва в Україні у 2020 році. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2021/zb/10/zb\\_vknu2020pdf.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/10/zb_vknu2020pdf.pdf)
  - 21 Басюркіна, Н. Й. Огляд ринку комбікормової промисловості України / Н. Й. Басюркіна, Л. В. Шарапанюк // Економіка харчової промисловості. – 2017. – № 2. – С. 14–18.

- 22 Fadda, C.; Sanguinetti, A.M.; Del Caro, A.; Collar, C.; Piga, A. Bread Staling Updating the View. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2014, 13, 473–492.
- 23 Dhen, N.; Román, L.; Ben Rejeb, I.; Martínez, M.M.; Garogouri, M.; Gómez, M. Particle Size Distribution of Soy Flour Affecting the Quality of Enriched Gluten-Free Cakes. *LWT-Food Sci. Technol.* 2016, 66, 179–185.
- 24 Dhen, N.; Ben Rejeb, I.; Boukhris, H.; Damergi, C.; Gargouri, M. Physicochemical and Sensory Properties of Wheat- Apricot Kernels Composite Bread. *LWT-Food Sci. Technol.* 2018, 95, 262–267
- 25 Melikoglu, M.; Lin, C.S.K.; Webb, C. Stepwise Optimisation of Enzyme Production in Solid State Fermentation of Waste Bread Pieces. *Food Bioprod. Process.* 2013, 91, 638–646.
- 26 Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Food Price Index. FAO Food Price Index Rises Further in September. 2021. Available online: <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-food-price-index-rises-further-07-10-2021/en>.
- 27 U.S. Environmental Protection Agency. Reduce Wasted Food by Feeding Animals. Sustainable Management of Food. 2022. Available online: <https://www.epa.gov/sustainable-management-food/reduce-wasted-food-feeding-animals>
- 28 Dewettinck, K.; Van Bockstaele, F.; Kühne, B.; Van de Walle, D.; Courtens, T.M.; Gellynck, X. Nutritional Value of Bread: Influence of Processing, Food Interaction and Consumer Perception. *J. Cereal Sci.* 2008, 48, 243–257.
- 29 Pietrzak, W.; Kawa-Rygielska, J. Ethanol fermentation of waste bread using granular starch hydrolyzing enzyme: Effect of raw material pretreatment. *Fuel* 2014, 134, 250–256.
- 30 Datta, P.; Tiwari, S.; Pandey, L.M. Bioethanol production from waste breads using *saccharomyces cerevisiae*. In *Utilization and Management of Bioresources*; Ghosh, S.K., Ed.; Springer: Singapore, 2018; pp. 125–134.
- 31 Mihajlovski, K.R.; Milić, M.; Pecarski, D.; Dimitrijević-Branković, S.

- Statistical Optimization of bioethanol production from waste bread hydrolysate: Scientific paper. *J. Serb. Chem. Soc.* 2021, 86, 651–662.
- 32 Brancoli, P.; Bolton, K.; Eriksson, M. Environmental impacts of waste management and valorisation pathways for surplus bread in Sweden. *Waste Manag.* 2020, 117, 136–145.
  - 33 Panesar, P.S.; Kaur, S. Bioutilisation of agro-industrial waste for lactic acid production. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2015, 50, 2143–2151.
  - 34 Lactic Acid Market Size, Share & Trends Analysis Report By Raw Material (Sugarcane, Corn, Cassava), By Application (PLA, Food & Beverages), By Region, And Segment Forecasts, 2021–2028. Available online: <https://www.marketresearch.com/GrandView-Research-v4060/Lactic-Acid-Size-Share-Trends-14484166/>
  - 35 Merrylin, J.; Kannah, R.Y.; Banu, J.R.; Yeom, I.T. Production of organic acids and enzymes/biocatalysts from food waste. In *Food Waste to Valuable Resources*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 119–141.
  - 36 Han, W.; Huang, J.; Zhao, H.; Li, Y. Continuous biohydrogen production from waste bread by anaerobic sludge. *Bioresour. Technol.* 2016, 212, 1–5.
  - 37 Maoka, T. Carotenoids as natural functional pigments. *J. Nat. Med.* 2020, 74, 1–16.
  - 38 Gmoser, R.; Sintca, C.; Taherzadeh, M.J.; Lennartsson, P.R. Combining submerged and solid-state fermentation to convert waste bread into protein and pigment using the edible filamentous fungus *N. Intermedia*. *Waste Manag.* 2019, 97, 63–70.
  - 39 Haque, M.A.; Kachrimanidou, V.; Koutinas, A.; Lin, C.S.K. Valorization of bakery waste for biocolorant and enzyme production by *Monascus purpureus*. *J. Biotechnol.* 2016, 231, 55–64.
  - 40 Riaukaite, J.; Basinskiene, L.; Syrpas, M. Bioconversion of waste bread to glucose fructose syrup as a value-added product. *FoodBalt 2019*, 120–124.
  - 41 Demirci, A.S.; Palabiyik, I.; Gumus, T. Bread wastage and recycling of waste

- bread by producing biotechnological products. *J. Biotechnol.* 2016, 231, S13
- 42 Verni, M.; Minisci, A.; Convertino, S.; Nionelli, L.; Rizzello, C.G. Wasted bread as substrate for the cultivation of starters for the food industry. *Front. Microbiol.* 2020, 11, 293
- 43 <https://hlibinvest.com.ua/kompanii/tov-pershij-stolichnij-hlibzavod/>. Офіційний сайт «Перший столичний хлібзавод» [Електронний ресурс]. – 2020.
- 44 [http://hlebinvest.com.ua/uk/our\\_bakeries/novi\\_petrovtsy/](http://hlebinvest.com.ua/uk/our_bakeries/novi_petrovtsy/). Офіційний сайт «Цар хліб» [Електронний ресурс]. – 2020.
- 45 Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. - К.: ТОВ "Руслана", 1998. - 413 с.
- 46 ДСТУ 4120-2002. Комбікорми повнораціонні для сільськогосподарської птиці. Технічні умови : Чинний від 2003-04-01. – Вид. офіц. – Київ : Держстандарт України, 2003. – 12 с. – (Національний стандарт України).
- 47 Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ-4525:2006. — [Введ. в дію 01.04.2007]. — К. : Держстандарт України, 2006. — 14 с. — (Національний стандарт України).
- 48 Корма. Отбор проб: ГОСТ ISO 6497-2014. — [Введ. в дей 01.07.2017]. — М. : Стандартиформ, 2014. — 6 с. — (Национальный стандарт Российской федерации).
- 49 Корми для тварин. Готування проб для дослідження: ДСТУ ISO 6498:2006. — [Введ. в дію 01.07.2007]. — К. : Держстандарт України, 2007. — 10 с. — (Національний стандарт України).
- 50 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин: ДСТУ ISO 6496:2005. — [Введ. в дію 01.07.2006]. — К. : Держстандарт України, 2007. — 11 с. — (Національний стандарт України).