

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

АДАШЕВСЬКИЙ ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 504.06:628.4.043:636.085

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕКОЛОГІЗАЦІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ ШЛЯХОМ
УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

Спеціальність 101 – Екологія
Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



О.В. Адашевський

Науковий керівник:
Байрачний Володимир Борисович
Кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Адашевський О.В. Екологізація кондитерських виробництв шляхом утилізації відходів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» (10 – Природничі науки) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2026.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Об'єктом дослідження є процеси утилізації твердих органічних відходів кондитерських виробництв з метою вирішення завдань екологізації підприємств.

Предмет дослідження – модель внутрішнього і зовнішнього рециклінгу як складової процесів утилізації твердих органічних відходів кондитерських виробництв при вирішенні екологічних завдань екологічного управління на підприємствах.

Дисертаційне дослідження присвячене розв'язанню науково-практичних задач управління відходами кондитерських виробництв та зменшенню обсягів утворених твердих органічних відходів завдяки їх вторинному використанню в якості ресурсоцінної сировини. Отримані результати сприяють розвитку циркулярного підходу до рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв, що відповідає ієрархії управління відходами та забезпечує екологізацію харчових виробництв.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження, визначено актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі, визначено основні положення, новизну та практичну значимість отриманих результатів, показано зв'язок дисертаційного дослідження з науковими напрямками діяльності кафедри та цілями сталого розвитку.

У першому розділі проаналізовано наукові підходи до визначення змісту терміну «екологізація» та визначено, що він містить дві складові - загальний рівень екологічної свідомості всіх залучених у виробничий процес осіб та власно

технологічні рішення, які спрямовані на зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище на всіх етапах життєвого циклу кондитерської продукції. Проведений аналіз негативного впливу кондитерських виробництв на навколишнє природне середовище показав комплексний характер такого впливу на всі елементи екосистем та відсутність ґрунтовних наукових основ шляхів мінімізації такого впливу з урахуванням особливостей виробництва та природи агентів забруднення. Проведений SWOT-аналіз поточної ситуації у сфері поводження з кондитерськими відходами дозволив чітко ідентифікувати слабкі сторони існуючої системи поводження з цією категорією відходів, визначити перспективні напрямки рециклінгу таких відходів та можливості для потенційної реалізації цих процесів.

У другому розділі охарактеризовані особливості твердих органічних відходів кондитерських виробництв та надана стисла характеристика методів дослідження вмісту вологи у зразках, вмісту мікотоксинів, теплофізичних властивостей зразків та розроблених агропелет, методів дослідження безпечності розроблених комбікормів.

Третій розділ присвячений дослідженню негативного впливу місць зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв на прилеглі екосистеми та можливості використання цієї категорії відходів у складі комбікормів. Визначено, що забруднення атмосферних стічних вод органічними речовинами, що є складовими твердих органічних відходів кондитерських виробництв, залежить від комплексу факторів, серед яких пора року, інтенсивність опадів, склад відходів, метод зберігання та тип пакування мають критичний вплив. Показано, що сукупність дії цих факторів також впливає на розвиток плісневих грибів у відходах та є чинником екологічної небезпеки при їх зберіганні та обмежує напрямки рециклінгу. Отримано емпіричне рівняння залежності часу появи плісневих грибів від вмісту жиру та вологи у твердих органічних відходах кондитерських виробництв, яке дозволяє прогнозувати безпечний термін зберігання відходів та визначати пріоритетність рециклінгу окремих партій. Доведено ефективність використання гумінових кислот в якості фунгістатичних препаратів для твердих органічних відходів кондитерських

виробництв та безпеку подальшого використання оброблених гуміновими кислотами відходів у складі комбікормів. Розроблена рецептура комбікормів, до складу яких входять тверді органічні відходи кондитерських виробництв та проведені дослідження можливості їх застосування у тваринництві при годівлі курей та свиней на різних етапах їх вирощування.

У четвертому розділі досліджено потенціал використання твердих органічних відходів кондитерських виробництв у складі агропелет. Аналіз тенденцій ринку агропелет показав, що соняшникове лушпиння є найбільш інтегрованою – у сучасний ринок твердого біопалива – сировиною в Україні. Відповідно до результатів досліджень було обрано соняшникове лушпиння як компонент паливних пелет комбінованого складу, які містять більше 40 мас.% твердих органічних відходів кондитерських виробництв. Результати дослідження процесу сушки твердих органічних відходів кондитерських виробництв показали залежність часу, необхідного для зменшення вмісту вологи до 20 мас.%, від вмісту жиру та вологи у відходах. Отримані емпіричні рівняння для різних категорій відходів дозволяють визначати параметри технологічного процесу сушки. Доведено позитивний вплив подрібнення соняшnikового лушпиння на механічну міцність агропелет комбінованого складу. Розроблені агропелети комбінованого складу мають високі теплофізичні характеристики, в тому числі значення найвищої та найнижчої теплоти згорання та низький показник зольності. Результати дослідження хімічного складу золи показали можливість її використання в якості добрива, що було доведено експериментально.

П'ятий розділ присвячений розробці локальної моделі поводження з відходами споживання кондитерських виробництв, яка ґрунтується на циркулярному підході та повністю відповідає ієрархії управління відходами та концепції сталого розвитку. Проведений SWOT аналіз розробленої моделі управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв засвідчив перевагу сильних сторін над слабкими та широкий спектр можливостей при реалізації моделі. Запропоновані технологічні схеми рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв містять ключові технологічні операції та дозволяють оцінити необхідні витрати на

реалізацію.

За висновками щодо ефективності дисертаційного дослідження відзначені такі наукові результати:

- вперше розроблено модель рециклінгу твердих органічних відходів, яка базується на циркулярному принципі та відповідає концепції сталого розвитку й забезпечує зменшення обсягів відходів;
- вперше науково-обґрунтовано виробництво агропелет, отриманих на основі включення твердих органічних відходів кондитерських виробництв та соняшникового лушпиння, як розв'язання задачі зменшення обсягів залишків виробництва та вирішення завдань екологізації підприємств;
- удосконалено рецептуру комбікормів, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв, з урахуванням особливостей годівлі свійської птиці та свиней на різних етапах їх розвитку, як напрям екологічних рішень на кондитерських підприємствах;
- отримали подальший розвиток технологічні рішення щодо використання гумінових кислот, отриманих з бурого вугілля вітчизняних родовищ, в якості фунгістатиків для твердих органічних відходів кондитерських виробництв з метою забезпечення тривалого зберігання відходів і зниження їх небезпеки;
- отримали подальший розвиток теоретичні основи використання SWOT-аналізу у галузі екологічної безпеки та природоохоронних технологій

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі НТУ «ХП» при підготовці здобувачів спеціальностей E2 «Екологія» та G2 «Технології захисту навколишнього середовища»

Ключові слова: поводження з відходами, сільськогосподарські відходи, зменшення відходів, виробництво альтернативного палива, енергія з відходів, паливні пелети, гумінові кислоти, годівля, молодняк свиней, циркулярна економіка, переробка органічних відходів, сталий розвиток, комбікорм, агропелети, харчові відходи.

ABSTRACT

Adashevskiy O. V. Confectionery production greening by waste using. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in specialty 101 "Ecology" (10 – Natural Sciences) – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", 2026.

The dissertation research was carried out at the Chemical Engineering and Industrial Ecology Department, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

The research object encompasses solid organic confectionery waste utilization processes aimed at solving enterprise greening tasks.

The research subject involves the internal and external recycling model as a component within solid organic confectionery waste utilization processes for solving enterprise environmental management tasks.

The dissertation research focuses on solving confectionery waste management scientific and practical tasks and reducing generated solid organic waste volumes through their secondary application as valuable resource materials. The obtained results promote circular approach development regarding solid organic confectionery waste recycling, matching the waste management hierarchy and ensuring food production greening.

The introduction provides a comprehensive rationale for the chosen research direction relevance, formulating the primary study aim and specific tasks. This section outlines the scientific novelty, highlights key defense provisions, and validates the obtained results' practical significance, emphasizing their alignment with the department's scientific programs and sustainable development goals.

The first chapter analyzes scientific approaches defining the "greening" concept, establishing its two main components: the general environmental awareness level among all personnel involved and specific technological solutions aimed at minimizing adverse environmental impacts across all confectionery product lifecycle stages. Furthermore, the confectionery production adverse environmental impact analysis

revealed its complex nature affecting all ecosystem elements, highlighting the lack of profound scientific foundations for minimizing such impacts considering specific production features and pollutant agent nature. The current confectionery waste management sector SWOT analysis clearly identified existing management system weaknesses, determining promising recycling directions and potential implementation opportunities.

The second chapter characterizes solid organic confectionery waste specific features and briefly outlines sample moisture and mycotoxin content determination methods, developed agropellet thermophysical property evaluation techniques, and developed compound feed safety assessment procedures.

The third chapter investigates solid organic confectionery waste storage area adverse impacts on adjacent ecosystems and explores utilizing this waste category within compound feeds. Findings indicate that organic substance pollution in stormwater runoff from confectionery waste depends on multiple factors, with season, precipitation intensity, waste composition, storage method, and packaging type exerting critical influence. These combined factors also affect mold development within the waste, creating environmental hazards during storage and restricting recycling options. An empirical equation correlating mold appearance time with confectionery waste fat and moisture content was derived, allowing safe waste storage period prediction and individual batch recycling prioritization. The research proved humic acid application effectiveness as fungistatic agents for solid organic confectionery waste, confirming the subsequent compound feed safety containing humic acid-treated waste. Finally, the study developed compound feed formulations incorporating solid organic confectionery waste, investigating their application feasibility in poultry and pig farming across various growth stages.

The fourth chapter explores solid organic confectionery waste utilization potential within agropellets. The agropellet market trend analysis revealed sunflower husks as the most integrated raw material within the modern Ukrainian solid biofuel market. Consequently, researchers selected sunflower husks as a combined-composition fuel pellet component, containing over 40 wt.% solid organic confectionery waste. Confectionery waste drying process studies demonstrated the

time required for reducing moisture content to 20 wt.% heavily relies on initial waste fat and moisture parameters. The derived empirical equations for various waste categories enable precise drying technological process parameter determination. Furthermore, the research confirmed sunflower husk milling's positive impact on combined agropellet mechanical strength. The developed combined agropellets exhibit excellent thermophysical characteristics, including high superior and inferior calorific values alongside low ash content. Ash chemical composition analysis results confirmed its potential application as fertilizer, successfully proven through experimental trials.

The fifth chapter focuses on developing a local confectionery consumption waste management model based on circular principles, strictly complying with the waste management hierarchy and sustainable development concepts. The developed solid organic confectionery waste management model SWOT analysis demonstrated significant strengths prevailing over weaknesses, revealing broad implementation opportunities. The proposed solid organic confectionery waste recycling technological schemes contain key operational stages, facilitating necessary implementation cost evaluation.

The dissertation research effectiveness and scientific novelty encompass the following key findings:

- first developed a solid organic waste recycling model based on circular principles, aligning with sustainable development concepts and ensuring waste volume reduction;
- first scientifically substantiated combined agropellet production utilizing solid organic confectionery waste and sunflower husks, effectively addressing production residue minimization and enterprise greening tasks;
- improved compound feed formulations containing solid organic confectionery waste, considering poultry and pig feeding specifics across various developmental stages, offering viable confectionery enterprise environmental solutions;
- further advanced technological approaches regarding domestic brown coal-derived humic acid application as solid organic confectionery waste fungistatics, ensuring prolonged safe storage and hazard reduction;
- further expanded theoretical foundations regarding SWOT analysis application

within the environmental safety and nature conservation technology field.

The dissertation's theoretical and practical results are currently utilized within the NTU "KhPI" educational process for preparing students majoring in specialty E2 "Ecology" and G2 "Environmental Protection Technologies".

Keywords: waste management, agricultural waste, waste reduction, alternative fuel production, waste-to-energy, fuel pellets, humic acids, feeding, piglets, circular economy, organic waste processing, sustainable development, compound feed, agropellets, food waste.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Адашевський О. В. Використання твердих відходів кондитерських фабрик при виробництві комбікормів як елемент сталого розвитку України. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С. 179–182. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.30>
2. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження впливу місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 136, ч. 1. С. 266–273. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.32>
3. Мірошніченко Д. В., Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Комплексний підхід до запобігання пліснявіння твердих органічних відходів кондитерських виробництв як елемент сталого поводження з ними. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2024. № 4. С. 111–121. <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2024.4.12>
4. Гавілей О. В., Рябініна О. В., Адашевський О. В. Використання комбікормів на основі відходів кондитерських виробництв у птахівництві. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 142, ч. 1. С. 191–198. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.24>

5. Байрачний В. Б., Адашевський О. В., Сакун А. О., Литвин А. О., Бутко В. С. Дослідження запиленості повітря тваринницьких комплексів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2025. № 2. С. 131–139. <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2025.2.11>

6. Адашевський О.В. Дослідження перспектив сумісного енергетичного використання відходів кондитерських виробництв та соняшникового лушпиння як елемент сталого управління відходами. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 145, Т. 1. С. 298- 306. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.34>

Опубліковані праці апробаційного характеру:

7. Адашевський О.В. Сталий підхід до переробки відходів кондитерських фабрик у комбікорм. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування* : зб. матеріалів 7-го Міжнар. молодіжного конгресу, 12-14 жовтня 2022 р. Львів : Яроченко Я. В., 2022. С. 31.

8. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Підвищення енергоефективності при виробництві комбікормів з застосуванням відходів кондитерських виробництв. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 16-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 14–16 грудня 2022 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 323.

9. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Оцінка перспектив використання відходів кондитерських фабрик для виробництва комбікормів. *Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2022* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. за участю молодих науковців, 27 жовтня 2022 р. Харків : ХНАДУ, 2022. С. 29–31.

10. Adashevskiy O. V., Bairachnyi V. B. Comprehensive approach to food production wastes using as part of compound feed. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 27–28 квітня 2023 р. Харків, 2023. Р. 124–125.

11. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Вплив умов зберігання твердих

відходів кондитерських виробництв на їх придатність до переробки. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 17-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 28–30 листопада 2023 р. Харків, 2023. С. 431.

12. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Зниження енергозатрат процесу виробництва комбікормів з використанням твердих відходів кондитерських фабрик. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. С. 328.

13. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Оцінка впливу на гідросферу місць накопичення твердих відходів кондитерських виробництв. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 16 травня 2024 р. Харків : НУЦЗУ, 2024. С. 280–281.

14. Адашевський О. В., Пітак Р. О. Перспективи впровадження розширеної відповідальності виробників кондитерської продукції. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 25–26 квітня 2024 р. Харків, 2024. С. 122–123.

15. Адашевський О. В., Шаловинська В. В. Свідоме споживання як елемент сталого поведіння з відходами кондитерських виробництв. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 32-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, 22–25 травня 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 337.

16. Пітак Р. О., Адашевський О. В. Вплив на довкілля місць накопичення твердих органічних кондитерських відходів. *Консолідація заради майбутнього: наукові здобутки вчених задля перемоги та післявоєнної відбудови України* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів, 29 серпня 2024 р. Полтава, 2024. С. 17–18.

17. Пітак Р. О., Адашевський О. В. Перспективи екологізації кондитерських виробництв в умовах військового стану. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–22 листопада 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ»,

2024. С. 700.

18. Sebko V., Zdorenko V., Zashchepkina N., Sakun A., Zabiika N., Adashevskiy O. A Multi-parameter Method for Dielectric Liquid Media Physical and Chemical Parameters Determining. *2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)* : IEEE Conference, October 2024. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61434.2024.10878085>

19. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження запиленості повітря приміщень для утримання свійських тварин. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 33-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025, 14–17 травня 2025 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С. 428.

20. Адашевський О. В., Кочетов М. С. Дослідження потенціалу використання харчових відходів в якості компонентів палива. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2025 р. Харків : НУЦЗУ, 2025. С. 338–339.

21. Адашевський О. В., Титаренко А. І. Перспективи рециклінгу індивідуального полімерного пакування кондитерських виробів. *Сучасні полімерні матеріали та композити: одержання, переробка та дослідження* : тези доп. 1-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 18–19 березня 2025 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С. 22.

22. Адашевський О. В., Пітак Р. О. Вплив акційних пропозицій на обсяги утворення відходів споживання кондитерських відходів. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 14–15 травня 2025 р. Харків, 2025. С. 201.

23. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Дослідження властивостей агропелет комбінованого складу. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених» : зб. тез доп. 19-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–21 листопада 2025 року. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С.655

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБНИЦТВА ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	14
1.1 Визначення змісту терміну «екологізація».....	14
1.2 Аналіз ринку кондитерських виробництв України	18
1.3 Комплексний вплив кондитерських виробництв на стан прилеглих екосистем.....	23
1.4 Обґрунтування напрямку досліджень.....	34
1.5 Висновки до розділу 1.....	41
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	42
2.1 Матеріали дослідження.....	42
Методики дослідження впливу місць зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв на окремі компоненти екосистем.....	46
2.2 Методика дослідження запиленості повітря	47
2.3 Методика оцінки розвитку плісневих грибів та вмісту мікотоксинів	49
2.4 Дослідження нових рецептур комбікормів та їх безпечності ..	50
2.5 Дослідження енергетичних характеристик відходів	52
2.6 Визначення гранулометричного складу соняшникового лушпиння.....	55
2.7 Обробка та візуалізація отриманих даних.....	56
2.8 Висновки до розділу 2.....	57
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ У СКЛАДІ КОМБІКОРМІВ.....	58
Дослідження впливу місць тимчасового зберігання та накопичення твердих органічних відходів кондитерських виробництв на прилеглі екосистеми.....	58

3.2	Аналіз використання комбікормів в сучасному тваринництві з точки зору впливу на навколишнє природне середовище....	67
3.3	Дослідження методів зменшення кількості мікотоксинів у комбікормах	73
3.4	Дослідження динаміки розвитку плісневих грибів у твердих органічних відходах кондитерських виробництв	76
3.5	Дослідження ефективності використання гумінових кислот в якості фунгістатиків для твердих органічних відходів кондитерських виробництв.....	89
3.6	Дослідження перспектив використання комбікормів, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв ..	94
3.7	Висновки до розділу 3.....	104
РОЗДІЛ 4	ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ У СКЛАДІ АГРОПЕЛЕТ.....	105
4.1	Загальні тенденції розвитку ринку агропелет.....	105
4.2	Дослідження процесу сушки твердих органічних відходів кондитерських виробництв.....	109
4.3	Дослідження властивостей агропелет, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв	116
4.4	Висновки до розділу 4.....	128
РОЗДІЛ 5	РОЗРОБКА ЛОКАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ СПОЖИВАННЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ.....	129
5.1	Циркулярний підхід до використання відходів кондитерських виробництв.....	129
5.2	SWOT аналіз розробленої моделі управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв	134
5.3	Технологічні схеми рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв.....	141
5.4	Висновки до розділу 5.....	144
	ВИСНОВКИ.....	146
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	148

Додаток А.....	179
Додаток Б.....	183
Додаток В.....	184
Додаток Г.....	185
Додаток Д.....	186
Додаток Е.....	187
Додаток Ж.....	188
Додаток К.....	190
Додаток Л.....	192
Додаток М.....	194

ВСТУП

Актуальність теми. Кондитерські виробництва входять до складу харчової галузі та забезпечують потребу людей у швидких енергетичних елементах завдяки глюкозі, а також в антиоксидантах, які містяться у темному шоколаді, горіхах та пектинових виробах. Споживання кондитерських виробів також призводить до утворення гормону дофаміну, який в свою чергу покращує емоційний стан людини. Споживання різноманітних кондитерських виробів є сталим, але уподобання споживачів змінюється по різних групах виробів та залежить від багатьох факторів, серед яких економічні та сезонні є головними.

Виробництво кондитерської продукції має комплексний негативний вплив на екологічний стан прилеглих екосистем, який проявляється у впливі на атмосферу, гідросферу та літосферу. Стічні води кондитерських виробництв містять багатокомпонентні органічні забруднювачі з високим вмістом рослинних та тваринних жирів; викиди у повітря забруднені дрібнодисперсними частинками пилу рослинного походження, очистка яких потребує нових наукових засад; тверді органічні відходи виробництва та споживання кондитерських виробів забруднюють ґрунти при зберіганні та накопиченні, а також впливають на забруднення атмосферних стічних вод.

Тверді органічні відходи кондитерських виробництв є цінної вторинною сировиною завдяки їх складу. Одним з напрямків екологізації кондитерських виробництв є зменшення обсягів відходів, в тому числі твердих, завдяки їх вторинному використанню. Такий підхід відповідає концепції сталого розвитку, яка закрплена Указом Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» №722/2019 від 30.09.2019 в частині зменшення кількості утворених відходів, збільшення частки вторинного використання відходів. Рециклінг твердих органічних відходів кондитерських виробництв також відповідає положенням та принципам, закладеним у Законі України «Про управління відходами» №2320-IX від 20.06.2020р. Різноманітність видів твердих органічних відходів кондитерських виробництв, умов та місць їх утворення, напрямків та терміну придатності до вторинного використання потребує,

безпеки використання продукції рециклінгу, потребує додаткового вивчення та дослідження з метою поширення використання таких відходів як вторинної сировини. Потребує також всебічного вивчення питання мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище технологічного процесу рециклінгу відходів кондитерських виробництв.

Таким чином, процес екологізації кондитерських виробництв тісно пов'язаний з розробкою наукових підходів до рециклінгу твердих органічних відходів, якій утворились під час виробництва та споживання кондитерської продукції, що й визначило напрямки дисертаційних досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота була виконана на кафедрі «Хімічна техніка та промислова екологія» НТУ «ХПІ» у рамках договору 154/32 Про науково-технічне співробітництво та наукове консультування між НТУ «ХПІ» та ТОВ «Всеукраїнська промислова група». Результати виконаних автором досліджень знайшли застосування під час виконання ініціативної тематики K5306 «Розробка наукових основ управління та утилізації твердих відходів» (номер держреєстрації: 0124U001841) та ініціативної тематики K5305 «Розробка наукових основ очищення стічних вод та зневоднення полідисперсних суспензій» (номер держреєстрації: 0124U001842) .

Отримані результати щодо запропонованих способами рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв відповідають цілям та завданням сталого розвитку, сприяючи прогресу у їх досягненні, а саме: цілі сталого розвитку 7 «Доступна та чиста енергія» завданню 7.3 «Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел»; цілі сталого розвитку 2 «Подолання голоду, розвиток сільського господарства» завданню 2.3 «Забезпечити створення стійких систем виробництва продуктів харчування, що сприяють збереженню екосистем і поступово покращують якість земель та ґрунтів, в першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій»; цілі сталого розвитку 12 «Відповідальне споживання та виробництво» завданню 12. 2 «Зменшити втрати

продовольства у виробничо-збутових ланцюжках» та завданню 12.4 «Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв».

Мета і задачі дослідження. Дисертаційне дослідження спрямоване на розв’язання актуальної науково-практичної задачі управління відходами в харчовій галузі, яка стосується вирішення екологічних завдань щодо зменшення обсягів твердих органічних відходів кондитерських виробництв і можливості їх утилізації в якості вторинної сировини.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно дослідити та вирішити наступні задачі теоретичного та прикладного характеру:

1. Надати аналіз негативного впливу на навколишнє природне середовище кондитерських підприємств як комплексної дії небезпечних факторів на довкілля на всіх етапах життєвого циклу виробництва продукції та утилізації утворених відходів.

2. Дослідити основні напрями поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв, встановити наявні проблемні екологічні завдання щодо їх зберігання та впливу на навколишнє середовище для пошуку рішень з виправлення небезпечної ситуації.

3. Розробити математичну модель прогнозування безпечного терміну зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв як умови відсутності появи плісневих грибів відповідно до особливостей складу відходів і умов їх зберігання.

4. Визначити оптимальні, з точки зору екологічної безпеки, способи подовження безпечного терміну зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв.

5. Розробити рецептуру безпечних комбікормів для годівлі птахів та свиней, які містять у своєму складі тверді органічні відходи кондитерських виробництв.

6. Дослідити технологічні рішення зі створення паливних агропелет з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв як вирішення завдань екологізації підприємств харчової галузі.

7. Надати обґрунтування концепції управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв в межах циркулярного підходу як технологічне рішення у вигляді рециклінгу відходів і отримання вторинної сировини.

Об'єктом дослідження є процеси утилізації твердих органічних відходів кондитерських виробництв з метою вирішення завдань екологізації підприємств.

Предмет дослідження – модель внутрішнього і зовнішнього рециклінгу як складової процесів утилізації твердих органічних відходів кондитерських виробництв при вирішенні екологічних завдань екологічного управління на підприємствах.

Методи дослідження. Аналіз складу твердих органічних відходів кондитерських виробництв, золи від спалювання агропелет, хімічного споживання кисню атмосферних стічних вод проводився з використанням фізико-хімічних методів аналізу та рентгеноструктурного аналізу; теплофізичні властивості агропелет та їх компонентів визначались за допомогою калориметричних методів; розвиток плісневих грибів та кількість спор визначались за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу.

У роботі для встановлення структури досліджених зразків відходів використано мікроскопічний метод. Виявлення фітотоксичності ґрунтів, забруднених органічними відходами, проводилося відповідно до результатів за розвитком тест-рослин.

Математична та статистична обробка результатів досліджень проводилась за допомогою ліцензованих програм Statistica 6.0 та Microsoft Office Excel 2016. Для графічної ілюстрації отриманих даних, візуалізації розроблених схем використовувались інструменти Microsoft Office Visio.

Наукова новизна отриманих результатів:

- вперше розроблено модель рециклінгу твердих органічних відходів, яка базується на циркулярному принципі та відповідає концепції сталого розвитку й забезпечує зменшення обсягів відходів;
- вперше науково-обґрунтовано виробництво агропелет, отриманих на основі включення твердих органічних відходів кондитерських виробництв та

соняшникового лушпиння, як розв'язання задачі зменшення обсягів залишків виробництва та вирішення завдань екологізації підприємств;

- удосконалено рецептуру комбікормів, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв, з урахуванням особливостей годівлі свійської птиці та свиней на різних етапах їх розвитку, як напрям екологічних рішень на кондитерських підприємствах;

- отримали подальший розвиток технологічні рішення щодо використання гумінових кислот, отриманих з бурого вугілля вітчизняних родовищ, в якості фунгістатиків для твердих органічних відходів кондитерських виробництв з метою забезпечення тривалого зберігання відходів і зниження їх небезпеки;

- отримали подальший розвиток теоретичні основи використання SWOT-аналізу у галузі екологічної безпеки та природоохоронних технологій.

Практичне значення одержаних результатів. На основі отриманих результатів теоретичних та практичних досліджень розроблено схему рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв, застосування якої забезпечує зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище від даного типу відходів; запропоновані технологічні рішення в межах рециклінгу відходів кондитерських виробництв стосовно використання органічних залишків в якості енергетичного ресурсу та вторинної сировини для комбікормів. Розроблені рецептури комбікормів з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв зменшують використання первинної рослинної сировини та дозволяють зменшити собівартість вирощування свійських тварин.

Матеріали дисертаційної роботи покладено в основу навчального процесу кафедри «Хімічна техніка та промислова екологія» НТУ «ХПІ» при підготовці студентів спеціальності E2 «Екологія» та G2 «Технології захисту навколишнього середовища». Рецептура розроблених комбікормів для свиней прийнята до використання у Інституті свинарства і агропромислового виробництва НААН; ФОП Скриник В.О., ФОП Поліщук К.В. Рецептура розроблених комбікормів для птахів прийнята до використання у Державній дослідній станції птахівництва

Інституту тваринництва НААН.

Особистий внесок здобувача.

Здобувач особисто реалізував плановані наукові дослідження за темою дисертаційної роботи та визначив основні положення, які виносяться на захист. Результати дисертаційної роботи отримані здобувачем особисто та в співавторстві опубліковані у публікаціях (Додаток А):

1) фахові видання України:

[1] – здобувачу належить обґрунтування можливості використання твердих органічних відходів кондитерських фабрик при виробництві комбікормів в парадигмі концепції сталого розвитку;

[2] – здобувачу належить аналіз атмосферних стічних вод, які утворились у місцях зберігання твердих органічних відходів кондитерських фабрик та оцінка фітотоксичності ґрунтів прилеглих територій. Співавторами: Байрачний В.Б. систематизовано отримані дані;

[3] – здобувачу належить експериментальне дослідження впливу умов зберігання та обробки поверхні відходів гуміновими кислотами на час до появи плісневих грибів. Співавторами: Мірошніченко Д.В. надані зразки гумінових кислот та розроблено хід експерименту, систематизовано отримані дані; Байрачний В.Б. проведення пошуку дослідницьких даних за темою рукопису;

[4] – здобувачу належать розроблення рецептура комбікорму, проведення пошук дослідницьких даних за темою рукопису, систематизовано отримані дані. Співавторами: Гавілей О. В. здійснено вхідний аналіз сировини; Рябініна О. В. проведено експериментальне дослідження з використання розробленої рецептури комбікорму при вирощуванні курчат;

[5] – здобувачу належить проведення експериментальних досліджень визначення запиленості повітря тваринницьких комплексів. Співавторами: Байрачний В. Б. систематизовано отримані дані; Сакун А. О. проведення пошуку дослідницьких даних за темою рукопису; Литвин А. О. проведення формального аналізу результатів дослідження та графічна інтерпретація результатів дослідження; Бутко В. С. проведення експериментальне дослідження запиленості повітря навколо тваринницьких комплексів;

[6] – здобувачу належать розробка рецептури агропелет з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв, проведення експериментальних досліджень, проведення пошуку дослідницьких даних за темою рукопису, систематизація отриманих даних;

2) інші видання апробаційного характеру

[7] – здобувачем обґрунтовано використання відходів кондитерських виробництв при виготовлені комбікормів та підготовлено рукопис матеріалу для участі у конференції;

[8] – здобувачем запропоновано схему підвищення енергоефективності при виготовлені комбікормів з застосуванням відходів кондитерських виробництв;

[9] – здобувачем особисто проведено дослідження з оцінки перспектив використання відходів кондитерських фабрик для виробництва комбікормів;

[10] – здобувач підготував матеріали для участі у конференції та провів дослідження на тему можливості використання відходів кондитерських фабрик для виробництва комбікормів;

[11] – здобувач підготував матеріали для участі у конференції та провів дослідження вплив умов зберігання твердих відходів кондитерських виробництв на розвиток плісневих грибів у них;

[12] – здобувач провів оцінку можливих місць зниження енерговитрат при виробництві комбікормів з використанням відходів кондитерських фабрик та підготував матеріали для участі у конференції;

[13] – здобувач особисто провів дослідження рівня ХПК в атмосферних стічних водах поблизу місць накопичення твердих органічних відходів кондитерських виробництв та підготував матеріали для участі у конференції;

[14] – здобувач особисто проаналізував перспектив впровадження розширеної відповідальності виробників кондитерської продукції;

[15] – здобувач провів пошук дослідницьких даних за темою рукопису;

[16] – здобувач особисто провів дослідження впливу місць накопичення твердих органічних відходів кондитерських виробництв на прилеглі території та підготував матеріали для участі у конференції;

[17] – здобувач особисто провів оцінку процесу екологізації кондитерських виробництв в умовах військового стану;

[18] – здобувач особисто провів дослідження запиленості повітря приміщень для утримання свійських тварин;

[19] – здобувач особисто провів експериментальні дослідження використання запропонованого методу для контролю параметрів стічних вод кондитерських виробництв

[20] – здобувач особисто дослідив виклики та технологічні перепони для використання харчових відходів в якості компонентів палива;

[21] – здобувач особисто провів дослідження причин низького рівня вторинного використання полімерного пакування кондитерських виробництв;

[22] – здобувач особисто провів дослідження впливу акційних пропозицій на зміну обсягів відходів кондитерських виробів та підготував матеріали для участі у конференції;

[23] – здобувач особисто провів експериментальні дослідження властивостей агропелет комбінованого складу.

Апробація результатів роботи. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на міжнародних конференціях: XVI, XVII, XVIII, XIX Міжнародній науково-практичній конференції магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених» (м. Харків, 2022 – 2025 рр.); 7-ому Міжнародному молодіжному конгресі «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2022» (м. Харків, 2022 р.); Міжнародній науковій конференції «Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування» (м. Харків, 2023 – 2025 рр.); XXXI, XXXII, XXXIII Міжнародній науково-практичній конференції MicroCAD «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2023–2025 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми надзвичайних ситуацій» (м. Харків, 2023, 2025 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів

«Консолідація заради майбутнього: наукові здобутки вчених задля перемоги та післявоєнної відбудови України» (м. Полтава, 2024 р.); Міжнародній конференції IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (м. Харків, 2024 р.); 1-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні полімерні матеріали та композити: одержання, переробка та дослідження» (м. Харків, 2025 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 23 наукові праці, у тому числі 6 статей, що входять до переліку наукових фахових видань МОН України, 17 тез доповідей міжнародних науково-практичних конференцій.

Структура і обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 178 сторінок, основний зміст викладено на 147 сторінках, серед них: 49 рисунків за текстом, 43 таблиць за текстом, список використаних джерел з 261 найменування на 31 сторінці та 10 додатки на 18 сторінках.

РОЗДІЛ 1

КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБНИЦТВА ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ
ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1 Визначення змісту терміну «екологізація»

Термін «екологізація» є поширеним у вітчизняних наукових роботах, менш вживаним в останні роки у закордонних публікаціях та інтуїтивно зрозумілим як фахівцям в сфері екології та сталого розвитку, так й широкому колу осіб. Підходи до тлумачення терміну екологізація змінювались з моменту першого згадування у 1972 році на конференції ООН у Стокгольмі. У ті роки тільки починали говорити про зміну вектору економіки: від необмеженого споживання ресурсів та генерації відходів до формування економіко-екологічної парадигми раціонального споживання природних ресурсів. Саме тому термін екологізація у 70-ті роки XX століття був нерозривно пов'язаний з економікою в цілому та стосувався загальних визначень про підвищення цінності природи та її ресурсів, а також людини, її життя та здоров'я при здійсненні економічної діяльності [1].

У роботі [2] В. Гобели відзначається, що поняття «екологізація» є багатофункціональним та поліаспектним. Автор ретельно дослідив роботи таких науковців як В.С. Кравців, Л.Р. Лиска, Є.В. Мішенін, Е.П. Синякевич, Е.П. Семенюк, Ю.Ю. Туниця, В.Я. Шевчук та дійшов висновку, що у більшості випадків термін екологізація трактується як елемент сталого економічного розвитку суспільства, мета процесу екологізації полягає у створенні таких економічних, інвестиційних та податкових умов у суспільстві, які призведуть до зростання попиту на екологічні, «зелені» товари та послуги. Таким чином, для досягнення мети екологізації необхідно створювати економічні важелі тиску. В. Гобела пропонує підходити до екологізації як до елементу філософського світогляду, тим самим наголошуючи на фундаментальному аспекті терміну [2]. Дійсно, без формування глибинного розуміння кожною людиною необхідності гармонізації відносин з природою в тому числі під час виробничої діяльності, важко очікувати ефективних управлінських та економічно зумовлених рішень в

напрямку екологізації будь-якої сфери життя.

З усвідомленням необхідності неруйнівної взаємодії людства з навколишнім середовищем, природними ресурсами та планетою Земля в цілому, термін «екологізація» економіки почав поділятися на окремі прикладні терміни, які мали на меті пояснити конкретні поняття екологізації для окремих видів діяльності людини. Наприклад, вітчизняні науковці О. Г. Шестель, О. А. Старинець акцентують увагу на екологізації туризму, зокрема в Україні та фактично прирівнюють поняття екологізації туризму до термінів «екотуризм», «зелений туризм» та відзначають, що екологізація туризму є складовою концепції сталого розвитку суспільства [3]. Фактичного такого ж підходу до екологізації в сфері туризму дотримуються інші автори, втому числі у роботі [4] зазначається, що «руйнування навколишнього середовища рано чи пізно призводить до зникнення в регіоні туризму як сфери діяльності», тобто екологізація сфери туризму є необхідністю самого існування туризму в окремих регіонах.

У публікаціях закордонних науковців термін «екологізація» (англ. *ecologization*) в останні 10 років зустрічається переважно у роботах китайських вчених та тлумачиться як елемент сталого розвитку туристичної галузі, який дозволяє зменшити негативний вплив від туризму на довкілля [5, 6]; як комплекс заходів, які дозволяють наблизити урбанізовані ландшафти до природних [7 – 9]; як спосіб входження в екологію інших дисциплін та сфер життєдіяльності у роботі французьких вчених [10].

Значний вклад у тлумачення понятійного апарату терміну «екологізація» на прикладі екологізації науки, освіти та освітніх просторів зробила О. Л. Пруцакова. Вона відзначає, що екологізація науки - це процес залучення науковців різних напрямків у вирішення екологічних проблем, одночасно звертаючи увагу на необхідність екологізації сфери споживання [11].

Сільське господарство, яке не тільки є джерелом утворення значної кількості парникових газів, а й утворювачем значної кількості органічних відходів, також потребує екологізації. Цей термін для сільського господарства розглядається автором [12], в першу чергу, як процес раціонального

використання земельних ресурсів. Одночасно наголошується на необхідності розробки комплексного підходу до екологізації сільського господарства, враховуючі організаційно-економічний та інституційні аспекти [12]. Правові аспекти екологізації сільського господарства детально розглянуті Т.В. Курман, яка зробила висновок про пріоритетність екологізації саме сільського господарства, проаналізувавши чинну нормативно-правову базу України та про сформований міжгалузевий правовий інститут екологізації сільського господарства та сільськогосподарського виробництва [13]. При цьому автор наголошує на відсутності дієвих механізмів контролю та покарань за порушення екологічних норм при веденні традиційного сільського господарства, що не може сприяти екологізації сільського господарства. Також автор констатує відсутність визначення саме терміну «екологізація» у чинному законодавстві [13]. У роботі шведських вчених термін «екологізація сільського господарства» розглядається як процес зниження негативного впливу на довкілля від традиційних способів ведення сільського господарства [14].

Для розробки ефективної системи рішень, яка сприятиме екологізації будь-якого виробництва, в тому числі кондитерського, необхідно чітко визначити зміст поняття екологізації виробництва. Найбільш повним визначенням сутності екологізації виробництва є наведене у [15], а саме: екологізація виробництва це – процес екологічно спрямованого вдосконалення виробничої сфери. Здійснюється на основі генерування наукових ідей, розвитку конструктивних рішень, технічних засобів та технологій вдосконалення екологічних знань, навичок та світогляду персоналу виробничої сфери. Передбачає створення нових екологічно вдосконалених товарів, які б заміщували у виконуваних функціях менш досконалі аналоги або задовольняли б принципово нові потреби людини, пов'язані зі зменшенням негативного впливу на довкілля, вдосконалення конструкції виробів щодо зменшення негативного екологічного впливу всіх стадій їхнього життєвого циклу [15]. Тобто екологізація виробництва можлива тільки на основі комплексного підходу та взаємодії наукової й виробничої сфери з одночасним формуванням нового світогляду персоналу виробничої сфери. Важливим є наголос на необхідності зменшення негативного екологічного

впливу на всіх стадіях життєвого циклу виробу, в тому числі на етапі його утилізації після використання. Недоліком даного визначення є відсутність фокусу на формуванні екологічного світогляду споживачів товарів, адже формування екологічного світогляду тільки персоналу виробничої сфери є недостатнім.

У пізніших роботах, наприклад у [16] вже спостерігається розділення понять екологізація виробництва та екологізація населення. Так, на думку авторів [16], екологізація виробництва це постійне відтворення наукових ідей, інформаційних матеріалів, технічних засобів і технологічних рішень, що сприяють розвитку екологічно зумовлених виробничих систем, а екологізація населення – постійне відтворення екологічно орієнтованих знань, навичок і переконань, забезпечення процесу створення організаційних, соціальних та економічних умов, які формують прагнення людей гармонізувати зв'язок з природою. Такий підхід дозволяє розділити комплекс заходів, а отже й систему рішень для різних систем – виробничої сфери, де для екологізації необхідні наукові й технічні рішення, та для населення (суспільства), де екологізація починається з формування навичок та переконань, тобто світогляду, що збігається з думкою В.В. Гобели [2].

При використанні терміну «екологізація» для харчових виробництв, складовою яких є кондитерські, останній використовується для опису заходів щодо зменшення відходів шляхом попередження їх виникнення та всебічній оцінці технологій на етапі проектування харчових технологій [17], тоді як у [18] автор наголошує, що екологізація підприємств харчової промисловості є одним із проявів реалізації правового принципу «екологізації матеріального виробництва» який пов'язаний з комплексним підходом та впровадженням новітніх технологій у харчові виробництва та зафіксований у ст. 3 закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [19]. Таким чином використання терміну екологізація для харчових виробництв майже не відрізняється за сутністю до його використання для сільськогосподарського виробництва.

Екологізація кондитерських виробництв може бути охарактеризована як

процес, який спрямований на зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище на всіх етапах життєвого циклу кондитерської продукції з урахуванням новітніх технологій в галузі та підвищенням екологічної культури населення, в тому числі тієї частини, яка відповідає за прийняття рішень на етапі організації виробництва, поводження з відходами та реалізації продукції. Підвищення екологічної культури та свідомості широких верств населення на етапі споживання кондитерської продукції може мати суттєвий вплив на зменшення обсягів утворених відходів саме на цьому етапі життєвого циклу кондитерської продукції.

1.2 Аналіз ринку кондитерських виробництв України

Кондитерські виробництва є складовою харчової промисловості України. Обсяги реалізації як харчових продуктів в цілому, так й кондитерських виробів мали тенденцію до зростання до 24.02.2022р. Так, у 2020 р. обсяг реалізованої продукції виробництво какао, шоколаду та цукрових кондитерських виробів становив 22132,900 млн грн, а в 2021 - 28938,500 млн. грн. [20].

На вітчизняному ринку налічується понад 2000 найменувань продукції, який щорічно поповнюється новинками [21]. Традиційним є поділ всіх кондитерських виробів на три групи:

- 1) борошняні кондитерські вироби, які переважно складаються з борошна, цукру та білкових речовин;
- 2) цукрові вироби з переважаючим вмістом цукру;
- 3) шоколадні вироби зі значним вмістом какао.

Наведена класифікація є недосконалою, адже ускладнює класифікацію виробів, які містять декілька ключових інгредієнтів, наприклад вафлі у шоколадній глазурі можуть бути віднесені як до борошняних виробів, так й до шоколадних, а шоколадні цукерки з мармеладною начинкою одночасно є й шоколадним й цукровим виробом. Тим не менш, при аналізі ринку кондитерських виробів наведена класифікація є загальноприйнятою та універсальною, яка здатна охарактеризувати основні тенденції ринку.

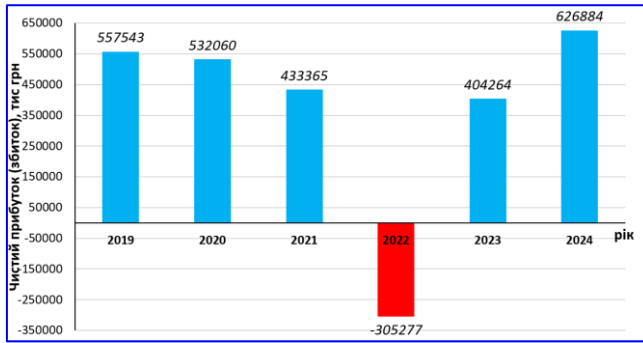
Найбільшу частку ринку займають борошняні кондитерські вироби, доля яких коливається від 74,6% до 78,4% за останні 12 років; інші дві категорії займають 10 -11% ринку з невеликою перевагою в останні роки цукрових виробів, що зумовлено перш за все їх не високою вартістю у порівнянні з шоколадними виробами [22]. При цьому фахівці відзначають, що на сьогодні ринок кондитерської продукції досягнув своєї межі, є повністю насиченим та його можливе зростання передбачається за умови розвитку високоякісних товарів преміум класу, кондитерських виробів за спеціальною рецептурою (безлактозні, безглютенові, безцукрові та інш.) для груп населення з особливими харчовими потребами чи збільшення частки шоколадних виробів [22]. Найперспективнішою є зростання сегменту шоколадних виробів, адже в середньому українець споживає 1,5 – 2 кг шоколаду та близько 4 кг шоколадних виробів, коли як в країнах ЄС цей показник становить 5 та 8 кг відповідно [21, 22].

На національному рівні найпотужнішими виробниками кондитерської продукції є корпорація «ROSHEN», ТОВ «ЛКФ «Світоч» (входить у групу компаній Nestle) «ABK», «Konti», «Монделис Україна», «Бісквіт-Шоколад», «Житомирські ласощі», «Полтава-кондитер». Кожне підприємство зазнало докорінно різного впливу повномасштабної військової агресії, яка розпочалась 24.02.2022р. Визначальним у різному ступені впливу військових дій став географічний фактор. Наближені до кордонів з росією підприємства Харківської та Сумської області, а також регіони, що межують з Кримом фактично не мали можливості для релокації своїх виробничих потужностей, переміщення готової продукції у більш безпечні райони України. Виробничі потужності кондитерських підприємств зазнають як атаки з повітря, що призводить до руйнування приміщень та технологічних ліній, так й руйнування внаслідок активних бойових дій на території населених пунктів, де вони розташовані. Так, наприклад, кондитерська фабрика групи «Монделис Україна» у м. Тростянець (Сумська обл.) була пограбована та навмисно підпалена військовими росії при відступі, збитки сягнули 10 млн доларів США, а кондитерська фабрика Delicia втратила виробничі потужності у м. Буча (Київська обл) під час окупації [24, 25],

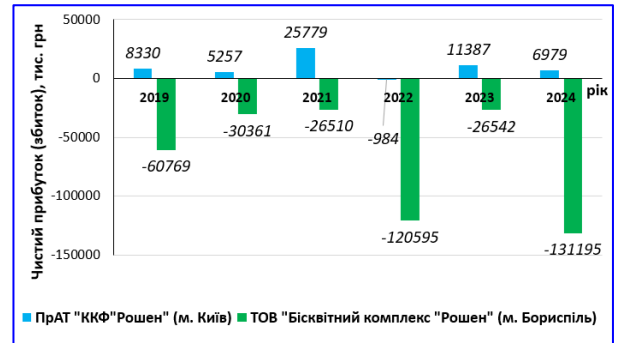
корпорація «Бісквіт-Шоколад» зазнала атаки з повітря керованими авіабомбами в травні 2024 року [26]. Менш потужні гравці ринку зазнавали атак та руйнувань у Чернігівській та Полтавській областях. Атаки на енергогенеруючі об'єкти України восени 2022 – навесні 2023 рр в більшій мірі ускладнили процеси виробництва у західних та центральних регіонах України, ніж, наприклад, в Харківській області. Проте навесні 2024 року ситуація з електропостачанням ускладнилась й у східних регіонах.

Наведені вище факти не призвели до перерозподілу ринку кондитерської продукції. Лідером у виробництві залишається корпорація Рошен, проте дві основних кондитерських фабрики, які входять до складу корпорації демонструють протилежні дані щодо прибутковості та збитковості. Аналіз OSIN, а саме фінансової звітності підприємств за формою №2-дс підтверджує вище наведені факти. Для аналізу було обрано показник фінансової звітності «чистий прибуток» (рядок 2350, у випадку збитку номер рядка 2355) (рис.1).

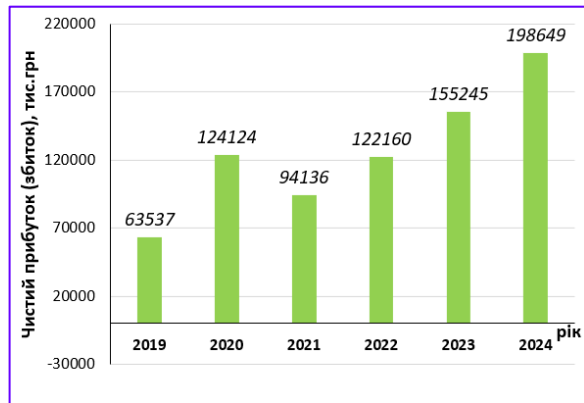
Так, наприклад, ПрАТ «Монделіс Україна» у 2019-2021 роках декларував прибуток (рис. 1.1а), проте у 2022 році бачимо збиток, який як раз орієнтовно відповідає збиткам від руйнування фабрики у м. Тростянець. ПрАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен», виробничі потужності якої розташовані у м. Київ так само зазнав збитків у 2022 році (рис.1.1б), ПрАТ «Бісквітний комплекс «Рошен», розташований у м. Бориспіль показав рекордний збиток у 2022 році, який у 4-5 разів перевищує збитки у два попередні роки (рис. 1.1б), проте вже у 2023 році спостерігається позитивна динамка та зменшення збитків для цієї фабрики. ПрАТ "Харківська бісквітна фабрика" є осередком стабільності серед кондитерських виробників, демонструє зростання прибутку навіть у 2022 та 2023 роках (рис.1.1в), та навіть у 2024, коли частина потужностей, переважно складських приміщень, зазнала руйнувань. Компанія АВК, потужності якої з 2014 року розташовані виключно у м. Дніпро у 2022 та 2023 роках продемонструвала збиток (рис.1.1г). ПП Деліція, виробничі потужності якої розташовані, в тому числі, у м. Буча, демонструє збільшення прибутку у 2022 році порівняно з 2021 (рис.1.д).



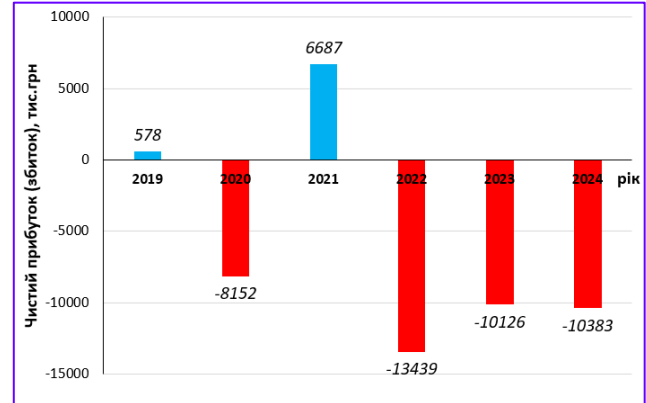
а



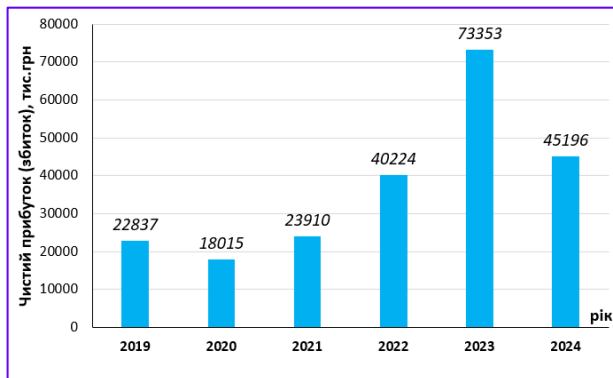
б



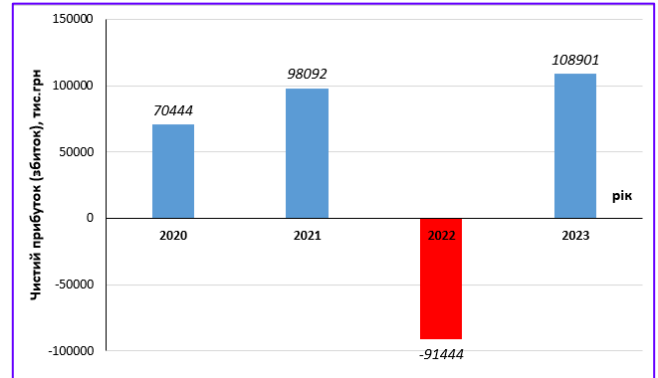
в



г



д



е

а – ПрАТ «Монделіс Україна», б – фабрики, які входять до групи «Рошен», в – ПрАТ "Харківська бісквітна фабрика", г – АВК, д – ПП Деліція, е – ТОВ «ЛКФ Світоч»

Рисунок 1.1 – Дані про фінансові показники найбільших кондитерських фабрик України за 2019-2024 роки.

Цю компанію врятувала диверсифікація виробництва, адже частина потужностей розташована в інших регіонах України, вдалий менеджмент та грамотна маркетингова стратегія дозволила компанії суттєво покращити своє фінансове становище у другій половині 2022 року та закінчити рік без збитків. Нехарактерною з точки зору впливу місця розташування є ситуація у ТОВ «ЛКФ Світоч», яке маючи основні виробничі потужності у м. Львів у 2022 року показала збиток на рівні 91444 тис. грн, у 2023 вийшла на прибуток

108901 тис. грн, а станом на кінець 2024 рік знаходиться в процесі банкрутства (рис.1.е, дані за 2019 та 2024 роки відсутні).

При порівнянні даних за 2019 та 2020, 2021 роки можна зробити висновок, що вплив пандемії не був настільки критичним для кондитерських фабрик, як вплив повномасштабного вторгнення (рис.1.1). На деякі інші галузі харчової промисловості пандемія мала більш суттєвий вплив [27, 28].

Найпотужніші компанії-виробники кондитерської продукції майже не відчують конкуренції з боку локальних чи малих виробників у сегменті шоколадних виробів, особливо цукерок та шоколадок. Виробництво шоколадних цукерок та шоколаду потребує високих капітальних вкладень, якісної закордонної сировини та висококваліфікованого персоналу [29, 30]. Тоді як у сегменті борошняних кондитерських виробів вони відчують конкуренцію з боку локальних виробників [22, 23]. Локальні виробники борошняних кондитерських виробів можна поділити на дві великі групи:

1) виробники печива та вафель з невеликим, проте стабільним асортиментом. Продукція зазвичай продається у невеликих торгівельних мережах, магазинах, у власних торгових точках, завжди свіжа та має невисоку ціну, адже накладні витрати, в тому числі на транспортування, менші у порівнянні з великими національними компаніями;

2) виробники хлібобулочних виробів, для яких саме кондитерські борошняні вироби не є основним видом діяльності, проте у пошуках додаткового прибутку вони розширюють асортимент своєї продукції та пропонують її своїм покупцям. Одним з прикладів у м. Харків є група компаній «РОСТ», яка має 5 великих супермаркетів, у кожному з яких є цех випічки хлібу та хлібобулочних виробів, а також вони пропонують 15 видів печива власного виробництва, 10 найменувань тортів та 12 видів тістечок.

Локальні виробники борошняних кондитерських виробів у кожному регіоні, за власними оцінками, займають від 10% ринку до 25%. Проте існують ситуації, коли вони повністю займають даний сегмент ринку у невеликих містах, особливо у містах, де розташовані виробничі потужності.

1.3 Комплексний вплив кондитерських виробництв на стан прилеглих екосистем

Кондитерські виробництва з точки зору їх впливу на стан природного навколишнього середовища найчастіше розглядаються як невід’ємна частина харчових виробництв. Аналізуючи вплив всієї харчової галузі на навколишнє природне середовище автори зазвичай наголошують на цукрових, м’ясних та дріжджових виробництвах як найбільших забруднювачів всередині харчової галузі, акцентуючи увагу на стічних водах таких підприємств та недостатньому ступеню їх очистки [31-34]. Частина науковців, оцінюючи вплив на довкілля від харчової індустрії розглядає також й сільськогосподарський сектор як першу ланку виробництва харчових продуктів [34-36]. У таких випадках автори наголошують на споживанні великої кількості питної води в тому числі для вирощування сільськогосподарської продукції й автоматично включають витрачену на цю воду до загального обсягу стічних вод підприємств харчової галузі, що не завжди є доцільним.

Кондитерські виробництва мають свої особливості як у виробництві продукції, так й у системі її зберігання, які відповідно впливають на можливий комплексний негативний вплив від їх діяльності на прилеглі екосистеми. Кондитерські виробництва мають так званий прямий негативний вплив на атмосферу, літосферу та гідросферу, а опосередковано впливають на біорізноманіття. Деякі аспекти впливу на навколишнє природне середовище саме кондитерських виробництв є маловивченим (рис.1.2).

Однією з важливих еколого-інженерних задач є вивчення впливу на навколишнє природне середовище органічного пилу різного походження та складу, який викидається в атмосферу від кондитерських виробництв. Так, у атмосферу надходить пил цукру, пил крохмалю, пил какао, пил кави, пил кориці, пил інших спецій, який має різний дисперсний склад [37]. Дрібнодисперсний пил з розміром частинок менше 2,5 мкм та від 2,5 до 10 мкм є найбільш небезпечним, в першу чергу для людей, проникаючи не тільки у легені, а й в інші органи людського організму [38], в тому числі в системи кровообігу [39].

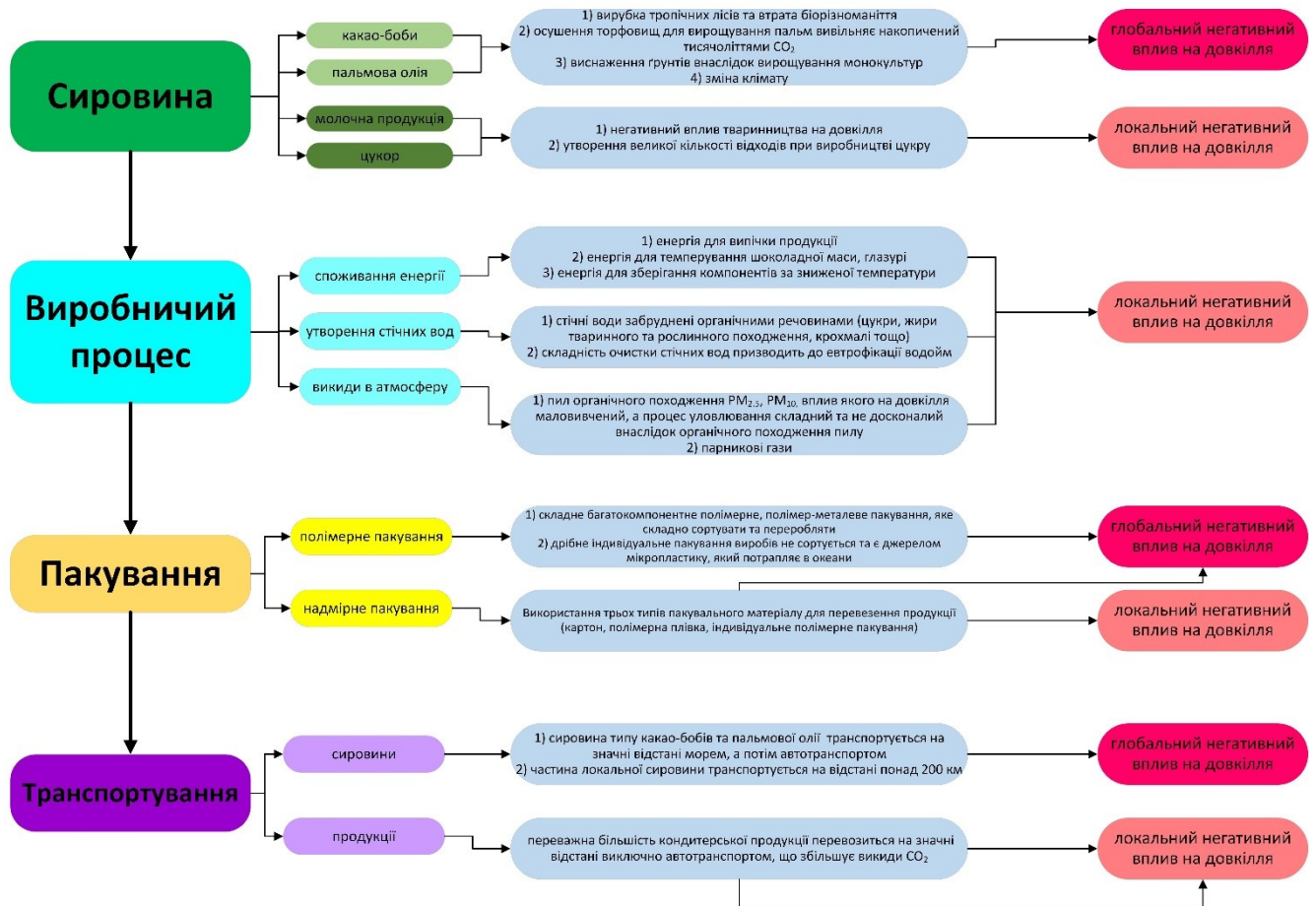


Рисунок 1.2 – Комплексний вплив кондитерських підприємств на природне середовище

Моніторинг забруднення атмосферного повітря саме дрібнодисперсним пилом ($PM_{2,5}$ та PM_{10}) на даний час в Україні проводиться переважно на громадських засадах, кількість сертифікованих станцій моніторингу такого пилу по всій країні не достатня, а нормативні вимоги у вітчизняному законодавчому полі щодо гранично допустимої концентрації дрібнодисперсного пилу відсутні [39-44]. На сьогоднішній момент вітчизняні науковці орієнтуються на рекомендації ВООЗ та ЄС щодо ГДК дрібнодисперсного пилу у повітрі. Згідно статистичних даних, у 2023 році на території України у атмосферне повітря від стаціонарних джерел потрапило 41447,484 т пилу з розміром частинок 2,5-10 мкм (PM_{10}) та 19256,823 т пилу з розміром частинок менше 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) [45]. Порівнювати отримані дані з попередніми роками не коректно, оскільки дані у 2022 та 2023 роки наведені без урахування територій, які опинились в тимчасовій окупації або на яких ведуться активні бойові дії. Проте, у 2020 році викидів PM_{10}

було 55345,784 т , а $PM_{2,5}$ – 22325,41 т [45], що в цілому свідчить про значний обсяг надходжень в атмосферу дрібнодисперсного пилу різного походження. Органічний дрібнодисперсний пил може викликати алергічні реакції [38], особливо якщо він містить рослинні компоненти, а це характерно для дрібнодисперсного пилу кондитерських виробництв.

Відсутність достовірних даних та наукових досліджень стосовно дійсного розміру частинок органічного пилу рослинного походження, фракційного розподілу такого пилу у газових викидах з кондитерських виробництв, які надходять у атмосферу, призводять до використання малоефективного у цих випадках очисного обладнання. Так, автор [46] наголошує на недостатньому вивченні пилу какао, яке використовується у багатьох технологічних лініях на кондитерських підприємствах. Автори [47] провели дослідження вмісту дрібнодисперсного пилу крохмалю до та після надходження газових викидів кондитерського виробництва до циклону та встановили, що пил крохмалю з діаметром частинок до 6 мкм практично не виловлюється у циклонах, які є найрозповсюдженішим очисним обладнанням на вітчизняних кондитерських підприємствах. Вміст найнебезпечніших частинок крохмалю $PM_{2,5}$ та PM_{10} у пилу на дослідженому кондитерському виробництві становило понад 75%.

Суттєвий внесок у забруднення атмосфери від діяльності кондитерських виробництв, де генерується основна частина викидів CO_x та парникових газів, відбувається за рахунок викидів від вузлів генерації теплової енергії при використанні низькосортного палива, його неповному згоранні [48, 49, 50], а також викиди від автотранспорту, який є основним засобом перевезення сировини та готовою продукції зазначених підприємств [51-53]. Для покращення ситуації в цьому сегменті кондитерські фабрики повинні проводити енергетичний аудит своїх виробництв та намагатися використовувати сучасне тепло та енергогенеруюче обладнання, яке працює на відновлювальних джерелах енергії, а також зменшувати споживання електроенергії на всіх етапах виробництва (рис. 1.3).

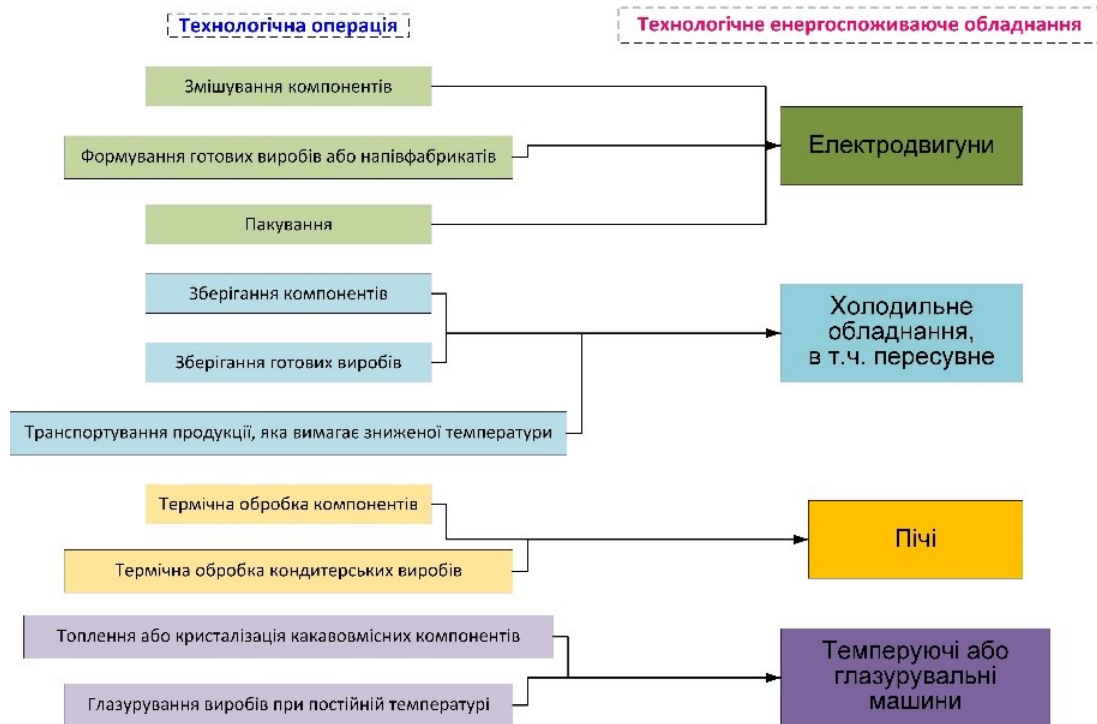


Рисунок 1.3 – Споживання енергії під час технологічних операцій виробництва кондитерських виробів

Цей процес успішніше відбувається на малих та середніх кондитерських підприємствах, ніж на великих, що пов'язано з економічною складовою та намаганням невеликих виробників максимально зменшити витрати на генерацію теплової енергії для різних потреб (рис.1.4). Великі підприємства розуміють необхідність енергетичного менеджменту, який знаходиться в тісній взаємодії з екологічним менеджментом, проте впровадження стратегічних планів у цій сфері йде повільними темпами. Великі кондитерські підприємства успішніше займаються зменшенням витрат на транспортування, оптимізуючи транспортні потоки, створюючи логістичні служби, розвиваючи екологістику (рис 1.4) [51 – 54]. На сьогодні власні логістичні центри мають корпорація «Рошен», «АВК», «Монделайс Україна», всі інші активно розвивають логістичні служби, відокремлюючи служби логістики в окремі великі підрозділи.

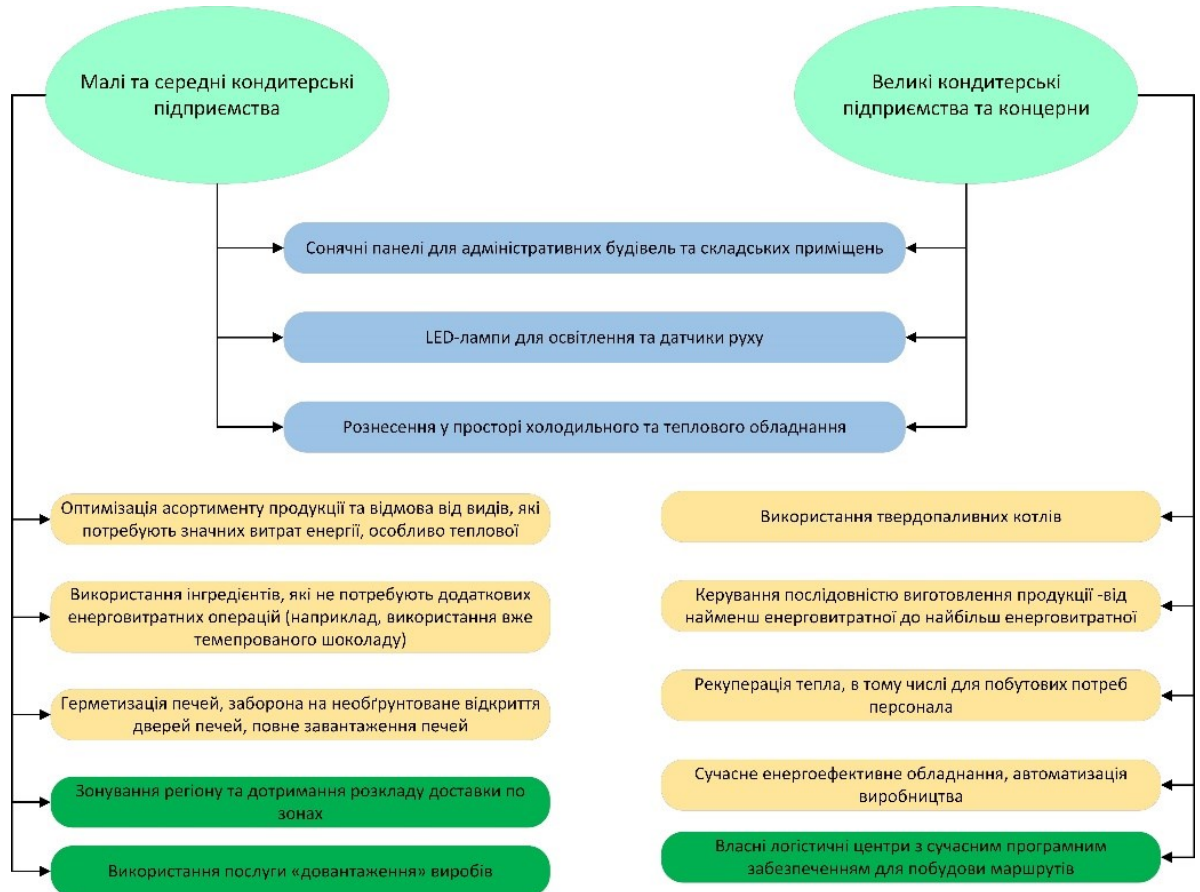


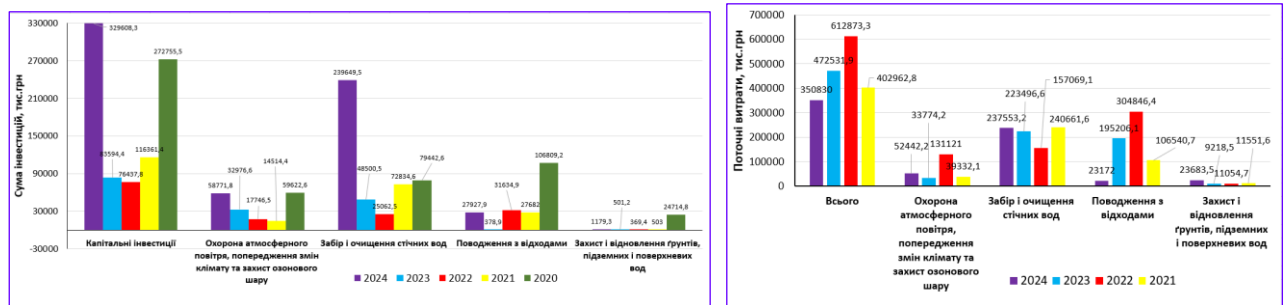
Рисунок 1.4 – Схема витрат на транспортування та генерацію теплової енергії в залежності від типу кондитерського виробництва

Стічні води кондитерських підприємств характеризуються високим вмістом органічних забруднювачів, в тому числі жирів у кількості 200 – 800 мг/дм³, понаднормованими значеннями ХСК та БСК (відповідно до 3000 та 1500 мг/дм³) [55], є полідисперсними та нестабільними за своїм вмістом й можуть містити залишки білків та лактози, хоча й в меншій, ніж у м'ясопереробних та молочних виробництвах, кількості [55, 56].

Більшість дослідників наголошують як на низькому й недостатньому рівні очистки стічних вод харчової й кондитерської галузі, так й на необхідності застосування комбінацій розповсюджених методів механічної, фізичної та біологічної очистки стічних вод з ретельним підбором реагентів та режимів аерації на кожному етапі й відмови від усереднення нормативних значень для таких вод [55–60].

Наведені на рис. 1.5 дані щодо витрат на природоохоронні заходи в харчовій галузі за видами заходів свідчать про систематичне зростання

капітальних інвестицій та поточних витрат на очистку стічних вод у цьому секторі економічної діяльності [61].



а

б

а - капітальні інвестиції, тис. грн , б -поточні витрати, тис. грн

Рисунок 1.5 – Капітальні інвестиції та поточні витрати на природоохоронні заходи у галузі економічної діяльності «виробництво харчових продуктів»

Особливо суттєвим є зростання капітальних інвестицій на збір та очищення стічних вод у 2024 році порівняно з попередніми роками – майже у 5 разів (рис.1.5), що є наслідком релокації та перенесення виробництв зі сходу України вглиб. Цей процес супроводжується проектуванням та будівництвом нових, сучасних цехів випуску кондитерської продукції, або реконструкцією застарілих виробничих об'єктів з урахуванням діючих вимог охорони водного середовища. Невеликі громади, які стали місцем релокації, з одного боку відкриті для нових виробництв, а з іншого вимагають більш відповідального відношення до охорони природного середовища, яке є частиною їх соціально-економічного добробуту.

Негативний вплив кондитерських виробництв на літосферу переважно виявляється у накопиченні твердих відходів, які утворюються як на етапі виробництва, так й на етапі споживання [62–64].

На етапі виробництва різноманітних кондитерських виробів утворюються відходи сировини та відходи продукції чи її окремих компонентів в наслідок недотримання рецептури, технічного барку, аварійних ситуації або внаслідок організації виробничого процесу, яке супроводжується утворенням обрізків чи вирубки при складанні готової продукції (рис.1.6).

Частина утворених на виробництві твердих відходів продукції – наприклад, обрізки та лом печива, обрізки та крихта вафлі – використовується відразу у технологічному циклі при виробництві певних видів продукції. Класичним прикладом є відоме всім печиво «Картопля», яке може виготовлятися з залишків готового бісквітного тіста чи печива та цукерка «Зоряне сяйво», яка має шар з вафельної крихти. Слід відзначити, що при виробництві кондитерських виробів в останні роки намітилась тенденція до використання твердих відходів інших виробництв, наприклад виробництва соків та вина [65–67] чи кріопорошків дикорослих ягід [68] як елемент циркулярної економіки, який дозволяє зменшити кількість утворених органічних відходів в цілому. Проте, рішення про випуск додаткової продукції з використанням твердих відходів продукції, яке утворилось при виробництві основного асортименту кондитерської фабрики або використання відходів інших виробництв приймається з урахуванням перш за все економічних чинників та можливого прибутку від реалізації, або як маркетинговий хід [21–23, 69], а не екологічних міркувань щодо зменшення навантаження на довкілля.

Етапу споживання передують транспортування готової кондитерської продукції та її реалізація, на кожному з них спостерігається перехід готовою кондитерської продукції до категорії відходи, які однорідні за складом та властивостями, хоча мають різні причини такого переходу (рис.1.6). Допустимим є об'єднання всіх твердих кондитерських відходів, утворених після їх виробництва, в одну категорію «відходи споживання». Утворені тверді відходи мають дві складові: органічну – власно продукція та комбіновану – пакування. Багатокомпонентність твердих відходів споживання кондитерських виробництв є причиною складності їх повторного використання та утилізації. Це особливо стосується цукерок, переважна більшість яких загорнута в індивідуальне пакування полімерного чи полімер-металевого складу, а також певних популярних типів печива та вафель, які упаковані не великими порціями по 30 – 250 гр.

Тверді відходи готової кондитерської продукції, так само як й тверді відходи кондитерського виробництва можуть бути об'єктом операції рециклінгу

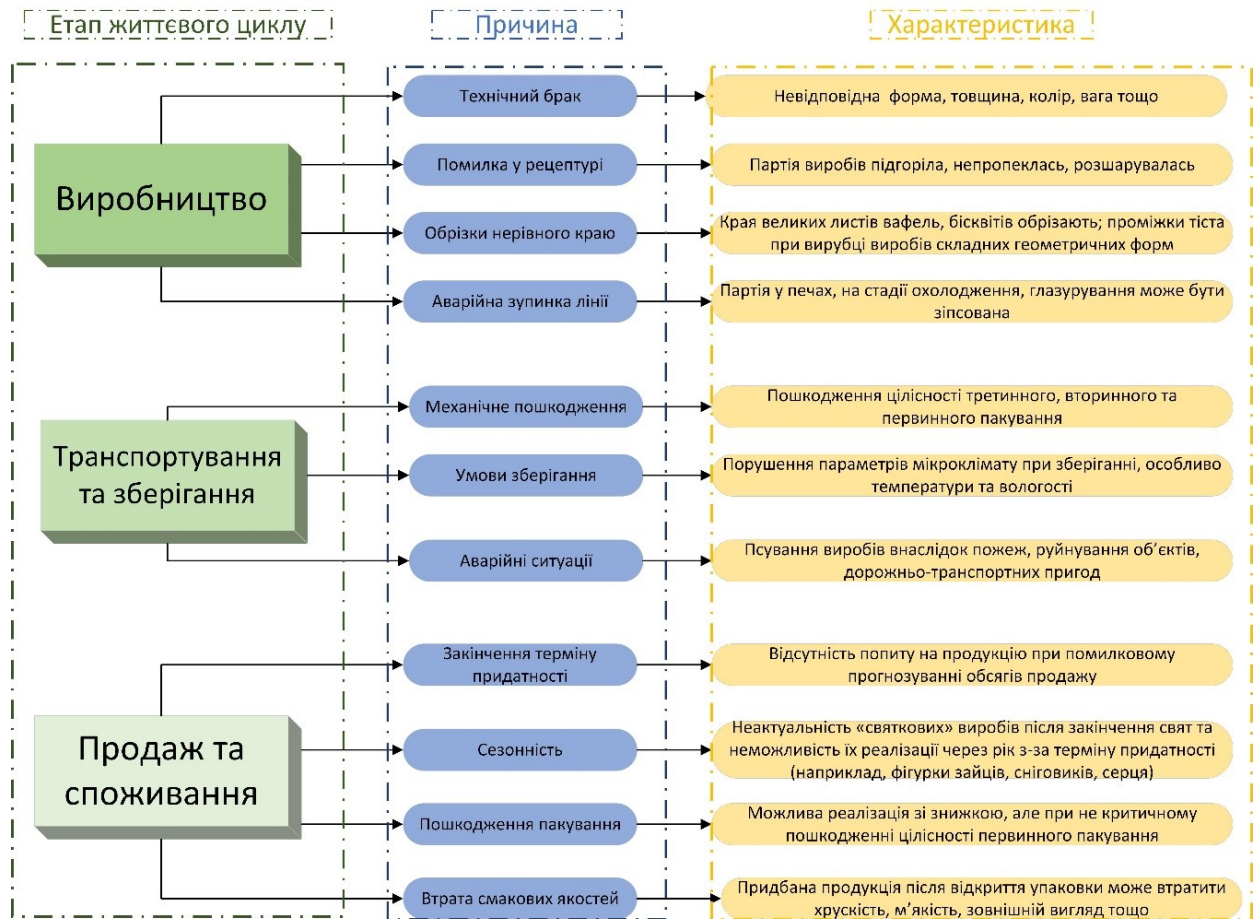


Рисунок 1.6 – Причини утворення твердих органічних відходів готової кондитерської продукції на різних етапах життєвого циклу

у термінах й поняттях, зазначених у Законі України «Про управління відходами» [70] шляхом їх перетворення на біопаливо, компостуванням або використанням для отримання комбікормів для тварин. Розвиток кожного з напрямків в Україні на сьогодні знаходиться на початковому етапі.

За даними Біоенергетичної асоціації України, переважна більшість сировини для виготовлення біопалива в Україні – це рослинні решти агропромислового комплексу та залишки первинної обробки сільськогосподарських рослин, а також енергетичні рослини [71, 72]. Серед різних типів відходів харчових та переробних виробництв найчастіше для енергетичних цілей наразі використовують відходи виробництва цукру та спирту [72–76]; рослинної, переважно соняшникової, олії [77–79], що в першу чергу, зумовлено наявністю великої кількості діючих цукрових та олісекстракційних й олієпереробних заводів в Україні; можливістю залучення іноземних інвестицій у

цю сферу діяльності у агрохолдингів, до складу яких входять такі заводи; великою кількістю утворюваних відходів, обсяги яких перевищують тверді органічні відходи кондитерських виробництв (ТОВКВ) у 8 – 15 разів. Очікувати інтенсифікацію ринку біопалива у 2023- 2030 можна під комплексними впливом наступних факторів:

- щорічне зростання ціни на викопні енергоресурси, в тому числі в як наслідок ведення активних бойових дій на території України;
- зобов'язання України перед вступом ЄС, які стосуються зміни структури генерації енергії в бік використання відновлювальних джерел та зменшення викидів парникових газів, зумовлених спалюванням викопного палива;
- правове врегулювання терміну «біометан» завдяки прийняттю Закону України 1820-IX «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо розвитку виробництва біометану», що сприятиме полегшенню процедури направлення біометану до існуючих газотранспортних систем [80];
- реалізації державної програми «Дорожня карта розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року і План дій до 2025 року», за умови внесення змін до неї, які будуть стосуватися пільгового кредитування та виділення фінансування на наукові дослідження [72].

Виробництво біопалива з харчових відходів, які за походженням та складом наближені до готової харчової продукції, розглядається науковцями переважно в контексті поводження з органічною фракцією твердих побутових відходів [81–84], констатуючи складність впровадження системи роздільного збору твердих побутових відходів в Україні, в тому числі від сфери HoReCa, відсутність економічних стимулів для впровадження малих енергетичних установок саме для отримання біопалива з харчових відходів, значні витрати на транспортування, відсутність достовірних даних про обсяги утворених відходів у різних типах закладів, населених пунктах, харчових виробництвах. Закордонні автори досліджують можливості та створюють наукове підґрунтя процесу виробництва біопалива з так званою «відпрацьованою» соняшникової та пальмової олії, яка утворюються у великій кількості після приготування їжі в

зкладах HoReCa [85, 86], що зумовлено тиском громадськості на всесвітньо відомі мережи швидкого харчування, налагодження ними процесу роздільного збору різних типів відходів та необхідністю свідомого поводження з ними.

З прийняттям Закону України «Про управління відходами» [70] та активним впровадженням положення про розширену відповідальність виробника, кондитерські виробництва намагаються мінімізувати відходи пакування своєї продукції на всіх етапах життєвого циклу кондитерського виробу.

Для кондитерських виробів упаковка є елементом, до якого висуваються чіткі технічні вимоги, адже вона слугує перш за все для збереження готовою продукції від дії зовнішніх факторів для забезпечення безпеки продукту. Тому процес переходу на нові типи пакувальних матеріалів, наприклад здатних до біорозкладання полімерних матеріалів, починається з ґрунтовних наукових досліджень щодо здатності даного матеріалу забезпечувати безпеку харчового продукту без зниження терміну його зберігання, що значно ускладнює такий процес [87 – 89].

Автор [87] наголошує, що досягнення загальних цілей сталого розвитку кондитерським підприємством не можливо без формування потужного науково-дослідницького кластеру самим підприємством, в тому числі для зменшення кількості утворюваних відходів різного типу.

Більшість великих кондитерських виробників зосереджують увагу на оптимізації ваги та обсягу своєї продукції з метою зменшення кількості пакування, використання переробленого матеріалу для не відповідального етапі пакування – наприклад коробки, до яких пакується продукція в індивідуальному пакуванні, а також ініціатив з роздільного збору свого пакування з метою його подальшого енергетичного використання або переробки у інші матеріали [89].

Одним з перспективних напрямків зменшення відходів пакування кондитерських виробів є екологічний дизайн пакування, який унеможливіть використання різних типів матеріалів для упаковки. Особливо необхідно розвивати цей напрям для шоколадних цукерок, які представлені у коробках. Для шоколадних цукерок, які продаються у коробках, характерною ознакою є їхнє

багатошарове пакування, коли цукерка упакована в металізоване пакування, а потім у картону коробку з полімерними прозорими віконцями, додатково ще упаковану у полімерну плівку, або наявність жорсткої полімер-металевої вкладки в середині коробки для цукерок (рис.1.7).

Таке пакування потребує суттєвих витрат для його початкового сортування та подальшої переробки, а також збільшується витрати на транспортування кондитерських виробів, адже фактична маса перевезеної продукції менша ніж обсяг, який займає упакована продукція.



Рисунок 1.7 – Приклад багатошарового багатокомпонентного пакування цукерок

Використання інструментів SWOT-аналізу для систематизації та наочності даних поширюється, останнім часом, на багато наукових проблем. Даний інструмент дозволяє узагальнити отримані дані щодо ситуації, проєкту, ідеї та оцінити зовнішнє середовище (можливості та загрози) у нерозривному поєднанні з внутрішнім середовищем (сильні та слабкі сторони) [94].

Проведений SWOT-аналіз поточної ситуації поводження з відходами кондитерських виробництв свідчить про широке коло можливостей, які існують при сталому поводженні з означеними відходами (табл.1.1).

Головною сильною стороною поточної ситуації є прийняття закону «Про управління відходами». Для його виконання необхідно зосередитися на локальному рівні та реалізації проєктів з рециклінгу відходів кондитерських виробництв які не вимагають значних капіталовкладень. При цьому головною загрозою поточної та перспективної ситуації є військові дії.

Таблиця 1.1 – SWOT-аналіз поточної ситуації поводження з відходами кондитерських виробництв

<p><u>Сильні сторони</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) наявність та повноцінна дія закону «Про управління відходами»; 2) потужна сировинна база органічних відходів, які утворюються на кондитерських підприємствах; 3) наявність успішних кейсів виробництва біометану та паливних пелет з використанням відходів кондитерських виробництв; 4) фокус уваги суспільства на альтернативних джерелах енергії за останні 3 роки; 5) активний пошук можливостей зниження собівартості продукції за рахунок використання вторинних ресурсів у різних сферах виробництва; 	<p><u>Слабкі сторони</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) застаріле виробниче обладнання; 2) відсутність аналізу технологічних процесів з точки зору виявлення критичних точок утворення великих обсягів відходів з метою усунення таких точок; 3) утворення великого обсягу стічних вод, які містять органічні забруднення; 4) відсутність точного обліку кількості та складу утворених відходів; 5) відсутність системи роздільного збору відходів на етапі продажу та споживання кондитерської продукції; 6) висока вартість сучасного високотехнологічного обладнання, в тому числі для рециклінгу відходів 7) велика територія країни, що призводить до високих витрат на транспортування та значний вуглецевий слід; 8) низький рівень екологічної свідомості та культури у населення у питаннях поводження з відходами, їх роздільного збору та вторинного використання
<p><u>Можливості</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) реалізація локальних проєктів у сфері вторинного використання, рециклінгу відходів кондитерських виробництв; 2) створення нових робочих місць в сфері вторинного використання відходів; 3) зміщення акценту для проєктів енергетичного використання органічних відходів з «іміджевих» та «репутаційних» на «обов'язкові» та «економічно обґрунтовані»; 4) розвиток вітчизняного виробництва обладнання для переробки, рециклінгу відходів; 5) грантова підтримка від ЄС на проєкти в сфері сортування та вторинного використання відходів; 6) розвиток напрямків використання відходів кондитерських виробництв, як виготовлення добрив, паливних пелет, які вимагають менших капіталовкладень, ніж виробництво біометану; 7) утворення індустріальних парків, у яких відходи одного виробництва стають сировиною для іншого без необхідності транспортування на далекі відстані 	<p><u>Загрози</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) непередбачуваний характер військової ситуації в Україні, який призводить до руйнувань об'єктів переробки, рециклінгу відходів, відтоку кадрів; 2) відсутність інвестицій або державної підтримки інноваційних проєктів для поводження, рециклінгу з відходами кондитерських виробництв; 3) наявність т.з. тіньового ринку відходів, який призводить до вивезення відходів на полігони замість сталого поводження з ними; 4) швидка імплементація законів ЄС у сфері поводження у вітчизняне правове поле на тлі складної поточної економічної ситуації може призводити до банкрутства кондитерських підприємств

Серед можливостей, які існують у поточній ситуації поводження з відходами кондитерських виробництв слід відзначити розвиток вітчизняного виробництва обладнання для переробки, рециклінгу відходів та створення нових робочих місць в сфері вторинного використання відходів

1.4 Обґрунтування напрямку досліджень

Аналітичний огляд системи поводження з відходами кондитерських виробництв дозволив виділити наступні проблеми, усунення яких сприятиме

зменшенню негативного впливу таких підприємств на навколишнє природне середовище:

- відсутність даних щодо дисперсного складу органічного пилу, який утворюється при виробництві кондитерських виробів;
- використання застарілого, малоефективного очисного обладнання для вловлювання органічного пилу, який утворюється безпосередньо при виробництві кондитерських виробів;
- значний вклад системи транспортування сировини та готової продукції у генерацію парникових газів кондитерськими підприємствами;
- високий вміст органічних забруднювачів у стічних водах кондитерських виробництв;
- при оцінці негативного впливу на навколишнє природне середовище кондитерські виробництва переважно розглядаються у складі харчових виробництв;
- відсутність єдиної моделі поводження з твердими відходам кондитерських виробництв, які утворюються на різних етапах життєвого циклу продукту та відповідають концепції сталого розвитку.

Проведений аналіз наукових публікацій дозволив зробити висновок про значний обсяг утворення двох типів твердих відходів при виробництві кондитерської продукції – органічних відходів складових готової продукції або власне готової продукції та полікомпонентних відходів пакування. Обидва типи твердих відходів є ресурсоцінними та можуть бути використані з метою отримання нової речовини або енергії. Відсутність достовірної інформації про обсяги утворення твердих органічних відходів на кожному підприємстві, а також в роздрібній торгівлі, прогнозованих обсягів утворення в залежності від пори року є суттєвою перешкодою для практичної реалізації рециклінгу таких відходів, й, відповідно, екологізації кондитерських виробництв. Вищевказане, а також поступове впровадження системи розширеної відповідальності виробника, призводить до зосередженню уваги та ресурсів великих виробників кондитерської продукції на оптимізації пакування з метою зменшення обсягів утворених відходів цієї категорії [89], тоді як рециклінг органічних відходів

кондитерських виробництв залишається переважно в сфері інтересів покупців таких відходів.

Таким чином, об'єктом наукових інтересів на кондитерських підприємствах та у сфері роздрібної торгівлі кондитерськими виробами є процеси, у яких утворюються великі обсяги твердих ресурсоцінних органічних відходів.

Наступна науково-практична задача була поставлена у дисертаційній роботі: розробка та впровадження моделі екологізації кондитерських виробництв шляхом рециклінгу твердих органічних відходів, які утворюються на різних етапах виробництва та споживання готової продукції, з метою зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Основна увага у дисертаційній роботі сфокусована на вивченні можливості рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв за двома напрямками: не енергетичний – у складі комбікормів для свиней та птахів; енергетичний – використання у складі твердого палива на рослинній основі. Такий комплексний підхід дозволить суттєво зменшити обсяги твердих органічних відходів кондитерських виробництв завдяки, при цьому дві розроблені моделі рециклінгу дозволять обирати найбільш ефективну в залежності від поточної економічної ситуації в регіоні, наявності споживачів комбікорму чи твердого палива та їх взаємодії з утворювачами чи накопичувачами твердих органічних відходів кондитерських виробництв.

У свою чергу рециклінг твердих органічних відходів кондитерських виробництв відповідає концепції сталого розвитку, прийнятої в Україні [90] та циркулярній економіці (табл. 1.2), в тому числі цілям сталого розвитку (ЦСР) номер 2, 7, 12, 13. Враховуючи взаємопов'язаність всіх ЦСР між собою, досягнення завдань деяких з них сприятимуть прогресу в цілому у сталому розвитку України [91].

Перспективне для України не енергетичне використання твердих органічних відходів кондитерських виробництв на сьогодні обмежене, що зумовлено відсутністю, перш за все, наукових досліджень ефективності та безпечності комбікормів з додаванням таких відходів та відсутністю ефективної

Таблиця 1.2 – Відповідність цілям сталого розвитку основних напрямків рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв

Напрямок рециклінгу	Відповідність цілям та завданням сталого розвитку в Україні		
	ЦСР	Завдання	Формулювання
Енергетичний (використання у складі твердого палива на рослинній основі)	7 «Доступна та чиста енергія»	3	Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел [90]
	13 «Пом'якшення наслідків зміни клімату»	1	Обмежити викиди парникових газів в економіці [90]
Не енергетичний (у складі комбікормів для тварин)	2 «Подолання голоду, розвиток сільського господарства»	2	Підвищити вдвічі продуктивність сільського господарства, в першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій [90]
		3	Забезпечити створення стійких систем виробництва продуктів харчування, що сприяють збереженню екосистем і поступово покращують якість земель та ґрунтів, в першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій [90]
	12 «Відповідальне споживання та виробництво»	2	Зменшити втрати продовольства у виробничо-збутових ланцюжках [91]
		4	Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв [90]

співпраці між різними суб'єктами господарювання, а також стимулювання подібних ініціатив з боку держави.

Існуюча на сьогодні поширена схема керування твердими органічними відходами великими виробниками кондитерської продукції (рис. 1.8) окрім фактичного перекладання відповідальності за подальше поводження з цим типом відходів на посередників, які купують ТОВКВ, з'являється додатковий об'єкт негативного впливу на навколишнє природне середовище – місце тимчасового зберігання та накопичення відходів (МТЗНВ), іноді на значній відстані від місця утворення відходів. Негативний вплив МТЗНВ на прилеглі екосистеми малодосліджений, проте є суттєвим та потребує розробки шляхів його мінімізації [92, 93].

Аналіз наукових джерел інформації дозволив систематизувати маловивчені та проблемні питання в галузі поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв, які потребують вирішення, а саме:

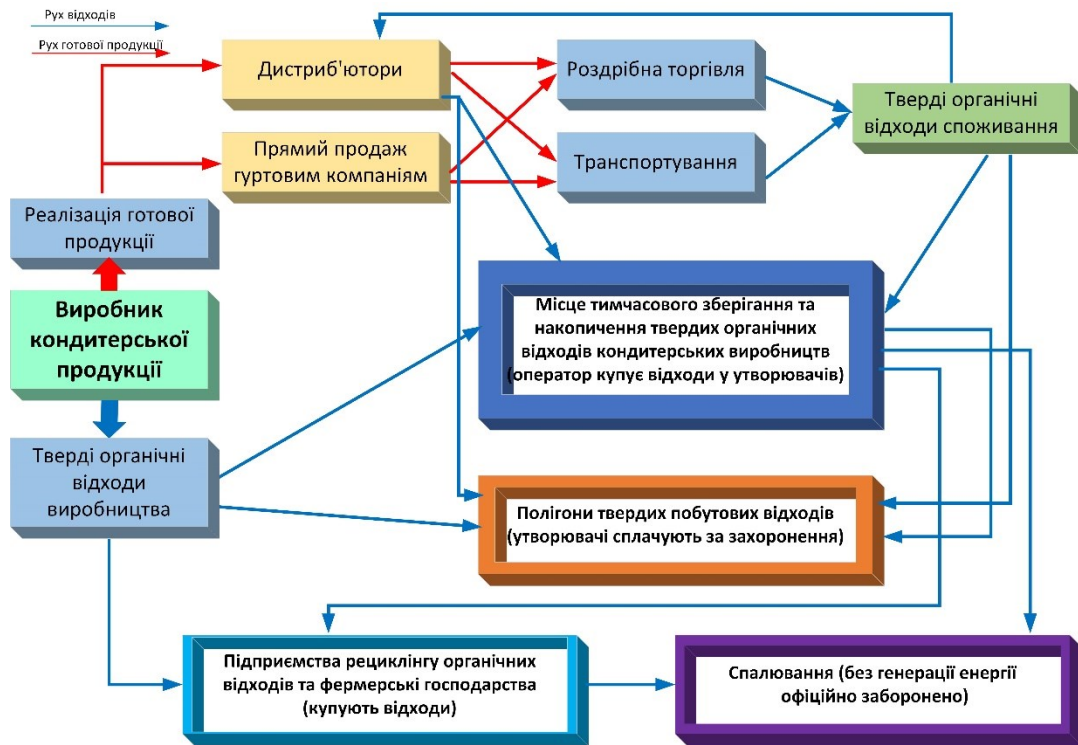


Рисунок 1.8 – Спрощена реальна схема поводження з твердими органічним відходами кондитерських виробництв

1. Оцінка та вдосконалення існуючої системи поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв.
2. Дослідження впливу місць тимчасового зберігання та накопичення відходів на прилеглі екосистеми та розробка заходів мінімізації їх негативного впливу.
3. Дослідження доцільності виготовлення комбікормів з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв, а також оцінка їх безпечності для вигодовування свиней та птахів.
4. Розробка та впровадження технології виготовлення твердого палива на рослинній основі з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв.
5. Вивчення перспектив запровадження елементів циркулярної економіки у сферу поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв на локальному та регіональному рівнях.

Теоретичні дослідження ґрунтуються на методологічній базі з використанням системного науково-обґрунтованого аналізу перспективних

напрямків екологізації кондитерських виробництв.

На рисунку 1.9 наведена блок-схема реалізації системного походу дослідницьких етапів. Наведена схема досліджень спрямована на розробку та імплементацію моделі екологізації кондитерських виробництв шляхом утилізації твердих органічних відходів за двома напрямками, кожен з яких відповідає сутності циркулярної економіки та сприяє досягненню ЦСР № 2, 7, 12, 13.

Проведення наукових досліджень у даному напрямку має велике практичне значення, адже одночасно вирішує проблему використання ресурсоцінних твердих органічних відходів кондитерських виробництв та створення повноцінних, проте дешевших за аналоги комбікормів для тварин, а також твердого палива, що у підсумку призводить до зменшення негативного впливу на стан навколишнього природного середовища кондитерських виробництв, й, відповідно, вирішує задачу їх екологізації.

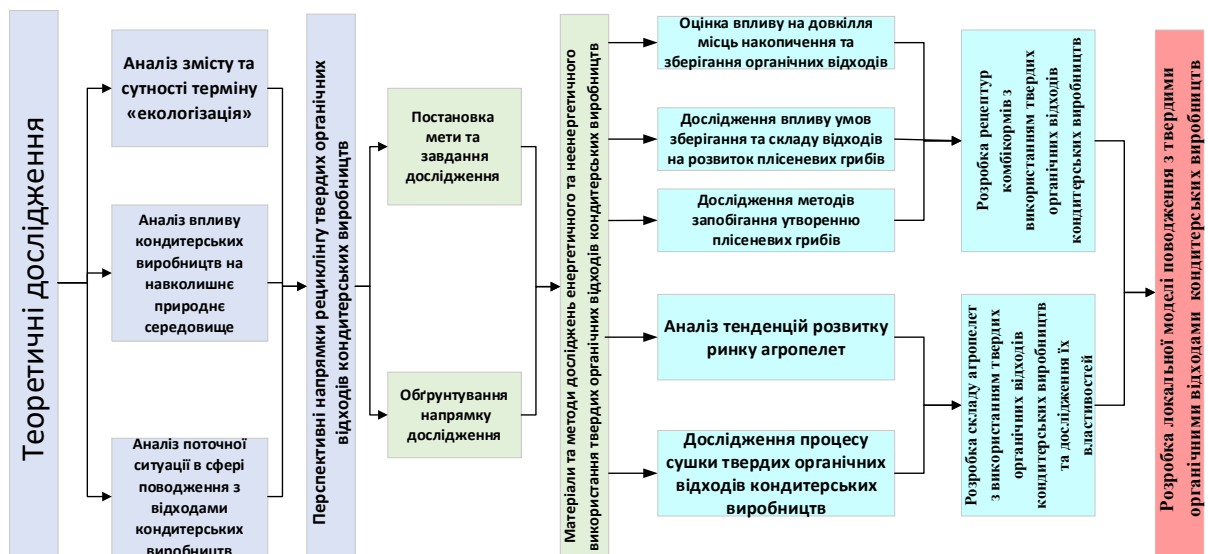


Рисунок 1.9 – Блок-схема досліджень

Метою дисертаційної роботи є розв’язання актуальної науково-практичної задачі управління відходами в харчовій галузі, яка стосується вирішення екологічних завдань щодо зменшення обсягів твердих органічних відходів кондитерських виробництв і можливості їх утилізації в якості вторинної сировини.

Для досягнення поставленої мети дисертаційної роботи необхідно

дослідити та вирішити наступні *завдання* з екологізації кондитерських виробництв:

1. Надати аналіз негативного впливу на навколишнє природне середовище кондитерських підприємств як комплексної дії небезпечних факторів на довкілля на всіх етапах життєвого циклу виробництва продукції та утилізації утворених відходів.

2. Дослідити основні напрями поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв, встановити наявні проблемні екологічні завдання щодо їх зберігання та впливу на навколишнє середовище для пошуку рішень з виправлення небезпечної ситуації.

3. Розробити математичну модель прогнозування безпечного терміну зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв як умови відсутності появи плісневих грибів відповідно до особливостей складу відходів і умов їх зберігання.

4. Визначити оптимальні, з точки зору екологічної безпеки, способи подовження безпечного терміну зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв.

5. Розробити рецептуру безпечних комбікормів для годівлі птахів та свиней, які містять у своєму складі тверді органічні відходи кондитерських виробництв.

6. Дослідити технологічні рішення зі створення паливних агропелет з використанням твердих органічних відходів кондитерських виробництв як вирішення завдань екологізації підприємств харчової галузі.

7. Надати обґрунтування концепції управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв в межах циркулярного підходу як технологічне рішення у вигляді рециклінгу відходів і отримання вторинної сировини.

1.5 Висновки до розділу 1

1. Проведений аналіз наукових джерел показав, що найчастіше термін «екологізація» трактується як комплекс заходів, які призводять до зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище процесу виробництва та експлуатації виробу. В практичному полі філософський аспект цього терміну майже не розглядається, проте деякі дослідники наголошують на необхідності формування свідомого ставлення до навколишнього природного середовища всіх учасників процесу виробництва та споживання виробу.

2. Виявлено відсутність наукових даних щодо дисперсного складу органічного пилу рослинного походження, який утворюється під час виробничих процесів на кондитерських виробництвах та потрапляє в атмосферу, що призводить до неефективності використання очисного обладнання та, відповідно, негативний вплив на прилеглі до виробництв екосистеми, який маловивчений.

3. Визначено два перспективних напрямків рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв – не енергетичний у складі комбікормів та енергетичний для виготовлення твердого палива на рослинні основі, які потребують наукового обґрунтування доцільності та розробки технологічних схем.

Зміст даного розділу відображено у наступних наукових публікаціях: [58], [62], [63], [89], [92], [93].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали дослідження

Матеріалами дослідження були тверді органічні відходи кондитерських виробництв, які утворюються на різних стадіях виробництва, продажу та споживання кондитерських виробів. Ці відходи переважно складаються з вафель з жировою начинкою та без неї, печива різних видів, рідше – глазурованих шоколадною глазур'ю борошняних кондитерських виробів та цукерок, зефіру та мармеладу. В залежності від місця утворення твердих органічних відходів кондитерських виробництв відрізняється тип їх пакування (табл.2.1, 2.2), що є важливим для оцінки подальшого терміну зберігання без суттєвого погіршення їх властивостей та характеристик.

Таблиця 2.1 – Типи пакування твердих органічних відходів кондитерських виробництв

Тип пакування	Код пакування
Поліпропіленові мішки з суцільною полімерною вкладкою	ППМПВ
Поліпропіленові мішки без суцільної полімерної вкладки	ППМБПВ
Картонні коробки з суцільною полімерною вкладкою	ККПВ
Картонні коробки без суцільної полімерної вкладки	ККБПВ
Індивідуальне паперово-полімерне	ІПП
Індивідуальне полімерне пакування комбінованого складу, в тому числі з металізованою внутрішньою поверхнею	ІПКС

Для оцінки переважаючого типу пакування для ТОВКВ було проаналізовано бухгалтерські первинні документи, а саме видаткові накладні, у поєднанні з натурним аналізом потоків вхідної продукції на підприємствах у м. Харків у квітні – червні 2023 року та м. Черкаси у вересні – листопаді 2023 року. Поєднання різних типів пакування, наприклад ІПКС та ППМБПВ зустрічається рідше 2% та використовується переважно для транспортування, а не подальшого зберігання

Таблиця 2.2 – Класифікація досліджуваних твердих органічних відходів кондитерських виробництв в залежності від місця їх утворення

Категорія	Місце утворення	Характеристика	Переважаючий тип пакування, % від загального обсягу					
			ППМПВ	ППМ6ПВ	ККПВ	КК6ПВ	ПП	ППКС
I	Виробництво	Обрізки та лом продукції, залишки на технологічному обладнанні напівтвердих відходів типу глазури, а також продукція, яка не пройшла контроль якості	19	39	12	11	10	9
II	Великі торговельні мережі та склади готової продукції виробників	Протермінована продукція - термін споживання та реалізації якої закінчився. Продукція, яка має суттєві пошкодження пакування чи самої продукції внаслідок необережного поводження.	7	5	18	17	15	38
	Малі роздрібні торговельні точки		6	16	14	38	15	11
III	Під час транспортування	Продукція, яка має суттєві пошкодження пакування чи самої продукції внаслідок необережного поводження	Залежить від початкової точки завантаження					

ТОВКВ на підприємствах. За іншою класифікацією, відходи категорії I – це відходи виробництва, відходи категорії II – це відходи споживання, а відходи категорії III – це відходи транспортування або логістичні відходи [62, 63, 95].

Асортимент та торговельні назви твердих борошняних кондитерських виробів, які потрапляють до МТЗНВ різноманітний, тому виділені наступні основні товарні групи:

- 1) Печиво зтяжне (галетне) – торговельні назви «Марія», «Зоологічне», «Галетне» тощо.
- 2) Печиво цукрове – торговельні назви «Ювілейний букет», «До кави», «До чаю», «Шпаргалка», «Монетки», «Горіхове», «Буратіно» тощо.
- 3) Вафлі без жирової начинки – переважно відходи виробництва та продукція з торговельною назвою «Бельгійські вафлі», «Коржи для тортів».
- 4) Вафлі з жировою начинкою – торговельні назви «Артек», «Молочні», «Фруктові», «Лимонні» тощо.

5) Глазуровані вироби з вмістом какао у глазурі більше 10% - торгівельні назви «Полюс», «Roshetto», «Rock&Roll`chic» тощо

У даній роботі для досліджень використовували зразки ТОВКВ, відібрані згідно ДСТУ 4619:2006 [96] у МТЗНВ. Зразки сумішей кондитерських відходів (табл.2.3) готували самостійно з зразків ТОВКВ, наявних у місцях тимчасового зберігання та накопичення відходів, якщо не вказано інше. В залежності від цілей дослідження зразки ТОВКВ відбирались за різних метеорологічних умов, умов зберігання та з різних типів пакування.

Таблиця 2.3 – Склад досліджуваних зразків

Зразок	Вміст компонентів, мас. %					Категорія відходів
	вафлі		печиво		вироби з вмістом 10% та більше какаовмісної глазури	
	без жирової начинки	з жировою начинкою	затяжне	цукрове		
В1	100	0	0	0	0	I
В2	0	100	0	0	0	I
В3	100	0	0	0	0	II
В4	0	100	0	0	0	II
П1	0	0	100	0	0	I
П2	0	0	0	100	0	I
П3	0	0	100	0	0	II
П4	0	0	0	100	0	II
ВП1	70	0	30	0	0	I
ВП2	70	0	0	30	0	I
ВП3	0	70	30	0	0	I
ВП4	0	70	0	30	0	I
ВП5	0	55	15	30	0	I,II
ВП6	0	30	70	0	0	I,II
ВП7	0	30	0	70	0	I,II
КГ1	0	0	0	0	100	I
КГ2	0	0	0	70	30	I,II
КГ3	0	0	0	30	70	I,II
КГ4	0	0	30	0	70	I,II
КГ5	0	0	70	0	30	I,II
КГ6	0	33,3	33,3	0	33,3	I,II

Харчова цінність зразків ТОВКВ (табл.2.4) визначалась згідно даних виробника на пакуванні або супровідних документах (за наявності). Харчова цінність сумішей визначалась згідно рекомендацій, наведених у [97, 98]. Для цього компоненти сумішей у визначеній кількості відбирались та змішувались

безпосередньо у місцях зберігання відходів, після чого доставлялись до лабораторії для визначення харчової цінності.

Таблиця 2.4 – Усереднена харчова цінність відходів у перерахунку на 100 грам

Зразок	Енергетична цінність, кДж	Жири, г	Вуглеводи, г	Білки, г	Інші компоненти, г
B1, B3 ¹	1618	3,9	76,7	11,3	8,1
B2, B4 ¹	2172	27,0	65	7,5	0,5
П1, П3 ¹	1702	8,5	72,4	9	10,1
П2, П4 ¹	1881	15,4	69,0	7,0	8,6
ВП1 ²	1643	5,3	74,4	10,2	10,1
ВП2 ²	1678	7,4	74,4	10,1	8,1
ВП3 ²	2031	21,5	67,2	7,9	3,4
ВП4 ²	2085	23,5	66,2	7,3	3,0
ВП5 ²	1795	17,2	63,8	6,7	12,3
ВП6 ²	1843	14,1	70,9	8,6	6,4
ВП7 ²	1968	18,9	67,8	7,2	6,1
КГ1 ¹	2160	29,2	53,5	9,4	7,9
КГ2 ²	1965	19,5	64,4	7,7	8,4
КГ3 ²	2076	25,1	58,2	8,7	8,0
КГ4 ²	2022	23,0	59,1	9,3	8,6
КГ5 ²	1839	14,7	66,7	9,1	9,5
КГ6 ²	2003	21,5	63,0	8,5	7,0

Примітки: 1 – згідно даних виробників; 2 – визначено згідно рекомендацій наведених у [97, 98].

Лужний розчин гумінових кислот – 8,5% у NaOH. Гумінові кислоти отримували екстракційним методом з бурого вугілля українських родовищ згідно методики, описаній у [99–101] у лабораторних умовах при екстракції бурого вугілля лужним розчином пірофосфату натрію з подальшою екстракцією 1 %-ним розчином гідроксиду натрію і осадженням мінеральної кислотою співробітниками кафедри «Технології переробки нафти, газу і твердого палива» НТУ ХПІ під керівництвом завідувача кафедри, професора, д.т.н. Мірошніченко Д.В.

Соняшникове лушпиння – відходи виробництва соняшникової олії, відбирали безпосередньо на олієекстракційних підприємствах.

2.2 Методики дослідження впливу місць зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв на окремі компоненти екосистем

Хімічне споживання кисню (ХСК) характеризує наявність та рівень органічного забруднення у воді. ХСК визначали згідно ДСТУ ISO 6060:2003 [102]. Для приготування зразків в лабораторних умовах у 1 дм³ дистильованій воді поміщали навіску кондитерських відходів або їх суміші масою 10 грам та витримували впродовж 60 хвилин без перемішувань у термостатичних умовах [93]. Проби води в польових умовах відбирались безпосередньо у місці зберігання ТОВКВ відкритим способом, відстань до річки від МТЗНВ становить 650 метрів (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – Характеристика місця відбору зразків атмосферних стоків в польових умовах

Характеристика	Значення
Місцеположення	м. Харків
Місце накопичення та зберігання	промисловий майданчик відкритого типу, місцевість рівнинна (ухил 3%)
Місце відбору проб	<ul style="list-style-type: none"> - під дерев'яним піддоном, на якому розташовані відходи (точка А) - за 10 м від межі місця накопичення у заглиблені 0.5 м (точка Б) - річка Немишля нижче по течії від стоку з поверхні місця накопичення відходів через 1 добу після атмосферних опадів (точка В) - річка Немишля вище по течії від стоку з поверхні місця накопичення відходів за 1 добу до атмосферних опадів (точка Г)
Характеристика атмосферних опадів	Літній період: злива (35 мм опадів за 6 годин); відбір проб здійснювався через три години від початку; температура повітря - +25°C; середня температура атмосферних опадів - +18 °C
	Осінній період: суміш дощу та мокрого снігу, 15 мм за 6 годин, відбір проб здійснювався через три години від початку; температура повітря - +2°C; середня температура атмосферних опадів - + 2,5°C

Проби води відбирались у чисту тару з поліетилентерефталату, зберігали та транспортували згідно вимог ДСТУ ISO 5667-8:2007 [103], для характеристики опадів користувались даними, наведеним у Настанові гідрометеорологічним станціям та постам [104]

Для оцінки негативного впливу на ґрунтові екосистем МТЗНВ

використовували метод вирощування тест-рослин за ДСТУ ISO 11269–2:2002 [105], який дозволяє оцінити фітотоксичність ґрунтів. Відбір проб ґрунту за ДСТУ ISO 10381–6:2015 здійснювали на різній відстані від МТЗНВ впродовж перших 24 годин після завершення зливи, в якості контрольного зразку ґрунту використовували субстрат універсальний ТМ Flora-Plus, виробник - ТОВ «Річ Ленд», Україна. В якості тест рослини використовували крес-салат (*Lepidium sativum*) ТМ Садиба. Вимірювання довжини та маси наземних та підземних частин рослин відбувалось через 14 діб після проростання. Для оцінки фітотоксичного ефекту гальмування розвитку наземної частини рослин використовували формулу 2.1 [106, 107]:

$$E = \frac{(L_k - L_d)}{L_k} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де E – фітотоксичний ефект, %;

L_k – середня довжина наземної частини рослин у контрольному ґрунті, мм;

L_d – середня довжина наземної частини рослин у дослідному ґрунті, мм.

В залежності від значення E оцінюють ступінь пригнічення розвитку тестових рослин (табл.2.6).

Таблиця 2.6 – Шкала оцінки ступеню пригнічення розвитку тестових рослин

Значення E , %	Ступінь пригнічення
<20	слабкий
20,1 – 40	середній
40,1 – 60	суттєвий
60,1 – 80	значний
80,1 – 100	високий

2.3 Методика дослідження запиленості повітря

Для оцінки запиленості повітря у приміщеннях для зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв, у приміщеннях для зберігання комбікормів та у приміщеннях для утримання й годівлі свійських тварин та птиці використовували гравіметричний (ваговий) метод та експрес метод з використанням портативного пристрою.

Ваговий метод заснований на різниці маси фільтрів до та після проходження через них повітря визначеного об'єму. Для проходження повітря використовували електроаспіратор та фільтри марки АФА-ВП-10. Перед початком вимірювань фільтри маркуються та зважуються на аналітичних вагах. Далі, після проходження повітря, вони також зважуються. Запиленість повітря C (мг/м³) визначається за формулою 2.2 [108, 109]:

$$C = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{V_0}, \quad (2.2)$$

де m_1 – маса фільтру до вимірювання, мг;

m_2 – маса фільтру після з пилом, мг;

V_0 – об'єм повітря, який пройшов крізь фільтр, приведений до нормальних умов, м³.

Для обчислення V_0 використовували формулу 2.3

$$V_0 = \frac{273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 760} \cdot V, \quad (2.3)$$

де P – атмосферний тиск у момент вимірювань, мм рт. ст.;

t – температура повітря у момент вимірювання, °С;

V – об'єм повітря, який пройшов через фільтр при даних умовах, м³.

В залежності від моделі та марки аспілятора, значення V може бути або висвічуватися на приладі, або обчислено за формулою 2.4:

$$V = \frac{W \cdot T}{1000}, \quad (2.4)$$

де W – швидкість проходження повітря крізь фільтр, л/хв;

T – тривалість проходження повітря, хв.

У кожній точці вимірювання приводилось 5 паралельних дослідів. У приміщеннях для годівлі запиленість вимірювалась відразу після поповнення годівниць та через 20 хвилин після початку годівлі.

В якості портативного переносного приладу використовували пиломір

(лічильник частинок пилу) WALCOM JD-3003 з діапазоном вимірювання частинок 0,3 – 10 мкм. Прилад використовує лазерний принцип для оцінки.

2.4 Методика оцінки розвитку плісневих грибів та вмісту мікотоксинів

Вологість зразків ТОВКВ у лабораторних умовах визначалась за термогравіметричним методом згідно ДСТУ 4910:2008 [110]. Згідно цього методу наважку зразків масою 5 г висушують у сушильній шафі за температури 103 ± 2 °С до постійної маси. Різниця маси наважки до та після сушки визначає вміст вологи у зразку.

Для визначення вмісту вологи у зразках безпосередньо в місцях зберігання чи переробки відходів використовували портативний прилад Benetech GM650B з діапазоном вимірювання вологості від 7,5 % до 55% та прилад ВСП-100, який дозволяє вимірювати вологість рослинних та інших матеріалів у діапазоні більше за 55%.

Здатність до намокання ТОВКВ, яка характеризує їх пористість, визначали згідно ДСТУ 5023:2008 [111]. Для цього зразки ТОВКВ поміщають у металеву сітку та занурюють у дистильовану воду з температурою 20 °С. Попередньо сітку без зразків кондитерських виробів занурюють у воду та обтирають фільтрувальним папером до сухості. Для печива цукрового та вафель час занурення становить 2 хв, для печива зтяжного – 4 хв. Здатність до намокання визначається у відсотках як різниця мас до та після занурення за формулою 2.5:

$$W = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad (2.5)$$

де W - здатність до намокання, %;

m – маса сітки з виробами після занурення, г;

m₁ – маса порожньої сітки після занурення у воду та обтирання, г ;

m₂ – маса сухої сітки з сухим виробом, г.

Враховуючи велику кількість різноманітних зразків ТОВКВ, для первинного

аналізу наявності плісневих грибів використовували метод мікроскопії – візуальну фіксацію наявності плісневих грибів. Для цього використовували цифровий мікроскоп Digital Microscope HDcolor CMOS Sensor (China), який має 400 кратне збільшення. Даний мікроскоп використовували як для оцінки наявності плісневих грибів, так й подальших визначень площі, ураженої плісневими грибами, та глибини проникнення плісневих грибів.

Зразки, відібрані у місцях зберігання ТОВКВ транспортувались у лабораторію у попередньо простерилізованих та промаркованих скляних чашках Петрі. Мікроскопічний аналіз проводився впродовж 4 годин після відбору зразків.

Мікологічні дослідження на виявлення мікроміцет та їх вміст для плісневих грибів проводився на базі Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків (ННЦ «ІЕКВМ») (додаток К). Дослідження проводились за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу, які включали первинне виділення, шляхом висіву у живильне середовище – агари сусло та Чапека, виділення у чисту культуру, видову ідентифікацію. Ступінь контамінації (вмісту) мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г сировини згідно методики, наведеної у [112]. Зразки, якщо не вказане інше, відбирались безпосередньо у МТЗНВ через 12 годин після візуальної фіксації появи плісневих грибів та доставлялись у ННЦ «ІЕКВМ» впродовж 3х годин.

Загальна токсичність зразків ТОВКВ, оброблених гуміновими кислотами, визначалась за біопробою на білих мишах при введенні у їх раціон 100% зразків таких ТОВКВ. Дослідження проводились на базі ННЦ «ІЕКВМ»

2.5 Дослідження нових рецептур комбікормів та їх безпечності

Ступінь окиснення рослинних олій під дією атмосферного кисню може бути охарактеризовано через значення пероксидного числа жиру ТОВКВ, які тривалий час зберігаються у МТЗНВ набувають гіркуватого смаку, що є наслідком окиснення присутніх у продукції жирів. Значення пероксидного числа визначали згідно

стандартної методики за ДСТУ 4570:2006 [113] для зразків ТОВКВ, які планується використовувати у складі комбікормів. Значення пероксидного числа для комбікормів та їх компонентів найчастіше виражають у % в перерахунку на йод (J_2 , %). Інші показники якості сировини, а саме ТОВКВ для виготовлення комбікормів визначались згідно стандартних методик (табл.2.7).

Таблиця 2.7 – Вхідний аналіз ТОВКВ при їх використанні у складі комбікормів

Показник	Метод дослідження
Сира зола, %	ДСТУ ISO 5984-1:2004
Гігроскопічна волога, %	ДСТУ ISO 6496:2005
Сирий протеїн, %	ДСТУ ISO 7169:2010
Кальцій, %	ДСТУ ISO 6490-1:2004
Фосфор, %	ДСТУ ISO 6491-1:2004
Сирий жир, %	ДСТУ ISO 6490-1:2004

Для оцінки ефективності застосування ТОВКВ в комбікормі для птиці були проведені дослідження по відгодівлі курчат м'ясо-яєчної популяції «Геркулес» які зберігаються в генофондному стаді на експериментальній фермі «Збереження державного генофонду птиці» на базі Державної дослідної станції птахівництва Інституту тваринництва НААН (Харківська обл., м. Борки). Методом випадкової вибірки було сформовано 2 групи-аналоги (по 60 голів). Курчата обох груп одержували повнораціонний комбікорм відповідно до віку птиці.

Впродовж дослідів вивчали збереженість, динаміку живої маси, абсолютні прирости курчат за загальноприйнятими методиками, описаними у [114 – 117]. Збереженість птиці під час вирощування залежить від умов їх утримання, санітарних умов, скупченості та якості комбікормів й для економічної ефективності вирощування птиці не повинна бути меншою за 93% на всіх етапах життя птиці [118].

Для оцінки ефективності застосування ТОВКВ в комбікормі для свиней були проведені дослідження приросту маси поросят після закінчення у них підсисного періоду – відлучення на 28 добу від народження. Порода поросят – «Полтавська

м'ясна». Кількість дослідних поросят для контрольного та дослідного комбікормів – по 30 голів. Утримання весь час у станку на суцільній підлозі з підігрівом за допомогою водяної пари, площа підлоги на одну тварину – 0,79 м². Годівля сухим комбікормами, автоматична бункерна подача, поїлки для води розташовані рівномірно різній висоті у вигляді чаш також з автоматичним наповнюванням. У приміщенні для утримання здійснювався контроль параметрів мікроклімату.

Приріст ваги поросят контролювався на електронних вагах за допомогою зваження кожні 30 діб до досягнення поросятами ваги 90 кг, та кожні 10 діб для визначення часу настання ваги 100 кг при вазі поросят понад 90 кг [119]. Товщина шпику у поросят та свиней є одним з параметрів, які свідчать про правильність підбраного раціону вигодовлі. Для визначення товщини шпику на живих тваринах використовували ультразвуковий прилад Piglog 105 (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд приладу Piglog 105

Вимірювання проводили на рівні 6/7 грудних хребців при досягненні тваринами живої маси 95-105 кг з подальшим коригуванням результатів згідно рекомендації, наведених у [120,121].

2.6 Дослідження енергетичних характеристик відходів

Для досліджень процесу сушки використовувались зразки твердих органічних відходів кондитерських виробництв та суміші на їх основі з початковою вологістю 70 мас.%. Процес сушки відбувався за температури 103 ± 2 °С у термошафі; маса зразків – 150 г. Після сушки впродовж 15, 40, 70, 100 та далі з кроком 30 хв зразки охолоджувались у лабораторному ексікаторі та зважувались на аналітичних вагах.

Візуальні спостереження стосувались утворення агломератів під час процесу сушки та твердої кірки на поверхні зразків, яка потенційно перешкоджає процесу випаровування вологи. В якості параметру, який характеризує щільність та ступінь полімеризації окремих компонентів у кірці було обрано твердість. Твердість визначали у кг/см^2 за допомогою приладу для визначення твердості таблетованих форм згідно методики, описаній у [122]. Зразки необхідного діаметру вирізались за допомогою гострого полого циліндру через 4 години після охолодження зразків в ексикаторі.

Найвищу теплоту згорання визначали згідно ДСТУ ISO 1928:2006 Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згорання методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згорання. Наважку палива (досліджуваного матеріалу, сировини) поміщають у металеву посудину, яка герметично закрита та називається калориметричною бомбою, після чого в атмосфері кисню зразки спалюються з фіксацією виділеної теплоти згорання. Отриманий при спалюванні проби у калориметричній бомбі результат є найвищою теплотою згорання аналітичної проби за сталого об'єму. За такої умови практично вся вода, яка є продуктом згорання, є водою в рідкому (конденсованому) стані. На практиці паливо згоряє за сталого (атмосферного) тиску і вода не конденсується, а виводиться у вигляді пари разом із залишковими продуктами згорання [123]. Відповідно найнижчу теплоту згорання знаходили розрахунковим методом.

Зольність твердих органічних відходів кондитерських виробництв визначали методом повільного озолення зразків у муфельній печі [124, 125]. Процес озолення проводять з інтервальною витримкою за різних температур у тиглю: на першому етапі температуру підіймають від кімнатною до $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 60 хв, на другому етапі зразок витримують за сталої температури $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 60 хв, на третьому етапі зразок нагрівають до температури $800 - 815\text{ }^{\circ}\text{C}$ й витримують впродовж 120 хв за цієї температури. Після закінчення процесу нагріву тигель охолоджують спочатку без ексикатора впродовж 5 хв, а потім поміщають в ексикатор до охолодження до кімнатної температури. Зольність визначають у % за різницею мас зразків за формулою 2.6

$$A^d = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (2.6)$$

де A^d – зольність, %;

m_1 – маса пустого тигля, г;

m_2 – маса тигля з зразком сировини, г;

m_3 – маса тигля з золю після завершення нагрівання та охолодження, г.

Гранули пелет виготовлялись на лабораторному грануляторі, продуктивністю 50 кг /год з діаметром отворів у матриці 6 мм.

Механічну міцність пелет, яка є важливим показником якості отриманих паливних гранул, досліджували згідно рекомендацій, наведених у EN 15210-1 [126–128]. Для цього готові пелети поміщали у барабан, який обертається. Під час обертання пелети стикаються між собою, зазнають певного тертя та отримують удар одна об одну та о стінки барабану, в наслідок чого вони втрачають частину своєї маси. Перед початком дослідження необхідно зважити пелети, після обертання з барабану вилучають його вміст та ретельно просіють, щоб розділити пелети та дрібну фракцію. Дрібна фракція, тобто пил пелет, утворюється внаслідок руйнування пелет під час обертання. Механічна міцність пелет визначається як відношення мас до та після обертання у % за формулою 2.7:

$$PDI = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де PDI – індекс міцності пелет або механічна міцність пелет, %;

m_1 – початкова маса пелет до обертання, г;

m_2 – кінцева маса пелет після обертання, г.

Хімічний склад золи визначали за стандартними методикам (табл. 2.7) та за допомогою рентгеноструктурного аналізу.

Таблиця 2.7 – Аналіз хімічного складу золи

Хімічний елемент або сполука	Метод визначення
S^d , %	ДСТУ 3528-97
H^d , %	ISO 625:1996
C^d , %	ISO 625:1996
N^d , %	ISO 29541:2010
SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; CaO ; MgO ; Na_2O ; K_2O ; SO_3 ; P_2O_5	ДСТУ 8899:2019 (рентгеноструктурний аналіз)

Вміст кисню (%) у золі визначали розрахунковим методом по аналогії для визначення вмісту кисню у вугіллі [129] у сухому беззольному стані за формулою 2.8:

$$O_{daf}^d = 100 - (S^d + C_{daf}^d + N_{daf}^d + H_{daf}^d + A^d), \% \quad (2.8)$$

де O_{daf}^d – вміст кисню у сухому беззольному стані, %

S^d – вміст сірки у сухому стані, %;

$C_{daf}^d, N_{daf}^d, H_{daf}^d$ – вміст відповідно вуглецю, нітрогену та водню у сухому беззольному стані, %;

A^d – зольність у сухому стані, %.

2.7 Визначення гранулометричного складу соняшникового лушпиння

Для визначення гранулометричного складу соняшникового лушпиння використовували ситовий аналіз. Для цього відібрану пробу масою 250 г просіювали через набір металевих сит з діаметром отворів 15; 10; 5; 1 мм. Форма отворів сит – квадратна. Для паралельного контролю з фракції, яка залишилась на кожному ситі, відбирали 10 зразків лушпиння та вимірювали їх довжину за допомогою штангенциркулю (рис.2.2). Після просіювання зважували масу фракції, яка залишилась на кожному з сит та розраховували масову частку (у %) кожної фракції за формулою 2.9:

$$W = \frac{M_{\text{фр}}}{M_{\text{заг}}} \cdot 100, \quad (2.9)$$

де $M_{\text{фр}}$ – маса фракції, яка залишилась на ситі з визначеним діаметром отвору, г;

$M_{\text{заг}}$ – маса проби, г.

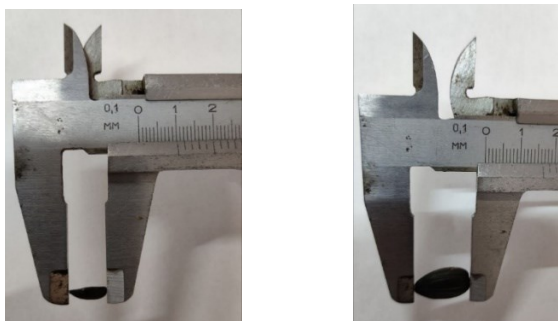


Рисунок 2.2 – Контрольне вимірювання довжини соняшникового лушпиння

Дослідження проводились у приміщенні за температури 20 – 25 °С та вологості повітря не більше 75%. Для кожної партії соняшникового лушпиння проводили три паралельних досліди, дані усереднювались. При правильному проведенні досліджень на ситі не повинно залишатись зразків, розмір яких менший за розміри отворів у ситі. Якщо розмір 50% відібраних зразків був менший за розмір отворів, результати дослідження вважались не дійсними.

2.8 Обробка та візуалізація отриманих даних

Для математичної обробки результатів та побудови математичних залежностей, а також тривимірних графіків використовували прикладне програмне забезпечення SoftStatistica v6.0 (USA). Визначено функцію відгуку часу прояву плісневих гибів від вмісту вологості та жиру у твердих органічних відходах кондитерських виробництв. Визначено функцію залежності вмісту води у твердих органічних відходах кондитерських виробництв від часу сушки та вмісту жиру. Для побудови двовірних графіків було використано Microsoft Office Excel 2016.

Необхідне графічне оформлення розроблених схем, блок схем, концепцій були виконані у середовищі Microsoft Office Visio.

Для опитування операторів (власників) місць тимчасового зберігання та накопичення твердих органічних відходів кондитерських виробництв використовували власноруч розроблену форму, опитування проводились з використанням Google Forms. Кількість респондентів вказана у кожному конкретному випадку окремо.

2.9 Висновки до розділу 2

1. Розроблено комплексну методику оцінки місць тимчасового зберігання та накопичення твердих органічних відходів кондитерських виробництв на прилеглі

екосистеми.

1. Запропоновано методику оцінки розвитку плісневих грибів у твердих органічних відходах кондитерських виробництв.

2. Запропоновано методику визначення вхідного параметру твердих органічних відходів кондитерських виробництв, за яким можна робити висновок про можливість використання таких відходів у складі комбікормів.

4. Розроблена методика визначення оптимального складу комбікормів з додаванням твердих органічних відходів кондитерських виробництв для різних груп свійських тварин

Зміст розділу відображено у наступних наукових публікаціях [63], [92], [93]

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ
ВІДХОДІВ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ У СКЛАДІ КОМБІКОРМІВ3.1 Дослідження впливу місць тимчасового зберігання та накопичення
твердих органічних відходів кондитерських виробництв на прилеглі екосистеми

Нормативними документами в сфері управління та поводження з типами відходів, до яких відносяться ТОВКВ, не регулюються вимоги до якості місць їх накопичення та зберігання чи необхідних умов зберігання – температури та вологості повітря в приміщенні. Проведений автором аналіз існуючих до 24.02.2022 року МТЗНВ показав, що на понад 60% об'єктів використовується змішаний тип зберігання, на 15% об'єктів зберігання відбувається тільки на відкритих промислових майданчиках, й тільки менше 10% мають криті складські приміщення для зберігання ТОВКВ (табл.3.1). Станом на 01.02.2025 року внаслідок часткового або повного руйнування контурів складських приміщень (табл.3.1) у прифронтових Харківській та Сумській областях переважна більшість МТЗНВ має змішаний тип зберігання або зберігання на відкритих майданчиках.

Таблиця 3.1 – Типізація місць тимчасового зберігання та накопичення
твердих органічних відходів кондитерських виробництв

Місце розташування	Кількість, шт у період, роки		Кількість об'єктів, шт з переважаним типом зберігання, у період, роки					
			зберігання на відкритих майданчиках		зберігання у складських приміщеннях		змішаний тип зберігання	
	2021	2025	2021	2025	2021	2025	2021	2025
м. Харків	5	2	1	2	1	0	3	0
Харківська область	12	7	3	5	2	0	7	2
м. Суми	2	0	0	0	1	0	1	0
Сумська область	4	1	1	1	1	0	2	0
м. Дніпро	3	1	1	1	0	0	2	0
Дніпропетровська область	9	4	1	2	4	1	4	1
Черкаська область	10	12	3	3	1	2	6	7
Львівська область	6	9	2	2	1	2	3	5

Зберігання ТОВКВ на відкритих майданчиках, без улаштування навіть елементарних навісів, в першу чергу характеризується проникненням вологи атмосферних осадів у відходи [63]. Ступінь проникнення атмосферної вологи залежить як від погодних факторів, так й від типу пакування відходів. Було розроблено власну шкалу оцінки ступеню проникнення вологи (табл.3.2).

Таблиця 3.2 – Шкала оцінки ступеню проникнення вологи у різні типи пакування

Ступінь	Швидкість просочування	Тип пакування
Високий	більше, ніж 100 мл води на глибину 30 мм за 1 хв	ППМБПВ, ККБПВ
Середній	100 мл води на глибину 30 мм за 2 – 4 хв	ППМПВ, ККПВ; ППІ та ІПКС за умови суттєвого пошкодження
Низький	менше, ніж 100 мл води на глибину 30 мм за 5хв	ППІ, ІПКС

В залежності від місця утворення та типу ТОВКВ відрізняється переважаючий тип пакування (табл. 2.1), та відповідно, ступінь проникнення вологи. Атмосферні осад легше просочуються крізь поліпропіленові мішки, які за своєю структурою має плетіння з отворами, та картонне пакування без внутрішніх захисних полімерних шарів (табл.3.2). Вказані типи пакування переважають для відходів, які утворились безпосередньо на кондитерських виробництвах, а також для відходів, які поступають з роздрібних торговельних майданчиків. Враховуючі, що більша частина ТОВКВ від 1 до 5 місяців зберігається на відкритих майданчиках (табл.3.1), було досліджено вплив МТЗНВ на окремі компоненти прилеглих екосистем.

Атмосферні стоки, які утворюються після контакту атмосферних опадів з твердими органічними кондитерськими відходами, можуть містити органічні забруднювачі та негативно впливати на ґрунти та прилеглі гідрологічні об'єкти [94]. Одним з найпоширеніших та інформативних показників рівня забруднення стічних вод та атмосферних стоків органічними забруднювачами є значенням хімічного споживання кисню [131–133], який визначали згідно методики, наведеній у п.2.2. Склад ТОВКВ, особливо різниця у вмісті жиру, може впливати на значення

хімічного споживання кисню у атмосферних стоках, тому на першому етапі даних досліджень було визначено ХСК у лабораторних умовах (п.2.2).

Аналіз отриманих даних (табл.3.3) свідчить, що найбільший вклад у зростання значення ХСК вносять вафлі з жировою начинками та вироби з какаоовмісною глазур'ю. Значення ХСК дорівнює 3124 мг/дм³ при 100% вмісту у відходах вафель з жирової начинкою та 3237 мг/дм³ при 100% відходів, які містять какаоовмісну глазур.

При 30 мас.% вмісту вафель з жировою начинкою у складі твердих борошняних кондитерських відходів (зразок ВП6) значення ХСК збільшується на 309 одиниць у порівнянні з відходами, які складаються виключно з затяжного печива (зразок П3).

Таблиця 3.3 – Залежність значення хімічного споживання кисню від складу твердих кондитерських відходів та температури у експериментальних умовах

Зразок	Значення ХСК, мг/дм ³ у зразках, які утворювались за температури води	
	5 °C	20 °C
В3	654	1345
В4	2087	3124
П3	914	1678
П4	986	1753
ВП1	672	1389
ВП3	1965	2765
ВП4	1995	2832
ВП5	2167	3004
ВП6	1198	1987
ВП7	1256	2236
КГ1	2102	3237
КГ2	1785	2256
КГ3	1943	2673
КГ4	1375	2578
КГ5	1267	2137
КГ6	1347	2408

Какаоовмісна кондитерська глазур – це додаткове джерело рослинного жиру, какао-масла та гідрогенізованої пальмоядрової олії [134–136], частина якої робить внесок у забруднення атмосферних стоків та збільшення значення ХСК. Це підтверджується отриманими даними щодо збільшення значення ХСК при появі у

суміш відходів 30 мас.% виробів з какаоовмісною глазур'ю. Наприклад, для зразку печива зтяжного (ПЗ) ХСК на 459 одиниць менше, ніж для зразку КГ5 з вмістом глазурованих виробів 30 мас.% (табл. 3.3). Значення ХСК збільшується для печива цукрового та сумішей з ним у порівнянні з значенням ХСК для печива зтяжного та сумішей на основі нього, проте основний вклад у збільшення значення ХСК вносять вафлі з жирною начинкою та глазуровані вироби.

З підвищенням температури значення ХСК збільшується. Це в першу чергу пов'язано зі збільшенням розчинності органічних речовин при підвищенні температури та відповідно зі збільшенням концентрації органічних забруднювачів у зразках води. Даний факт є важливим з точки зору потенційного забруднення атмосферних осадів від МТЗНВ у різні періоди року, оскільки Україна відноситься до кліматичної зони з чіткими розподілом на чотири пори року зі значним коливанням температур.

На наступному етапі були відібрані проби атмосферних стоків безпосередньо в одному й тому ж МТЗНВ у різні пори року, а також у найближчому до місця зберігання кондитерських відходів водному об'єкті (табл. 2.5). Значення ХСК понад 800 мг/дм³ було виявлено у літній період під дерев'яними піддонами, на яких зберігаються ТОВКВ у ППМБПВ для зразків, які містять вафлі з жирною начинкою (В4), суміші з вмістом вафель з жирною начинкою 70 мас.% (ВПЗ, ВП4) та суміші, які містять вироби з какаоовмісною глазур'ю (КГ1, КГ2, КГ5) (рис.3.1). У холодний осінній період значення ХСК різко зменшується, що передбачалось, оскільки різниця у температури опадів у порівнянні з літнім періодом становить 15,5 °С (табл.2.5). Значення ХСК, отримане у зразках з місця накопичення та зберігання твердих кондитерських відходів у 2-3 рази менше за експериментальні дані, що є передбачуваним, адже експериментальні дані отримані в ідеальних умовах розчинення відходів у воді.

Тип пакування також впливає на значення ХСК у різні пори року, що пов'язано з ступенем проникнення атмосферними опадами кожного типу пакування та, відповідно, кількістю атмосферної води, яка забруднюється органічними компонентами та поступово потрапляє у ґрунти та водні об'єкти.

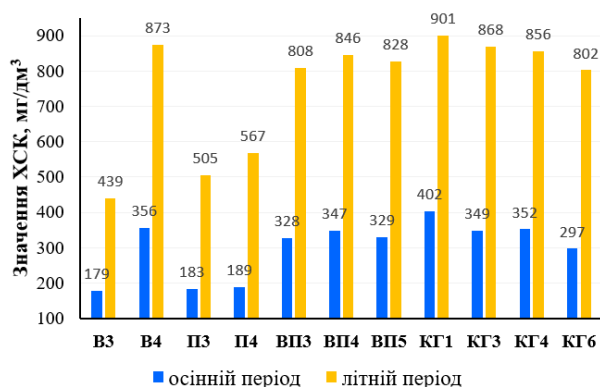


Рисунок 3.1 – Значення ХСК у зразках атмосферних опадів, відібраних під дерев'яними піддонами у різні пори року у місцях зберігання кондитерських відходів відкритим способом у ППМБПВ

Характер взаємодії крапель зливи з пакуванням складний, оскільки за поєднання двох чинників – інтенсивної зливи та сухого, водонепроникного шару ґрунту або його покриття (асфальту, цементних плит) – краплі промочують не тільки верхню частину пакування, а й, відбиваючись від поверхні землі, просочують нижні шари пакування. Таке явище інтенсифікує процес вимивання розчинних у воді забруднювачів з ТОВКВ та їх потрапляння у ґрунт.

Для вафель з жировою начинкою та виробів, які містять какао-масло, найбільш значення ХСК для атмосферних опадів після взаємодії спостерігається для пакування з високим ступенем проникнення вологи, наприклад ППМБПВ та ККБПВ (рис.3.2).

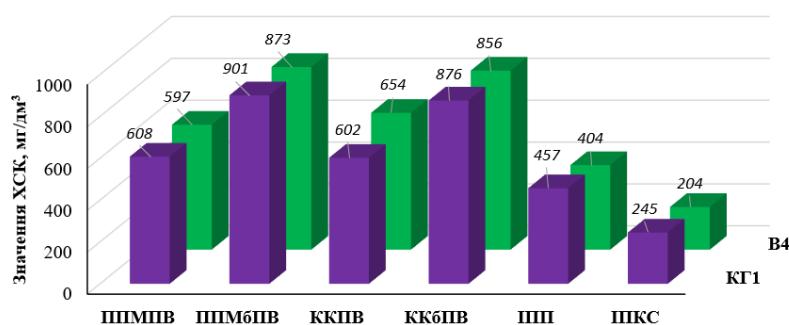


Рисунок 3.2 – Значення ХСК для зразків в залежності від типу пакування

Для інших типів пакування значення ХСК зменшується, досягаючи свого мінімального значення для індивідуального полімерного пакування комбінованого

складу та полімерно-паперового пакування – в діапазоні 200-245 мг/дм³ та 400-450 мг/дм³ відповідно (рис.3.2). Умови транспортування та збереження, під час яких будь-яке пакування зазнає пошкоджень, є причиною присутності органічних забруднювачів у атмосферних стоках під піддонами з будь-яким типом пакування відходів на ньому.

Ідентифікувати конкретний піддон з конкретним видом ТОВКВ та у конкретному типі пакування, з якого атмосферні стоки стікають у точки відбору проб води Б, В, Г (табл.2.5) неможливо, тому проводилась оцінка впливу атмосферних стоків з усього місця зберігання ТОВКВ на окремі компоненти прилеглих екосистем.

Нормативне значення ХСК для природних прісних вод не повно перевищувати 30 мг/дм³, рибогосподарських вод – 62,5 мг/дм³, для стічних вод комунальних підприємств – не більше 80 мг/дм³ [137–139]. Для точки відбору Б (рис. 3.3) спостерігається перевищення ХСК у 10 разів нормативних значень для рибогосподарських вод та в 21 раз – для стічних побутових вод у літній період, та аналогічне перевищення в осінній період у 2,5 та 5,2 рази відповідно.

Атмосферні стоки на відстані від МТЗНВ можуть додатково забруднюватися іншими органічними забруднювачами, наявними на поверхні ґрунтів, характерними для міських та промислових території, наприклад залишками нафтопродуктів, паливно-мастильних матеріалів тощо [140–142]. Підвищений рівень ХСК в точці відбору Г (95 мг/дм³, рис. 3.3) у літній період, вище по течії від місця потенційного впливу МТЗНВ частково підтверджує дані припущення.

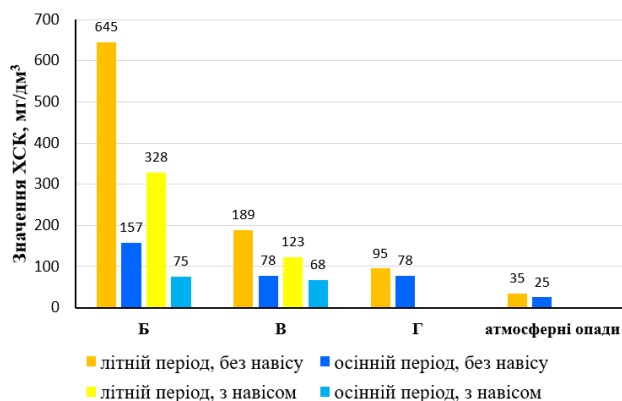


Рисунок 3.3 – Значення ХСК у різних точках відбору

У річці Немишля через 1 добу після зливи нижче по течії (рис. 3.3, точка В) спостерігається збільшення параметру ХСК майже вдвічі порівняно з значенням для води в річці без потенційного впливу складу твердих кондитерських відходів (рис. 3.3, точка Г). Враховуючи, що відстань до річки від місця накопичення та зберігання цих відходів становить 650 метрів, можна зробити припущення про часткову фільтрацію атмосферних стоків крізь ґрунти, розбавлення їх свіжою дощовою водою.

Улаштування найпростіших захисних споруд ТОВКВ типу навіс з полімерного водовідштовхуючого полотна або просте накриття складених на піддонах ТОВКВ поліетиленовою плівкою дозволяє частково зменшити негативний вплив від МТЗНВ на водні об'єкти та ґрунти (рис.3.3).

Для оцінки впливу МТЗНВ на стан ґрунтів прилеглих екосистем було проведено оцінку фітотоксичної ґрунтів по відношенню для тестової рослини крес-салат згідно методики, наведеної п.2.2.

Ґрунти Немишлянського району м. Харків (рис.3.4) в цілому характеризуються суттєвим ступенем пригнічення тестових рослин - значення $E > 40,1\%$ (табл.3.4).

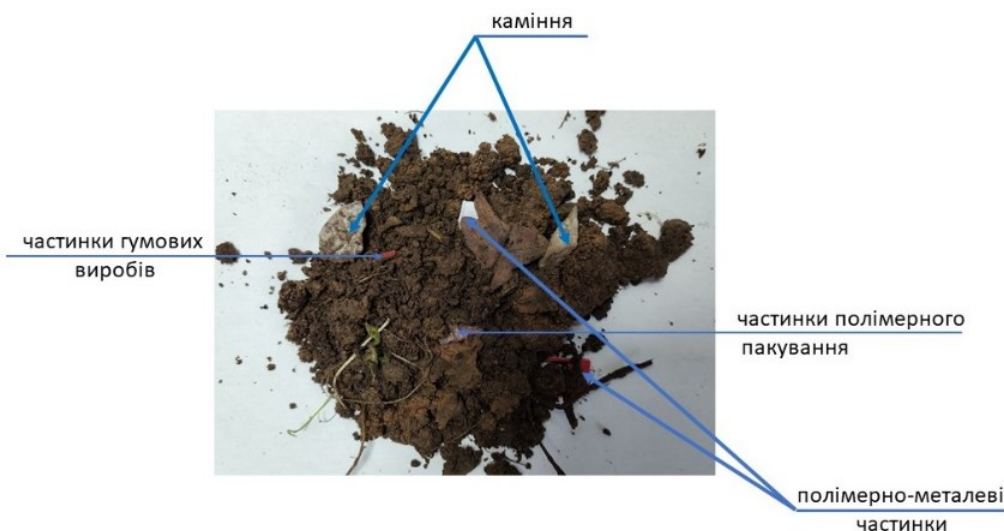


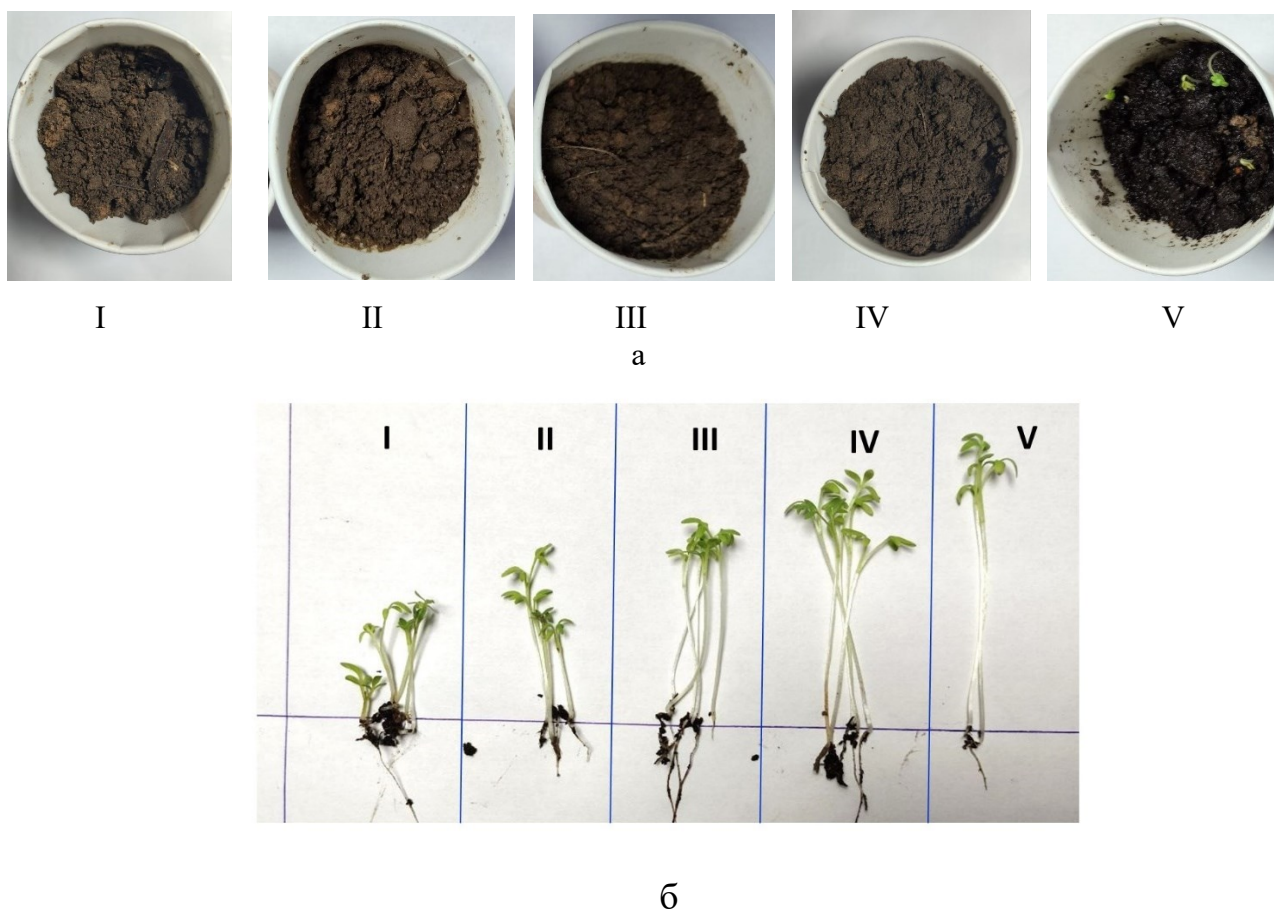
Рисунок 3.4 – Зразок ґрунту Немишлянського району м. Харків з найбільш характерними твердими забруднювачами

Немишлянський район є одним з найбільш промислових районів Харкова,

Таблиця 3.4 – Результати дослідження фітотоксичності ґрунтів поблизу МТЗНВ

Зразок ґрунту	Проростання, %	Середня довжина наземної частини, мм	Середня довжина підземної частини, мм	Значення Е, % для наземної частини
Відібраний на відстані 10 м від МТЗНВ (I)	65	45,0	10,0	42,3
Відібраний на відстані 100м від МТЗНВ (II)	68	48,7	15,0	37,6
Відібраний на відстані 500м від МТЗНВ (III)	70	49,2	21,0	36,9
Відібраний у Немишлянському районі м. Харків (IV)	72	45,9	11,0	41,1
Контрольний (V)	90	78,0	30,0	-

відповідно його ґрунтам притаманні низька родючість, високий рівень вмісту забруднювачів різної природи, високий ступінь ущільнення, як й будь-яким ґрунтам великих промислових зон та урбанізованих територій [143–145] (рис.3.4). МТЗНВ є додатковим джерелом, яке негативно впливає на стан ґрунтів, наближених до нього. Чим ближче до МТЗНВ знаходились зразки ґрунту, тим більший пригнічуючий ефект на розвиток рослини спостерігається (табл. 3.4). Кількість насіння, яке проростає у відібраних зразках ґрунту на відстані 10 метрів від МТЗНВ, зменшується на 25%, довжина наземної частини – на 33 мм, а середня маса наземної частини – на 0,021 г порівняно з контрольним зразком ґрунту, тоді як ступінь пригнічуючого ефекту збільшується та, згідно даних табл.2.6, класифікується як значний (табл.3.4, рис.3.5б). Слід також відзначити уповільнення проростання у всіх зразках ґрунтів, окрім контрольного, на третю добу візуальне проростання насіння відсутнє (рис.3.5а). При збільшенні відстані від МТЗНВ спостерігається зменшення його негативного впливу на стан ґрунтів завдяки частковій фільтрації та розбавленні свіжою атмосферною водою стоків. Так, для зразків ґрунту III, довжина наземної частини тест-рослин навіть на 3,3 мм більша за аналогічну для зразків ґрунту, відібраних у Немишлянському районі (табл.3.4, рис.3.5б).



а – проростання насіння через 3 доби після посадки у зразках ґрунту; б- зовнішній вигляд тест-рослин через 14 діб у відповідних зразках ґрунтів

Рисунок 3.5 – Стан рослин під час визначення фітотоксичності ґрунтів

МТЗНВ також частково впливають на міську фауну, сприяючи перерозподілу міських популяцій у просторі. МТЗНВ при зберіганні ТОВК відкритим способом або з улаштуванням найпростіших навісів стають новими постійними місцями годування для наступних представників: голуб міський (*Columba livia*), горобець хатній (*Passer domesticus*), сорока звичайна (*Pica pica*), щур (*Arvicola*), миша звичайна (*Mus musculus*).

Збільшення їхньої чисельності спостерігається візуально, а заходи з контролю кількості та заходи по відлякуванню не дають бажаного ефекту [146]. Одним з поширених типів взаємодії МТЗНВ та птахів міського середовища м. Харків є рознесення ТОВКВ в радіусі 150 м та їх потрапляння на поверхню ґрунтів з подальшим розчиненням атмосферними опадами та використанням в якості їжі іншими мешканцями екосистеми міста.

3.2 Аналіз використання комбікормів в сучасному тваринництві з точки зору впливу на навколишнє природне середовище

При вигодівлі свійських тварин використання комбікормів забезпечує останніх необхідним комплексом поживних та мінеральних речовин, що сприяє, у підсумку, отриманню високоякісних продуктів тваринництва. Переваги використання комбікормів для вигодівлі, в основному, зосереджуються на можливості точного регулювання раціону тварин в залежності від кінцевих потреб - соковитість та інші споживчі характеристики м'яса [147, 148], розміру та ваги яєць [149, 150] тощо. Використання комбікормів для годівлі тварин може розглядатися як елемент продовольчої безпеки країни та одночасно як елемент загальної концепції підвищення продуктивності сільського господарства, тваринництва та як елемент системи управління відходами, які містять органічну складову.

Так, наприклад, поширення використання комбікормів може сприяти прогресу у досягненні таких завдань сталого розвитку, як 1.3 «Підвищити життєстійкість соціально вразливих верств населення», 2.2 «Підвищити вдвічі продуктивність сільського господарства, в першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій», 2.3 «Забезпечити створення стійких систем виробництва продуктів харчування, що сприяють збереженню екосистем і поступово покращують якість земель та ґрунтів, у першу чергу за рахунок використання інноваційних технологій», 12.4 «Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій та виробництв», проте жодне з цих завдань не містить в якості індикатора прогресу нічого пов'язаного з поширенням виробництва комбікормів, залучення до їх складу відходів виробництва та споживання продовольчих товарів тощо (табл. 1.1) [90].

Невисока ціна на комбікорми є головним фактором, за яким переважно віддається перевага тому чи іншому виробнику комбікормів. При цьому виробник може постачати низькоякісні комбікорми, які не містять всіх необхідних елементів, що призводить до погіршення якості продукції тваринництва. Запорукою розвитку галузі виробництва комбікормів є конкуренція та локалізація виробництв з метою

мінімізації поточних витрат на транспортування, а також інформаційна складова використання комбікормів, особливо для малих та індивідуальних фермерських господарств [151, 152].

В залежності від агрегатного стану комбікорму (рис. 3.6) відрізняється й вплив на навколишнє природне середовище при їх використанні. Сипучі або сухі комбікорми легкі у виготовленні на стандартному обладнанні типу кормозмішувач вертикального типу, робочий орган якого це бункер зі шнеком для ретельного перемішування сипучих інгредієнтів. Невисока вартість обладнання, яка починається з 30000 грн та простота експлуатації обладнання, відсутність необхідності нагріву при реалізації технологічних операцій й відповідно не високі енерговитрати є основною причиною поширеності саме сухих комбікормів.

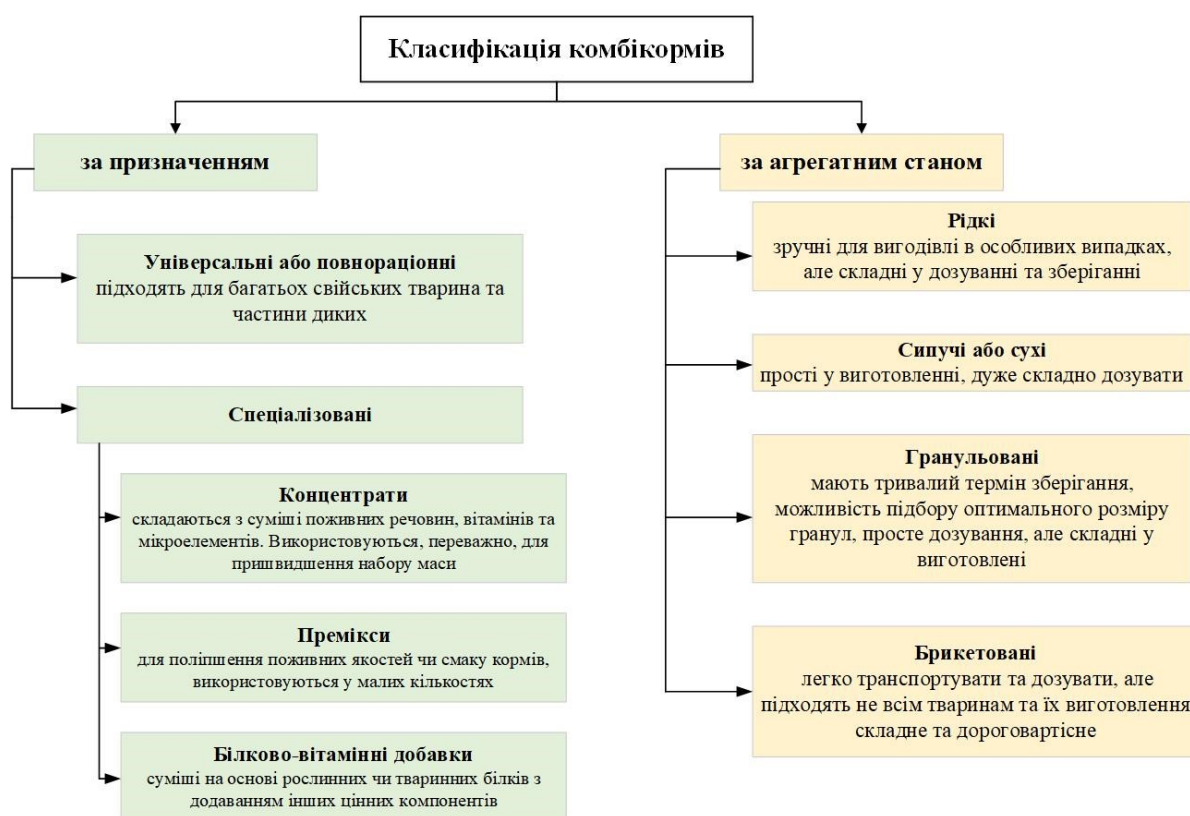


Рисунок 3.6 – Класифікація комбікормів

Однак саме сухі комбікорми при виробництві та використанні мають найбільший негативний вплив на атмосферу внаслідок утворення пилу органічного походження. Основними складовими комбікормів для більшості свійських тварин

та птиці є пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, рідше – гречка та рис, а також багаті на білки бобові -горох, соя. При виготовленні сухих комбікормів, а також при їх зберіганні й перевантаженні, вказані основні складові комбікормів є джерелом утворення дрібнодисперсного пилу з розміром частинок від 0,1 мкм до 2,5 мкм.

Також відзначимо, що зерновий пил є вибухонебезпечним й може стати причиною вибуху у замкненому приміщенні [153, 154]. Допустимий вміст пилу зернового в повітрі наведено у табл. 3.5 [155–157]. ГДК встановлені для людей та не враховують потенційний негативний вплив на свійських тварин.

Органічний пил, який утворюється на агропідприємствах, негативно впливає на здоров'я як працівників, так й свійських тварин, вражаючи органи дихання й стаючи причиною таких захворювань як астма й зниження ємності легень у людей, та подразнення верхніх дихальних шляхів, очей та зниження здатності опиратися

Таблиця 3.5 – Гранично-допустимі концентрації пилу зернового у повітрі

Найменування речовини	Клас небезпеки	ГДК, мг/м ³				
		у повітрі робочої зони	у повітрі населених пунктів		зі стаціонарних джерел	розповсюдження полум'я
			максимальна разова	середньодобова		
Пил зерновий	3	4	0,2	0,03	50*	40-50

Примітка: дані наведені для речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинок і волокон) згідно [156], оскільки зерновий пил у даному нормативному документі відсутній

респіраторним інфекціям у свійських тварин [158-160]. Безпосередньо у приміщеннях, де свійські тварини та птиця утримуються та годуються, до органічного пилу від сухих комбікормів додається фекальний пил, пил від пір'я та хутра, неорганічний пил від матеріалів, з яких виконане приміщення, таким чином утворюючи небезпечну суміш пилу.

В Україні відсутні дані щодо досліджень запиленості повітря зерновим пилом в середині приміщень для утримання тварин, проте такі дані існують для країн африканського континенту й наведені в [161]. Так, було виявлено що реальна

концентрація зернового пилу PM_{10} становить 53,72 мг/м³ що на 8,72 мг/м³ більше за рекомендовані ВООЗ; $PM_{2,5}$ = 36,54 мг/м³ що в 2,4 рази більше за рекомендовані ВООЗ. Зерновий пил також переносить мікроорганізми та ендотоксини й фактично є патогенним середовищем, яке створює додаткове навантаження на організми працівників та тварин [158–161].

У зоогігієнічних нормативах утримання свійської худоби запиленість повітря є одним з параметрів мікроклімату, проте нормується тільки загальна запиленість повітря, без ідентифікації типу пилу та розмір частинок (табл.3.7) [162–164].

Враховуюче все вище перелічене, було прийняте рішення про оцінку запиленості повітря приміщень для утримання різних свійських тварин та зберігання комбікормів в залежності від типу комбікорму, який використовується.

Таблиця 3.7 – Допустима запиленість повітря у приміщеннях для утримання світських тварин

Тип свійських тварин чи птиці	Верхня межа допустимої концентрації пилу, мг/м ³
Телята віком до 60 днів	2,0
Телята старше 4 міс та дорослі корови	3,0
Підсисні свиноматки з поросятами	3,0
Відлучені поросята, ремонтний і відгодівельний молодняк свиней, холості і поросні свиноматки, кнури	5,0
Вівцематки з ягнятами в період окоту, вівцематки з ягнятами до 20-денного віку, вівці дорослі	0,5
Курчата -бройлер віком 1-4 тижні	0,5
Курчата -бройлер віком 5-6тижні	1,0
Курчата -бройлер віком 7-8тижні	2,0
Кури – молодняк при утриманні в кліткових батареях	3,0
Кури- несучки при утриманні у кліткових батареях	5,0
Кури -несучки при утриманні на підлозі	8,0

Для цього було використане ваговий метод з паралельним контролем результатів портативним приладом за методикою, описаною у п.2.3 з використанням формул 2.2 – 2.4.

Середні та великі свиноферми та птахоферми у своєму складі мають цехи для виробництва сухих комбікормів, технологічний процес у яких фактично полягає у подрібненні та наступному змішуванні компонентів комбікорму. У таких

приміщеннях концентрація пилу під час технологічних операцій перевищує допустимі значення для людей у 6 разів й переважно зумовлена як раз зерновим пилом (табл.3.7).

У випадку зберігання сухих комбікормів запиленість повітря у складах у 1,5 рази більша, ніж при використанні гранульованих. Причиною утворення пилу переважно є пошкодження пакування. У пташниках початкова запиленість вища, ніж у свинарниках, що зумовлено наявністю пир'я та станом посліду.

У дрібних індивідуальних свиногосподарствах через відсутність примусової вентиляції запиленість сягає 8 мг/м^3 , що на 2 мг/м^3 перевищує гранично допустимі показники.

Під час висипання сухого комбікорму концентрація пилу зростає, особливо у свинарниках без вентиляції – у 1,25 рази. Використання ж гранульованого комбікорму у всіх типах приміщень для утримання тварин і птиці не призводить до значного підвищення запиленості (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Запиленість повітря у різних приміщеннях агрокомплексів

Тип приміщення	Температура повітря, °С	Атмосферний тиск, мм.рт.ст	Запиленість, С, мг/м³	
			ваговий метод	експрес метод
Виробниче приміщення для приготування сухого комбікорму	18	752	24,56	24,00
Склад зберігання сухих комбікормів (у мішках)	18	752	8,48	8,00
Склад зберігання гранульованих комбікормів (у мішках)	16	748	5,65	5,00
Приміщення для утримання та вигодовлі свиней (середнє господарство, 250 голів)				
До початку годівлі	21	752	3,32	3,00
У момент подання сухого корму			3,88	3,00
Через 20 хв після висипання сухого корму			3,42	3,00
У момент висипання гранульованого корму			3,32	3,00
Через 20 хв після висипання гранульованого корму			3,32	3,00
Приміщення для утримання та вигодовлі свиней (індивідуальне дрібне господарство, 5 голів)				
До початку годівлі	20	750	8,17	8,00
У момент висипання сухого корму			10,24	10,00
Через 20 хв після висипання сухого корму			9,60	9,00
У момент висипання гранульованого корму			8,22	8,00
Через 20 хв після висипання гранульованого корму			8,20	8,00
Приміщення для утримання кур-несучек, утримання на підлозі, щільність посадки 7 курей на 1 м² корисної площі				
До початку годівлі	18	748	9,08	9,00
У момент висипання сухого корму			10,65	10,00
Через 20 хв після висипання сухого корму			9,56	9,00
У момент висипання гранульованого корму			9,14	9,00
Через 20 хв після висипання гранульованого корму			9,07	9,00

Фермери також відзначають випадки відмови до споживання сухих комбікормів саме з-за утвореної пилової завіси над ними, яку видно неозброєним людським оком й випадки вибіркості поїдання компонентів сухих комбікормів птицею й, відповідно, неефективність введення лікарських засобів до складу сухих комбікормів у випадку годівлі птиці (рис.3.7).



Рисунок 3.7 – Порівняння споживчих та екологічних характеристик сухих та гранульованих комбікормів

Одним з способів зменшення утворення пилу від сухих комбікормів є збільшення його жирності шляхом введення жировмісних (олієвмісних) компонентів [160, 161].

Проте таке введення повинно відбуватися у відповідності до рецептури комбікормів, які забезпечують повноцінний раціон тварин й не призводити до дисбалансу в організмі тварин.

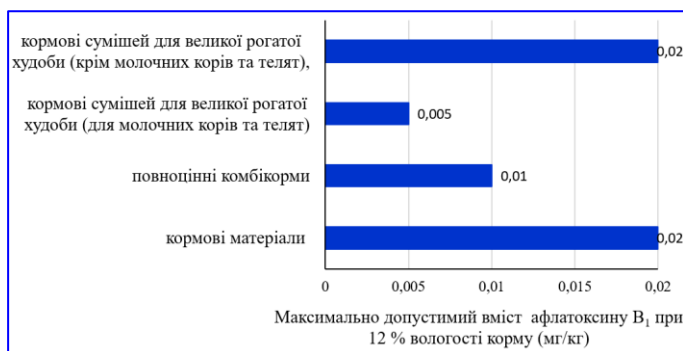
3.3 Дослідження методів зменшення кількості мікотоксинів у комбікормах

Якість комбікормів нормується низкою нормативних документів, суворе дотримання яких забезпечує їх безпечне використання та мінімізацію потенційного ризику як для тварин, так й для навколишнього природного середовища.

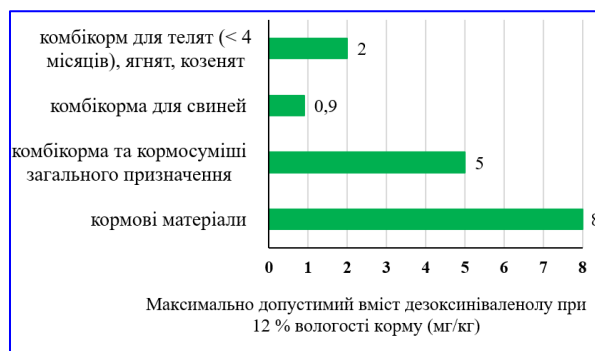
Мікотоксини, які є вторинним продуктом життєдіяльності плісневих грибів, несуть загрозу здоров'ю свійських тварин та птиці, головним чином спричиняючи порушення у синтезі нуклеїнових кислот та білку, що є особливо небезпечним у птахівництві, де значна частка птиці вирощується саме як джерело білку для людей [165]. Деякі мікотоксини є продуктом життєдіяльності одного типу плісневих грибів, у такому випадку пригнічення розвитку конкретного плісневого грибу є ефективним способом зменшення кількості мікотоксинів у харчовій продукції. Останні дослідження свідчать про те, що існують мікотоксини, які є продуктом життєдіяльності декількох типів плісневих грибів. Наприклад, мікотоксин охратоксин А продукується плісневими грибами роду *Aspergillus ochraceus* та *Penicillium verrucosum* [166, 167].

Допустимий вміст мікотоксинів у комбікормах залежить від роду свійських тварин та їх віку. Не всі мікотоксини мають зменшений максимально допустимий вміст при вигодівлі тварин меншого віку. Наприклад, допустимий вміст охратоксину А залежить виключно від виду тварин (рис.3.8г), тільки два з п'яти основних мікотоксинів нормуються для птиці – це охратоксин А та фумонізени (рис. 3.8 г, д) [168]. Допустимий максимальний вміст у комбікормах та кормосумішах трьох з п'яти основних мікотоксинів – дезоксиніваленолу, зеараленону та фумонізинів суттєво збільшується в разі використання кукурудзи як основного компонента кормів, в тому числі при так званих грубих кормах.

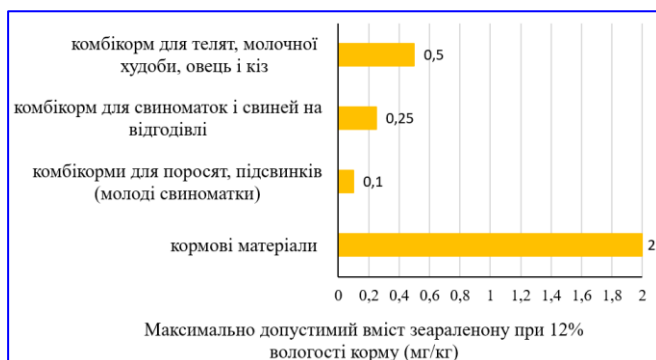
Поява та розвиток плісневих грибів у комбікормах при їх зберіганні є не бажаним явищем, яке суттєво знижує термін зберігання комбікормів та вимагає запровадження комплексу організаційно-технічних заходів для зменшення швидкості розвитку плісневих грибів. Активний розвиток плісневих грибів у комбікормах є наслідком їх органічного походження, інтенсифікація процесів може



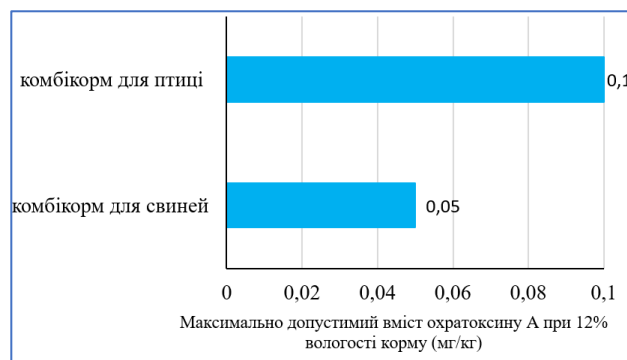
а



б



в



г



д



е

а – афлотоксин В₁; б – дезоксиніваленол; в – зеараленон; г - охратоксин А; д – фумонізини; е – для кормів з високим вмістом кукурудзи.

Рисунок 3.8 – Максимально допустимі вмісти мікотоксинів у комбікормах для свійських тварин та птиці в залежності від роду тварин та їх віку.

бути спричинена вологістю кормів, наявністю поживних харчових елементів у кормах, особливо сприятливих для розвитку плісневих грибів, сприятливою температурою навколишнього середовища при виготовленні, транспортуванні та зберіганні. Постійний контроль за вмістом мікотоксинів у складових компонентів

комбікормів на всіх етапах виробничого циклу є одним з найефективніших заходів для недопущення мікотоксикозу тварин.

Всі організаційно-технічних заходів для зменшення вмісту мікотоксинів у кормах для свійських тварин можна поділити на дві групи:

1 – група заходів, що пригнічує розвиток плісневих грибів, але не призводять до втрати життєздатності грибами, це так звані фунгістатичні заходи.

2 – група заходів, спрямованих на знищення джерел мікотоксинів шляхом руйнування самих плісневих грибів, це так звані фунгіцидні заходи.

Для обох груп характерним є застосування хімічних препаратів різної природи, відповідно різної ефективності. Ефективність фунгіцидної або фунгістатичної дії впливу низьких чи високих температур на комбікорма (рис.3.9) є невисокою, до того ж такі заходи можуть призвести до руйнування цінних харчових елементів кормів [169].

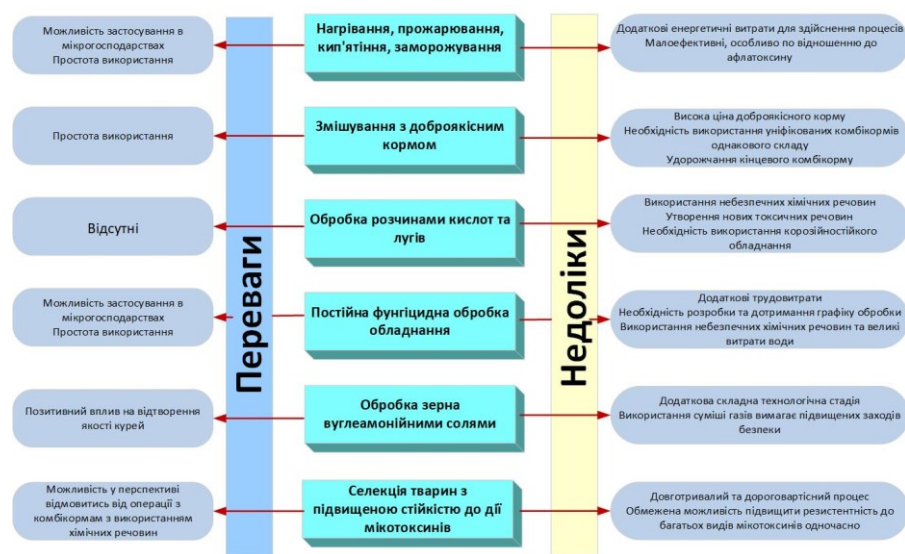


Рисунок 3.9 – Переваги та недоліки різних методів зниження вмісту мікотоксинів та запобігання розвитку плісневих грибів при виробництві та використанні комбікормів

Ефективні у лабораторних умовах розчини лугів та кислот для руйнування мікотоксинів при практичному їх застосуванні для зниження вмісту мікотоксинів у комбікормах у деяких випадках призводять до утворення нових небезпечних

токсичних речовин, а головне вимагає використання корозійностійкого обладнання, що призводить до удорожчання виробництва. Найпоширенішими хімічними речовинами, які застосовуються на практиці для зниження концентрації мікотоксинів в комбікормах, є пропіонова кислота та аміак. Враховуючи загальну концепцію ЄС щодо зменшення використання агресивних хімічних речовин у технологічних процесах [170], перспективним та сталим є апробація та використання хімічних речовин фунгістатичної дії та препаратів на їх основі з мінімальним негативним впливом на навколишнє природне середовище.

Серед речовин, які досліджуються з точки зору їх практичного застосування у нових аспектах та у поєднанні з новими матеріалами, можна виділити гумінові кислоти. Унікальною перевагою гумінових кислот є те, що вони є природним елементом екосистем, який зосереджено у ґрунті навколо кореневих систем рослин. Гумінові кислоти активно використовуються в аграрному секторі для підвищення родючості ґрунтів та захисту рослин від стрес-факторів [171–173]. Їх отримання можливо з низькоенергетичних фракцій торфу та бурого вугілля, що відкриває нові напрямки використання цих видів викопного палива [171, 174, 175]. Гумінові кислоти та їх похідні активно використовуються за новими призначеннями, наприклад як модифікатори властивостей полімерних матеріалів [176] та в якості антибактеріальної доданки у складі здатних до біорозкладання полімерних матеріалів [177].

3.4 Дослідження динаміки розвитку плісневих грибів у твердих органічних відходах кондитерських виробництв

Плісневі гриби самі по собі є природними деструкторами органічної речовини, беруть активну роль у ґрунтоутворенні, їх розвиток у природних умовах є необхідним та навіть бажаним етапом з точки зору розкладання органічних відходів [178–180].

Розвиток плісневих грибів у твердих органічних відходах кондитерських виробництв, натомість, є небажаним явищем, яке обмежує або унеможливорює

використання таких відходів в якості доданки до комбікормів [3.52].

Швидкість розвитку плісневих грибів у твердих органічних відходах кондитерських виробництв залежить від наступних факторів:

- 1) умов зберігання;
- 2) типу пакування;
- 3) складу відходів

Для визначення домінуючого фактору, мінімізація впливу якого може призвести до збільшення терміну зберігання ТОВКВ без розвитку плісневих грибів було проведено дослідження динаміки розвитку плісневих грибів у ТОВКВ в залежності від різних факторів. Для оцінки часу до появи плісневих грибів та розвитку плісняви використовували мікроскопічний метод, описаний у п.2.4., вологість зразків визначали експрес методами з використанням приладів, наведених у п.2.4 .

Дослідження проводили протягом 2024 року у м. Харків у весняно-літній та осінньо-зимовий період за різних метеорологічних умов (табл.3.8), які впливають на вологість ТОВКВ, оскільки переважна більшість таких відходів зберігається відкритим способом (табл.3.1).

Таблиця 3.8 – Характеристика метеорологічних умов під час експерименту у 2024/2025 році [182]

Період експерименту		Кількість атмосферних опадів , мм	Середня температура, °С	
день по порядку	місяць		денна	нічна
Весняно-літній період (ВЛ)				
1-30	травень 2024	25,9	20,2	12,2
31-60	червень 2024	28,9	24,7	16,2
61-90	липень 2024	18,9	27,4	18,2
91-120	серпень 2024	14,1	28,2	18,1
Осінньо-зимовий період (ОЗ)				
1-30	жовтень 2024	15,3	14,9	2,1
31-60	листопад 2024	60,9	3,6	-1,5
61-90	грудень 2024	43,1	0,1	-3,6
91-120	січень 2025	20,2	1,4	-3,2

Метеорологічні умови в 2024 році в м. Харків мали свої відмінності від кліматичної норми, а саме: посуха у літній період – кількість опадів була меншою

за норму у 3,5 рази; підвищена середня температура вересня та жовтня з присутністю аномальних днів з високою температурою у ці місяці на рівні 27 °С; не значна кількість опадів у жовтні – 15,3 мм при нормі опадів 44 мм [182]. Такі умови більш характерні для південних регіонів України, ніж для східних.

Для ТОВКВ, вміст жиру у яких не перевищує 10 г / 100 г та вміст вуглеводів знаходиться в діапазоні 74 – 77 г /100 г (див.табл.2.4), в залежності від умов зберігання та пори року час до появи плісневих грибів знаходить в діапазоні від 37 до 90 діб (табл.3.9).

Таблиця 3.9 – Час появи плісневих грибів в залежності від умов зберігання та вологості твердих органічних відходів кондитерських виробництв з вмістом жиру до 10 г/100 г

Зразок	Тип пакування	Вологість зразків, %					Час до появи плісневих грибів на поверхні, метод мікроскопії, діб, у період	
		згідно ДСТУ	на початку експерименту, у період		в момент виявлення плісневих грибів, у період			
				ВЛ	ОЗ	ВЛ	ОЗ	ВЛ
В1	ППМ6ПВ	<4,5 [97]	25	20	55 ¹	50 ¹	39 ¹	45 ¹
					32 ²	28 ²	62 ²	72 ²
	КК6ПВ	<32 [97]	26	21	56	51	37	43
					33	28	61	70
В3	ІПКС	<4,5 [97]	15	12	35	28	60	70
					20	15	75	84
	ККПВ	<32 [97]	15	12	38	30	55	67
					23	17	70	80
П1	КК6ПВ	2 – 9 [98]	18	14	42	35	50	57
					24	19	68	79
	ППМ6ПВ	5 – 9 [98]	17	13	40	33	54	59
					22	17	70	81
П3	ІПП	2 – 9 [98]	12	9	35	28	68	76
					19	15	82	90
	КК6ПВ	5 – 9 [98]	18	14	42	35	50	57
					24	19	68	79
ВП1	ППМ6ПВ	не нормується	23	20	53	48	40	49
30					22	64	76	
ВП2			24	21	54	47	41	50
					32	26	66	77

Примітка: 1 – перше значення для зразків, що зберігались відкритим способом; 2 – друге значення для зразків, що зберігались під навісом

Вологість всіх без виключення зразків печива та вафель при їх зберіганні у

МТЗНВ перебільшує нормативні для готової продукції.

Спостерігається пряма залежність між збільшенням вологості зразків та типом пакування (табл.3.9). Так, для поліпропіленових мішків без суцільної полімерної вкладки вологість зразків вафель без жирової начинки, які утворились на виробництві, більша за нормативну у 5,5 та 4,5 разів у весняно-літній та осінньо-зимовий період відповідно. Для зразків вафель без жирової начинки (ВЗ), які утворились у торговельних мережах та потрапили до МТЗНВ у індивідуальному полімерному пакуванні комбінованого складу вологість зразків більша за нормативну в 3,3 рази. Збільшення вологості таких зразків пов'язано як з закінченням терміну зберігання продукції, так й з пошкодженням пакування відходів ВЗ під час всього ланцюга зберігання та транспортування.

Картоне пакування без полімерної вкладки є більш проникними для атмосферної вологи, ніж поліпропіленові мішки без суцільної полімерної вкладки. Такий висновок було зроблено аналізуючи вміст вологи (табл.3.9) для зразків печива зтяжного П1. У момент виявлення плісневих грибів вологість зразків, відібраних з ППМБПВ була на 2% менша, ніж у зразків, які зберігались у ККБПВ, відповідно час до появи плісневих грибів у зразків відібраних з ППМБПВ на 4 дні більше у ВЛ період.

Отримані дані корелюють з даними досліджень впливу МТЗНВ на гідросферу, наведені у п.3.1 та свідчать про необхідність диференційованого підходу до зберігання відритим способом чи під навісом ТОВКВ в залежності не тільки від їх складу, а й від типу пакування. Картоне пакування без суцільної полімерної вкладки є найбільш небажаним типом пакування з точки зору просочення атмосферної вологи та збільшення вологості зразків. В разі наявності індивідуального полімерного пакування будь-якого типу процес потрапляння вологи атмосферних осадів та повітря ускладнюється, він зумовлений виключно пошкодженням пакування, що у підсумку призводить до уповільнення процесу набухання ТОВКВ.

В осінньо-зимовий період вологість всіх без виключення зразків у момент виявлення плісневих грибів нижча мінімум на 6%, що пов'язано з уповільненням

процесу набухання ТОВКВ при зниженні температури. Активний розвиток плісневих грибів відбувається за ідеального співвідношення у системі «температура - вологість», вихід за оптимальні значення одного з параметрів призводить до зменшення активності. Загальною тенденцією є уповільнення процесів як набухання ТОВКВ, так й розвитку плісневих грибів в осінньо-зимовий період, у який загальна кількість опадів є більшою, ніж у весняно-літній, проте температура повітря значно нижчою.

Математична обробка отриманих даних (табл. 3.9) щодо залежності між часом до прояву плісневих грибів від вологості зразків та вмісту жирів дозволила отримати емпіричні рівняння, за якими можна розрахувати час до появи плісняви в залежності від вологості зразків для різних пор року та різних умов зберігання (відкритим способом чи під навісом). Це, в свою чергу, допомагає оптимізувати умови зберігання ТОВКВ та визначити термін, за який необхідно їх використати в складі комбікормів для отримання безпечних кормів для тварин, які не містять мікотоксинів [181, 183, 184].

Отриманні емпіричні рівняння в залежності від умов зберігання (відкритий спосіб, під навісом) та періоду року будуть мати різні коефіцієнти, проте однаковий характер.

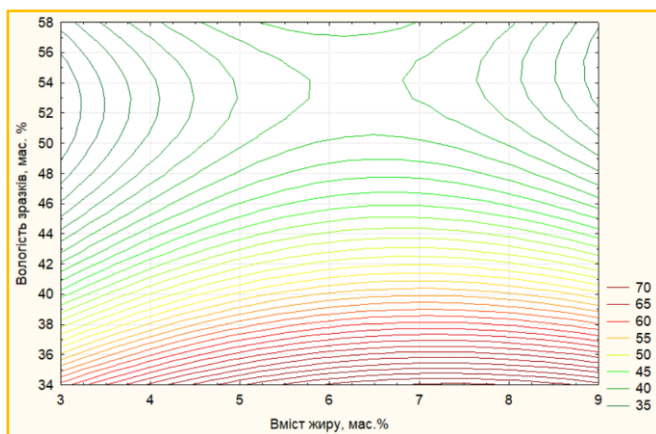
У випадку зберігання ТОВКВ з вмістом жиру до 10 г/ 100 г у весняно-літній період відкритим способом (3.1) вільний перший коефіцієнт становить 210,7468. Графічна інтерпретація рівняння 3.1 (рис.3.10 а, б) дозволяє швидко знайти час, який залишився для зберігання даного типу ТОВКВ до моменту появи плісневих грибів.

$$t = 210,7468 + 11,528 \cdot x - 7,6514 \cdot y - 0,6361 \cdot x^2 - 0,0651 \cdot x \cdot y + 0,0749 \cdot y^2, \quad (3.1)$$

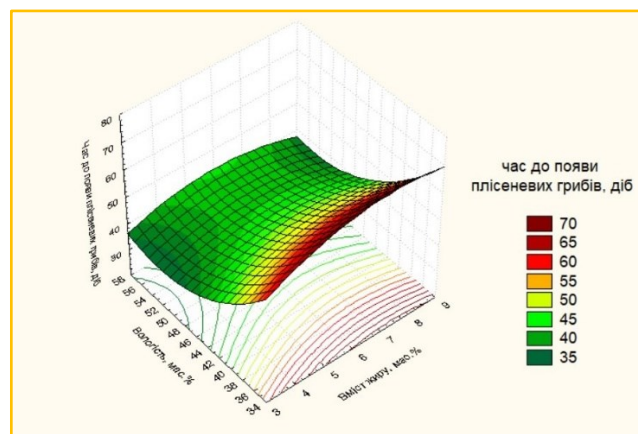
де t – час до появи плісневих грибів, діб;

x – вміст жиру, мас.%;

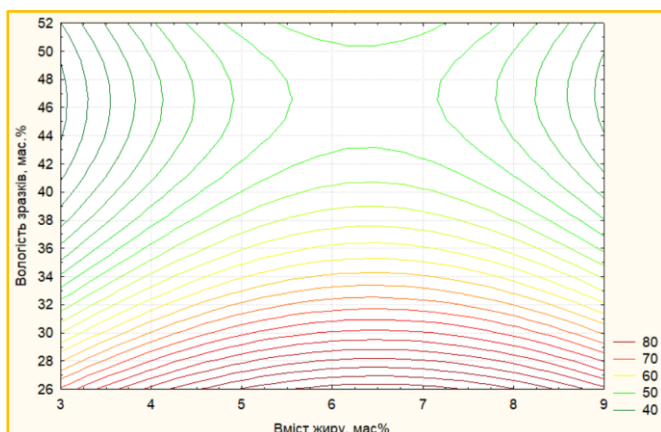
y – вологість ТОВКВ, мас.%.



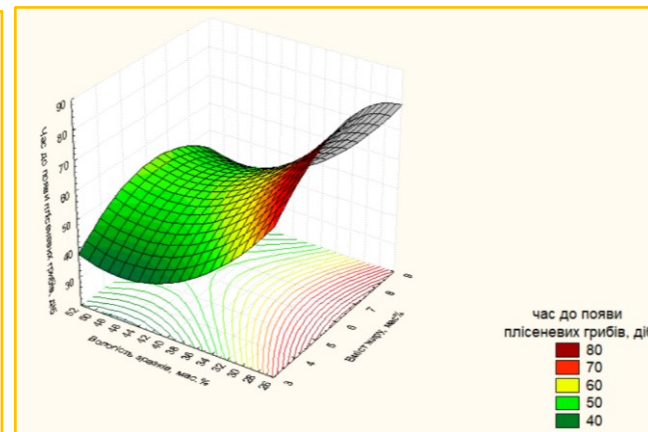
а



б



в



г

а – 2D візуалізація, зберігання у ВЛ період; б – 3D візуалізація зберігання у ВЛ період;

в – 2D візуалізація, зберігання в ОЗ період; г – 3D візуалізація зберігання в ОЗ період

Рисунок 3.10 – Залежність часу появи плісневих грибів від вологості ТОВКВ з вмістом жиру до 10 г/ 100 г при зберіганні у різні пори року відкритим способом

У випадку зберігання ТОВКВ з вмістом жиру до 10 г/ 100 г в осінньо-зимовий період відкритим способом (3.2) вільний перший коефіцієнт становить 174,2571. Графічна інтерпретація рівняння 3.2 наведена на рисунку 3.9 в, г.

$$t = 174,2571 + 18,3488 \cdot x - 7,773 \cdot y - 1,3782 \cdot x^2 - 0,0176 \cdot x \cdot y + 0,0843 \cdot y^2, \quad (3.2)$$

де t – час до появи плісневих грибів, діб;

x – вміст жиру, мас.%;

y – вологість ТОВКВ, мас.%.

Середньоквадратична помилка рівняння (3.1, 3.2) в дослідженому інтервалі значень змінних складає 2,4% відповідно, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,94$.

Для зразків В1 (табл.3.9) спостерігається найменший час до появи плісневих грибів – 37 та 39 діб в залежності від типу пакування у ВЛ період (рис.3.10,а). Для зразків печива при їх зберіганні у такому самому типі пакування як й зразків вафель (наприклад, П3 при зберіганні у ППМБПВ) цей час становить вже 54 доби, що на 15 діб більше, ніж для зразків В1 (рис.3.11, б). В даному випадку це пов'язано з такою характеристикою готової борошняної кондитерської продукції як пористість або здатність до намокання. Чим більше пориста структура кондитерського виробу, тим більше його здатність до намокання й тим більше атмосферних опадів просочується в одиницю часу на одиницю поверхні. Згідно методики, наведеної у п.2.4 за формулою 2.5 було визначено, що здатність до намокання зразків В1 та В2 в момент їх потрапляння до МТЗНВ становить відповідно 220% та 200%, а для зразків П1 та П2 – 145% та 152%.



а



б

а – вафлі (зразок В1), б – печиво (зразок П3)

Рисунок 3.11 – Виявлення плісневих грибів у зразках ТОВКВ методом мікроскопії.

Час до появи плісневих грибів при однаковому типі пакування ТОВКВ можна збільшити використовуючи найпростіші організаційні заходи, наприклад навіси [181]. Так, для зразків В1 та В3, а також ВП1 та ВП2 в ВЛ період переміщення під навіс час до появи плісневих грибів збільшується в середньому на 23 доби, для зразків П1 та П2 – в середньому на 15 (в залежності від типу пакування) (табл.3.9).

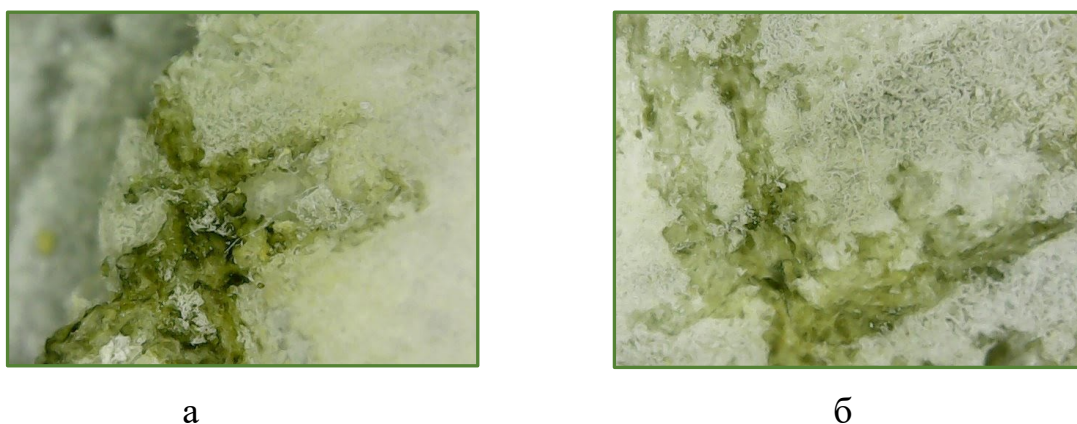
Для ТОВКВ з масовою часткою жиру більше за 10 г / 100 г та вмістом вуглеводів в діапазоні від 53 до 71 г/ 100 г (згідно табл.2.4) в залежності від умов зберігання та пори року час до появи плісневих грибів знаходить в діапазоні від 25 до 87 діб (табл.3.10) та в середньому менший на 10 діб у порівнянні з аналогічним часом для виробів з вмістом жиру до 10 г / 100 г (табл.3.9).

Таблиця 3.10 – Час появи плісневих грибів в залежності від умов зберігання та вологості ТОВКВ з вмістом жиру понад 10 г/100 г

Зразок	Тип пакування	Вологість зразків, %					Час до появи плісневих грибів на поверхні, метод мікроскопії, діб, у період	
		згідно ДСТУ	на початку експерименту, у період		в момент виявлення плісневих грибів, у період			
				ВЛ	ОЗ	ВЛ	ОЗ	ВЛ
В2	ППМБПВ	<32 [3.54]	41	37	66 ¹	60 ¹	25 ¹	31 ¹
					49 ²	42 ²	53 ²	63 ²
В4	ІПКС	<32 [3.54]	22	18	47	42	35	44
					34	28	61	73
П2	ККБПВ	5 – 9 [3.55]	19	16	44	38	51	59
					26	21	66	77
П4	ІПП	5 – 9 [3.55]	14	11	37	31	65	72
					20	15	78	87
ВП3	ППМБПВ	не нормується	37	33	63	56	27	34
44					37	57	65	
ВП4			38	35	65	59	26	33
45					37	59	69	
ВП5			37	26	58	50	34	44
					36	28	70	78
ВП6			32	27	51	46	37	46
					37	31	64	75
ВП7	31	25	50	44	35	44		
			37	31	68	77		
КГ1	ППМБПВ	<32 [3.54]	17	13	22	19	31	39
	19				15	38	48	
	ІПП		11	9	14	11	45	56
					15	12	56	67
КГ2	ППМБПВ	не нормується	29	23	38	25	26	34
32					23	56	64	
КГ3			27	20	36	28	28	38
					31	22	58	66
КГ4			26	21	35	26	31	40
					30	23	60	68
КГ5			30	26	39	31	32	41
					32	27	59	69
КГ6	33	28	42	36	26	35		
			35	31	54	69		

Примітка: 1 – перше значення для зразків, що зберігались відкритим способом; 2 – друге значення для зразків, що зберігались під навісом

Найменший час до появи плісневих грибів був виявлений для зразків В2 та В4 (вафлі з жировою начинкою) – 25 та 35 діб у ВЛ період та 31 й 44 доба в ОЗ період для зразків, які зберігаються відкритим способом (табл.3.10, рис.3.12). Суміші, які містять вафлі з жировою начинкою (ВП3 – ВП7) на початку дослідження та у момент виявлення плісневих грибів характеризуються більшою вологістю, ніж суміші печива з вафлями без жирової начинки (ВП1, ВП2). Наприклад, суміш з вмістом 70 мас.% вафель з жировою начинкою (ВП3) та зтяжного печива у порівнянні з сумішшю вафель без жирової начинки з таким саме типом печива (ВП1) має вологість на початку дослідження на 14% більшу у ВЛ період та на 13% більшу в ОЗ період (табл.3.9, 3.10).



а – зразок В2, ВЛ період; б – зразок В4, ВЛ період

Рисунок 3.12 – Виявлення плісневих грибів у зразках ТОВКВ з масовою часткою жиру більше за 10 г / 100 г методом мікроскопії

Математична обробка даних табл. 3.10 для зразків без какаоовмісної глазури дозволяють отримати емпіричне рівняння 3.3 для прогнозування часу появи плісневих грибів в залежності від вологості та вмісту жиру для ТОВКВ, з масовою часткою жиру більше за 10 г / 100 г при зберіганні відкритим способом у весняно-літній період. Графічна візуалізація рівняння 3.3 наведена на рис.3.12а, 3.12б. Для прогнозування часу появи плісневих грибів в залежності від вологості та вмісту жиру для ТОВКВ, з масовою часткою жиру більше за 10 г / 100 г при зберіганні відкритим способом в осінньо-зимовий період отримане емпіричне рівняння 3.4,

графічна візуалізація якого наведена на рис.3.13в, 3.13г

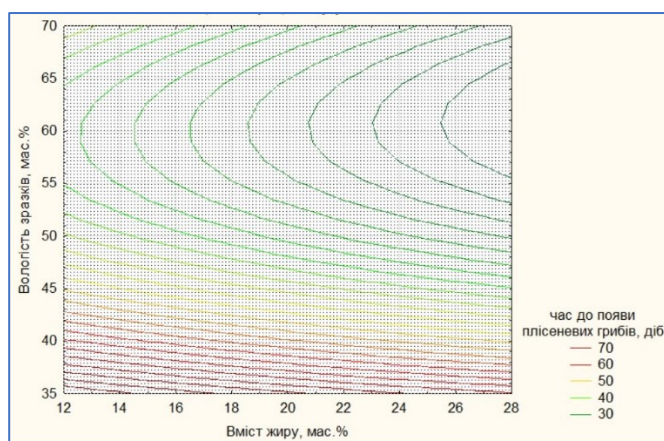
$$t = 262,9572 - 0,6312 \cdot x - 7,2585 \cdot y + 0,11 \cdot x^2 - 0,0119 \cdot x \cdot y + 0,0622 \cdot y^2, \quad (3.3)$$

$$t = 203,6915 - 1,0075 \cdot x - 5,1566 \cdot y + 0,0256 \cdot x^2 - 0,0169 \cdot x \cdot y + 0,0479 \cdot y^2, \quad (3.4)$$

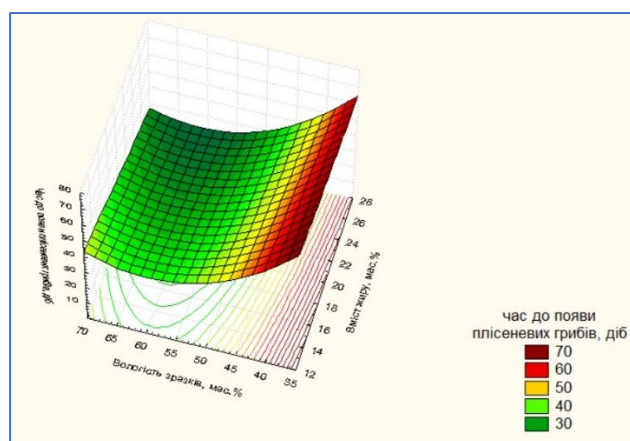
де t – час до появи плісневих грибів, діб;

x – вміст жиру, мас.%;

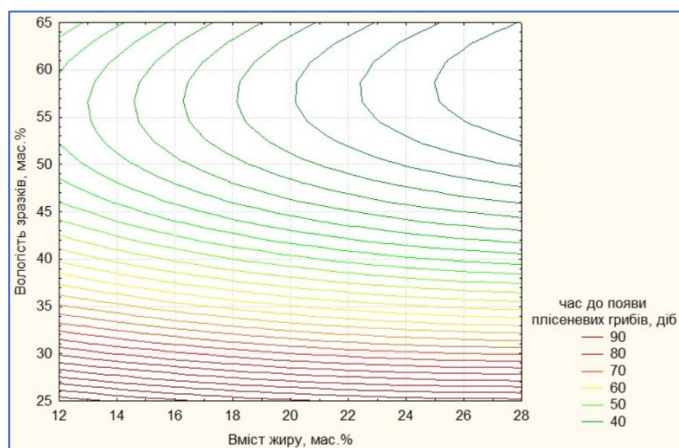
y – вологість ТОВКВ, мас.%.



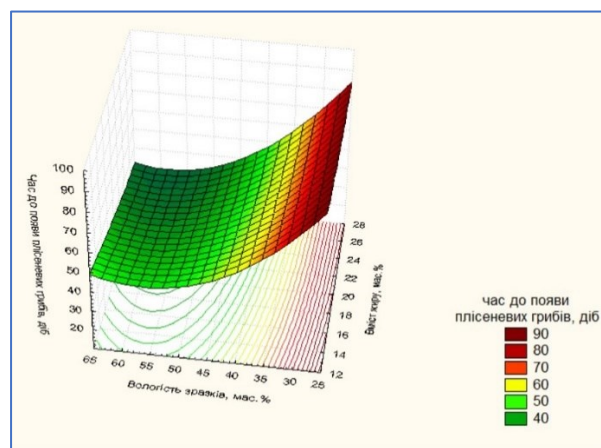
а



б



в



г

а – 2D візуалізація, зберігання у ВЛ період; б – 3D візуалізація зберігання у ВЛ період;

в – 2D візуалізація, зберігання в ОЗ період; г – 3D візуалізація зберігання в ОЗ період

Рисунок 3.13 – Залежність часу появи плісневих грибів від вологості ТОВКВ з вмістом жиру понад 10 г/ 100 г при зберіганні у різні пори року відкритим способом

Для зразків ТОВКВК та сумішей ТОВКВ з масовою часткою жиру більше за 10 г / 100 г зберігається виявлена раніше закономірності, а саме:

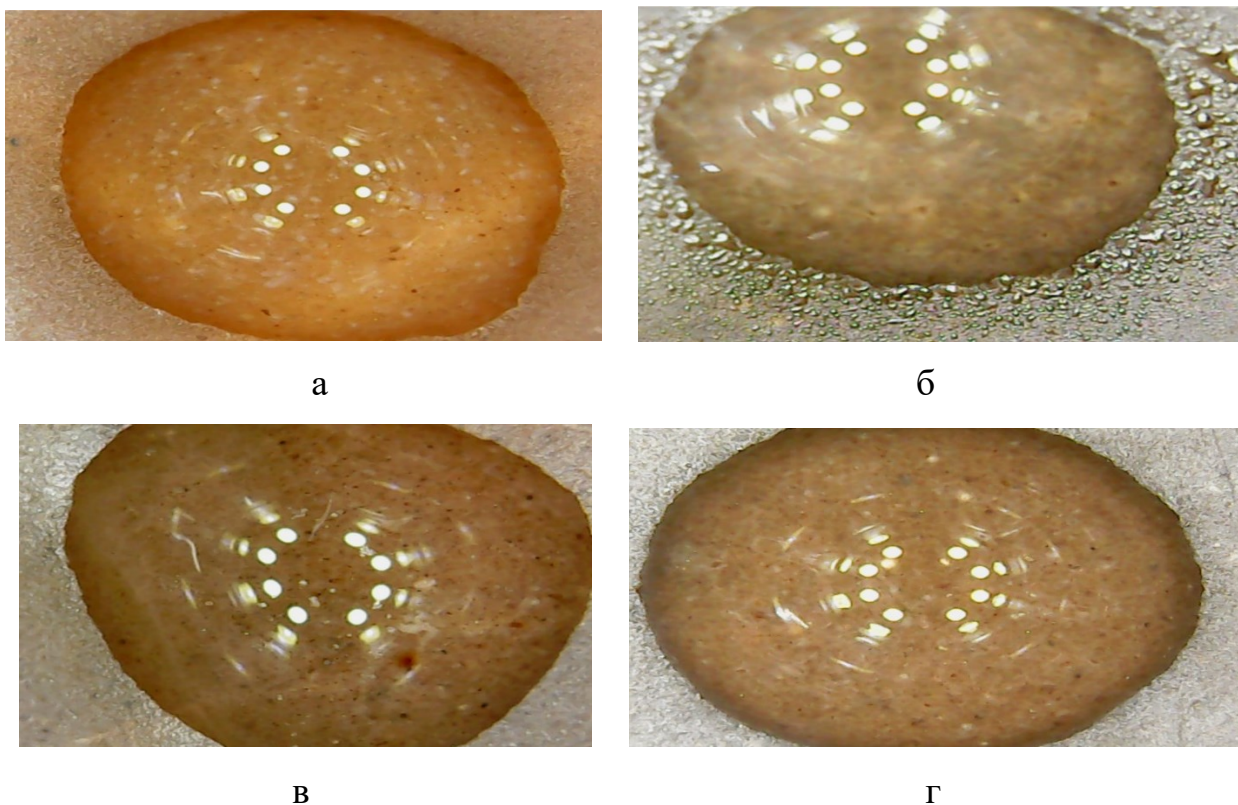
а) зменшення вологості ТОВКВ, які зберігаються під навісом у порівнянні з відходами які зберігаються відкрити способом; для зразків з низьким вмістом вафель з жирною начинкою (ВП6, ВП7) вологість зразків у момент виявлення плісняви під навісом менша за вологість на відкритій місцевості в середньому на 13мас.%, для зразків з високим вмістом вафель з жирною начинкою (ВП3, ВП4) – відповідно в середньому на 20 мас.%;

б) в осінньо-зимовий період час до появи плісневих грибів збільшується у порівнянні з весняно-літнім періодом; в середньому таке збільшення становить 7 діб для ТОВКВ які зберігаються відкрити способом та 10 діб для зразків, які зберігаються під навісом;

в) для зразків ТОВКВ, які зберігаються в індивідуальному полімерному покритті вологість зразків менша, а час до появи плісневих грибів більший у порівнянні з іншими типами пакування, особливо з картонними; наприклад для печива цукрового в індивідуальному полімерному пакуванні при зберіганні у весняно-літній період час до появи плісневих грибів на 14 днів більший, ніж для такого ж печива при зберіганні у картонних коробках без суцільної полімерної вкладки.

Характер залежності між часом прояву плісняви та вологістю зразків має відмінності, у порівнянні з описаними вище, для виробів, які вкриті какаоовмісною глазур'ю (зразки КГ1-КГ6). Так, час до появи плісневих грибів для КГ1 становить 31 добу у весняно-літній період при зберіганні відкритим способом у ППМБПВ, проте вологість зразків у момент виявлення плісневих грибів становить 22 мас%, що всього на 5% вище за вологість у момент початку зберігання (табл. 3.10).

Поверхня глазурованих какаоовмісною глазур'ю виробів є гідрофобною завдяки високому вмісту жирів у глазури [134 – 136], краплі води не просочуються крізь неї тривалий час, що призводить до уповільнення процесів збільшення вологості таких зразків (рис.3.14).



а – вафельний глазурований батончик ТМ Roshetto; б – вафельний глазурований батончик ТМ Polus; в – печиво глазуроване ТМ Сimboo; г – десерт глазурований ТМ Bonjur

Рисунок 3.14 – Мікрофотографія крапель води на поверхні виробів, глазурованих какаоовмісною глазур'ю

Така тенденція зберігається до моменту пошкодження цілісності зразків, вкритих какаоовмісних глазур'ю – здатність до намокання зразку КГ1 становить 102% за умови занурення суцільно вкритого зразку, який зберігався в індивідуальному полімерному пакуванні та 133% за умови занурення зразку, 50% площі якого не вкрита какаоовмісною глазур'ю. Під час зберігання зразки типу КГ неодмінно будуть зазнавати пошкодження, особливо при їх надходженні у пакуванні типу ККБПВ, ППМБПВ, й відповідно їх здатність до намокання та вологість буде зростати.

Математична обробка даних табл 3.10 для зразків ТОВКВ, які повністю або частково вкриті какаоовмісною глазур'ю дозволили отримати емпіричне рівняння залежності часу появи плісневих грибів від вмісту води та жиру у зразках для відкритого способу зберігання в ВЛ період (рівняння 3.5) та у ОЗ період (рівняння

3.6). Візуалізація рівнянь 3.5 та 3.6 наведена на рис. 3.15.

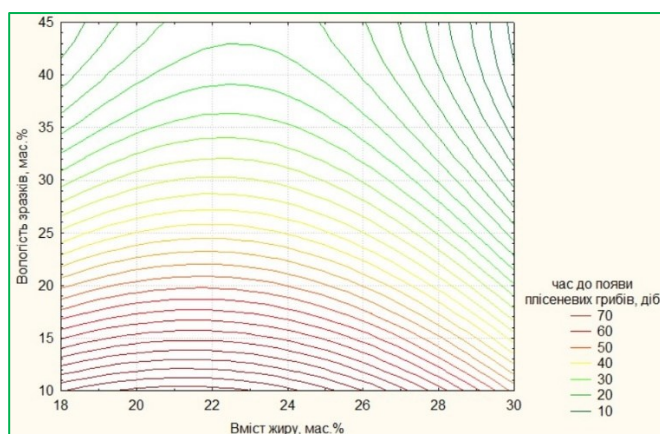
$$t = -32,85 + 12,8414 \cdot x - 3,6483 \cdot y - 0,3087 \cdot x^2 + 0,0272 \cdot x \cdot y + 0,0307 \cdot y^2, \quad (3.5)$$

$$t = -135,43 + 18,7504 \cdot x - 2,7833 \cdot y - 0,3781 \cdot x^2 - 0,0283 \cdot x \cdot y + 0,0495 \cdot y^2, \quad (3.6)$$

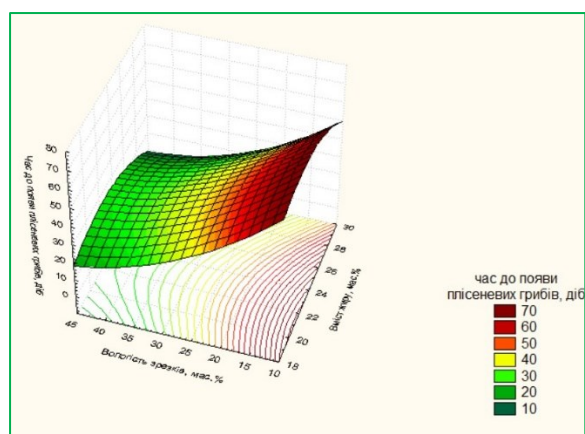
де t – час до появи плісневих грибів, діб

x – вміст жиру, мас.%

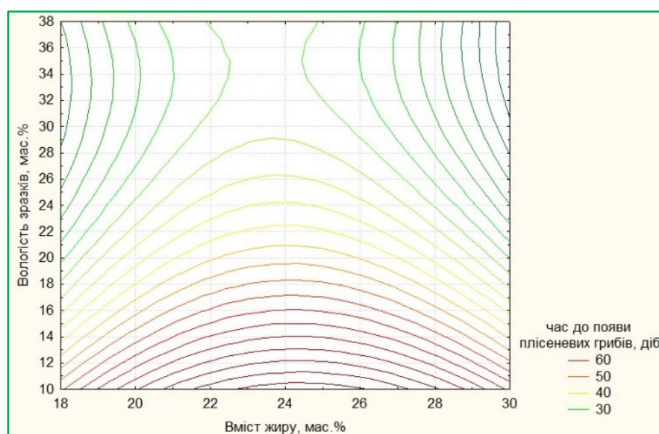
y – вологість ТОВКВ, мас.%.



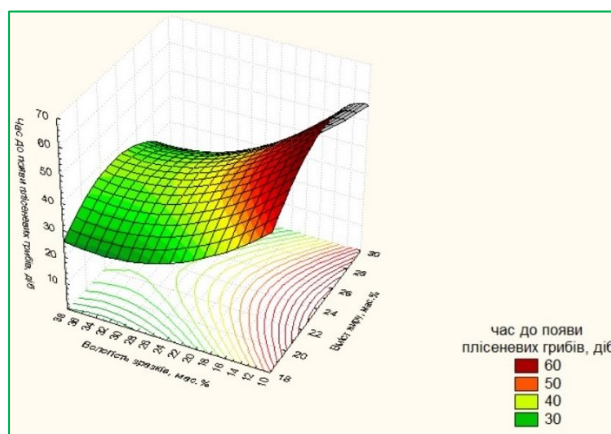
а



б



в



г

а – 2D візуалізація, зберігання у ВЛ період; б – 3D візуалізація зберігання у ВЛ період;

в – 2D візуалізація, зберігання в ОЗ період; г – 3D візуалізація зберігання в ОЗ період

Рисунок 3.15 – Залежність часу появи плісневих грибів від вологості ТОВКВ, які містять какаоовмісну глазур зберіганні у різні пори року відкритим способом

У випадку наявності виробів з какаоовмісною глазур'ю у складі ТОВКВ

розвиток плісневих грибів відбувається на 26 – 31 добу при зберіганні відкритим способом у весняно-літній період (табл.3.10) та зумовлюється не стільки стрімким наростанням вологості зарків, скільки додатковим сприятливим середовищем розвитку, яке створює какаоовмісна глазур завдяки своєму складу [134 – 136].

Емпіричні рівняння для опису залежності часу появи плісневих грибів від вологості зразків та вмісту жиру для ТОВКВ, які зберігаються під навісом та графічна візуалізація наведені у додатку Ж.

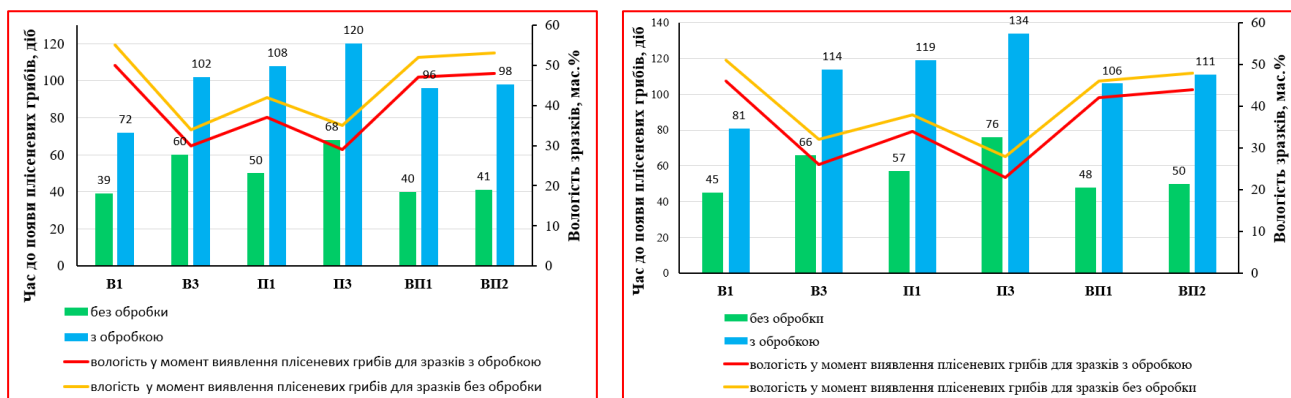
3.5 Дослідження ефективності використання гумінових кислот в якості фунгістатиків для твердих органічних відходів кондитерських виробництв

З метою пошуку ефективних, безпечних як для свійських тварин, так й для навколишнього природного середовища препаратів, які сповільнюють розвиток плісневих грибів, було досліджено вплив обробки поверхні ТОВКВ лужним розчином гумінових кислот, які, як зазначено у п.3.3 останнім часом знаходять широке використання саме як фунгістатичні препарати.

Поверхня зразків ТОВКВ була оброблена лужним розчином гумінових кислот, отриманих з бурого вугілля, у розрахунку 5 мас%. Дослідження не враховувало тип пакування зразків, всі зразки зберігались без пакування на рівній пласкій поверхні відкритим способом у МТЗНВ у весняно-літній період. Отримані дані (рис.3.16) свідчать про здатність гумінових кислот суттєво уповільнювати розвиток плісневих грибів та збільшувати термін зберігання ТОВКВ навіть відкритим способом.

Для зразків ВП1 та ВП2, які є сумішшю вафель без жирової начинки та печива, при обробці поверхні гуміновими кислотами вдається збільшити час до появи плісневих грибів в середньому на 2 місяці як у ВЛ, так й в ОЗ період. Для інших зразків час до появи плісневих грибів збільшується на 30-40 діб при обробці поверхні гуміновими кислотами (рис.3.16а,б) [181].

У ґрунтах гумінові кислоти сприяють підвищенню якості розвитку корневих систем рослин, в тому числі завдяки здатності утримувати вологу та поступово



а

б

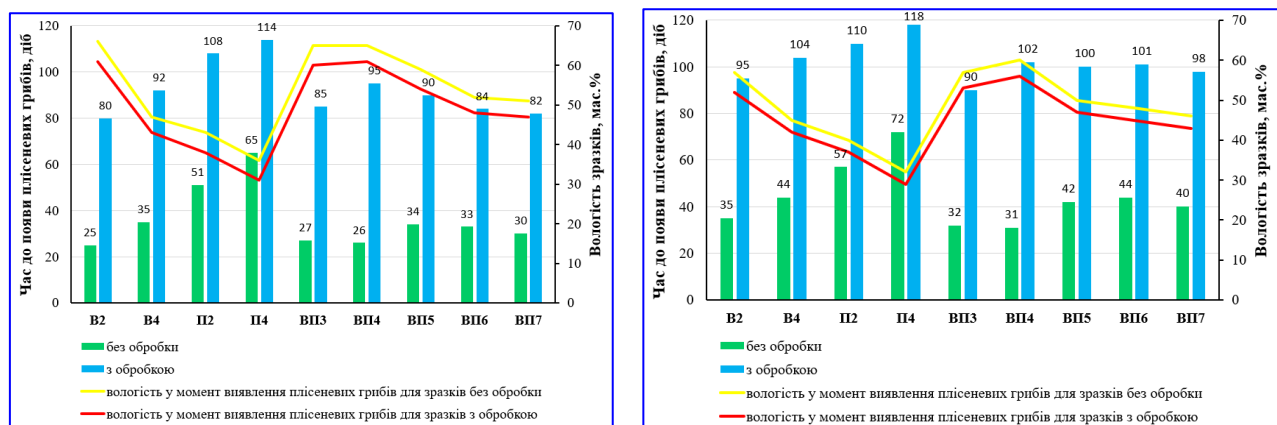
а – весняно-літній період; б – осінньо-зимовий період

Рисунок 3.16 – Вплив обробки поверхні ТОВКВ з вмістом жиру до 10 г / 100 г гуміновими кислотами на час появи плісневих грибів

вивільняти її [185, 186].

У випадку обробки поверхні ТОВКВ розчинами гумінових кислот спостерігається зменшення вологості зразків у момент виявлення плісневих грибів (рис. 3.16 а, б). Можливий механізм дії гумінових кислот як фунгістатичних препаратів відбувається, вірогідно, в тому числі завдяки впливу останніх на здатність атмосферної вологи просочуватися крізь верхні шари ТОВКВ. Як було зазначено у п.3.4, зменшення вологи всіх без виключення зразків ТОВКВ при їх переміщенні під навіс призводить до збільшення терміну зберігання без прояву плісневих грибів. У випадку використання гумінових кислот пригнічення розвитку плісневих грибів також може відбуватися за рахунок інших механізмів, наприклад локальної зміни рівня рН, утворення повітрянепроникненої плівки, оскільки гумінові кислоти за своєю природою є біологічними полімерними матеріалами.

Для зразків ТОВКВ з вмістом жиру понад 10 г/100 г в залежності від вмісту вафель з жиром обробка гуміновими кислотами дозволяє збільшити час до появи плісневих грибів на 58 діб (зразок ВП3), 69 діб (зразок ВП4), 56 діб (зразок ВП5) у ВЛ період (рис.3.17а) та 58, 71, 58 діб в ОЗ період відповідно (рис.13.17б).



а

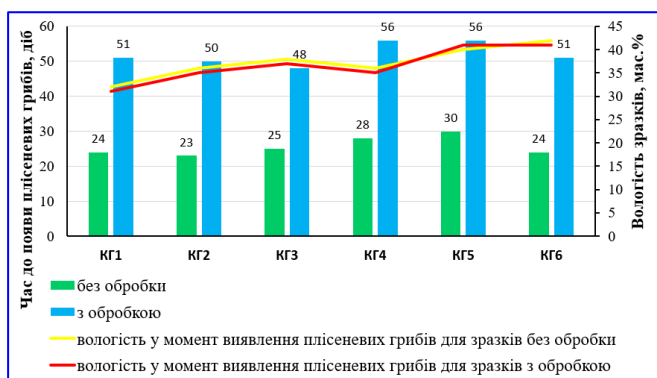
б

а – весняно-літній період; б – осінньо-зимовий період

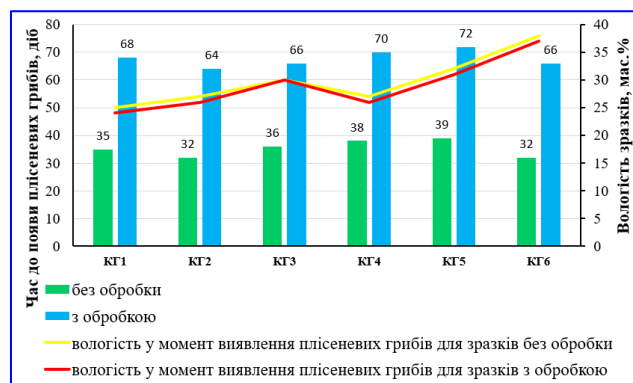
Рисунок 3.17 – Вплив обробки поверхні ТОВКВ з вмістом жиру понад 10 г / 100 г гуміновими кислотами на час появи плісневих грибів

Для зразків ТОВКВ з вмістом жиру понад 10 г/100 г у ВЛ та ОЗ періоди вологість зразків при їх обробці гуміновими кислотами зменшується у момент виявлення плісневих грибів. Так, наприклад, для зразків В2 в будь-яку пору року зменшення вологості у момент виявлення плісневих грибів становить 5 мас.%; для зразків, які є сумішшю печива та вафель з жировою начинкою (ВП3-ВП7) – від 4 мас.% до 5 мас.% у весняно-літній період та 3 – 4 мас.% в осінньо-зимовий період (рис.3.17).

Обробка гуміновими кислотами поверхні ТОВКВ, які містять какао-вмісну глазур впливає на збільшення часу до появи плісневих грибів, проте вологість зразків, оброблених гуміновими кислотами майже не змінюється не залежно від пори року (рис.3.18). Це пов'язано з тим, що гумінові кислоти є амфіфільними сполуками та на локальному рівні діють як поверхнево-активні речовини [187], добре розчиняючись у жировому шарі какао-вмісної глазури та, змішуючись з краплями атмосферної вологи сприяють проникненню останньої вглибину такого типу кондитерських відходів. Для зразків КГ1, КГ2, КГ6 час до появи плісневих грибів при обробці поверхні гуміновими кислотами у весняно-літній період збільшується на 27 діб, для зразків КГ4 та КГ5 – на 28 та 26 діб відповідно.



а



б

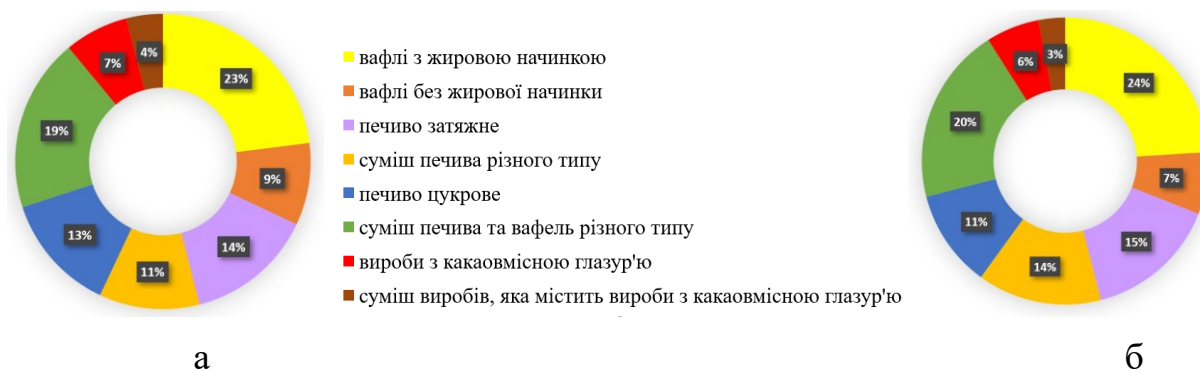
а – весняно-літній період; б – осінньо-зимовий період

Рисунок 3.18 – Вплив обробки поверхні ТОВКВ з какаоовмісною глазур'ю гуміновими кислотами на час появи плісневих грибів

Мінімальне збільшення часу до появи плісневих грибів спостерігається для зразку КГ3 та становить 23 доби у ВЛ період та 30 діб у ОЗ період (рис.3.18).

Для зразків з какаоовмісною глазур'ю ефективність обробки поверхні гуміновими кислотами для збільшення терміну до появи плісневих грибів менша, ніж для всіх інших типів зразків ТОВКВ. Для зразків КГ термін до появи плісневих грибів в середньому збільшується на 28 – 32 доби, що фактично вдвічі менше, ніж для інших зразків ТОВКВ (рис.3.15 – 3.18). Враховуючі дані щодо морфологічного складу ТОВКВ у МТЗНВ (рис.3.19), які свідчать про незначний відсоток відходів типу КГ – не більше 10% – рішення про доцільність обробки поверхні какаоовмісних відходів розчинами гумінових кислот рекомендується приймати виходячи з поточних задач та методів вторинного використання цього типу відходів. Прості організаційні заходи при зберіганні, а саме зберігання під навісом, та пріоритетне, першочергове використання какаоовмісних відходів може бути більш економічно доцільним та ефективним, ніж обробка поверхні відходів типу КГ гуміновими кислотами.

Обробка поверхні ТОВКВ гуміновими кислотами не тільки збільшує термін до появи плісневих грибів, а й зменшує контамінацію мікроміцет плісневих грибів у зразках, на яких візуально вже визначено розвиток плісневих грибів. Так, для зразків вафель з жировою начинкою у момент візуальної фіксації розвитку



а – дані за 2021 рік; б – дані за 2024 рік

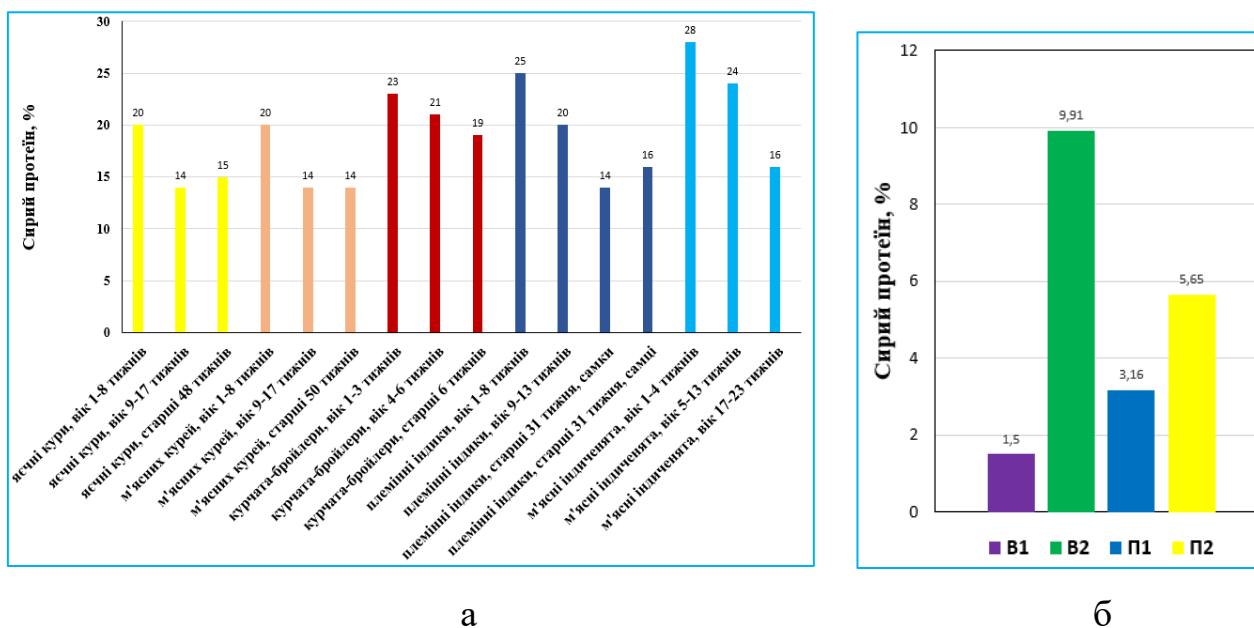
Рисунок 3.19 – Морфологічний склад ТОВКВ згідно самостійної оцінки операторів МТЗНВ (усереднені дані)

плісняви на 50% площі, загальна контамінація мікроміцет в 1 грамі становить $43,75 \cdot 10^4$ КУО, серед виявлених грибів переважають *Aspergillus niger* (додаток Л). При обробці поверхні вафель з жировою начинкою лужним розчином гумінових кислот вміст спор у момент візуальної фіксації плісняви на 50% площі вдвічі менша, становить $22,75 \cdot 10^4$ КУО в 1 г (додаток М). Отримані при обробці гуміновими кислотами дані вмісту мікроміцет *Aspergillus niger* у 4,55 разів перевищує максимально допустимий рівень у комбікормах, проте треба прийняти до уваги, що ТОВКВ входять до складу комбікормів у певні кількості, що призводить до зменшення вмісту мікроміцет в обсязі всього комбікорму за умови, що інші компоненти комбікорму не заражені плісневими грибами.

Безпечність використання гумінових кислот у складі комбікормів підтверджується отриманими даними щодо токсикологічних досліджень за біопробою на білих мишах за умови 100% введення вафель з жировою начинкою оброблених гуміновими кислотами до раціону білих мишей (додаток М), а також результатами досліджень використання гумінових кислот у сільському господарстві та ветеринарії інших авторів [188 – 191], та тим фактом, що на ринку України представлені харчові спеціальні доданки до раціону худоби з гуміновими кислотами ТМ «Greennat», «Reasil», які мають всі необхідні сертифікати якості та безпеки.

3.6 Дослідження перспектив використання комбікормів, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв

Склад комбікормів, а саме їх харова цінність напряду впливають на якість кінцевої продукції птахівництва та тваринництва [192 – 194]. Одним з показників, який повинен відповідати рекомендованим нормам у комбікормах, є сирий протеїн, вміст якого є важливим для забезпечення необхідної обмінної енергії комбікорму. Вміст сирого протеїну у ТОВКВ, в тому числі у вафлях з жирною начинкою, не достатній для забезпечення повноцінного раціону курей та індиків на різних етапах їх розвитку (рис.3.20а). Вміст сирого протеїну повинен бути $\geq 20\%$ у готових комбікормах при вигодовці найменших вікових груп курей (до 6 тижнів) та індиків (до 8 тижнів для племінних індиків) (рис.3.20а).



а – рекомендований вміст протеїну у комбікормах; б – вміст у компонентах ТОВКВ
Рисунок 3.20 – Вміст сирого протеїну у комбікормі (рекомендований) для годівлі курей та індиків (складено на основі даних [195]) та у компонентах ТОВКВ

Зі збільшенням віку птиці, рекомендований вміст сирого протеїну зменшується до 14 – 16 %, не залежно від виду та породи птиці (рис.3.20а). У відходах вафель з жирною начинкою вміст сирого протеїну найвищий з усіх компонентів ТОВКВ та становить 9,91% (рис.3.20,б). Недостатній вміст сирого протеїну у ТОВКВ

унеможливиює їх використання в якості монокомпоненту комбікорму, тобто пряме згодовування цих відходів курям та індикам. Низький вміст інших важливих елементів у ТОВКВ, наприклад фосфору у вафлях з жирною начинкою, також суттєво обмежує їх використання в якості монокомпоненту комбікорму (табл.3.11) [194].

Таблиця 3.11 – Хімічний аналіз вафель з жирною начинкою

Показник	Одиниця виміру	Значення
Сира зола	%	1,48
Гігроскопічна волога		4,06
Сирий протеїн		9,91
Кальцій		0,15
Фосфор		0,10
Сирий жир		27,91
Пероксидне число		0,084

Для оцінки ефективності використання розробленої рецептури комбікорму аналізувались збереженість, динаміка живої маси, абсолютні прирости курчат за методиками, описаними у п.2.5 та у [194].

В залежності від віку курчат та рекомендацій по їх годівлі, складено та досліджено дві рецептури комбікормів з використанням вафель з жирною начинкою. Вибір вафель з жирною начинкою як основного компонента комбікормів зумовлений наступними факторами:

- 1) найбільший вміст вафель з жирною начинкою у складі ТОВКВ (рис.3.19) й необхідність їх швидкої переробки (табл.3.10);
- 2) найвищий вміст сирого протеїну серед найбільш розповсюджених типів ТОВКВ.

У розробленій рецептурі комбікормів вміст В2 становить 10 мас.% для годівлі курчат віком 1 – 4 тижні та 16 мас.% для курчат 5 – 9 тижнів (табл.3.12). Введення меншої, ніж 10 мас.% кількості відходів В2, не є доцільним з точки зору економічної діяльності та витрат на транспортування, оскільки вафлі з жирною начинкою не володіють ніякими унікальними властивостями. Тому введення маленької кількості В3 не призведе до суттєвих змін у якості комбікормів та економічній вигоді.

Таблиця 3.12 – Рецептатура контрольного та дослідного комбікормів для курчат

№ з/п	Вміст компонентів комбікорму, мас.%	Вік курчат, тижні			
		1-4		5 і старші	
		тип комбікорму			
		контрольний	дослідний	контрольний	дослідний
1	Кукурудза	37,525	29,525	35,175	24,175
2	Пшениця	10,000	10,000	23,00	23,00
3	Дріжджі	3,000	3,000	5,000	5,00
4	Макуха соєва	25,000	25,000	19,000	19,00
5	Макуха соняшникова	10,000	10,000	7,000	7,00
6	Рибна добавка	10,000	10,000	0	0
7	Кісткове борошно	0,700	0,700	1,00	1,00
8	Вапнякове борошно	1,600	1,600	1,30	1,300
9	М'ясо-кісткове борошно	-	-	2,00	2,00
10	Крихта вафель з жировою начинкою	-	10,00	-	16,00
11	Вітамінна суміш	0,025	0,025	0,025	0,025
12	Суміш мікроелементів	0,050	0,050	0,050	0,050
13	Лізін	0,100	0,100	0,100	0,100
14	Метіонін	-	-	0,200	0,200
15	Рослинна олія	2,00	-	4,0	-
16	Сіль	-	-	0,15	0,15
Всього		100	100	100	100

Вміст сирого протеїну у розробленій рецептурі комбікорму становить 23,29 % та 19% при вмісті ВЗ у кількості 10 мас.% та 16 мас.% й не відрізняється від вмісту сирого протеїну у контрольному комбікормі (табл.3.13). Такі значення є достатніми з точки зору вимог до вмісту сирого протеїну та, відповідно, обмінної енергії (рис.3.20а).

Введення ВЗ у кількості 10 мас.% дозволяє знизити вміст кукурудзи на 8 мас.% та повністю відмовитись від введення рослинної олії, що в свою чергу знижує вартість комбікорму. При введенні 16 мас.% вафель з жировою начинкою до складу комбікормів вміст кукурудзи знижується на 11 мас.% й не використовуються рослинна олія (табл.3.12). Результати зважування показали, що початкова вага дослідної птиці була приблизно на одному рівні і складала 40-42 г (табл. 3.14). У віці 3 тижні різниця у масі птиці при годівлі контрольним та розробленим (дослідним) комбікормом відсутня. Незначне відхилення маси у віці 5 та 6 тижнів є статистично виправданим.

Таблиця 3.13 – Вміст поживних речовин у контрольному та дослідному комбікормі для курчат-бройлерів

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Вік курчат, тижні			
			1-4		5 і старші	
			контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
1	Обмінна енергія	Ккал/100 г	310,00	312,00	320,00	320,00
2	Сирий протеїн	%	23,00	23,29	19,00	19,00
3	Сирий жир		5,50	6,39	7,34	7,50
4	Сира клітковина		4,50	4,50	4,50	4,50
5	Кальцій		1,00	1,05	1,06	1,20
6	Фосфор		0,70	0,70	0,70	0,70
7	Натрій		0,30	0,30	0,30	0,30
8	Лізін		1,30	1,30	1,30	0,90
9	Метіонін+цистин		0,65	0,65	0,65	0,65

Таблиця 3.14 – Жива маса курчат г, ($M \pm m$, $n = 60$)

Вік курчат, тижні	Жива маса, г при годівлі комбікормами	
	контрольний	дослідний
0	40,86±0,60	42,48±1,31
3	235,10±6,88	235,05±5,80
5	461,95±10,99	468,49±12,61
6	752,89±18,29	741,84±20,38
9	1407,69±42,03	1338,16±33,12

Така ж тенденція зберіглася і до кінця дослідження – у кінці експерименту курчата всіх груп були практично на одному рівні за живою масою – 1407,69 і 1338,16 г (табл.3.14) [194].

Дані результату абсолютного приросту маси курчат показали, що при годівлі комбікормами, які містять вафлі з жировою начинкою у визначеній кількості, суттєвої різниці не спостерігається (рис.3.21). Незначна перевага у групі, годівля якої здійснювалась контрольним комбікормом, в кінці досліду була статистично невірогідна [194]. Збереженість поголів'я в кінці періоду вирощування в усіх групах була на однаковому рівні і становила 93,7%. Результати відгодівлі впродовж 9 тижнів показали можливість включення в раціон вафельної крихти без негативної дії на прирости і збереженість птиці.

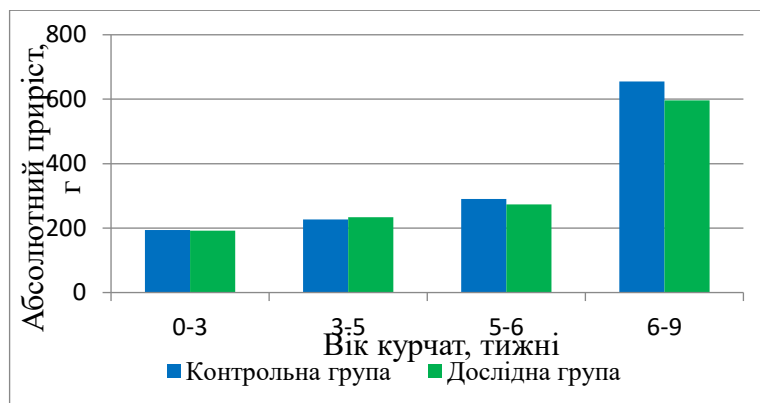
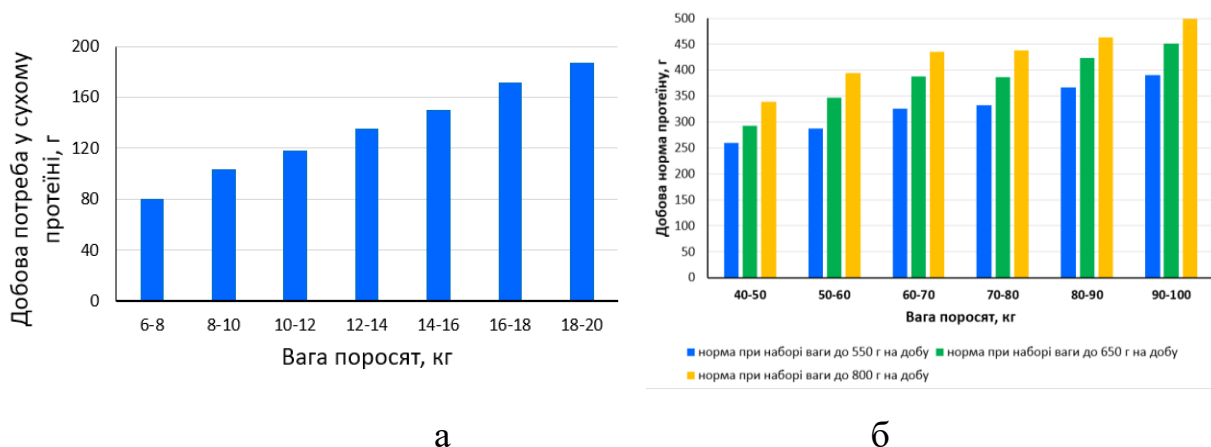


Рисунок 3.21 – Абсолютний приріст маси курчат при годівлі контрольним та дослідним комбікормом

Потреба у поживних речовинах у свиней відрізняється в залежності від призначення, віку, та маси тварин [196, 197]. Собівартість вирощування свиней включає до себе до 70% витрат на комбікорми, відповідно зниження вартості комбікормів без втрати динаміки приросту маси свиней підвищує конкурентоспроможність малих та середніх фермерських господарств [198].

Так само, як й для вигодовлі птахів, при вигодовлі свиней важливим є дотримання рекомендованого вмісту протеїну (рис.3.22), джерелом якого є рослинні компоненти, наприклад кукурудза, та відходи харчової промисловості, шроту – соєвий або соняшниковий. Рекомендований вміст сухого протеїну для поросят збільшується зі збільшенням їх ваги та віку (рис.3.22), а також залежить від запланованої швидкості набору маси.

У сучасній науці про годівлю свиней дослідники звертають увагу на вміст не тільки сирого протеїну у комбікормах, а й на вміст перетравного протеїну, тобто протеїну, який засвоюється тваринами [197, 199, 200]. Вміст перетравного протеїну збільшується при механічній дії на складові комбікорму, наприклад при подрібненні та екструдюванні, за рахунок руйнування волокон, або при використанні компонентів, які пройшли термічну обробку. З цієї точки зору, у ТОВКВ вміст перетравного протеїну майже дорівнює вмісту сухого протеїну, що робить їх цінним компонентом комбікорму для свиней, який забезпечує підвищення вмісту перетравного протеїну у кормах.



а – рекомендована добова норма сухого протеїну для поросят у період дорощування; б – рекомендована добова норма сухого протеїну для поросят в залежності від запланованої швидкості набору маси у період першого та другого відгодовування

Рисунок 3.22 – Рекомендований вміст сухого протеїну при годівлі поросят

При складанні рецептури комбікорму вміст сухого протеїну в залежності від етапу годівлі повинен знаходитися в діапазоні від 14 до 18 мас. %.

На основі рекомендацій по вигодовуванню поросят було розроблено рецептуру комбікорма з додаванням В2 для трьох фаз (табл.3.15):

1) фаза 1 – дорощування, яка триває до моменту досягнення поросятами ваги 20 кг, ця фаза починається в середньому на 29 добу після народження поросят та триває до їх віку 84 доби;

2) фаза 2 – перша відгодівля, яка триває до моменту досягнення поросятами ваги 70 кг, ця фаза починається в середньому на 85 добу після народження поросят та триває до їх віку 125 доби;

3) фаза 3 – друга відгодівля, яка триває до моменту досягнення поросятами ваги 100 кг, ця фаза починається в середньому на 126 добу після народження поросят та триває до їх віку 180 доби.

На етапі дорощування (фаза 1) вміст крихти вафель з жирною начинкою становив 10 мас%; на етапі першої та другої відгодівлі – 15 мас. %. Такий вміст дозволяє повністю відмовитися від використання кукурудзи у складі комбікормів для свиней, чого не вдається досягти для комбікормів для птиці (табл.3.12).

Вміст поживних речовин у контрольному та дослідному комбікормі для

Таблиця 3.15 – Рецептūra контрольного та дослідного комбікормів які містять відходи вафель з жировою начинкою, для годівлі свиней

№ з/п	Вміст компонентів комбікорму, мас. %	Етап набору маси поросят					
		Фаза 1		Фаза 2		Фаза 3	
		Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
1	Кукурудза	10,0	-	15,0	-	15,0	-
2	Пшениця	32,5	32,5	27,0	27,0	27,0	27,0
3	Ячмінь	33,0	33,0	33,0	33,0	35,0	35,0
4	Висівки пшеничні			7,0	7,0	9,0	9,0
5	Шрот соєвий	17,0	17,0	10,0	10,0	7,0	7,0
6	Макуха соняшникова	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0
7	Крихта вафель з жировою начинкою	-	10,0	-	15,0	-	15,0
8	Сіль	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
9	Крейда	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
10	Кормовий Фосфат	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
11	Премікс	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

поросят для контрольного та дослідного комбікормів майже співпадають за основними показниками, наприклад за значенням обмінної енергії, вмісту сирого протеїну (табл.3.16), що свідчить про потенційну відсутність негативного впливу на приріст маси поросят при використанні розробленого (дослідного) комбікорму.

Таблиця 3.16 – Вміст поживних речовин у контрольному та дослідному комбікормі для поросят

Показник	Одиниці вимірювання	Етап набору маси поросят					
		Фаза 1		Фаза 2		Фаза 3	
		Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
Обмінна енергія	МДж	12,90	12,87	12,60	12,54	12,50	12,43
Сирий протеїн	%	17,60	17,7	15,70	15,71	14,60	14,6
Сира клітковина		44,50	41,2	49,57	44,62	48,5	43,5
Лізин		10,20	10,14	8,22	8,12	7,48	7,37
Метіонін+цистин		6,0	6,3	5,71	5,82	5,34	5,46
Кальцій		7,40	7,45	7,014	7,1	6,98	7,014
Фосфор		6,20	6,30	6,02	6,16	5,96	6,1

Оцінка приросту ваги поросят та вимірювання товщини шпику здійснювалось для породи «Полтавська м'ясна» згідно методики, наведеної у п. 2.5.

Результати оцінки динаміки живої маси свідчать, що відгодовля поросят

комбікормом, до складу якого входить крихта вафлі з жировою начинкою (дослідна група) не призводить до уповільнення темпів набору маси у порівнянні з контрольною групою (табл.3.17). У віці 4 місяці середня вага поросят у дослідній групі майже на 1 кг перевищує середню вагу поросят у контрольній групі, така динаміка зберігається для 5 та 6 місяця (табл.3.17).

Таблиця 3.17– Динаміка живої маси поросят, кг ($M \pm m$, $n = 30$)

Вік, міс.	Жива маса	
	контрольна група	дослідна група
1	7,24±0,110	7,27±0,094
2	19,10±0,363	19,67±0,317
3	34,07±0,460	34,93±0,374
4	53,77±0,551	54,70±0,450
5	76,87±0,589	77,87±0,492
6	106,10±0,999	108,00±0,889

Середньодобовий приріст маси поросят у період дорощування в дослідній групі більший, ніж у контрольній (табл. 3.18). У перший -другий місяць ця різниця становить 17,1±7,6 г, у третій -четвертий різниця зменшується та становить 10,1±4,2 г. Після досягнення поросятами маси 34 кг в кінці третього місяця відгодівлі різниця у середньодобовому прирості маси стає меншою та становить 2,1±0,5 г. (табл. 3.18).

Таблиця 3.18 – Динаміка середньодобових приростів поросят, г ($M \pm m$, $n = 30$)

Період вирощування, міс.	Середньодобові прирости	
	Контрольна група	Дослідна група
1-2	370,63±8,623	387,29±7,891
2-3	498,89±4,447	508,89±3,960
За період дорощування	447,11±6,204	461,00±5,172
3-4	656,67±5,428	658,89±5,058
4-5	770,00±3,760	772,22±4,009
5-6	974,44±14,510	1004,44±14,696
За період відгодівлі	581,48±5,427	592,22±5,476
За весь період	659,07±6,031	671,51±5,485

Знов помітною різниця у середньодобовому прирості маси стає при досягненні

поросятами маси понад 75 кг на 5-6 місяці відгодівлі – $30,1 \pm 14,5$ г, при цьому зберігається загальна тенденція більшого середньодобового приросту маси поросят у дослідній групі при відгодівлі комбікормом, який містить крихти вафель з жирОВОЮ начинкою.

Час, необхідний для досягнення поросятами ваги 100 кг є важливим економічним показником, адже перші забої свині економічно доцільно проводити при її вазі 100 кг [201–203]. Скорочення часу досягнення ваги 100 кг дозволяє зменшити витрати на комбікорми та, у випадку подальшої відгодівлі свиней, свідчить про відсутність недоліків у складі комбікорму [201 – 203]. Товщина шпику також є вадливим показником якості свинини, адже існує пряма залежність між товщиною шпику та кількістю м'яса та жиру у туші. В залежності від ціни на шпик, бекон чи чисте м'ясо свинини підбираючи різні склади комбікормів та різні породи свиней можна цілеспрямовано вирощувати тварин з більшою чи меншою товщиною шпику [204].

Традиційним віком досягненням ваги 100 кг для поросят вважається 180 діб [3.69, 3.74]. Для контрольної та дослідної групи вік, у кому досягається вага 100 кг становить в середньому 174 доби, що на 6 діб менше, ніж стандартний вік (табл.3.19). Товщина шпику на рівні 6/7 грудних хребців у момент досягнення ваги 100 кг у дослідній групі тварин менша на 0,06 мм, ніж у контрольній групі. Така різниця не є підставою для невикористання розробленої рецептури комбікорму з доданням відходів ТОВКВ.

Таблиця 3.19 – Відгодівельні та м'ясні якості поросят ($M \pm m$, $n = 30$)

Показник	Контрольна група	Дослідна група
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$174,71 \pm 0,822$	$173,08 \pm 0,708$
Товщина шпику, мм	$2,31 \pm 0,023$	$2,25 \pm 0,027$

В цілому розроблені рецептура комбікорму, яка містить відходи ТОВКВ типу В2 у кількості 10 мас.% для першої фази відгодівлі та 15 мас.% для другої та третьої фази відгодівлі поросят можуть бути використані без погіршення цільових

показників, таких як середньодобовий приріст маси, приріст живої маси за місяць, вік досягнення маси 100 кг.

При виготовленні сухих комбікормів за розробленою рецептурою зменшується запиленість повітря у приміщеннях для утримання птиці та свиней (табл. 3.20) [205, 206]. Це відбувається за рахунок зменшення рослинних компонентів (кукурудзи). Концентрація пилу у приміщеннях для виготовлення комбікормів зменшується на 4,1 мг/м³, на складах зберігання – на 1,25 мг/м³ при використанні розроблених комбікормів, які містять відходи ТОВКВ (табл.3.7; табл.3.15). У приміщеннях для годівлі свиней в індивідуальних господарствах при використанні сухого комбікорму, який містить вафлі з жировою начинкою, запиленість повітря (табл.3.15) не перевищує запиленість повітря при використанні гранульованого комбікорму (табл.3.7) й нижча на 1–1.5 мг/м³ ніж при використанні стандартного комбікорму, який не містить відходів ТОВКВ.

Таблиця 3.20 – Запиленість повітря при використанні сухих комбікормів, які містять відходи вафель з жировою начинкою

Тип приміщення	Температура повітря, °С	Атмосферний тиск, мм.рт.ст	Концентрація пилу, С, мг/м ³		
			ваговий метод	експрес метод	
				PM _{2,5}	PM ₁₀
Виробниче приміщення для приготування сухого комбікорму	18	752	20,46	4,00	16,00
Склад зберігання сухих комбікормів (у мішках)	18	752	7,23	1,00	6,00
Приміщення для утримання та вигодовування свиней (індивідуальне дрібне господарство, 5 голів) -у момент висипання розробленого комбікорму - через 20 хв після висипання розробленого комбікорму	20	750	9,4	1,00	9,00
			8,2	1,00	8,00

Зниження запиленості повітря при використанні сухих комбікормів, які містять вафлі з жировою начинкою, є додатковим стимулюючим фактором до поширення таких комбікормів.

3.7 Висновки до розділу 3

1. Визначено, що МТЗНВ без належного улаштування місць зберігання негативно впливають на прилеглі екосистеми, в першу чергу через забруднення дощових стоків органічними речовинами. Було доведено, що частина органічних забруднювачів фільтрується через ґрунт до моменту їх потрапляння у водні об'єкти. Даний тип забруднення потрапляє у дощові стоки внаслідок просочування атмосферними опадами пакування, у якому зберігаються відходи кондитерських виробництв. Було визначено, значення ХПК залежить від пору року, від типу пакування, у якому зберігаються ТОВКВ, від походження ТОВКВ, а саме їх складу – вмісту жиру та пористості відходів.

2. Доведено, що швидкість розвитку плісневих грибів у ТОВКВ є головним обмежуючим фактором їх подальшого використання у складі комбікормів та залежить як від вологості ТОВКВ, так й від вмісту жиру у відходах й пору року. За інтенсивних осадів у теплі пори року для вафель з жировою начинкою плісневі гриби виявляються методом мікроскопії вже на 25 добу. Отримано математичну модель, яка дає змогу прогнозувати час до появи плісневих грибів у ТОВКВ в залежності від умов зберігання, пори року та виду ТОВКВ. Доведено ефективність використання обробки поверхні ТОВКВ розчином гумінових кислот, які в даному випадку мають фунгістатичну дію.

3. Розроблено рецептури комбікормів з додаванням певних видів ТОВКВ, які можуть бути використані при вирощуванні курчат та поросят без погіршення основного показника – приросту живої маси. У випадку вигодівлі поросят розроблений комбікорм з додаванням ТОВКВ також не збільшує час до набору поросятами ваги 100 кг, що є вадливим економічним показником. Визначено, що вміст ТОВКВ з високою жировою часткою також призводить до зниження запиленості приміщень для утримання свійських тварин при їх годівлі сухими комбікормами.

Зміст розділу відображено у наступних наукових публікаціях [146], [181], [183], [184], [194], [204], [205].

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ
ВІДХОДІВ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ У СКЛАДІ АГРОПЕЛЕТ

4.1 Загальні тенденції розвитку ринку агропелет

Біомаса, як сировина, є частиною комплексу альтернативних джерел енергії та частиною сталої енергетики. Первинна біомаса, така як деревина та зернові й олійні культури, на сьогоднішній день є менш перспективною в якості джерела біопалива, оскільки на її вирощування необхідно відводити продуктивні сільськогосподарські угіддя, що протирічить політики ЄС в сфері сільського господарства в частині нецільового використання продуктивних земель [207, 208].

Паливні гранули, які повністю або частково складаються з відходів сільського господарства, називаються агропелети та розглядаються як один з типів пелет на основі біомаси й відноситься до твердого типу біопалива. На відміну від звичайних пелет, які складаються з різноманітних типів відходів деревини – тирси та тріски, бракованої деревини – агропелети містять переважно соломі зернових культур та лущиння соняшника, як два найбільших за обсягами компонентів у складі відходів сільського господарства [209].

Використання відходів сільського господарства, а в деяких випадках й відходів харчових виробництв [210] для виготовлення агропелет дозволяє реалізувати комплексний підхід до управління даними типами відходів з одночасним збільшенням енергонезалежності на локальному та регіональному рівнях.

Ринок агропелет почав в Україні інтенсивно розвиватися у 2013 році, він повністю залежить від ринку сільськогосподарської продукції й до сьогодні характеризується нестабільністю та високими ступенями ризику, які пов'язані з наступними основними факторами [209, 211]:

- 1) сезонні коливання ціни на сировину з одночасним обмеженим доступом середніх та малих підприємців до ринку з-за монополізації великими

агрохолдінгами всього ланцюга виробництва сільськогосподарської продукції. Суттєве зменшення пропозицій на ринку сільськогосподарських відходів, пов'язане з повномасштабним вторгненням, яке призвело до окупації та руйнування підприємств сільськогосподарської галузі, релокації та переорієнтації підприємств, що призвело до руйнування вибудованих раніше ланцюгів поставок-виробництва-збуту;

2) висока собівартість спеціалізованої техніки для збору сільськогосподарських відходів та відсутність впроваджених агротехнологічних засад збирання даного типу відходів з метою їх подальшого використання для агропелет. Також агровиробники не активно продають агровідходи, залишаючи їх для повернення у ґрунти прямим методом – завальцьовуванням – що насправді не є ефективним прийомом відновлення родючості ґрунтів та вимагає також додаткових витрат. Частина агровідходів у підсумку не використовуються раціонально ані агровиробниками, ані виробниками паливних пелет й залишається у місці утворення/накопичення

3) складність у зберіганні необроблених сільськогосподарських відходів після їх збору терміном 6 – 8 місяців та необхідність значних складських приміщень для зберігання готової продукції (агропелет) для їх реалізації за максимальної ціною у період пікового попиту, який припадає в Україні на листопад-січень;

4) проблеми з перевезенням агропелет, які пов'язані як з відсутністю спеціалізованих транспортних засобів та вимушеного використання звичайних зерновозів чи вагонів-хоперів, так й з фактичною відсутністю річкового судноплавства в Україні, що може суттєво зменшити логістичні витрати на транспортування агропелет;

5) нестабільність ринку збуту, пов'язане як з нестабільністю постачання агропелет так й з нерозвиненістю біржи агропелет, що призводить до вимушеної співпраці виробників агропелет з трейдерами й відповідно удорожчання продукції для кінцевого споживача, яке за експертними оцінками сягає 30%.

Головною перевагою агропелет, як й інших паливних елементів на основі

інших типів біомаси, прийнято вважати нейтральність по відношенню до емісії парникових газів та майже нульовий вміст сірки й відповідно низький вміст оксиду сірки у викидах при спалюванні [211]. Діоксид вуглецю, який вивільняється при спалюванні агропелет є частиною природного циклу поглинання, накопичення та вивільнення CO_2 , при чому фактично цей цикл відбувається впродовж короткого терміну – середній період вегетативного розвитку рослин сільськогосподарського призначення, впродовж якого відбувається поглинання CO_2 , не перевищує 6 місяців, період зберігання агровідходів – від 1 до 3 місяців. Таким чином, якщо виготовити та використати агропелети впродовж 6 місяців після утворення агровідходу, можна вважати, що природний цикл CO_2 відбувся за 1 рік. Це відрізняється від природного циклу CO_2 при спалюванні деревини та деревинних відходів, адже процес поглинання та накопичення CO_2 триває мінімум 10 років (найчастіше – 30 років), а процес вивільнення відбувається у момент спалювання й створює в цей момент часу додаткову емісію CO_2 .

Найбільш інтегрованим у сучасну енергетичну систему є виробництво агропелет з лушпиння соняшника, що реалізовано переважно завдяки наявності в Україні великих виробників соняшникової олії, для яких лушпиння є одночасно великотоннажним відходом та джерелом енергії [212 – 215]. Низька насипна щільність соняшникового лушпиння – на рівні 170 кг/м^3 – є головним чинником його бажаного використання безпосередньо у місцях утворення, адже транспортування на значні відстані є економічно не доцільним та призводить до суттєвого удорожчання кінцевого продукту. Соняшникове лушпиння спалюється як напряду у котлах великих олієекстракційних підприємств [215], так й використовується для виготовлення паливних пелет ними [209]. Малі та середні, за обсягами переробки соняшникового насіння, підприємства переважно намагаються виготовити агропелети з лушпиння та реалізувати їх, оскільки їх вартість становить від 4500 грн за тону, а при насипній щільності на рівні $500 - 700 \text{ кг/м}^3$ їх транспортування стає більш економічно обґрунтованим.

Виготовлення агропелет з соняшникового лушпиння також має ряд переваг у порівнянні з агропелетами на основі іншої рослинної сировини

(рис.4.1), серед яких головною можна вважати найнижчу зольність серед усіх видів агропелет, найвище значення нижчої та вищої теплоти згорання та найвищий вміст доступних для рослин мікроелементів у золі, особливо K_2O .

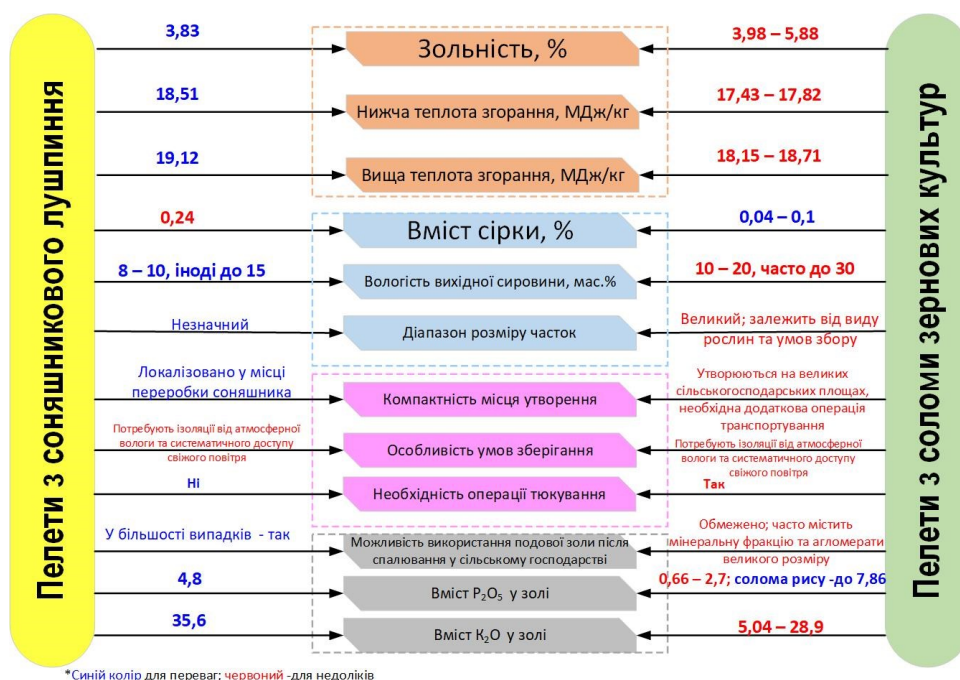


Рисунок 4.1 – Порівняльна характеристика деяких властивостей пелет з соняшникового лушпиння та соломи зернових культур – сформовано автором на основі [209–211; 215].

Суттєвим недоліком процесу виготовлення агропелет з соломи зернових культур також є необхідність транспортування на значні відстані соломи, її тюкування, улаштування спеціальних проміжних місць накопичення для зберігання перед подальшою масовою переробкою, що в свою чергу пов'язано з особливістю утворення соломи на великих посівних територіях. Соняшникове лушпиння утворюється безпосередньо у місці виготовлення олії, окрема стаття витрат на його транспортування до місця утворення не виникає. Враховуючі значну територію України, саме логістичні витрати одночасно з витратами на енергоносії, є вагомою складовою собівартості процесу переробки будь-яких відходів й, відповідно, обмежуючим економічним чинником [216, 217].

4.2 Дослідження процесу сушки твердих органічних відходів кондитерських виробництв

Тверді органічні відходи кондитерських виробництв під час їх зберігання у МТЗНВ зазнають впливу атмосферних осадів, що призводить до збільшення вмісту вологості. Як було зазначено у п.3.4, в залежності від типу пакувань, типу відходів та конструктивних особливостей місця зберігання, вологість ТОВКВ збільшується з різною швидкістю.

При виготовленні паливних пелет однією з головних вимог до сировини є вміст води, оптимальний вміст якої відрізняється в залежності від сировини та впливає на технологічне оформлення процесу виробництва (табл.4.1). В залежності від оптимального (рекомендованого) та фактичного вмісту води у рослинній сировині, до технологічного процесу додається стадія сушки сировини, що збільшує витрати на обладнання, на енергоносії та потребує додаткових людських ресурсів [209, 211].

Таблиця 4.1 – Вологість рослинної сировини, яка використовується для виготовлення паливних пелет або брикетів [209, 211, 218]

Рослина сировина	Вологість, мас.%		Необхідність технологічної стадії сушки при виготовленні пелет
	рекомендована	фактична після зберігання	
Солома зернових культур	12 – 14	≤ 20 – при дотриманні умов зберігання 30 – 40 при порушенні умов зберігання або несприятливих метеоумовах під час збору	ні так
Деревина	5 – 10	50 – 55	так
Лушпиння соняшника	5 – 15 [4.3] 6 – 8 [4.12]	10 – 15	так ні

При використанні ТОВКВ у складі паливних пелет необхідно виключити процес збільшення вологості суміші рослинної сировини та ТОВКВ. Проведені дослідження показали, що при зберіганні ТОВКВ їх вологість збільшується до 15 – 66 мас.% (табл.3.9, 3.10). Для виготовлення паливних пелет переважно використовують ТОВКВ, які не встигли використати у складі комбікормів, які

знаходяться на зберіганні вже тривалий час та відповідно мають високий рівень вмісту води [219].

Дослідження процесу сушки ТОВКВ різного складу проводились згідно методики, описаній у п.2.6 за температури 103 ± 2 °C з метою визначення закономірностей зменшення вологості ТОВКВ у часі. Зразки відбирались безпосередньо у місцях тимчасового зберігання відкритим способом.

У перші 15 хвилин після нагріву вологість зразків ТОВКВ, таких як вафлі з жировою начинку, печиво зтяжне та цукрове, зменшується в середньому на 1,9 мас% ($\pm 0,5\%$), що свідчить про повільний розігрів зразків та випаровування легкодоступної води, яка зосереджена у верхніх шарах (табл.4.2). Процес зменшення вологості для сумішей ТОВКВ, в залежності від вмісту у них вафель з жировою начинкою та печива, відбувається з різною інтенсивністю. Так, наприклад, для сумішей з печивом зтяжним спостерігається найбільше падіння вологості за перші 15 хв – на 2,71 мас.% для ВП3 та 2,52 мас.% для ВП6 (табл.4.2).

Таблиця 4.2 – Динаміка зменшення вологості зразків ТОВКВ

Час від початку сушки, хв	Вологість зразків, мас.%									
	В2	П1	П2	ВП3	ВП4	ВП5	ВП6	ВП7	КГ1	КГ6
0	70,00									
15	68,27	67,99	68,37	67,29	67,90	69,39	67,48	68,60	69,39	68,60
40	60,43	60,71	61,55	59,22	63,37	63,23	60,01	62,77	64,73	61,93
70	52,87	52,27	51,94	49,75	53,67	52,97	50,12	54,04	60,06	56,30
100	45,27	44,38	43,40	42,89	44,01	44,29	41,49	45,36	53,43	50,35
130	38,64	37,75	35,42	36,63	35,61	37,01	33,97	37,52	49,31	46,06
160	30,99	30,75	27,35	29,87	27,95	30,43	27,35	29,45	45,22	41,89
190	25,43	25,62	23,94	26,23	23,43	25,99	23,33	24,87	41,02	37,44
220	23,75	22,91	22,54	23,15	22,49	23,43	22,17	22,87	37,27	33,07
250	22,31	21,65	21,70	22,21	22,07	22,49	21,93	22,49	35,10	28,21
280	21,84	21,42	21,28	21,98	21,93	22,26	21,75	22,21	33,03	25,46
310	21,47	21,33	20,95	21,70	21,84	22,12	21,56	21,98	30,70	23,43
340	21,23	21,09	20,44	21,19	21,33	21,98	21,19	21,23	28,57	21,83
370	21,01	21,00	19,97	20,95	21,09	21,79	20,95	21,00	26,50	20,74
400	20,80	20,81	19,60	20,81	20,91	21,75	20,77	20,91	24,78	20,54

Враховуючі, що зразки печива зтяжного без будь-яких домішок демонструють так само найбільше зменшення вологості за перші 15 хвилин – на 2,1 мас.% можна зробити висновок, що суміші з вмістом печива зтяжного у

кількості понад 30 мас.% будуть швидше втрачати вологу, ніж суміші на основі цукрового печива. Зразок ВП7, який містить 70 мас.% цукрового печива за перші 15 хвилин втрачає 1,4 мас.% вологи, тоді як зразок ВП6, який так само містить 70 мас.% печива, але зтяжнього, за той самий проміжок асу втрачає у 1,8 разів вологи більше (табл.4.2).

Для какаоовмісних відходів (КГ1) у перші 15 хвилин вміст вологи майже не змінюється, зменшення становить 0,61 мас.%, так само й суміш, яка містить какаоовмісні відходи демонструє не значне зменшення вологості у перші 15 хвилин – 1,4 для зразка КГ7.

У наступні 25 хвилин процес випаровування вологи інтенсифікується, вологість зразків В2, П1, ВП6 зменшується на 9,6 мас.% ($\pm 0,2\%$); зразків П2, ВП4, ВП5, ВП7, КГ6 на 7,3 мас.% ($\pm 1,2\%$); найнижче значення зменшення вологості залишається для какаоовмісного зразку КГ1 – 5,27 мас.% за 40 хвилин від початку процесу сушки (табл.4.2) [220].

Через 70 хвилин після початку процесу сушки можна спостерігати середнє зменшення вологості зразків ТОВКВ на 16 – 20 мас.%, окрім зразків, які містять какаоовмісні відходи. Наявність вафель з жировою начинкою не суттєво уповільнює процес випаровування вологи з сумішей – при збільшенні вмісту вафель з 30 мас.% до 70 мас.% зменшення вологості зразків через 70 хвилин після початку процесу сушки відрізняється в середньому на 0,8 мас.% (зразки ВП3 та ВП7; ВП4 та ВП6 табл.4.2).

Через 160 хвилин проведення процесу сушки вологість зразків становить 27 – 30 мас.%, окрім зразків КГ1 та КГ6. За 160 хвилин зі зразків переважно випаровується волога, яка надійшла з атмосфери. Так, для вафель допустима вологість готових виробів становить <32 мас.% (табл. 3.9, 3.10), яка при зберіганні відкритим способом у ППМБПВ збільшується до 60 мас.% за 25 – 30 діб в залежності від періоду року (табл.3.10). Для печива допустима вологість готових виробів не повинна перевищувати 9 мас.%, яка після не тривалого зберігання у МТЗНВ зростає до 16 – 25 мас.% (табл. 3.9, 3.10), а за 30 діб може збільшитися до 24 – 44 мас.%. Суміші ТОВКВ, які не містять какаоовмісних відходів, найчастіше мають вологість на рівні 30 мас.% після зберігання

впродовж 5 – 10 діб, яка зростає до 35 – 63 мас.% за 27 – 37 діб. Характер зміни вологості при сушці, а саме інтенсивність процесу випаровування та результати досліджень збільшення вологості ТОВКВ та їх сумішей свідчать про те, що саме зовнішня, надбана відходами з атмосфери волога випаровується за перші 160 хвилин. У проміжку часу між 15 та 160 хвилинами від початку сушки інтенсивність випаровування найвища та становить 6,63 – 7,84 мас.% на кожні 30 хвилин (рис.4.2) для зразків В2, П1, П2 та 4,1 мас.% для КГ1 з піковою втратою у проміжок між 70 та 100 хвилинами на рівні 6,63 мас.%. Найбільша інтенсивність втрати води спостерігається у проміжок часу між 40 та 70 хвилинами та становить 7,56 – 8,44 мас.% для зразків В2, П1, П2.

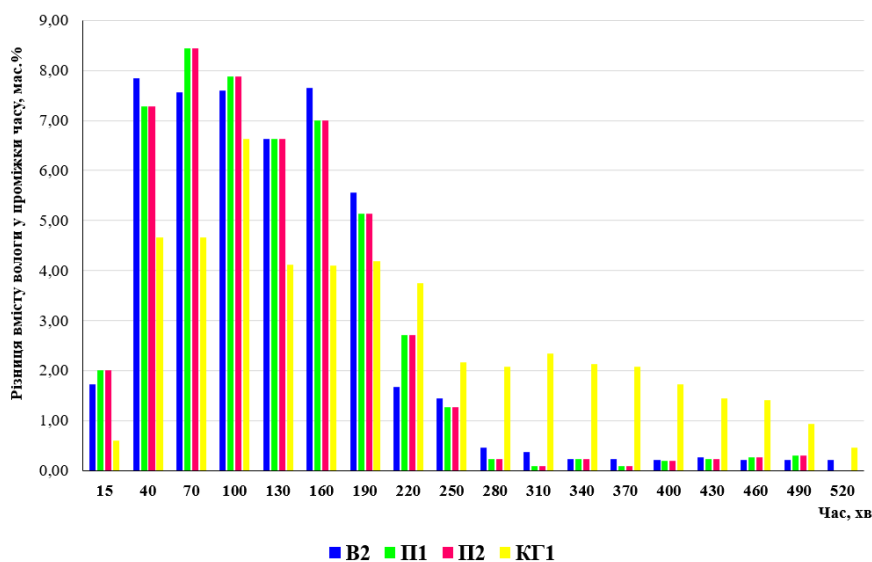


Рисунок 4.2 – Інтенсивність зменшення вологості зразків вафель з жировою начинкою, печива та какаоовмісних відходів кожні 30 хвилин при сушці

Для какаоовмісних відходів типу КГ1 спостерігається менша інтенсивність втрати води при сушці, що, як було зазначено у розділі 3.4, пов'язано низкою пористістю відходів, яка одночасно й перешкоджає потраплянню води в середину зразків певний проміжок часу, так й ускладнює процес вивільнення води при сушці. Через 190 хвилин від початку сушки інтенсивність випаровування води поступово знижується; після 250 хвилин вона становить менше 1 мас.% для зразків В2, П1, П2 й 2,07 мас.% для КГ1 (рис.4.2). У проміжок часу від 340 до 520 хвилин інтенсивність випаровування для зразків В2, П1, П2

знаходиться в діапазоні від 0,23 до 0,29 мас.% кожні 30 хвилин та майже не змінюється. Для КГ1 в цей саме проміжок часу спостерігається інший характер зміни вологості – вологість постійно зменшується кожні 30 хв від 2,1 до 0,47 мас. % (рис.4.2).

Через 250 хвилин після початку процесу сушки вологість зразків сумішей ТОВКВ становить від 22,47 мас.% для ВП7 – суміші, яка містить 70 мас.% печива цукрового, до 21,93 мас.% для ВП6, суміші, яка містить 70 мас.% печива зтяжного. Інтенсивність втрати води для сумішей ТОВКВ з часом відрізняється від такої для індивідуальних ТОВКВ та напряму залежить від складу сумішей (рис.4.3). Головною відмінністю є більша втрата води у проміжок часу між 40 та 70 хвилинами, яка становить від 8,73 до 10,27 мас.% для всіх сумішей, за виключенням какаоовмісної суміші КГ6 (рис.4.3).

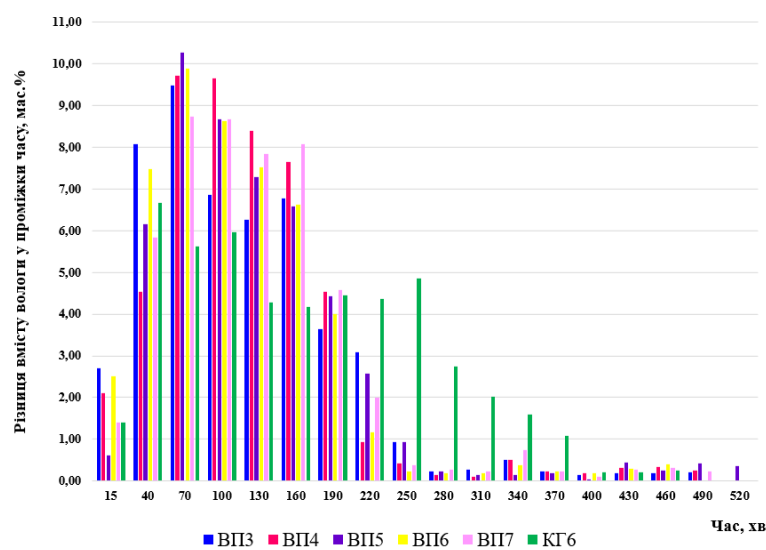


Рисунок 4.3 – Інтенсивність зменшення вологості сумішей ТОВКВ кожні 30 хвилин при сушці

Зменшення інтенсивності випаровування води для сумішей ТОВКВ вдвічі спостерігається у проміжок часу між 160 та 190 хвилинами, після 250 хвилин процесу сушки для сумішей ТОВКВ зменшення води становить менше 1 мас.% кожні 30 хвилин, проте, на відміну від індивідуальних ТОВКВ, сталість падіння не спостерігається. Це пов'язано з різною інтенсивністю випаровування води з окремих компонентів сумішей, що у підсумку впливає на інтенсивність

втрати вологи сумішшю в цілому. Більш того, після 400 хвилин здійснення процесу сушки спостерігається незначна інтенсифікація процесу сушки сумішей ТОВКВ, що не характерно для індивідуальних ТОВКВ типу В2,П1,П2 (рис.4.2, 4.3).

Однією з причин уповільнення процесу сушки після 250 хвилин для всіх досліджених зразків ТОВКВ є утворення твердої суцільної корки на поверхні зразків. За своїм складом це суміш цукру, жирів та води, які в процесі випаровування дифундували на поверхню та й у яких відбувся процес карамелізації та, можливо, полімеризації [221]. Такий процес можливий завдяки локальним перегрівам маси ТОВКВ до температури у процесі сушки, що було виявлено під час досліджень. Твердість утворених кірок становить 9,1–10,4 кг/см², що відповідає твердості льодяників, яка становить 7–15 кг/см² [122, 222]. Відповідно, процес випаровування крізь такі утворення проходить повільно, оскільки після утворення кірки не переходять знов у рідкий стан.

Час досягнення вмісту вологи на рівні 20 мас.%(±0,07) для індивідуальних ТОВКВ та сумішей відрізняється, але не перевищує 550 хвилин (рис.4.4) за умов сушки при 103 °С. Найменший час сушки (370 хв) для досягнення вмісту вологи 20 мас.% необхідний для цукрового печива (П2), що також може бути пов'язано з пористістю відходів, яка є високою для П2 та становить 152% (п.3.4); для КГ1 час досягнення вмісту вологи 20 мас.% найбільший серед всіх індивідуальних ТОВКВ та становить 550 хв. Отримані дані узгоджуються з дослідженою вище інтенсивністю втрати вологи та факторів, які впливають на це.

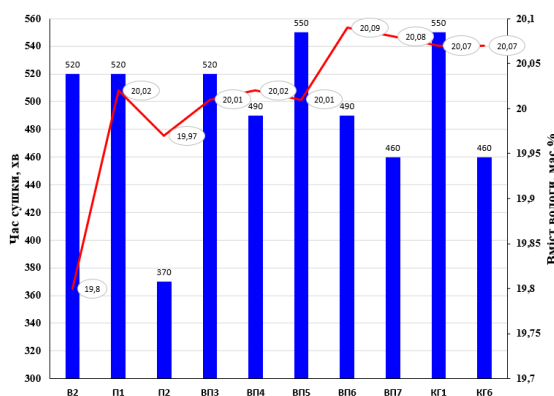


Рисунок 4.4 – Час сушки, необхідний для досягнення вмісту вологи 20 мас.% у зразках ТОВКВ

Серед всіх сумішей ТОВКВ, найбільший час сушки необхідний для ВП5 (550 хв), суміші яка містить 55 мас.% вафель та суміш печива затяжного та цукрового у співвідношенні 1:2; найменший час (460) необхідний для суміші ВП7, яка містить мінімальну кількість вафель з жировою начинкою (30 мас.%) та 70 мас.% печива цукрового. В цілому для сумішей ТОВКВ час сушки до досягнення вмісту води 20 мас.% ($\pm 0,07$) знаходиться в діапазоні від 460 до 520 хв. Для КГ6 час досягнення вмісту води 20,07 мас.% становить 460 хв, та є меншим, ніж для суміші ВП3, ВП5, ВП7, які не містять какао-вмісних відходів. Це дозволяє додавати у суміші ТОВКВ какао-вмісні відходи у кількості до 33 мас.% без збільшення витрат енергії та часу на їх сушку.

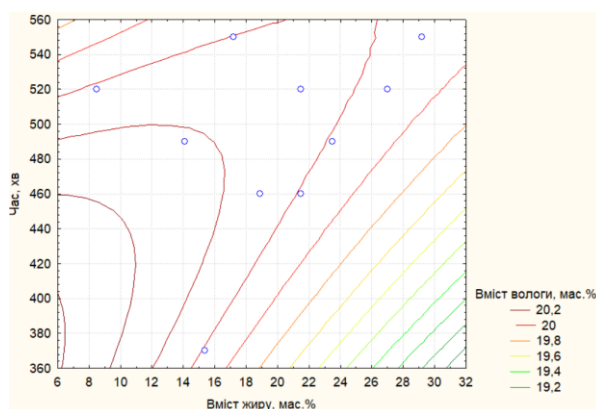
Математична обробка отриманих даних процесу сушки дозволила отримати емпіричне рівняння 4.1 для прогнозування необхідного часу сушки ТОВКВ до вмісту вологості 20 мас.% в залежності від вмісту жиру. Графічна візуалізація рівняння 4.1 наведена на рис.4.5а, 4.5б.

$$W = 18,8002 - 0,1224 \cdot x + 0,0104 \cdot y - 0,0008 \cdot x^2 + 0,003 \cdot x \cdot y - 1,6062 \cdot 10^{-5} \cdot y^2, \quad (4.1)$$

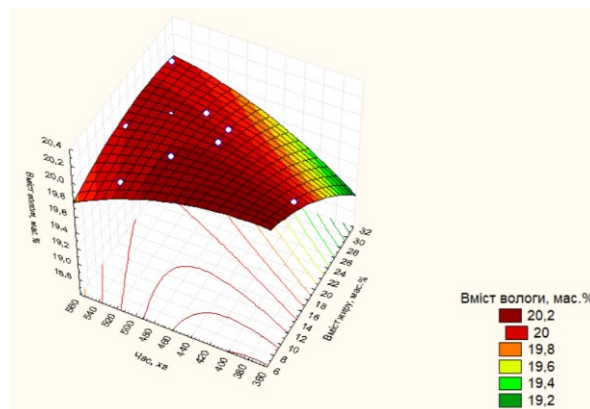
де W – вміст води, мас.%;

x – вміст жиру, мас.%;

y – час, хв.



а



б

а – 2D візуалізація; б - 3D візуалізація

Рисунок 4.5 – Залежність вмісту води у ТОВКВ від часу сушки та вмісту жиру

4.3 Дослідження властивостей агропелет, які містять тверді органічні відходи кондитерських виробництв

Головною характеристикою паливних елементів на основі біомаси, як й будь яких інших типів палива, є теплота згорання [209, 211, 223, 224]. Найвища та найнижча теплота згорання агропелет залежить як від характеристик та властивостей вихідної сировини, так й від вологості самих пелет під час їх формування та подальшого використання.

За методикою, описаною у п. 2.6 було визначено найвищу та найнижчу теплоту згорання деяких типів ТОВКВ. Серед усіх видів ТОВКВ вафлі з жирОВОЮ начинкою (В2) та какаоВмісні відходи (КГ1) мають максимальне значення найвищої (рис.4.6) на рівні 22,8 та 24,6 МДж/кг відповідно, що пов'язано з вмістом жиру у таких відходах на рівні 27 г/100 г та 29,2 г/100 г (табл. 2.4) Для інших, розповсюджених, типів сировини для агропелет значення найвищої та найнижчої теплоти згорання менші, ніж для вафель з жирОВОЮ начинкою та какаоВмісних відходів (рис. 4.6). Найвища теплота згорання для деревини не перевищує 22 МДж/кг; для соломи зернових культур – 18,7 МДж/кг; для твердих побутових відходів без їх трансформації RDF або SRF – 6 МДж/кг. Зі зменшенням вмісту жиру у ТОВКВ та їх сумішах найвища теплота згорання зменшується, досягаючи свого мінімуму для печива зтяжного (7,18 МДж/кг, рис.4.6); для зразку ВП4, до складу якого входить 70 мас.% вафель з жирОВОЮ начинкою та 30 мас.% печива цукрового значення найвищої теплоти згорання – 19,8 співставне з значенням найвищої теплоти згорання для деревини та соняшникового лущиння (рис.4.6).

Спираючись на значення найвищої та найнижчої теплоти згорання, необхідного часу сушки до досягнення вмісту води на рівні 20 мас.%, а також на дані морфологічного складу ТОВКВ (рис.3.19), в якості перспективних для використання в складі агропелет були обрані вафлі з жирОВОЮ начинкою та суміш ВП4.

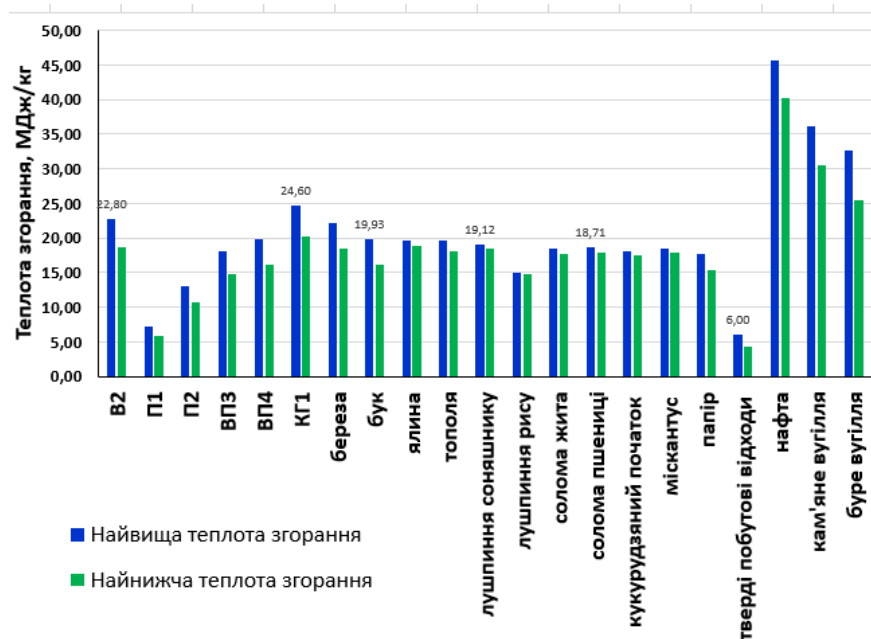
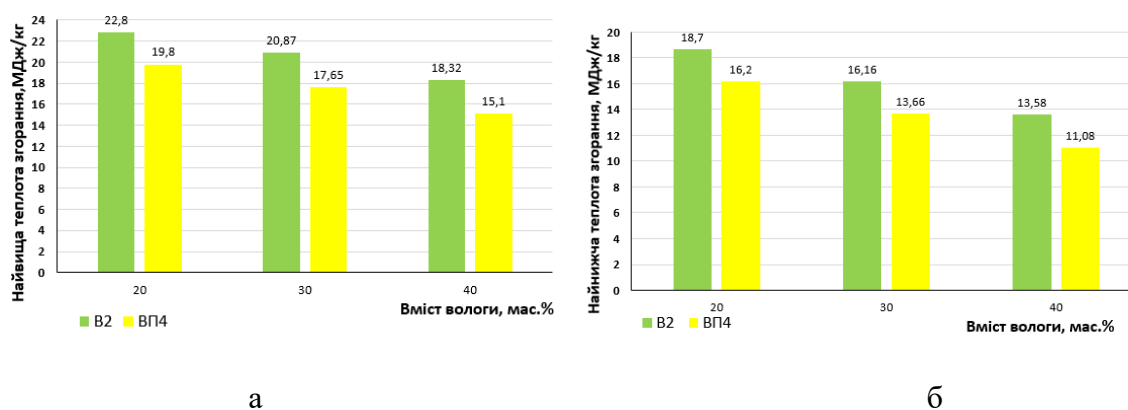


Рисунок 4.6 – Значення найвищої теплоти згорання для різних типів сировини

Найвища теплота згорання вафель з жировою начинкою та суміші ВП4 максимальних значень при вмісту вологи на рівні 20 мас.% (рис. 4.7). Збільшення вмісту вологи до 30 мас.% призводить до зменшення найвищої теплоти згорання ТОВКВ в середньому на 2,0 МДж/кг, найнижчої теплоти згорання – на 2,5 МДж/кг. При вмісті вологи 40 мас.% значення найвищої теплоти згорання для вафель з жировою начинкою зменшується на 4,48 МДж/кг.



а – найвища теплота згорання; б – найнижча теплота згорання

Рисунок 4.7 – Зміна значень найвищої та найнижчої теплоти згорання від вмісту вологи у твердих органічних відходах кондитерських виробництв

Слід відзначити, що навіть при вмісту вологи 40 мас.% значення найвищої

теплоти згорання залишається на рівні 18 МДж/кг, що можна порівняти зі значеннями цього показника для соломи зернових культур (рис.4.5).

Використання відходів вафель з жировою начинкою або суміші печива та вафель для виготовлення паливних пелет без додавання рослинної сировини не можливо. В першу чергу це обумовлено тим, що не можливо сформувати міцну гранулу пелети з такої сировини, яка здатна витримувати транспортування та не змінювати свою форму й властивості під час тривалого зберігання. Враховуючі близькість значень найвищої та найнижчої теплоти згорання соняшникового лушпиння та відходів ТОВКВ типу В2, ВП4, а також переваги виготовлення агропелет з соняшникового лушпиння (СЛ), наведені у п.4.1, було прийнято рішення про дослідження можливості формування агропелет з суміші соняшникового лушпиння та ТОВКВ. При виготовлені агропелет соняшникове лушпиння також виступає додатковим абразивним елементом, який не дає налипати ТОВКВ з високим вмістом жиру на внутрішні стінки екструдера та лопаті шнеку.

Стандарт якості для деревинних пелет EN 15210-1, ДСТУ 15234-2:2013 та стандарт якості для недеревинних пелет з біомаси ISO 17225-6A, ISO-17225-6B визначає необхідний рівень механічної міцності пелет $\geq 97,5$ % для класу А та $\geq 96,5$ % [209, 225]. Відповідно, агропелети комбінованого складу з додаванням ТОВКВ також повинні володіти зазначеним рівнем міцності. Традиційні технології виготовлення агропелет з соняшникового лушпиння передбачають стадію подрібнення лушпиння, що, в першу чергу, пов'язано з можливою наявністю великих агломератів СЛ після екстракції олії з них гарячим пресуванням на олієекстракційних підприємствах [226, 227]. Оптимальним розміром часток СЛ для подальшого виготовлення пелет вважається 3 – 10 мм; природнє СЛ переважно має розміри в межах 8 – 15 мм та залежить від сорту соняшника [212, 218].

На рівень механічної міцності агропелет комбінованого складу впливають наступні фактори (табл.4.3): а) вміст ТОВКВ; б) початкова вологість сировини; в) розмір часток лушпиння.

Таблиця 4.3 – Механічна міцність агропелет, які містять відходи вафель з
жировою начинкою

Зразок	Вміст компонентів, мас.%			Початкова вологість ТОВКВ, мас.%	Механічна міцність, %
	СЛ	СЛП	В2		
1	80	-	20	20	95,7
				30	93,5
				40	92,9
1П	-	80	20	20	95,8
				30	93,8
				40	93,0
2	60	-	40	20	96,6
				30	94,8
				40	93,3
2П	-	60	40	20	97,3
				30	95,1
				40	93,8
3	40	-	60	20	97,6
				30	95,1
				40	93,9
3П	-	40	60	20	98,2
				30	95,3
				40	94,1
4	20	-	80	20	82,9
				30	80,1
				40	79,6
4П	-	20	80	20	83,1
				30	80,3
				40	79,9

При початкової вологості ТОВКВ більше за 20 мас%. значення механічної міцності при будь-якому вмісті компонентів є нижчою, за 96,5% (табл.4.3). При цьому навіть подрібнення СЛ (зразки 1П, 2П, 3П, 4П) при вологості В2 30 та 40 мас.% не призводить до суттєвого підвищення механічної міцності пелет у порівнянні з зразками 1,2,3,4. Наприклад, для зразків 1 та 1П різниця у механічній міцності при початкової вологості В2 40 мас.% становить 0,1%; для зразків 3 та 3П – 0,2%.

Необхідне нормативне значення механічної міцності для агропелет комбінованого складу вдається досягти при вмісті СЛ в діапазоні 40 – 60 мас.%. Для зразків 2 та 3 значення механічної міцності становить 96,6 % та 97,6% відповідно при початкової вологості В2 20 мас.%; для зразків 2П та 3П – 97,3% та 98,2% відповідно. Зі збільшенням вмісту В2 у складі пелет комбінованого складу вплив початкової вологості В2 на механічну міцність зростає. Так, якщо для зразка 1 при вмісті В2 20 мас.% падіння механічної міцності при збільшенні

вологості В2 від 20 мас.% до 40 мас.% становить 2,8%, то для зразка 3 при вмісті В2 60 мас.% таке падіння становить вже 3,8% (табл.4.3).

Введення ТОВКВ, зокрема В2, у кількості понад 60 мас.% призводить до різкого падіння механічної міцності пелет – до 83,1% при вмісті В2 80 мас.%. механічна міцність сформованих з досліджуваної сировини (СЛ) пелет без додавання ТОВКВ становила 95,6%, що також не відповідає нормативним показникам [220].

Подрібнення СЛ збільшує механічну міцність агропелет комбінованого складу. Після подрібнення СЛ вміст фракції 1-5 мм становив 75%. Для зразків з вмістом В2 20 мас.% та 80 мас.% збільшення механічної міцності при подрібненні є не суттєвим та складає 0,1 – 0,2%. При збільшені вмісту СЛ до 40 – 60 мас.% зростання механічної міцності становить: для зразків 2 та 2П – 0,7%; для зразків 3 та 3П – 0,6 % (при початковій вологості В2 20 мас.%) (табл.4.3).

Механічна міцність агропелет з ВП4 менша на 0,1 – 0,3 % ніж агропелет з В2 при однаковому вмісті ТОВКВ. Для обраної суміші ТОВКВ складу ВП4 зберігається тенденція позитивного впливу подрібнення СЛ на механічну властивість агропелет при вмісті ВП у діапазоні від 40 до 60 мас.% (табл.4.4).

Таблиця 4.4 – Механічна міцність агропелет, які містять суміш відходів вафель та печива

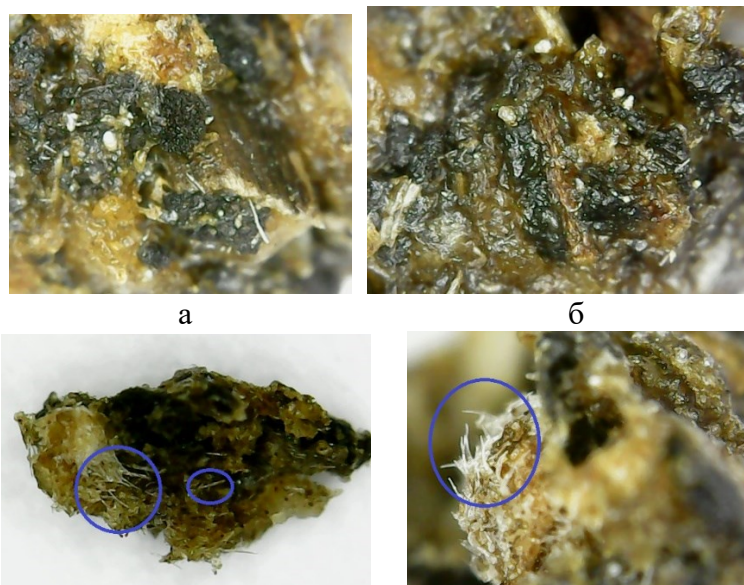
Зразок	Вміст компонентів, мас.%			Початкова вологість ТОВКВ, мас.%	Механічна міцність, PDI, %
	СЛ	СЛП	ВП4		
1С	60	-	40	20	96,5
				30	94,6
				40	93,1
1СП	-	60	40	20	97,0
				30	94,9
				40	93,4
2С	40	-	60	20	97,2
				30	95,0
				40	93,5
2СП	-	40	60	20	97,7
				30	95,0
				40	93,8

Для зразка, який містить 40 мас.% суміші ВП4 (1С, табл.4.4) механічна міцність на 0,1% менша, ніж для зразку 2 (тбл.4.3), який містить 40 мас.% В2;

для зразків, які містять 60 мас.% ВП4 та В2 становить вже 0,5% (зразок 2С, табл.4.4 та 3, табл.4.4). Подрібнення СЛ призводить до зростання механічної міцності агропелет з ВП4 в середньому на 0,5% (табл.4.4).

Подрібнення СЛ перед його перемішуванням з ТОВКВ призводить до утворення більш однорідної маси, з якої формуються пелети (рис.4.8а, б). В якості адгезійного агенту при формуванні пелет з СЛ та ТОВКВ виступають складові ТОВКВ – жир, цукри та полісахариди, які під час перемішування компонентів агропелет за підвищеної температури просочують сировину. Під час охолодження у вказаних компонентах збільшується в'язкість, частина з них переходить у твердий стан або полімеризується. Чим дрібніші частинки СЛ, тим краще вони просочуються адгезійним агентами, завдяки цьому механічна міцність утворених пелет зростає, що було підтверджено під час досліджень (табл.4.3, 4.4).

Соняшникове лушпиння під час процесів подрібнення та переробки утворює частинки неправильної форми з гострими виступами по краях, за рахунок чого в агропелетах комбінованого складу можлива також реалізація механічної адгезії завдяки проникненню таких часток у ТОВКВ та механічне зчеплення з кондитерською масою (рис.4.8 в, г).



а – неоднорідна структура зразку 3; б – структура зразку 3П

в – свіжий злам агропелети зразку 3, г – свіжий злам агропелети зразку 3П

Рисунок 4.8 – Мікрофотографії структури агропелет в залежності від ступеню подрібнення соняшникового лушпиння

Зольність є одним з найважливіших показників якості паливних агропелет, від якого залежить надійність та ефективність експлуатації обладнання для спалювання. Висока зольність палива призводить до утворення додаткового неметалевого шару (нагару) на внутрішній поверхні металевих елементів котлів та систем для опалювання, що призводить [128, 227, 228]:

- а) до зменшення коефіцієнту ефективності передачі тепла через стінку обладнання;
- б) до збільшення частоти зупинки котлів для процедури очищення від золи та агломератів золи (накипу);
- в) до зменшення теплоти згорання пелет;
- г) до збільшення швидкості зношення елементів котла внаслідок абразивної дії золи та зміни рН середовища.

Зольність сировини соняшникового лушпиння становить 3,41 – 3,83% [209, 211], виробники пелет декларують зольність пелет з соняшникового лушпиння в діапазоні 3–5%. За цим показником соняшникове лушпиння поступається деревині, зольність якої коливається в діапазоні від 0,6 до 1,4%, проте перевершує соломі зернових культур (зольність 3,98 – 5,88%), кору дерев та стебла й лист кукурудзи (зольність 5,06 – 7,35%). На відміну від інших типів рослинної біомаси, зола соняшникового лушпиння майже не містить твердих абразивних часток ґрунту, які потрапляють до біомаси під час збору врожаю чи зберіганні на поверхні ґрунту [212, 214, 216].

Значення найвищої та найнижчої теплоти згорання та зольності агропелет комбінованого складу залежить в більшому ступені від співвідношенню компонентів, в меншому – від ступеню подрібнення соняшникового лушпиння (табл.4.5). Максимальне значення найвищої та найнижчої теплоти згорання спостерігається для зразків з вмістом відходів вафель з жирною начинкою на рівні 60 мас.% (зразки 3, 3П табл.4.5), зі зменшенням вмісту В2 значення теплот згорання пропорційно зменшується. При вмісті В2 на рівні 20 мас.% значення найвищої теплоти згорання на 1,5 МДж/кг менша ніж при вмісті В2 60 мас.%. Введення до складу агропелет суміші ТОВКВ складу ВП4 у кількості 40 – 60 мас.% дозволяє отримати агропелети зі значенням найвищої теплоти згорання в

Таблиця 4.5 – Найвища та найнижча теплота згорання та зольність агропелет комбінованого складу

Зразок	Вміст компонентів, мас.%				Теплота згорання, МДж/кг		Зольність, %
	СЛ	СЛП	В2	ВП4	найвища	найнижча	
1	80		20	-	19,80	18,50	3,29
1П		80	20	-	19,82	18,61	3,22
2	60	-	40	-	20,55	18,55	2,62
2П	-	60	40	-	20,61	18,89	2,58
3	40	-	60	-	21,30	18,60	1,50
3П	-	40	60	-	21,46	18,96	1,48
1С	60	-	-	40	19,35	17,10	2,61
1СП	-	60	-	40	19,47	17,28	2,58
2С	40	-	-	60	19,50	17,55	1,93
2СП	-	40	-	60	19,72	17,86	1,90
СЛ	100	-	-	-	19,05	16,20	3,96
В2	-	-	100	-	22,80	18,70	0,61
ВП4	-	-	-	100	19,80	18,45	0,58

діапазоні 19,35 – 19,75 МДж/кг, що в середньому на 1,1 МДж/кг менше, ніж при введенні В2 у такому саме співвідношенні. Це пов'язано з меншим значенням найвищої теплоти згорання для суміші ВП4 ніж для В2 (рис.4.7, табл.4.5). Подрібнення СЛ суттєво не впливає на значення найвищої та найнижчої теплоти згорання. Так, наприклад, для зразків 3 та 3П різниця у значенні найвищої теплоти згорання становить 0,16 МДж/кг, для інших зразків така різниця ще менша (табл.4.5).

Зольність ТОВКВ є найменшою серед усіх типів сировини для агропелет та не перевищує 0,61% (табл.4.5). При формуванні агропелет комбінованого складу за рахунок зменшення вмісту соняшникового лушпиння вдається досягти зменшення зольності агропелет. Найменшу зольність мають агропелети з вмістом В2 60 мас.% – 1,5%. Агропелети з вмістом В2 20 мас.% демонструють зольність на рівні 3,29%, що лише на 0,67% менше, ніж зольність пелет з чистого соняшникового лушпиння. Для агропелет комбінованого складу з додаванням суміші ТОВКВ (ВП4) також спостерігається зменшення зольності у порівнянні з пелетами з чистого СЛ на 2% при введенні ВП; у кількості 60 мас.% (зразки СЛ та

2С, 2СП табл.4.5).

Подрібнення СЛ майже не впливає на зольність агропелет комбінованого складу, утворена більш однорідна структура агропелет та подрібнення великих за розміром соняшникового лущиння теоретично сприяє більш повному згоранню усіх продуктів [220, 224, 229]. На практиці не спостерігається суттєвого впливу подрібнення СЛ на зольність агропелет. Наприклад, для зразків агропелет комбінованого складу з відходом типу В2 зольність для пелет з подрібненим СЛ на 0,02 – 0,04 % менше, ніж для зразків без подрібнення СЛ. (зразки 2 та 2П; 3 та 3П відповідно) (табл.4.5). Для агропелет комбінованого складу з сумішшю ТОВКВ подрібнення СЛ так само не призводить до суттєвого зменшення зольності й не перевищує 0,03% (табл.4.5).

При комплексному підході до використання ТОВКВ за енергетичним напрямком необхідно також передбачити варіанти оптимального використання золи, яка залишається після спалювання агропелет комбінованого складу. Для цього, в першу чергу, необхідно визначити елементний склад золи, а потім спираючись на основні положення агрономії та агроекології, в залежності від складу золи запропонувати шляхи її використання в сільському або лісовому господарстві.

Зола агропелет містить незначну частку не згорівшого матеріалу (рис.4.9), про що свідчить сіро-коричневий колір золи з незначними вкрапленнями частинок чорного кольору.

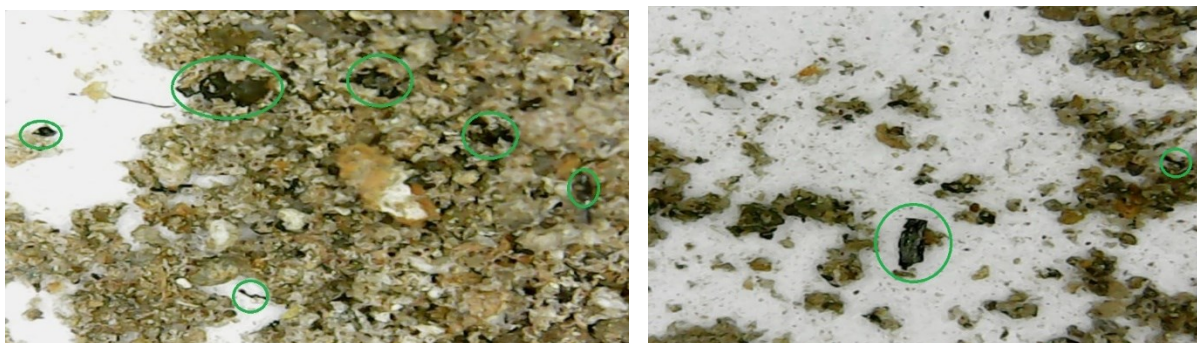


Рисунок 4.9 – Мікрофотографія золи від спалювання агропелет 3П комбінованого складу з ідентифікацією частинок чорного кольору, які є не згорівшими частинками агропелет

За описаними у п.2.6 методиками було визначено хімічний склад золи вафель з жировою начинкою, соняшникового лушпиння та агропелет з вмістом відходів типу В2 60 мас.% (табл.4.6).

Зола від спалювання пелет з соняшникового лушпиння найчастіше використовується у сільському господарстві для розкиснення ґрунтів - замість вапна та як калійно-фосфорне добриво [230–234]. Цьому сприяє лужна реакція водного розчину золи СЛ (рН=10–12), високий вміст калію та фосфору у доступній для рослин формі. Вміст K_2O становить 32,15 мас%, а P_2O_5 – 7,45 мас% (табл.4.6). Для отримання добрив з високим вмістом усіх основних поживних елементів, т.з. комплексу NKP золу соняшникового лушпиння можна змішувати

Таблиця 4.6 – Хімічний аналіз золи

Вміст елементу або сполуки, мас.%	Зола, що утворилась при спалюванні		
	відходів вафель з жировою начинкою (3-В2)	соняшникового лушпиння (3-СЛ)	агропелет, зразок 3П (3-3П)
S^d	0,075	0,22	0,13
H^d_{daf}	7,84	26,61	15,35
C^d_{daf}	52,32	32,84	44,53
N^d_{daf}	1,03	0,01	0,62
O^d_{daf}	38,12	40,52	39,08
SiO_2	1,67	5,24	3,10
Al_2O_3	6,36	1,45	4,40
Fe_2O_3	0,42	1,96	1,05
CaO	20,30	14,2	17,86
MgO	6,90	9,73	8,03
Na_2O	15,00	0,31	9,124
K_2O	2,07	32,15	14,10
SO_3	4,36	12,61	7,65
P_2O_5	32,50	7,45	22,48

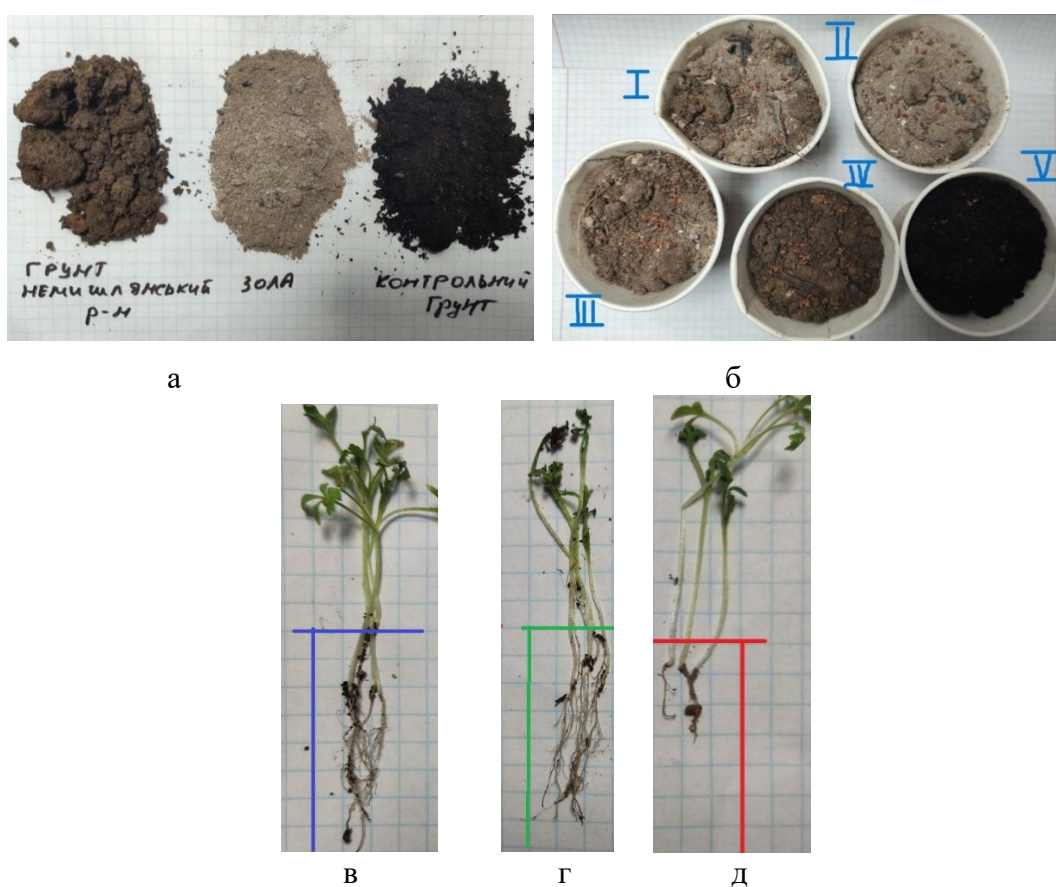
з розчином амонію сульфату для підвищення вмісту нітрогену та отримувати гранульоване добриво з високим вмістом сульфуру, нітрогену та фосфору [232].

Зола від спалювання вафель з жировою начинкою містить дуже велику кількість P_2O_5 – 32,5 мас.% (табл.2.6). Відповідно при спалюванні агропелет комбінованого складу з вмістом відходів вафель 60 мас.% утворюється зола, яка також містить P_2O_5 у значній кількості – 22,48 мас.% (табл.2.6).

Наявність фосфору у ґрунтах є важливим з точки зору синтезу білків

рослин, а також засвоєнню інших мікроелементів та процесу вегетативного розвитку рослин, в тому числі цвітінню та плодоутворенню [232]. Нестача фосфору у ґрунтах проявляється вже на початку розвитку рослин, ознаками так званого «фосфорного голодування» є поганий розвиток кореневої системи, внаслідок чого уповільнюється процес засвоєння рослинами поживних речовин з ґрунту [235–232].

Таким чином, виходячи з хімічного складу золи агропелет комбінованого складу одним з найперспективніших напрямків її використання є внесення в якості добрив. Методом оцінки фітотоксичності ґрунтів за методикою, описаною у п. 2.2 було оцінено вплив золи агропелет комбінованого складу на розвиток тестових рослин. Враховуючи дані щодо позитивного впливу золи від спалювання біомаси на механічний склад ґрунтів [232, 233], а саме здатність золи розпушувати ґрунти, в якості одного з зразків ґрунту було обрано важкий суглинистий ґрунт (рис.3.4). Розвиток рослин представлено на рис.4.10.



а – зразки досліджуваних ґрунтів та золи; б – висадка насіння у зразки ґрунтів I-V; в – коренева система у зразку ґрунту V, коренева система у зразку III, коренева система у зразку ґрунту I

Рисунок 4.10 – Розвиток рослин при внесенні 3-3П у ґрунт

Внесення золи 3-3П у кількості 15 г/м^2 призводить до збільшення середньої довжин наземної частини тест-рослин на 7,5 мм; при внесенні у кількості 30 г/м^2 – на 15,2 мм; при внесенні 50 г/м^2 – на 22,6 мм відповідно у порівнянні з довжиною наземної частини у зразках ґрунту Немишлянського району (табл.4.7). Як було зазначено вище, наявність фосфору у доступній формі, в першу чергу, впливає на розвиток кореневої системи. Довжина підземної частини тест-рослин збільшується при внесенні золи 3-3П на 10–15 мм у зразків I, II, III у порівнянні зі зразком IV (рис.4.10в-д; табл.4.7).

Таблиця 4.7 – Результати дослідження впливу золи агропелет комбінованого складу на вегетативний розвиток рослин

Зразок ґрунту	Доза золи, г/м^2	Проростання, %	Середня довжина, мм	
			наземної частини	підземної частини
Немишлянський районі м. Харків (I)	15	84	60,1	26,3
Немишлянський районі м. Харків (II)	30	85	67,8	30,4
Немишлянський районі м. Харків (III)	50	88	75,2	35,0
Немишлянський районі м. Харків (IV)	0	72	52,6	15,2
Контрольний (V)	0	90	78,0	45,1

Пригнічуючий ефект на розвиток як наземної, так й підземної частин тест-рослин зменшується при збільшенні дози внесеної золи 3-3П від 15 до 50 г/м^2 та змінюється від суттєвого до слабкого (рис.4.10).



Рисунок 4.10 – Пригнічуючий ефект для тест-рослин

В цілому внесення золи 3-3П дозволяє підвищити родючість ґрунтів та може бути ефективним не тільки у сільському господарстві, а й при закладанні квітників та зелених зон з багаторічних трав'янистих рослин та кущів в умовах

урбанізованих територій.

4.4 Висновки до розділу 4

1. Досліджено процес сушки ТОВКВ та визначено час, необхідний для вмісту вологи 20 мас.% для кожного виду ТОВКВ, їх сумішей, в залежності від вмісту жиру. Отримано математична залежність, яке дозволяє визначати час сушки, необхідний для зменшення вмісту вологи до 20 мас.%, в залежності від початкового вмісту вологи та вмісту жиру у зразках.

2. Узагальнено дані щодо переваг та недоліків використання різних типів агровідходів для виготовлення паливних пелет. Доведено, що соняшникове лушпиння є найбільш інтегрованим у сучасну систему альтернативної енергетики та найбільш екологічно нейтральним типом агровідходів для виготовлення паливних пелет.

3. Досліджено теплофізичні властивості ТОВКВ та визначено, що вафлі з жировою начинкою та какаоовмісні відходи мають значення теплоти згорання, яке перевищує аналогічний показник для традиційних агровідходів та деревини. Теплоти згорання вафель з жировою начинкою та соняшникового лушпиння близькі за значенням, що є додатковим фактором можливості формування агропелет комбінованого складу на основі соняшникового лушпиння.

4. Розроблено склад агропелет комбінованого складу, які містять соняшникове лушпиння та ТОВКВ. Визначено, що вміст ТОВКВ на рівні 40 – 60 мас.% дозволяє отримати паливні пелети з оптимальним поєднанням властивостей.

5. Визначено, що критичний вплив подрібнення СЛ має на механічну міцність агропелет, суттєво підвищуючи її при зменшенні розмірів СЛ.

6. Досліджено хімічний склад золи, яка залишається від спалювання агропелет. Доведено можливість використання утвореної золи для підвищення родючості ґрунтів.

Зміст розділу відображено у наступних наукових публікаціях [89], [219], [220].

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА ЛОКАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ
СПОЖИВАННЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ

5.1 Циркулярний підхід до використання відходів кондитерських виробництв

Прийняття Закону України «Про управління відходами» [70] у 2022 році стало поштовхом до зміни системи управління та поводження з відходами на всіх рівнях в країні. Вперше на законодавчому рівні у статті 4 з'явилося поняття про ієрархію управління відходами, яка найбажанішим та найоптимальнішим сценарієм управління відходами закріплює запобігання утворенню відходів, на другому місці стоїть підготовка відходів до повторного використання, а рециклінг відходів передує за пріоритетністю відновленню відходів [70]. Вказані три пріоритетних сценарії управління відходами не можливо реалізувати без імплементації циркулярного підходу в економічній діяльності.

Запобігання утворенню ТОВКВ, що є пріоритетним з точки зору ієрархії управління відходами [70, 239, 240] на етапі виробництва можливий виключно за рахунок інноваційних підходів до виробництва, чіткому аналізу критичних точок утворення відходів, їх обліку та контролю всіх стадій виробництва (рис.5.1).

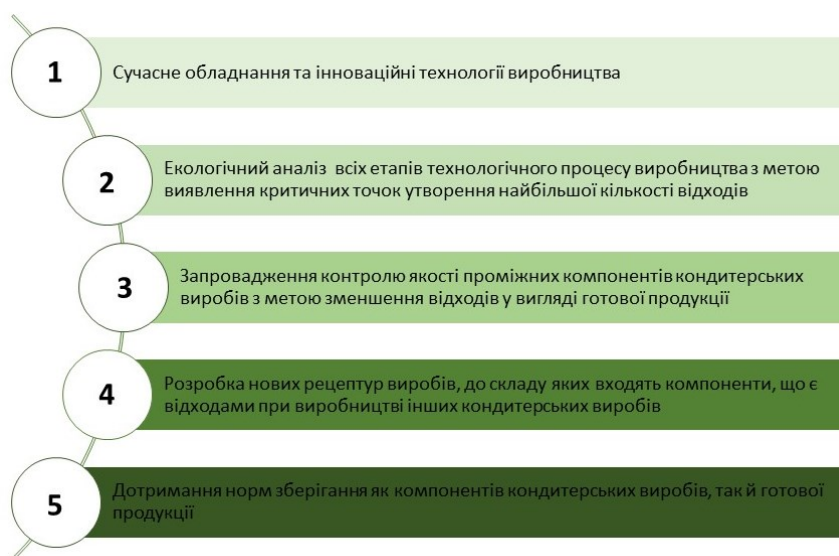


Рисунок 5.1 – Запобігання утворенню ТОВКВ на стадії виробництва

Запобігання утворенню відходів споживання ТОВКВ можливий, в тому числі, за рахунок використання сучасних інструментів дослідження ринку збуту, ретельному вивченню локальних харчових вподобань, віковий склад населення, наявність масової реклами виробів безпосередньо від виробників . Серед основних факторів, які впливають на кількість кондитерських виробів, термін придатності до споживання яких закінчився, є маркетингові помилки та невірна оцінка ринку збуту кожної категорії кондитерських виробів. Одним з способів зменшити кількість кондитерських виробів, які потребуватимуть переводу у категорію «відходи споживання» для великих торговельних мереж є запровадження заохочувальних акцій [241, 242]:

- 1) $1=2$ або $1+1=1$, коли друга одиниця товару для покупця є безкоштовною;
- 2) $2=3$ або $1+1=3$, коли третя одиниця товару для покупця є безкоштовною;
- 3) знижки до 50% на другу чи третю одиницю товару;

Подібні акційні пропозиції, за оцінками ретейрелів, зменшують потенційну кількість відходів споживання кондитерських виробів, утворених безпосередньо у торговельних мережах, на 35%-45%. Такий підхід насправді не в повній мірі вирішує проблему утворення відходів споживання ТОВКВ, а скоріш переміщує у просторі відходи – від 10 до 32 % придбаних за такими акціями товарів все одно переходять у категорію відходи, але вже у кінцевого споживача (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Результати опитування споживачів

Вік та соціальний статус опитаних	Систематичність придбання акційних товарів, %			Споживання придбаної акційної продукції, %		
	регулярно	періодично	ніколи	споживається	потрапляє у відходи	згодовується тваринам
Пари віком до 40 років	43	32	25	65	32	3
Пари віком понад 40 років	65	24	11	71	24	5
Родини з дітьми до 14 років	56	23	21	85	10	5
Пенсіонери віком понад 65 років	87	10	3	84	14	2

Циркулярний підхід у плануванні та здійсненні економічної діяльності в першу чергу передбачає повне або часткове використання матеріалів, речовин чи об'єктів, які в традиційній лінійній економіці класифікуються як відходи [243]. В ідеальних умовах модель циркулярного виробництва певного виду товарів або послуг є замкненою з точки зору використання ресурсів. В реальних умовах циркулярні моделі слід розглядати як сукупність процесів виробництва кількох видів товарів (послуг), пов'язаних між собою потоками речовини та енергії, у яких відходи одного виробництва є ресурсом для іншого виробництва. Такий підхід дозволяє не тільки зменшити кількість не видалених відходів або відходів, які не зазнали рециклінгу чи відновлення, а й створюють умови для розвитку нових напрямків економічній діяльності. Будь-які відходи, які використовуються як ресурс (матеріал), має додану вартість, а технологія його використання сприяє створенню нових робочих місць [243, 244].

Згідно до концепції, викладеної у «Національному плані управління відходами до 2033 року» [239] збільшення обсягів повторного використання та рециклінгу відходів є передумовою переходу виробництва до циркулярної економіки та сталому використанню ресурсів. Проте, поширення циркулярного підходу у виробництві як раз й може стати стимулом для збільшення обсягів повторного використання та рециклінгу відходів. Таким чином розробка та реалізація моделей циркулярного виробництва повинні стати каталізатором для повторного використання та рециклінгу відходів, а не навпаки.

Згідно загальноприйнятої класифікації ООН [245, 246] харчові відходи є частиною втрати їжі, не дивлячись на момент вилучення окремих продуктів з ланцюгу поставок продуктів харчування. Різниця між поняттям «втрата їжі» та «харчові відходи» є суперечливою; використання їжі, навіть протермінованої або зіпсованої, не за прямим призначенням, в тому числі у складі кормів для тварин чи з енергетичною метою класифікується як харчові відходи, а не втрата їжі. У загальному випадку ТОВКВ категорії I (табл.2.2) у системі циркулярної економіки можна класифікувати як харчові відходи, а ТОВКВ категорії II та III – як втрати їжі.

Запровадження моделей циркулярного виробництва повинно починатися з

локального рівня та базуватися на кластерному принципі. Кластерний принцип дозволяє розробляти систему управління відходами з урахуванням географічної наближеності утворювачів відходів, кількості населення, наявних виробничих потужностей для тимчасового зберігання та рециклінгу відходів та дозволяє оптимізувати логістичні витрати, пов'язані з транспортуванням відходів [240]. На сьогодні в Україні кластерний підхід реалізується для твердих побутових відходів при розробці регіональних планів управління відходами [247, 248], але майже не масштабується для інших типів відходів.

При реалізації циркулярного підходу до використання ТОВКВ вони найчастіше поєднуються з різними типами сільськогосподарських відходів, переважно рослинного походження [63, 93, 181, 244, 246]. Компоненти сільськогосподарських відходів мають чіткі географічні особливості, пов'язані з пріоритетними видами рослин, які вирощують. Наприклад, виноградні вичавки як відходи найбільше утворюються в Одеській та Херсонській областях, але для Харківської чи Сумської області вони не є характерними. Цей фактор не дозволяє розробити єдину універсальну модель циркулярного поводження для таких типів відходів. Для агровідходів одним з головних обмежуючих чинників їх рециклінгу на локальному рівні є відсутність можливості забезпечити рівномірні обсяги постачання впродовж тривалого періоду – т.з. сезонність утворення відходів. Така сама сезонність притаманна й відходам кондитерських виробництв, особливо категорії II та III (табл.2.2). При розробці локальної циркулярної моделі поводження з ТОВКВ необхідно врахувати технологічні особливості (рис.5.2):

- 1) місця накопичення та зберігання різних типів відходів, які не мають негативного впливу на навколишнє середовище;
- 2) універсальність обладнання для виготовлення кінцевого продукту рециклінгу відходів, яке може працювати на різних типах сировини без необхідності додаткових капіталовкладень на технологічну оснастку;
- 3) необхідність улаштування складських приміщень як для сировини, так й для готової продукції рециклінгу
- 4) впровадження системи точного обліку утворених агровідходів та ТОВКВ.



Рисунок 5.2 – Методичні основи розроблення циркулярної моделі поводження з ТОВКВ

Співпраця між органами місцевої влади та підприємцями, організація обміну інформацією, підвищення рівня екологічної культури у громаді також є важливими елементами циркулярного поводження з відходами (рис.5.2).

Ще одним видом відходів, які утворюються при споживанні кондитерських виробів є відходи пакування. Циркулярний підхід до використання пакування кондитерських виробів можна розділити на два сегменти [249]:

1й сегмент – вторинне використання в якості сировини картонного та паперового пакування. Це поширений та реально працюючий сегмент вітчизняного ринку рециклінгу відходів, й відходи від кондитерських виробів інтегруються у існуючі систему збору та вторинного використання паперових, картонних відходів. Для транспортування кондитерських виробів переважно використовують середні за розміром картонні ящики (650x370x350 мм; 260x180x75 мм), які легко відділяти від іншого пакування.

2й сегмент – рециклінг індивідуального полімерного пакування. Це підхід на практиці складно реалізувати внаслідок дії двох факторів (рис.5.3):

а) відсутність маркування, яке вказує на склад пакування на індивідуальному пакуванні комбінованого типу. Відсутність маркування значно

ускладнює процедуру подальшого рециклінгу полімерного пакування та призводить до того, що таке пакування потрапляє на полігони, а не стає вторсировиною (рис.5.3а,б);

б) більшість полімерного пакування кондитерських виробів з часткою жиру понад 10 мас% мають жирове забруднення (рис.5.3в), а у випадку какаоовмісної глазури й залишки останньої на внутрішній поверхні пакування. Це в свою чергу призводить до необхідності реалізації додаткової операції миття від залишків харчових продуктів перед їх рециклінгом, що у підсумку призводить до здорожчення процесу рециклінгу, необхідності споживання води та утворенню стічних вод, які містять залишки жиру в якості забруднювача.



а – монополімерне пакування вафель з маркуванням виду полімерного матеріалу; б – пакування цукерок без маркування; в – жирове забруднення пакування

Рисунок 5.3 – Приклад полімерного індивідуального пакування кондитерських виробів

5.2 SWOT аналіз розробленої моделі управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв

При реалізації циркулярного поводження з ТОВКВ одним з головних факторів, який суттєво впливає на економічну доцільність, є фактор відстані. Перевезення відходів на відстань понад 100 км до МТЗНВ або місця їх прямого використання призводить до зростання витрат на логістику, які відповідно повинні бути закладені у вартість або відходу для підприємства, яке займається рециклінгом, або у собівартість продукції, під час якої даний тип відходів утворюється (рис.5.4).

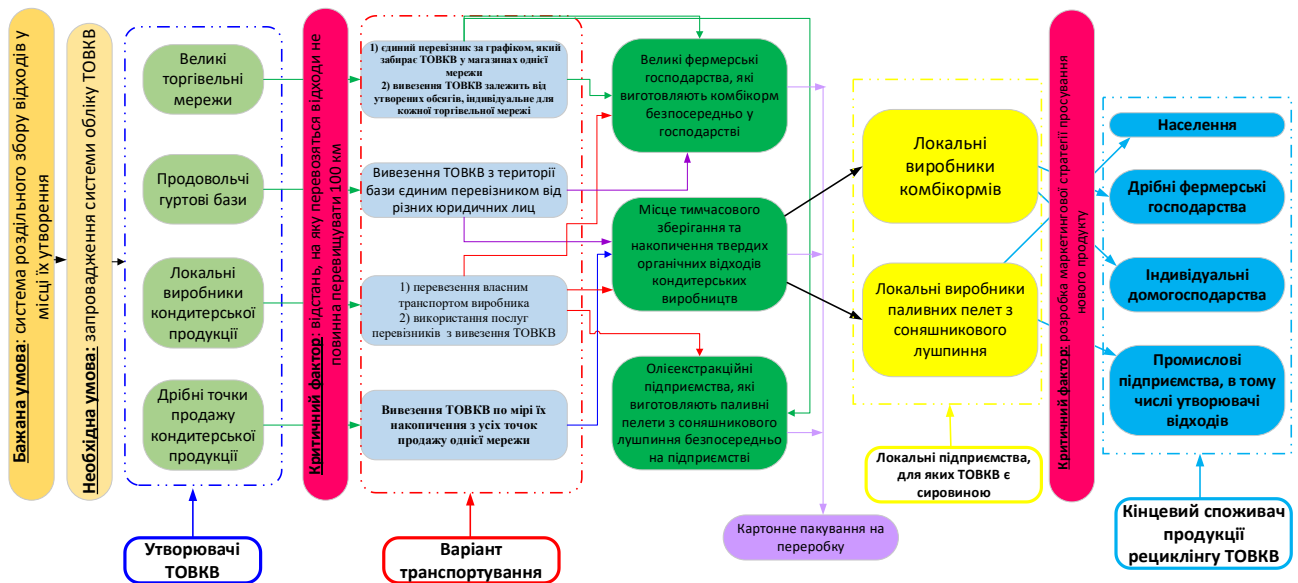


Рисунок 5.4 – Модель управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв на локальному рівні

При розробці сучасної моделі управління відходами необхідно враховувати не тільки економічний фактор у вигляді витрат на транспортування, а й екологічний – обсяги викидів CO_2 у перерахунку на тону відходів [251, 252]. Вартість транспортування при наданні послуг сторонніми підприємствами майже не залежить від типу палива, на противагу викидам CO_2 та, відповідно, вуглецевому сліду (табл.5.2). Тип палива на ринку перевезень не має суттєвого впливу на вартість послуг, тоді як для зменшення вуглецевого сліду від перевезень перехід на низьковуглецеве або безвуглецеве паливо розглядається як головний чинник [251-254]. При наявності власних транспортних засобів у утворювача відходів відстань перевезення має високий рівень впливу на вартість перевезення, адже зворотній напрямок руху у таких випадках є холостим, на відміну від перевізників – які можуть користуватися сучасними цифровими сервісами для пошуку вантажу у зворотному напрямку.

Відповідно до запропонованої моделі управління ТОВКВ основні утворювачі даного типу відходів повинні самостійно визначитися з основним напрямком перевезення – МТЗНВ, великі фермерські господарства або олієекстракційні підприємства в залежності від реальної відстані (рис.5.4).

Таблиця 5.2 – Порівняльний аналіз факторів, які впливають на вартість перевезень та вуглецевий слід

Фактор	Рівень впливу на вартість перевезень 1 тонни відходів, за умови		Рівень впливу на вуглецевий слід від перевезення на 1 тонну відходів
	наявності власних транспортних засобів та ліцензії	використання послуг з перевезення	
Тип палива	середній	низький	високий
Відстань	високий	середній	середній
Вага	високий		високий
Вік авто	високий		

На етапі розробки моделі управління відходами для оцінки сильних та слабких сторін, а також зовнішнього та внутрішнього середовища було використано інструмент SWOT-аналізу. SWOT-аналіз довів свою ефективність, в тому числі, при оцінці екологічних та природоохоронних проєктів, ідей, розробок, а також для оцінки поточної ситуації з відходами на різних підприємствах [255, 256]. SWOT-аналіз проєкту також є важливим, а у багатьох випадках необхідним, підготовчим етапом для подальшої оцінки ризиків та управління ними.

Серед сильних сторін запропонованої моделі (табл.5.3) слід відзначити не тільки вирішення проблеми раціонального використання ТОВКВ на локальному рівні та охоплення основних утворювачів даного типу відходів, а й відповідність цілям сталого розвитку, які зазначені у п. 1.4. Створення нових робочих місць у сфері рециклінгу ТОВКВ та залучення інвестицій у дану сферу є одним з найважливіших факторів для соціоекономічного розвитку регіону й також відноситься до сильних сторін моделі (табл.5.3). Слабкі сторони розробленої концепції є поширеними для України для проєктів, які стосуються поводження відходами чи управління відходами [257, 258]. Наприклад, низький рівень екологічної культури та екологічної свідомості всіх верст населення. Ця слабка сторона є причиною для іншої, яка полягає у необхідності розробки маркетингової стратегії для просування продукції рециклінгу ТОВКВ (табл.5.3). Складність у прогнозуванні обсягів ТОВКВ та забезпеченні стабільності поставок характерно й для інших типів відходів в Україні, проте на локальному рівні може бути вирішено за рахунок залучення поставок відходів з сусідніх

Таблиця 5.3 – SWOT-аналіз розробленої моделі управління ТОВКВ

<p><u>Сильні сторони</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - підвищення рівня продовольчої безпеки шляхом використання ТОВКВ у складі комбікормів - підвищення рівня енергонезалежності шляхом використання ТОВКВ у складі агропелет - вирішення проблеми раціонального використання ТОВКВ на локальному рівні - охоплює ключових утворювачів ТОВКВ - створення нових робочих місць у сфері управління та рециклінгу ТОВКВ - залучення інвестицій у розвиток інфраструктури для управління ТОВКВ - розвиток циркулярного підходу за окремим напрямком управління відходами - міцний зв'язок з цілям та завданнями сталого розвитку - відповідає ієрархії управління відходами у розділі вторинного використання відходів - виготовлені агропелети можуть використовуватися як паливо у процесах рециклінгу ТОВКВ, наприклад для підтримки необхідної температури та вологості приміщення для зберігання - зола, яка утворюється після спалення агропелет, до складу яких входять ТОВКВ, може бути використана як добриво, тобто є додатковим джерелом доходу 	<p><u>Слабкі сторони</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - складність у прогнозуванні обсягів ТОВКВ та забезпеченні стабільності поставок - необхідність виділення додаткових місць для зберігання ТОВКВ безпосередньо у утворювачів відходів для накопичення достатньої кількості відходів - необхідність улаштування МТЗНВ з дотриманням норм екологічного законодавства - необхідність розробки маркетингової стратегії для просування продукції рециклінгу на локальному ринку - низький рівень екологічної культури та екологічної свідомості всіх верст населення - налагодження системи обліку ТОВКВ потребує додаткових капіталовкладень та може зайняти тривалий час - концепція не містить інструментів запобігання утворенню ТОВКВ
<p><u>Можливості</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - налагодження системи обліку ТОВКВ на локальному рівні може бути використано іншими регіонами на етапі розробки аналогічних проєктів - масштабування концепції на інші регіони - нові напрямки наукових досліджень у сфері рецептур комбікормів та агропелет - розробка нових складів агропелет з використанням ТОВКВ та інших рослинних відходів - залучення спеціалізованих медіа до популяризації запропонованої концепції 	<p><u>Загрози</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - руйнування виробничих об'єктів внаслідок військових дій - стрімке зростання ціни на перевезення ТОВКВ - висока собівартість продукції рециклінгу ТОВКВ - відсутність підтримки з боку локальної влади - відсутність попиту на продукцію рециклінгу ТОВКВ

регіонів за умови наближеності утворювачів відходів до МТЗНВ. Слабкою стороною моделі є також відсутність інструментів чи заходів для запобігання утворенню ТОВКВ – найбільш пріоритетний підхід до управління відходами згідно ієрархії відходів [70, 239, 240]. Такі інструменти є об'єктом для нової моделі, мета якої є саме запобігання утворенню відходів, а не рециклінг вже

утворених відходів.

Нові напрямки наукових досліджень та розробка нових складів агропелет з використанням ТОВКВ та інших рослинних відходів є головними можливостями розробленої моделі управління відходами ТОВКВ. Масштабування моделі буде потребувати додаткових попередніх досліджень щодо утворювачів відходів, складу відходів, потенційних споживачів відходів та продукції рециклінгу (табл.5.3).

В поточних умовах в Україні руйнування виробничих об'єктів внаслідок військових дій є головною загрозою для реалізації розробленої моделі управління відходами. Військові дії є причиною складної економічної ситуації в Україні, що в своє чергу є причинами двох інших загроз для розробленої моделі - стрімке зростання ціни на перевезення ТОВКВ та висока собівартість продукції рециклінгу ТОВКВ (табл.5.3).

Кількість утворювачів ТОВКВ, а також кількість потенційних споживачів продукції рециклінгу ТОВКВ у комбікормі у кожному регіоні України відрізняється та залежить від історичних особливостей, а з 2014 року – від віддаленості від лінії бойового зіткнення. Руйнування виробничих потужностей, фермерських господарств та релокація підприємств у західну частину України впливає на реальну кількість виробників тієї чи іншої продукції в окремих регіонах.

Потенційними споживачам ТОВКВ при їх використанні у складі комбікормів є виробники готових комбікормів для тварин, а також підприємства розведення свиней та свійської птиці. Кількість виробників готових комбікормів, суб'єктів, що займаються розведенням свиней та свійської птиці, а також виготовленням борошняних кондитерських виробів тривалого зберігання зменшується в цілому по Україні щороку за період з 2019 по 2023 рік, певне збільшення кількості виробників спостерігається у порівнянні 2022 та 2023 років, що відбувається на тлі активних військових дій. (табл.5.4). Зростає тільки кількість виробників борошняних кондитерських виробів, тортів та тістечок нетривалого зберігання в цілому по Україні [61]. В обраних регіонах кількість виробників готових комбікормів для тварин, які утримуються на фермах

Таблиця 5.4 – Кількість суб'єктів підприємницької діяльності за видами діяльності в цілому по Україні

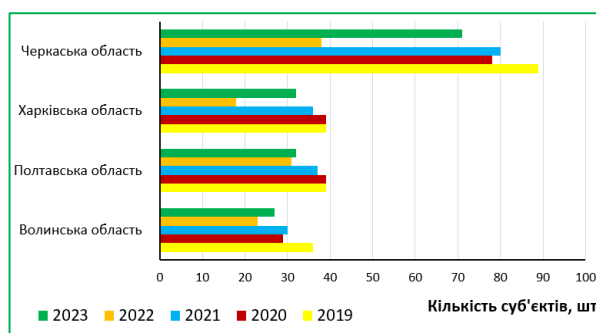
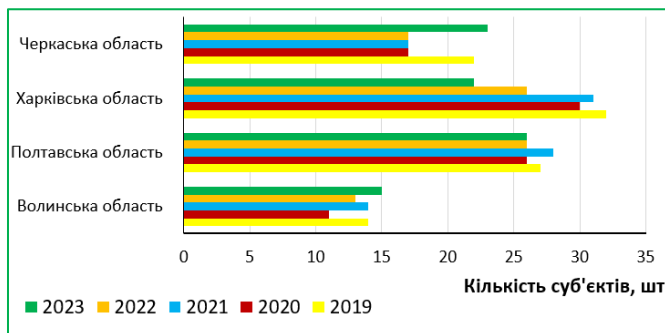
Вид економічної діяльності	Кількість суб'єктів підприємницької діяльності, шт., по роках				
	2019	2020	2021	2022	2023
Виробництво готових кормів для тварин, що утримуються на фермах	383	369	384	302	340
Розведення свиней	1220	1150	1059	840	913
Розведення свійської птиці	999	979	914	693	924
Виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництвом борошняних кондитерських виробів, тортів та тістечок нетривалого зберігання	4491	4450	4347	3835	4585
Виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництвом борошняних кондитерських виробів, тортів та тістечок тривалого зберігання	911	852	795	665	746

збільшилась у 2023 році у порівнянні з 2022 тільки у Волинській та Черкаській областях (рис.5.5а) [61].

В Харківській області в 2023 році, не дивлячись на активні бойові дії на адміністративному кордоні, кількість підприємств з розведення свиней та птиці зросла на 14 та 11 суб'єктів відповідною (рис.5.5б, 5.5в). Аналогічне зростання кількості таких суб'єктів підприємницької діяльності в Черкаській та Волинській областях у 2023 році порівняно з 2022 роком напряму пов'язано з релокацією та переформатуванням економічної карти України (рис.5.5б, 5.5в). Особливо помітним фактор релокації став для суб'єктів розведення свійської птиці у Волинській області у 2023 році, коли кількість таких суб'єктів збільшилась у 6,2 рази порівняно з 2022 роком та у 5 разів порівняно з 2019 роком (рис.5.5 в)

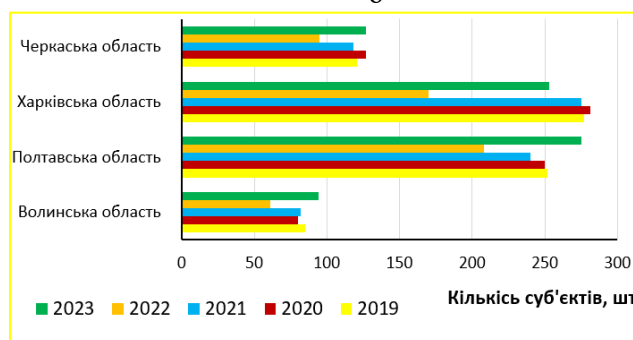
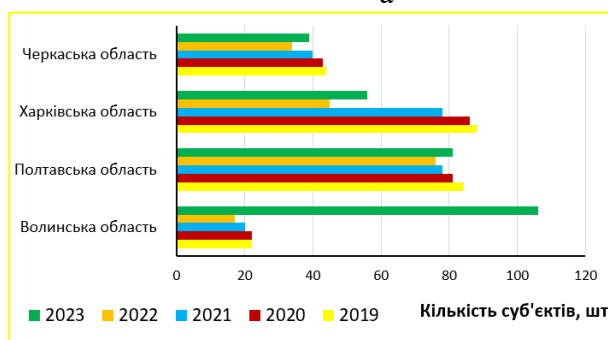
Загальна кількість утворювачів ТОВКВ, а саме виробників кондитерських виробів, тортів та тістечок нетривалого зберігання у Харківській області зросла у порівнянні з 2022 роком на 83 суб'єкта.

Це може бути пов'язано, в тому числі, з грантовою підтримкою для прифронтових регіонів, яка діяла у 2023 році. Фінансування надавалось локальним малим та середнім виробникам, зростання кількості таких виробників в інших областях може бути пов'язане не тільки з релокацією підприємств, а й зі збільшенням населення за рахунок внутрішньо переміщених



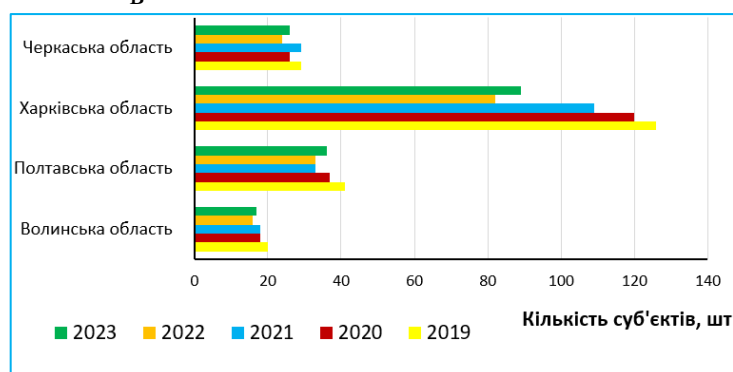
а

б



в

г



д

а – виробники готових кормів для тварин, що утримуються на фермах (код за КВЕД – 10.91);
 б – суб'єкти, які займаються розведенням свиней (код за КВЕД – 01.46); в – суб'єкти, які займаються розведенням свійської птиці (код за КВЕД – 01.47); г – суб'єкти, які займаються виробництвом хліба та хлібобулочних виробів; виробництвом борошняних кондитерських виробів, тортів та тістечок нетривалого зберігання (код за КВЕД – 10.71); д – суб'єкти, які займаються виробництвом хліба та хлібобулочних виробів; виробництвом борошняних кондитерських виробів, тортів та тістечок тривалого зберігання (код за КВЕД – 10.72)

Рисунок 5.5 – Кількість суб'єктів підприємницької діяльності за видами діяльності по регіонах

осіб у даних регіонах, й, відповідно, зростанням попиту на продукції нетривалого зберігання, що спонукає розвиток малих та середніх виробництв. Для виробників кондитерських виробів, тортів та тістечок тривалого зберігання зберігається тенденція до зменшення кількості суб'єктів у 2023 році у порівнянні з 2022 роком (рис.5.5д).

Проведення попереднього аналізу щодо утворювачів відходів кондитерських виробництв та споживачів продукції рециклінгу таких відходів є обов'язковим етапом перед прийняттям рішення про впровадження розробленої схеми у кожному конкретному регіоні або території, об'єднаної не за адміністративним принципом.

5.3 Технологічні схеми рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв

За умови накопичення ТОВКВ у МТЗНВ вибір напрямку рециклінгу конкретної партії ТОВКВ залежить від наступних факторів:

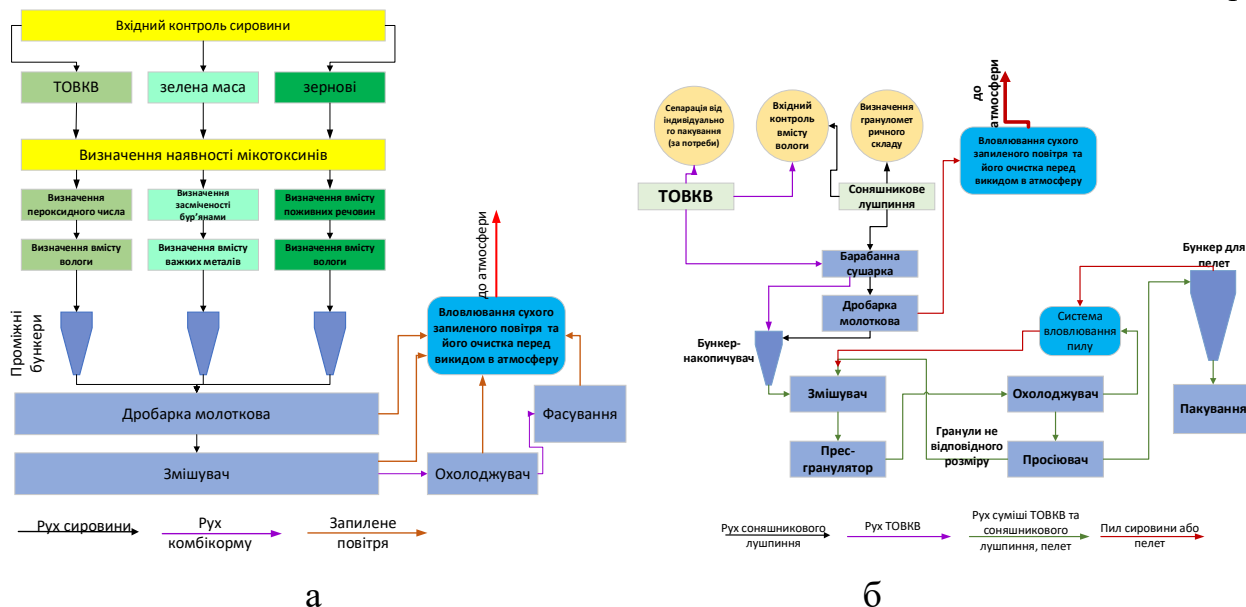
- 1) сезону – ціна на агропелети комбінованого складу традиційно вища напередодні опалювального сезону [259, 260];
- 2) стану ТОВКВ, тобто наявності чи відсутності у ньому ознак розвитку плісневих грибів та поточного вмісту вологи. ТОВКВ у яких вже розвинулись плісневі гриби не можуть бути використанні у складі комбікормів;
- 3) наявності покупців на продукцію рециклінгу ТОВКВ на локальному рівні;
- 4) поточної ціни на перевезення продукції рециклінгу ТОВКВ до кінцевого споживача.

Враховуючі вище перелічене та результати досліджень, представлених у п. 3.4., 3.5, обов'язковим етапом рециклінгу ТОВКВ є вхідний аналіз їх якості:

а) визначення наявності чи відсутності плісневих грибів (візуальний мікроскопний метод та лабораторний метод) – для виготовлення комбікормів з додаванням ТОВКВ (рис.5.6а);

б) визначення пероксидного числа ТОВКВ за умови відсутності у них плісневих грибів – для виготовлення комбікормів з додаванням ТОВКВ (рис.5.6а);

в) вмісту вологи для обох методів рециклінгу ТОВКВ (рис.5.6 а,б).



а - виготовлення сухого комбікорму з додаванням ТОВКВ, б - виготовлення агропелет комбінованого складу з додаванням ТОВКВ

Рисунок 5.6 – Принципові блок-схеми

За умови наявності плісневих грибів у ТОВКВ може бути прийняте рішення щодо їх використання для виготовлення агропелет, адже за умови вмісту вологі понад 20 мас.% у ТОВКВ етап сушки за температури понад 100 °С є обов'язковим, який дозволяє знизити вміст спор грибів та збільшити термін зберігання агропелет комбінованого складу (табл.5.5). Рекомендований температурний режим з точки зору знищення спор плісневих гибів становить 160°C (додатки К, М), але в запропонованому технологічному процесі сушці в барабанній сушарці процес здійснюється за нижчої температури (100 – 130 °С). За такої температури також спостерігається збільшення терміну до появи плісневих грибів, наприклад для зразків В2 на 63-65 діб та зменшення контамінації мікроміцет в середньому на $9,5 \cdot 10^4$ КУО (табл.5.5).

Час до появи плісневих грибів для агропелет не є нормативним показником, але таке явище може спостерігатися при використанні рослинної сировини, а також органічних відходів у складі агропелет. Процес сушки ТОВКВ дозволяє збільшити термін зберігання агропелет комбінованого складу без прояву плісневих грибів до 250 діб, що є достатнім для реалізації на ринку та використання агропелет (табл.5.5).

Таблиця 5.5 – Вплив технологічного процесу сушки на розвиток плісневих грибів, весняно-літній період

Матеріал	Характеристика процесу сушки, Т, °С; t, год	Час до появи плісневих грибів, мікроскопічний метод, діб	Контамінація мікромецет в момент візуального виявлення плісневих грибів, КУО
B2	без сушки	25	$23,75 \cdot 10^4$
B2	T=105, t=2	90	$14,21 \cdot 10^4$
B2	T=105, t=3	88	$14,86 \cdot 10^4$
Агропелета 2П	без сушки сировини	102	$18,25 \cdot 10^4$
Агропелета 2П	T=130, t=2	253	$11,34 \cdot 10^4$
Агропелета 2П	T=105, t=3	245	$12,02 \cdot 10^4$

Подрібнення соняшникового лушпиння (рис.5.7) є додатковою технологічною стадією виробництва агропелет з використанням ТОВКВ, яка збільшує механічну міцність сформованих пелет (табл.4.4). Гранулометричний склад кожної партії СЛ відрізняється в залежності від сорту соняшника, метеорологічних та кліматичних умов під час вирощування, часу збору врожаю тощо (табл.5.6). Партії №1 та 2 зібрані у Харківській області в одному й тому ж фермерському господарстві, але на різних полях. Різниця у вмісті СЛ з розміром 10 мм становить 13,1%. Для партій №4 та 5 так само спостерігається значна різниця у вмісті фракції 10 та 5 мм (табл.5.6).

Таблиця 5.6 – Гранулометричний склад різних партій соняшникового лушпиння

Партія СЛ та рік збирання	Особливі умови під час вирощування	Вміст фракції розміром, мм, у %				
		>10	10	5	1	<1
№1, 2024	посуха, пилові бурі, середньодобова температура влітку вища за кліматичну норму	6,7	41,9	28,2	14,7	7,9
№2, 2024		10,3	28,8	34,6	16,2	10,1
№3, 2025	заморозки в травні, часткова втрата верхнього листя після заморозків	8,9	32,6	37,1	12,5	8,9
№4, 2025	пізня сівба (червень), недостатня вологість ґрунту в період активної фази росту, пізній збір (жовтень)	6,7	37,8	45,8	5,4	4,3
№5, 2025		3,6	42,9	37,9	6,0	9,6

Як було досліджено у п.4.3, ступінь подрібнення СЛ до вмісту фракцій розміром 1–5 мм на рівні 75%. Жодна з досліджених партій СЛ не забезпечує

такий вміст СЛ вказаних розмірів на необхідному рівні, відповідно механічне подрібнення СЛ є обов'язковим для забезпечення нормативної механічної міцності агропелет комбінованого складу.

Додатковим джерелом доходів при впровадженні розробленої моделі рециклінгу ТОВКВ може стати продаж золи від спалювання агропелет. На сьогодні до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні входять лише два препарати на основі золи – «Екоплант (зола соняшника)» та «Екосойл» [261]. Вміст P_2O_5 у золі, яка утворилась після спалювання агропелет комбінованого складу, більший за аналогічний вміст у «Екоплант» та «Екосойл», вміст MgO майже не відрізняється, а вміст K_2O менший в 2 рази (табл.5.7). За умови внесення до реєстру [261] новий препарат може успішно конкурувати з вже відомими та знайти свою нішу покупців.

Таблиця 5.7 – Порівняльна характеристика складу добрив на основі золи

Вміст сполуки, мас.%	Екоплант (ТОВ «ОПІЙ»)	Екосойл (ТОВ «Лігнін»)	Зола 3-ЗП
Fe_2O_3	1,10	1,32	1,05
CaO	12,26	$\geq 8,00$	17,86
MgO	10,03	$\geq 5,50$	8,03
Na_2O	-	-	9,124
K_2O	49,29	34,44	14,10
SO_3	-	-	7,65
P_2O_5	7,66	$\geq 5,00$	22,48

5.4 Висновки до розділу 5

1. Досліджено перспективу впровадження циркулярного підходу до рециклінгу ТОВКВ на локальному рівні на основі кластерного підходу, що дозволяє зменшити витрати на транспортування та скоротити вуглецевий слід.

2. Визначено, що способи запобігання утворенню відходів ТОВКВ відрізняються для різних етапів життєвого циклу кондитерської продукції. На етапі виробництва запобігання утворенню відходів ТОВКВ реалізується переважно через удосконалення та модернізацію виробничих процесів та обладнання. На етапі споживання запобігання утворенню ТОВКВ реалізується завдяки інструментам аналізу ринку та зміни культури споживання завдяки

підвищенню екологічної культури споживачів.

3. Розроблено модель рециклінгу ТОВКВ за енергетичним та не енергетичним напрямком. Розроблено принципові схеми виробництва агропелет комбінованого складу на основі ТОВКВ та соняшникового лушпиння та комбікорму з використанням ТОВКВ. Визначено необхідні технологічні стадії та параметри вхідного контролю сировини. Доведено необхідність аналізу гранулометричного складу соняшникового лушпиння.

4. Проведений SWOT-аналіз запропонованої моделі рециклінгу ТОВКВ показав сильні сторони моделі, серед яких слід відзначити відповідність цілям сталого розвитку, підвищення енергонезалежності, соціоекономічний ефект від створення нових робочих місць. Перелік можливостей запропонованої моделі дозволяє її масштабування та сприяє науковим дослідженням у сфері рециклінгу відходів.

Зміст розділу відображено у наступних наукових публікаціях [62], [95], [220], [241], [242], [249].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі запропоноване комплексне рішення для розв'язання актуальної науково-практичної задачі управління відходами в харчовій галузі. Вказане рішення спрямовано на подолання екологічних проблем шляхом скорочення кількості твердих органічних відходів кондитерських підприємств і залучення їх у переробку як вторинної сировини та базується на сталому підході до управління відходами.

Головними аспектами дослідження було вивчення факторів, які не дозволяють ефективно використовувати відходи кондитерських виробництв в якості вторинної сировини та пошук методів зменшення питомої ваги кожного з факторів. Це, в свою чергу, дозволило розробити схему управління даним типом відходів з урахуванням мінімізації негативного впливу на довкілля та з імплементацією сталого підходу та основ циркулярної економіки.

Основні наукові та практичні результати даного дисертаційного дослідження полягають у наступному:

1. Проаналізовано негативний вплив на навколишнє природне середовище кондитерських підприємств та визначено, що комплексна дія небезпечних факторів на всі компоненти екосистем починається на етапі виробництва то супроводжує продукцію протягом всього життєвого циклу, в тому числі на етапі утилізації не використаної продукції. Визначено, що вплив викидів дрібнодисперсного пилу органічних компонентів кондитерської продукції, таких як борошно, цукор, крохмаль, какао на якість атмосферного повітря та здоров'я населення є маловивченим.

2. Досліджено основні напрямки поводження з твердими органічними відходами кондитерських виробництв та встановлено, що однією з головних проблем при їх зберіганні є стрімкий розвиток плісневих грибів, що скорочує термін безпечного вторинного використання у складі комбікормів. Також встановлено негативний вплив місць зберігання даного виду відходів на гідросферу в наслідок їх відкритого способу зберігання та дії атмосферних осадів

на відходи з наступним потраплянням органічних забруднювачів у поверхневий сток.

3. Розроблено математичну модель прогнозування безпечного терміну зберігання твердих органічних відходів кондитерських виробництв як умови відсутності появи плісневих грибів в залежності від вмісту жиру та вологи, а також типу пакування.

4. Встановлено, що обробка поверхні твердих органічних відходів кондитерських виробництв лужним розчином гумінових кислот у кількості 5 мас.% є екологічно безпечним методом, який пригнічує розвиток плісневих грибів та подовжує термін їх зберігання без розвитку останніх.

5. Розроблено рецептуру комбікормів, які містять від 10 -16 мас.% відходів вафель та за своїми поживними та енергетичними властивостями можуть бути використані на різних етапах відгодівлі курей та свиней без погіршення цільових показників.

6. З метою екологізації підприємств харчової галузі досліджено та обрано технологічне рішення для виготовлення паливних агропелет комбінованого складу на основі соняшникового лушпиння та твердих органічних відходів кондитерських виробництв, які за своїми теплофізичними, механічними властивостями не поступаються пелетам на основі соняшникового лушпиння.

7. Розроблена концепція управління твердими органічним відходами кондитерських виробництв, яка базується на кластерному підході та циркулярному використанні відходів. Проведений SWOT – аналіз розробленої концепції дозволив виявити її сильні та слабкі сторони, що допомагає мінімізувати ризики при її впровадженні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шкарупа О. В. Індикатори екологічної модернізації соціально-економічних систем в контексті зеленого зростання економіки регіону. *Механізм регулювання економіки*. 2015. № 1. С. 9–20.
2. Гобела В. В. Теоретичний аналіз екологізації як суспільно-економічного феномену. *Ефективна економіка*. 2019. № 6. DOI: [10.32702/2307-2105-2019.6.42](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.42). (дата звернення: 05.11.2022).
3. Shestel O., Starynets O. Current trends of sustainable ecologization of the tourism industry in the Cherkasy region. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2023. С. 36–37.
4. Гапоненко Г. І., Євтушенко О. В., Шамара І. М. Проблеми та перспективи екологізації туризму в Україні. *Проблеми економіки*. 2021. № 1. С. 4–10.
5. Zeng H., Wang C., Chen J., Tang D., Xu A. Pathways to tourism industry ecologization: A technology-organization-environment configuration framework. *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 156. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111119> (дата звернення: 11.03.2024).
6. Xu A., Wang C., Tang D., Ye W. Tourism circular economy: Identification and measurement of tourism industry ecologization. *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 144. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109476> (дата звернення: 11.03.2024).
7. Hu C., Wu W., Zhou X., Wang Z. Spatiotemporal changes in landscape patterns in karst mountainous regions based on the optimal landscape scale: A case study of Guiyang City in Guizhou Province, China. *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 150. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110211> (дата звернення: 11.03.2024).
8. Li Z., Zhang W., Sarwar S., Hu M. The spatio-temporal interactive effects between ecological urbanization and industrial ecologization in the Yangtze River Delta region. *Sustainable Development*. 2023. Vol/ 31. PP. 3254–3271. DOI: [10.1002/sd.2583](https://doi.org/10.1002/sd.2583) (дата звернення: 11.03.2024).

9. Meng L.; Yang R.; Sun, M.; Zhang L.; Li X. Regional Sustainable Strategy Based on the Coordination of Ecological Security and Economic Development in Yunnan Province, China. *Sustainability*. 2023. Vol.15. Iss.9. URL: <https://doi.org/10.3390/su15097540> (дата звернення: 11.03.2024).
10. Doussard C., Fonticelli C. Ecologizing planning policies and practices in France: Insights from peri-urban and rural EcoQuartier certified neighborhoods. *Environmental Science & Policy*. 2022. Vol. 136. P. 588–598 URL: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.07.022> (дата звернення: 16.03.2023).
11. Пруцаков О. Л. Сутність та педагогічні умови екологізації освітнього простору. *Збірник наукових праць «Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді»*. 2017. Вип. 21. Книга 2. С. 187–197.
12. Красносельська А. А. Понятійно-термінологічний апарат екологізації сільськогосподарського виробництва. *Економіка та суспільство*. 2023. №49/2023.
13. Курман Т. В. Екологізація традиційного сільськогосподарського виробництва як засіб забезпечення його сталого розвитку: правові аспекти. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*. 2018. №4. С.95–99.
14. Huang, W., Manevska-Tasevska, G., Hansson, H. Does ecologization matter for technical efficiency in crop production? A case of Swedish agriculture. *Land Use Policy*. 2024. Vol.138. DOI: 10.1016/j.landusepol.2024.107068 (дата звернення: 04.02.2024).
15. Словник-довідник сучасних екологічних та природоохоронних термінів / укл. Гончаренко Г. Є., Совгіра С. В. Київ : Наук. світ, 2010. 67 с.
16. Термінологічний словник-довідник з техноекології та урбоекології / за ред. С.В. Станкевич, Л.В. Головань. Харків : ХНАУ, 2022. 135 с.
17. Бескупська О.В Основні передумови та принципи екологізації харчової промисловості. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Випуск 11. С. 272-275.
18. Ільїна О.В. Світовий досвід у сфері правового регулювання екологізації підприємств харчової промисловості: історія та перспективи впровадження в Україні. *Право і безпека*. 2016. № 4 (63). С.99–103.

19. Про охорону навколишнього природного середовища: закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1991. № 41. Ст. 546.

20. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2021 році. Київ. 2023. 514с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (дата звернення: 04.02.2024).

21. Фісун Ю. В., Становий О. С., Філіппова Т. С. Дослідження формування споживчого попиту з урахуванням товарознавчої оцінки якості на прикладі шоколадних глазуrowаних цукерок з начинкою. *Економіка та управління підприємствами*. 2023. Вип. 74. С. 68–75.

22. Сорокіна А. М. Аналіз сучасного стану підприємств кондитерської галузі України та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва з запровадженням інновацій. *Вісник ХНТУ*. 2023. № 4(87). С. 429–436.

23. Сорокіна А. М. Тенденції розвитку сучасної кондитерської галузі України. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2023. № 7. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-7-04-15> (дата звернення: 02.01.2024).

24. Стрельцов І., Марковська Ю. 10 млн збитків у Тростянці підраховують наслідки дій окупантів на шоколадній фабриці. URL: <https://suspilne.media/sumy/229160-10-mln-dolariv-zbitkiv-u-trostandi-pidrahovuut-naslidki-dij-okupantiv-na-sokoladnij-fabricsi/> (дата звернення: 08.07.24).

25. Наперекір долі: як українські виробники харчів встають на ноги після руйнувань та окупації. URL: <https://www.unian.ua/economics/agro/naperekir-doli-yak-ukrajinski-virobniki-harchiv-vstayut-na-nogi-pislya-ruynuvan-ta-okupaciji-12161613.html> (дата звернення: 08.07.24).

26. РФ ударила по фабриці солодошів та виробництву сільгосптехніки в Харкові: є поранені й загибла. URL: https://youtu.be/VQ_GFlliNwY (дата звернення: 08.07.24)

27. Бочко О. Ю., Балик У. О., Карпій О. П. Дослідження ринку кондитерських виробів: вплив пандемії та війни. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2022. Вип. 18. Т. 2. С. 264–274.

28 Подвірна Т. В. Вплив пандемії коронавірусу на підприємницьку

діяльність України. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції "Актуальні проблеми та стратегії розвитку підприємництва, торгівлі і маркетингу в умовах сучасного ринку" (21 квітня 2021р, м. Тернопіль). Тернопіль, ДВНЗ «Тернопільський коледж харчових технологій і торгівлі», 2021. С.123–125.

29. Дикань В. В. Гладух М. В. Формування кадрової політики як запоруки ефективної економічної безпеки підприємства. *Соціальна економіка*. 2017. №54 (2). С.88–92.

30. Оболкіна В. І., Дудко С. Д., Сидорченко Є.Б., Кожанов Ю.Г. Борошняні кондитерські вироби: технологія та устаткування. 2021. 350 с.

31. Іванів Ю. П., Тимчук І. С. Вуглецевий та водний слід як показники впливу харчової промисловості на навколишнє середовище. Збірник матеріалів IX Міжнародного молодіжного конгресу «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», 28-29 березня 2024р. м. Львів. Київ : Яроченко Я. В., 2024. С.187.

32. Лукашевич Д. С., Телюран Н. О. Зменшення впливу підприємств харчової промисловості на навколишнє середовище шляхом обґрунтованого вибору екологічних технологій. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Екологічно сталий розвиток урбосистем», 2-3 лист. 2022 р. Харків, 2022. С. 26–29.

33. Іваненко С. Д., Олива Д. А., Ільїнський О. В., Аналіз впливу на стан довкілля підприємств харчової промисловості. *Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, 15-16 квіт. 2020р. Харків: НУЦЗУ, 2020. С. 255.

34. Sonesson U., Berlin J., Ziegler F. 34 Environmental Assessment and Management in the Food Industry. Sawstone, Woodhead Publishing. 2010. 450 pp.

35. Aslam, J., Parray, H.A., Aslam, A., Aslam, R. Food Waste Environmental Impact Assessment. In: Aslam, R., Mobin, M., Aslam, J. (eds) Sustainable Food Waste Management. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials. Springer, Singapore. 2024. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-97-1160-4_5 (дата

звернення: 08.12.24).

36. Sala S; Anton A; McLaren S; Notarnicola B; Saouter E; Sonesson U. In quest of reducing the environmental impacts of food production and consumption. *Journal of cleaner production*. 2017. Vol. 140 (Part 2). P. 387–398.

37. Grahovac J., Rončević Z., Environmental impacts of the confectionary industry. *Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption*. 2021. P. 189–216.

38. Kozii I., Roi I., Yakhnenko O., Ponomarenko R., Shcherbak S. Mathematical and statistical study of the influence of fine solid pollutants on human health. *Technogenic and ecological safety*. 2021. №10(2). P. 23–27.

39. Березюк О.В., Гринчак Н.М., О. В. Спрут О. В., Березюк В.О. Удосконалення математичної моделі впливу викидів дрібнодисперсного пилу на захворюваність хворобами системи кровообігу. *Наукові праці ВНТУ*. 2023. № 1. URL: <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2023-1-9-15> (дата звернення: 08.12.24)

40. Ciarelli G., Colette A., Schucht S., Beekmann M., Andersson C., Manders-Groot A., Mircea M., Bessagnet B. Long-term health impact assessment of total PM_{2.5} in Europe during the 1990–2015 period. *Atmospheric Environment*. 2019. Vol. X (3). DOI: 10.1016/j.aea.2019.100032 (дата звернення: 08.12.24).

41. Стаднік В. Ю., Тихомирова Т. С. Проблема оцінки стану повітря великих міст України на прикладі м. Харкова. *Екологічні науки*. 2019. № 1(24). Т. 1. С. 57–60.

42. Hoy A., Mohan G., Nolan A. An investigation of inequalities in exposure to PM_{2.5} air pollution across small areas in Ireland. *Int J Health Geogr*. 2024. Vol. 23. URL: <https://doi.org/10.1186/s12942-024-00377-4> (дата звернення: 08.12.24).

43. Cao C. Integration of ten years of daily weather, traffic, and air pollution data from Norway's six largest cities. *Sci Data*. 2024. Vol. 11. URL: <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03583-8> (дата звернення: 08.12.24).

44. Зуєва Д. Р, Ломакіна О. С., Телюра Н. О. Шляхи зниження рівня забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсним пилом в Україні. *Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України* : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. : до дня

пам'яті Ф. В. Стольберга, 02–03 листоп. 2023 р. Харків, 2023. С. 25–26.

45. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Державна служба статистики України.

URL:

https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzrap_u.htm (дата звернення: 08.12.2024).

46. Дробот К. Ю., Лежнева О. І. Забруднення навколишнього середовища при кондитерському виробництві 3б. матеріалів 83-ї Міжнар. студент. наук. конф. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-ту. 12–16 квіт. 2021 р. Харків: ХНАДУ, 2021. С. 27–36.

47. Юрченко В. О., Пономарьов К. С., Пономарьова С. Д. Дослідження дисперсного складу пилу крохмалю в викидах від обладнання кондитерських підприємств. *Науковий вісник будівництва*. 2017. Т9. №4. С. 232–235.

48. Сірик А. О., Євтушенко О. В. Вплив викидів котлоагрегатів харчових підприємств на якість атмосферного повітря. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Т.34 (73). № 4. С. 135–144.

49. Чеснік Н. М. Значення енергетичного менеджменту на підприємствах харчової промисловості. *Проблеми та перспективи відновлення та розвитку підприємств харчової промисловості в сучасних умовах* : колект. монографія / за ред. Н. М. Скопенко. Київ : ЦП Компринт, 2024. С. 162–177.

50. Васільцова О. В. Екологічні аспекти функціонування хлібопекарських підприємств України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 17. С. 61–66.

51. Струтинська Л. Р. Екологістична ефективність харчових і переробних підприємств малого та середнього бізнесу. *Вісник ХНТУ*. 2023. № 1(84). С. 250–257.

52. Мохонько Г. А., Приліпота А. Д. Особливості стратегічного управління транспортною логістикою кондитерських підприємств. *Економіка та суспільство*. 2023. №56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-135> (дата звернення: 08.12.2024).

53. Грицишин А. В., Задорожний З.-М. В. Логістичні витрати та їх класифікація. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*.

2017. №2(84). С. 109–117.

54. Сергієнко О. А., Голофаєва І. П., Швець А. Д. Розроблення оптимізованої моделі логістичних ланцюгів постачання-розподілу підприємств. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Сер. : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. Вип. 28. Ч. 2. С. 98–105.

55. Стрельчук С. О., Місюра Ю. С. Очищення стічних вод кондитерських підприємств. *Студентський вісник національного університету водного господарства та природокористування*. 2023. Вип. 1 (19). С. 40–42.

56. Шестопапов О. В., Гетта О. С., Рикусова Н. І. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості. *Екологічні науки*. 2019. № 2 (25). С.20–28.

57. Karkou E., Teo C., Savvakis N., Poinapen J., Arampatzis G. Industrial circular water use practices through the application of a conceptual water efficiency framework in the process industry. *Journal of Environmental Management*. 2024. Vol. 370. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122596> (дата звернення: 08.12.2024).

58. Sebko V., Zdorenko V., Zashchepkina N., Sakun A., Zabiiaka N., Adashevskiy O. A Multi-parameter Method for Dielectric Liquid Media Physical and Chemical Parameters Determining. *2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) : IEEE Conference, October 2024*. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61434.2024.10878085> (дата звернення: 08.03.2025).

59. Samir Ali S.S., Al-Tohamy R., Al-Zahrani M., Mastropetros S.G., Pispas K., Zagklis D., Kornaros M., Sun J. Food industrial effluents: generation, characteristics, impacts, and applications for bio-based product recovery in a biorefinery. *Biorefinery of Industrial Effluents for a Sustainable Circular Economy*. 2025. P. 67-80. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21801-9.00005-7> (дата звернення: 08.09.2025).

60. Ma Z., Sun M., Du J., Lin Y., Liu Q. Analysis of Wastewater Treatment Technology Based on Bipolar Membrane Electrodialysis. *Proceedings 7th International Conference on Energy Science and Applied Technology (ESAT 2022)*. 2022. Vol.352. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235203025> (дата

звернення: 12.03.2024).

61. Витрати на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 08.12.2024).

62. Адашевський О. В. Сталий підхід до переробки відходів кондитерських фабрик у комбікорм. Збірник матеріалів VII Міжнародного конгресу «Збалансоване природокористування. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність», 12-14 жовтня 2022 м. Львів. Київ : Яроченко Я. В., 2022. С. 31.

63. Адашевський О. В. Використання твердих відходів кондитерських фабрик при виробництві комбікормів як елемент сталого розвитку України. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С. 179–182.

64. Грек, О. В., Онопрійчук О. О. Наукові основи безвідходних технологій відновлюваної сировини : підручник Національний університет харчових технологій. Київ : НУХТ, 2020. 323 с.

65. Хомич Г.П., Ткач Н.І. Використання відходів дикорослої сировини у кондитерському виробництві. *Науково-виробничий журнал "Харчова наука і технологія"*. 2014. №1. С. 52–57.

66. Хомич Г. П., Горобець О. М., Ткач Н. І., Левченко Ю. В. Використання продуктів переробки рослинної сировини в технології печива. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2018. № 1(85). С. 51–56.

67. Оболкіна В., Кіяниця С., Каліновська Т. Використання вторинних сировинних ресурсів виноробства при виробництві кондитерських виробів *Ukrainian food journal*. 2013. Vol. 2. Iss. 1. С. 14–18.

68. Іщенко І. В., Мацук Ю. А. Використання дикорослої сировини у виробництві бісквітних напівфабрикатів. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2016. № 1 (78). С. 36–44.

69. Крайнюченко О. Ф., Старолєтова Т. А. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку борошняних кондитерських виробів України. *Virtus*. 2022. Iss. 60. Р. 236–240.

70. Про управління відходами: Закон України від 20.06.2020р. №2320-IX.

станом на 15 лист. 2024р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 05.12.2024).

71. Філіппов В. Ю., Сагітова Р., Волощук Л. О., Джек Л. Оцінка поточної ситуації та можливостей запобіганню, скороченню, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні : Аналітичне дослідження. Одеса-Портсмут: Одеська політехніка; Університет Портсмуту, 2023. 30 с.

72. Гонтарук Я. Я., Шевчук Г. В. Напрямки вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо. *Економіка та суспільство*. 2022. №36. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-36-8> (дата звернення: 11.02.2023).

73. Серьогін, О. О., Василенко О. В., Федів І. В. Відходи цукрового заводу, як джерело енергії. *Цукор України*. 2012. № 3 (75). С. 29–33.

74. Бондаренко В., Гонтарук Я., Шевчук Г. Виробництва біометану на цукрових заводах як напрям забезпечення енергетичної безпеки держави. *Економіка та суспільство*. 2023. № (56). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-120> (дата звернення: 14.12.2023).

75. Baz W. A.; Nawar L. S.; Aly M. M. Production of biofuel from sugarcane baggase wastes using *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Exp. Biol.* 2017. Vol.5. URL: [http://dx.doi.org/10.18006/2017.5\(6\).871.877](http://dx.doi.org/10.18006/2017.5(6).871.877) (дата звернення: 14.12.2023).

76. Gbadeyan O. J., Sibiya L., Linganis L., Deenadayalu N. Waste- to- energy: the recycling and reuse of sugar industry waste for different value-added products such as bioenergy in selected countries –a critical review. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*. 2024. DOI: 10.1002/bbb.2579 (дата звернення: 11.12.2024).

77. Ткаченко С. Й. Денесяк Д. І., Іщенко К.О. Відходи олійножирового підприємства, як джерело енергії. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2016. Т. 80. Вип. 1. С. 143–146.

78. Bedir O., Doğan T. H. Use of sugar industry waste catalyst for biodiesel production. *Fuel*. 2021. Vol.226. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119476> (дата звернення: 11.12.2024).

79. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології , розвиток, перспективи / за ред. Г. Гелетуخی. Київ: Академ періодика, 2022. 373 с.

80. Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану: Закон України від 21.10.2021 № 1820-IX. *Відомості Верховної Ради*. 2021. № 52. Ст.431.

81. Струтинська Л. Р. Екологістична ефективність харчових і переробних підприємств малого та середнього бізнесу. *Вісник ХНТУ*. 2023. № 1(84). С. 250–257.

82. Xiong X.; Zhang W.; Ha X.; Li N.; Chen S.; Xing H.; Yang J. The Preparation Processes and Influencing Factors of Biofuel Production from Kitchen Waste. *Fermentation* 2023. Vol. 9. P. 247. URL: <https://doi.org/10.3390/fermentation9030247> (дата звернення: 11.12.2024).

83. Калетнік Г. М., Пришляк Н. В. Модель біоенергетичного кластеру виробництва біопалива з сільськогосподарських культур та відходів. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2021. № 1(55). С. 26–42.

84. Ромашко І., Майкова С., Вівчарук О., Івасів В. Використання рідких жирових відходів закладів ресторанного господарства як альтернативної сировини для харчової промисловості, біомедич-них і фармацевтичних застосувань та виготовлення біопалива. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*. 2023. №25(100). С. 80-87.

85. Cican G.; Crunteanu D. E.; Mirea R.; Ceatra L. C.; Leventiu C. Biodiesel from Recycled Sunflower and Palm Oil – A Sustainable Fuel for Microturbo-Engines Used in Airside Applications. *Sustainability*. 2023. Vol. 15(3). P. 2079. URL: <https://doi.org/10.3390/su15032079> (дата звернення: 11.05.2024).

86. Sharif Hossain A. B. M., Aleissa M. S. Biodiesel Fuel Production from Palm, Sunflower Waste Cooking Oil and Fish Byproduct Waste as Renewable Energy and Environmental Recycling Process. *British Biotechnology Journal*. 2015. Vol.10 (4). P.1–9.

87. Чеснік Н. М. Тенденції сталого розвитку підприємств харчової галузі на прикладі підприємств кондитерської галузі. *Інфраструктура ринку. Електронний науково-практичний журнал*. 2019. Вип.32. С. 245–249.

88. Ткачова С. С., Тютюнник О. О., Торохтій Ю. В. Стратегія сталого

розвитку корпорації «Бісквіт-Шоколад». Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції "*Управління розвитком соціально-економічних систем*", 21-22 квітня 2023 р. Харків, ДБТУ, 2023. С.210–212.

89. Соціальний звіт корпорації Рошен за 2017 – 2018 р. URL: https://roshen.com/uploads/presentation/Roshen_AR-2018_32_1.pdf (дата звернення: 06.05.2024).

89. Адашевський О. В., Пітак Р. О. Перспективи впровадження розширеної відповідальності виробників кондитерської продукції. Матеріали Міжнар. наук. конф. «*Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування*», 25–26 квітня 2024 р. Харків, 2024. С.122–123.

90. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна». URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf> (дата звернення 29.07.2024)

91. Стратегії сталого розвитку : навч. посіб. / В.В. Добровольський та ін. Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 160 с.

92. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Оцінка впливу на гідросферу місць накопичення твердих відходів кондитерських виробництв. *Problems of Emergency Situations*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2024. С.280–281.

93. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження впливу місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 136. Ч. 1. С.266–273.

94. Benzaghta M. A., Elwalda A., Mousa M. M., Erkan I., Rahman M. SWOT analysis applications: An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*. 2021. Vol.6, Iss. 1. P. 55–73.

95. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Оцінка перспектив використання відходів кондитерських фабрик для виробництва комбікормів. Зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. за участю молодих науковців «*Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2022*», 27 жовтня 2022 р. Харків : ХНАДУ, 2022. С. 29–31.

96. ДСТУ 4619:2006. Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб. Київ, Держспоживстандарт України, 2007. 10с. (Національний стандарт України)
97. ДСТУ 4033:2018. Вафлі. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 7с. (Національний стандарт України).
98. ДСТУ 3781:2014. Печиво. Загальні технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 20 с. (Національний стандарт України).
99. Lebedev V., Miroshnichenko D., Bilets D., Mysiak V. Investigation of Hybrid Modification of Eco-Friendly Polymers by Humic Substances. *Solid State Phenomena*. №334. 2022. P. 154–161.
100. Lebedev V., Miroshnichenko D. Study of brown coal humic substances hybrid modification technology for design biodegradable polymer materials. *Věda a perspektivy*, 2023. №4(23). URL: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-4\(23\)-222-228](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2023-4(23)-222-228) (дата звернення: 16.02.2024).
101. Lebedeva K. O., Lebedev V. V., Klochko N. P., Cherkashina A. M., Bogoyavlenska O. V., Miroshnichenko D. V. Thermo-responsive hydrogels based on gelatin-alginate composition with humic acids intended for controlled drug delivery *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2024. Vol.1415. DOI : 10.1088/1755-1315/1415/1/012071 (дата звернення: 16.02.2025).
102. ДСТУ ISO 6060:2003. Якість води. Визначення хімічного поглинання кисню. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 10 с. (Національний стандарт України).
103. ДСТУ ISO 5667-8:2007 Якість води. Відбирання проб. Частина 8. Настанови щодо відбирання проб вологих опадів. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с. (Національний стандарт України).
104. КД 52.4.8.03–11 Настанова гідрометеорологічним станціям та постам.Ч.1. Метеорологічні спостереження на постах. Київ, Державна гідрометеорологічна служба, 2011. Випуск №3. 280 с. URL <http://www.cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/images/PraciSpivrobotnikiv/mastanovy-3.pdf> (дата звернення 20.02.2023).

105. ДСТУ ISO 11269–2:2002. Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин. Київ: Держстандарт України. 14 с. (Національний стандарт України).

106. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю, Цьова Ю. А. Дослідження впливу техногенно порушених земель від звалищами ТПВ на показники ґрунту агроценозів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. №125. С. 225–223.

107. Крупей К. С., Оверченко А. В. Фітотестування якості води у магістральному каналі на лівобережжі Херсонщини після підриву греблі Каховської ГЕС. *Екологічні науки*. 2023. №4 (49). С. 38 – 43.

108. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження запиленості повітряного середовища у виробничих приміщеннях» з дисципліни «Безпека життєдіяльності фахівця з основами охорони праці» : для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / уклад.: О. Л. Скуйбіда. Запоріжжя : «Запорізька політехніка», 2020. 21 с.

109. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Визначення запиленості атмосферного повітря» з дисципліни «Екологія» для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. Л. А. Васьковець, Н. С. Євтушенко, Н. Є. Твердохлебова. Харків : НТУ «ХП», 2020. 50 с.

110. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масової частки вологи та сухих речовин. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 15 с. (Національний стандарт України).

111. ДСТУ 5023:2008. Вироби кондитерські борошняні. Метод визначання здатності до намокання К. : Держспоживстандарт України, 2008. 8 с. (Національний стандарт України).

112. Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці та поліпшенню якості кормів. / Ображей А. Ф., Погребняк Л. І., Корзуненко О. Ф., Васянович О. М. Міністерства АПК України № 15-14-73 від 06.03.1998 р. Київ, 1998. 107 с.

113. ДСТУ 4570:2006 Жири рослинні та олії. Метод визначення перекисного числа. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 6 с. (Національний стандарт України).

114. ДСТУ 8219:2015 Птиця свійська. Технологічний процес вирощування курчат-бройлерів. Загальні вимоги. Біла Церква: Білоцерківський національний аграрний університет, 2015. 10 с. (Національний стандарт України).

115. Ведмеденко О. В., Карпенко О. В. Моделювання і прогнозування живої маси курей коричневих кросів яєчного напрямку продуктивності. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2012. Вип.78. Ч.2. С. 24–27.

116. Хвостик В. П. Моделювання динаміки росту м'ясо-яєчних курей. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип.72(1). С.161–175.

117. Панькова С. М., Гавілей О. В., Полякова Л. Л., Чорна Г. В. Вплив живої маси та її однорідності до початку фотостимуляції на рівень яєчної продуктивності курей. *Вісник аграрної науки*. 2022. №1(82). С. 33–40.

118. Патрєва Л. С., Коваль О. А. Технологія виробництва продукції птахівництва : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2018. 248 с.

119. Інструкція з бонітування свиней; Інструкція з ведення племінного обліку у свинарстві. Затв. наказом Мінагрополітики №396 від 17.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1027-02> (дата звернення 20.02.2023).

120. Гиря В. М., Нагаєвич В. М., Усачова В. Є. Використання ультразвукових приладів при оцінці свиней за фенотипом. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. №3. С. 79–82.

121. Peppmeier Z. C., Howard J. T., Knauer M. T., Leonard S. M. Estimating backfat depth, loin depth, and intramuscular fat percentage from ultrasound images in swine. *Animal*. 2023. Vol. 17. Iss. 10. URL: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100969> (дата звернення 20.12.2023).

122. Datri S., Rao L., Narayana M., Bhavani D., Bhargavi, Bhavani Ya., Meghana Formulation and Evaluation of Herbal Lozenges using Embelia ribes. *Journal of Drug and Alcohol Research*. 2023. Vol. 12, Iss. 2

<https://www.ashdin.com/articles/formulation-and-evaluation-of-herbal-lozenges-using-embelia-ribes-100841.html> (дата звернення 17.01.2024).

123. ДСТУ ISO 1928:2006. Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 45 с. (Національний стандарт України).

124. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Паливо та обладнання для його спалювання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» / уклад. : Соколовська І. Є. Кам'янське: ДДТУ, 2019. 26 с.

125. Скляренко Є. В., Воробйов Л. Й. Калориметрична методика визначення теплоти згоряння палив з твердих побутових відходів. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. Iss.2. Part 1. P.39–54.

126. ДСТУ EN 15210-1:2013 Тверде біопаливо. Метод визначання механічної міцності пелет і брикетів. Частина 1. Пелети (EN 15210-1:2009, IDT) Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 14 с. (Національний стандарт України).

128. Червоткіна О. О., Прокопенко О. П., Паляничка Н. О. Особливості технології паливних пеллет із деревини листяних порід. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2025. №25(2). С. 228–231

129. Лисенко О. М., Веремійчук Г. М., Сірий О. А. Дослідження спалювання пелет сільськогосподарського походження у котлах потужністю до 25 КВт. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2022. Т. 44. №3. С. 99–108.

130. Руднев Є. С., Філатьєва Є. М., Антощенко М. І., Брожко Р. М. Основні компоненти викопного вугілля, їх споживчі властивості та небезпечні властивості шахтопластів. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2023. №2(53). С.82–100.

131. Lacalamita D., Mongioví C., Crini G. Chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand analysis of discharge waters from laundry industry: monitoring, temporal variability, and biodegradability *Frontiers in Environmental Science*. 2024.Vol.12. URL: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1387041> (дата звернення: 21.01.2025).

132. Wu D., Hu Y., Liu Y. A Review of Detection Techniques for Chemical Oxygen Demand in Wastewater. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2022. Vol. 18 (1). P. 23–32. URL: <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2022.23.32> (дата звернення: 21.01.2025).

133. Біла Т. А., Козичар М. В., Ляшенко Є. В. Визначення забруднення поверхневих вод методом окиснення. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2021. Вип. 2 (10). С.197–207.

134. Боднарчук О. 2021. Моніторингові дослідження якості кондитерських жирів та глазурей за жирнокислотним складом. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т.9. № 16. С. 39–48.

135. Бухкало С. І., Земелько М. Л. Дослідження впливу деяких технологічних параметрів на реологічні характеристики різновидів шоколадних глазурей. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*. 2021. № 1. С. 62–70.

136. Голуб Л., Земелько М. Розробка емульгаторів для кондитерської промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №5. С. 3–9.

137. Шаманський С. Й., Бойченко С. В. Нормування гранично допустимих скидів біогенних елементів у водні об'єкти зі стічними водами в Україні. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2018. №2(21). С.119–127.

138. Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту). Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 30.07.2012 № 471. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (дата звернення: 24.05.2023).

139. Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та

житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 р. № 316. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text> (дата звернення: 24.05.2023).

140. Müller A., Österlund H., Marsalek J., Viklander M. The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 709. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125> (дата звернення: 24.05.2023).

141. Rizzo L., Gernjak W., Krzeminski P., Malato S., McArdell C.S, Perez J., Schaar H., Fatta-Kassinos D. Best available technologies and treatment trains to address current challenges in urban wastewater reuse for irrigation of crops in EU countries. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 710. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136312> (дата звернення: 24.05.2023).

142. Скок С. В. Екологічна оцінка впливу урбосистем на якість водних ресурсів. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. №4 (31). С. 66–75.

143. Liu Y. R., van der Heijden M.G.A., Riedo J. Soil contamination in nearby natural areas mirrors that in urban greenspaces worldwide. *Nat Commun*. 2023. Vol. 14. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37428-6> (дата звернення: 20.02.2024).

144. Василенко О. В., Балабак О. А., Балабак А. В., Нікітіна О. В., Гурський І. М. Оцінка стану міських ґрунтів як засіб збереження екологічної стабільності урбоекосистеми. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2023. №1 (46). С. 139–143.

145. Мадані М. М. Оцінка стану ґрунту урбанізованих територій за ефектом бактерицидного впливу на бактерії *basillus subtilis*. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. №130. С. 457–464.

146. Пітак Р. О., Адашевський О. В. Вплив на довкілля місць накопичення твердих органічних кондитерських. зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів *Консолідація заради майбутнього: наукові здобутки вчених задля перемоги та післявоєнної відбудови України*, 29 серпня 2024 р. Полтава, 2024. С. 17–18.

147. Barahona M., Nacheми M. A., Campo M. D. M. Feeding, Muscle and Packaging Effects on Meat Quality and Consumer Acceptability of Avileña-Negra

Ibérica Beef. *Foods*. 2020. №9 (7). URL: <https://doi.org/10.3390/foods9070853> (дата звернення: 24.05.2023).

148. Azmi A.F., Amin F., Ahmad H., Nor N., Meng G. Y. Effects of Bypass Fat on Buffalo Carcass Characteristics, Meat Nutrient Contents and Profitability. *Animals (Basel)*. 2021. №11(11). URL: <https://doi.org/10.3390/ani11113042> (дата звернення: 24.05.2023).

149. Панькова С. М., Гавілей О. В., Полякова Л. Л., Чорна Г. В. Вплив живої маси та її однорідності до початку фотостимуляції на рівень яєчної продуктивності курей. *Вісник аграрної науки*. 2022. №1(82). С. 33–40.

150. Хвостик В. П. Моделювання динаміки росту м'ясо-яєчних курей. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип.72(1). С.161–175.

151. Волкова С. Ф., Щербатова К. О. Розвиток комбікормового виробництва як основа забезпечення продовольчої безпеки України. *Економіка харчової промисловості*. 2015. № 2. С. 13–17.

152. Воронецька І. С., Юрчук Н. П. Бізнес-процеси кормового центру як основа відродження тваринництва України. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С.215–228.

153. Неменуца С. М., Фесенко О. О., Лисюк В. М. Підприємства по зберіганню зерна: ризик виникнення пожеж. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2019. № 1 (7). С.3–12.

154. Пелешко М. З., Бабаджанова О. Ф., Башинський О. І. Пожежна безпека об'єктів агропромислового комплексу: навчальний посібник. Львів.: ЛДУБЖД, 2017. 176 с.

155. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ МОЗ України від 14.01.2020 р. № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення 20.02.2025).

156. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню. Постанова КМУ від 29.11.2001 р. № 1598. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення 20.02.2025).

157. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ МОЗ України від 09.07.2024 р. № 1192. URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24#Text> (дата звернення 20.02.2025).

158. Younis F., Salem E. Respiratory health disorders associated with occupational exposure to bioaerosols among workers in poultry breeding farms Environmental Science and Pollution Research. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27(16). P. 19869–19876. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08485-x> (дата звернення 25.02.2025).

159. Yogun K., Lateef S. A., Ana, G. R. E. E. Lung Function of Grain Millers Exposed to Grain Dust and Diesel Exhaust in Two Food Markets in Ibadan Metropolis, Nigeria. *Safety and Health at Work*. 2019. Vol.10(1). P. 47–53. DOI: 10.1016/j.shaw.2018.01.002 (дата звернення 25.02.2025).

160. Yang X., Haleem N., Osabutey A., Cen Z., Albert K. L., Autenrieth D. Particulate Matter in Swine Barns: A Comprehensive Review. *Atmosphere*. 2022. Vol.13(3). P. 490. URL: <https://doi.org/10.3390/atmos13030490> (дата звернення 25.02.2025).

161. Kimanzi V., Charles M., Njogu M. PM2.5 and PM10 exposure in selected animal feed processing facilities in Kiambu County, Kenya. *Journal of Agriculture Science & Technology*. 2022. Vol.21 (4). P.56–64.

162. Рябініна О. В., Іщенко Ю. Б., Кульбаба С. В. Оптимальні параметри мікроклімату в пташнику та їх контроль. *Птахівництво*. 2019. № 10. С. 20–22.

163. *Практикум для лабораторно-практичних занять з гігієни тварин / Високас М. П., Чорний М. В., Захаренко М.О. Харків : Еспада, 2003. 218 с.*

164. Яремчук О. С., Ордіховська О. А., Поліщук Т. В. Лабораторний практикум з гігієни тварин до виконання лабораторних робіт для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6. 090102 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Вінниця: Типографія ВНАУ, 2015. 192с.

165. Бойко Н. І., Бойко Ю. В. Дослідження комбінованої дії охратоксину А

та дезоксиніваленолу на гематологічні показники курчат-бройлерів. *Сучасне птахівництво*. 2015. № 10. С. 12–15.

166. Решетило Л. І. Мікробіологічна безпека харчових продуктів: плісеньові гриби та ризики отруєння їх токсинами. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2020. №24. С. 58–65.

167. Tolosa J, Rodríguez-Carrasco Y., Ruiz M.J., Vila-Donat P. Multi-mycotoxin occurrence in feed, metabolism and carry-over to animal-derived food products: A review. *Food and Chemical Toxicology*. 2021. Vol. 158. P.112661. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112661> (дата звернення: 26.03.2025).

168. Про затвердження Переліку речовин, наявність яких у кормах є обмеженою або забороненою. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 16.08.2024 № 2691 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1326-24#n7> (дата звернення: 19.11.2024).

169. Решетніченко О. П. Використання природних мінералів для профілактики мікотоксикозів і підвищення продуктивності тварин: Монографія. Одеса: Бондаренко М.О., 2017. 200 с.

170. Кицюк І. В., Науменко Н. С., Присяжнюк В. В. Європейський «Зелений курс»: можливості та наслідки для українського бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-87> (дата звернення: 26.03.2025).

171. Кочубей В. В., Семенюк І.В., Карпенко О.В., Скорохода О.В. Фізико-хімічні дослідження структури гумінових кислот. *Chemistry, technology and application of substances*. 2020. Т. 3. № 1. С. 22–26.

172. Ласло О. О. Застосування гуматів у системі удобрення кукурудзи як складова екологізації технології вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія сільськогосподарські науки*. 2023. №129. С.299–306.

173. Among K., Thilakaranthna M. S, Gorim L. Y. Understanding the Role of Humic Acids on Crop Performance and Soil Health. *Front. Agron*. 2022. Vol.4. DOI: 10.3389/fagro.2022.848621 (дата звернення: 19.11.2024).

174. Lebedev V., Miroshnichenko D., Xiaobin Zh., Pyshyev S., Savchenko D. Use of humic acids from low-grade metamorphism coal for the modification of

biofilms based on polyvinyl alcohol. *Petroleum and coal*. 2021. Vol. 63. Iss. 4. P. 953–962.

175. Сініцина А. О., Карножицький П. П. Буре вугілля – сировина для отримання водорозчинних сорбентів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2023. №3. С.67–77.

176. Miroshnichenko D., Lebedeva K., Cherkashina A., Lebedev V., Tsereniuk O., Krygina N. Study of Hybrid Modification with Humic Acids of Environmentally Safe Biodegradable Hydrogel Films Based on Hydroxypropyl Methylcellulose. *Journal of carbon research*. 2022. Vol. 8(4). URL: <https://doi.org/10.3390/c8040071> (дата звернення: 12.10.2024).

177. Чжан С., Лебедев В.В., Мирошніченко Д.В. Використання гумінових кислот для модифікації біодеградабельних плівок, виготовлених на основі полівинілового спирту та гідроксипропілметилцелюлози. *Вуглехімічний журнал*. 2021. № 6. С. 22–37.

178. Конспект лекцій з курсу «Технічна мікробіологія» для бакалаврів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» денної та заочної форм навчання / уклад. Капрельянц Л. В., Пилипенко Л. М., Єгорова А. В., Труфкаті Л. В. Одеса: ОНАХТ, 2021. 87 с.

179. Малишок І. О., Фролова Ю. М. Цвілеві гриби як показник натуральності продуктів харчування. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали III Всеукр. наук.- метод. конф., 19 квітня 2018р. Суми: Сумський державний університет, 2018. С.93–94.

180. Bahram M., Netherway T. Fungi as mediators linking organisms and ecosystems. *FEMS Microbiology Reviews*. 2022. Vol. 46. Iss. 2. URL: <https://doi.org/10.1093/femsre/fuab058> (дата звернення: 12.10.2024).

181. Мірошніченко Д.В., Байрачний В.Б., Адашевський О.В. Комплексний підхід до запобігання пліснявіння твердих органічних відходів кондитерських виробництв як елемент сталого поводження з ними. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2024. №4. С.111–121.

182. Архів погоди. Електронний ресурс. URL:

<https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення 22.01.2025).

183. Adashevskiy O. V., Bairachnyi V. B. Comprehensive approach to food production wastes using as part of compound feed. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування: матеріали Міжнар. наук. конф., 27-28 квітня 2023 р. Харків: Держ. біотехн. ун-т., 2023. С.124–125.*

184. Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Вплив умов зберігання твердих відходів кондитерських виробництв на їх придатність до переробки. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених: зб. тез доп. 17-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 28-30 листопада 2023 р. Харків: Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т", 2023. С. 431.*

185. Ma, Y., Cheng X., Zhang Y. The Impact of Humic Acid Fertilizers on Crop Yield and Nitrogen Use Efficiency: A Meta-Analysis. *Agronomy*. 2024. Vol.14(12). URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy14122763> (дата звернення 22.01.2025).

186. Li Y., Fang F., Wei J. Humic Acid Fertilizer Improved Soil Properties and Soil Microbial Diversity of Continuous Cropping Peanut: A Three-Year Experiment. *Sci Rep*. 2019. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48620-4> (дата звернення 22.01.2025).

187. Савченко В. В. Розробка деємульгаторів на основі гумінових кислот для зневоднення емульсій. *Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії: зб. тез та доповідей міжнар. конф., 11–12 березня 2024 р. Харків: ФОП Бровін О.В., 2024. С.387–389.*

188. Рильський О. Ф., Петруша Ю. Ю., Домбровський К. О., Охріменко С. Г. Вплив гумінових та фульвових кислот на живі організми та перспективи їх застосування в сільському господарстві, медицині та ветеринарії. *Агроекологічний журнал*. 2023. №3. С. 143–153.

189. Тишківська Н. В., Лісіна Г. В., Кшановська Т. В. Застосування біологічно активних речовин гумінової природи для лактуючих корів. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: зб. матеріалів III міжнар. наук.-практ. конф., 09-10 листопада 2023р. Одеса: Одеський державний аграрний університет, 2023. С.136–138.*

190. Якубчак О. М., Тишківська Н. В., Кравченко І. М., Мазур Т. Г.,

Тишківський М. Я. Вплив гумінових кислот на органолептичні та фізико-хімічні показники телятини. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2024. №1. С.41–48.

191. Коломієць І. А. Використання добавок на основі гумінових кислот та пробіотиків у годівлі молодняку птиці. *Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві*: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 2 – 3 грудня 2021 р. Дніпро: ДДАЕУ, 2021. С. 92.

192. Халін С., Смоляр В. Огляд і систематизація факторів, які впливають на якість продукції птахівництва. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2023. № 33(47). С.123–131.

193. Любенко О. І., Кривий В. В., Іванов І. В. Вплив якості кормів на яєчну продуктивність курей-несучок в умовах виробництва філії «Чорнобаївське» приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард». *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2019. Вип.109. Ч.2. С.83–88.

194. Гавілей О. В., Рябініна О. В., Адашевський О. В. Використання комбікормів на основі відходів кондитерських виробництв у птахівництві. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. №142. Частина 1. С.191–199.

195. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Н.І. Братишко та ін.: за ред. Ю.О. Рябоконя. Бірки, 2005. 101 с.

196. Чудак Р. А., Побережець Ю. М., Купчук І. М., Вугляр В. С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: Монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 248с.

197. Разанова О. П., Безносюк А. М Перспективи використання у годівлі свиней борошна з личинок комах чорна львинка *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2024. Вип. 1 (56). С.91–100.

198. Повод М. Г., Кондратюк В. М., Лихач В. Я, Михалко О. Г., Іжболдіна О. О., Повозніков М. Г., Гутий Б. В. Ефективність використання інноваційних протеїнових компонентів в годівлі свиней. *Вісник Сумського національного*

аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2022. Вип. 2 (49). С. 24–35.

199. Самофалова А. С. Оптимізація раціону годівлі сільськогосподарських тварин. *IX Всеукраїнська науково-технічна конференція здобувачів вищої освіти ТДАТУ*: матеріали IX Всеукр. наук.-техн. конф., 10-25 листопада 2021 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.20–22.

200. Полуліх М. І., Седіло Г. М. Продуктивна дія удосконаленої білково-вітамінно-мінеральної добавки у складі силосно-концентратного раціону дійних корів. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. № 73(2). С. 167–187.

201. Дяченко Л. С., Сивик Т. Л., Титарьова О. М. Годівля свиней. Навчальний посібник. Біла Церква, 2020. 53 с.

202. Шаферівський Б. С., Ільченко М. О. Генетичні особливості формування живої маси 100 кг у відгодівельного молодняку свиней різної кровності. *Інноваційні аспекти та перспективи розвитку технології виробництва і переробки продукції тваринництва* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 24-25 жовтня 2025 р. Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 32–34

203. Коробань М. П., Лихач В. Я. Відгодівельні якості молодняку свиней сучасних генотипів за різних вагових кондицій в умовах промислової технології. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. №4(41). С.26–32.

204. Вовк В. О., Церенюк О. М., Акімов О. В. Оцінка вирівняності товщини шпику ремонтного молодняку великої білої породи свиней. *Інноваційні підходи до використання свиней в системі «генотип × середовище»*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців, 26 – 27 жовтня 2023 р. Одеса, 2023. С.36–39.

205. Байрачний В. Б., Адашевський О. В., Сакун А. О., Литвин А. О., Бутко В. С. Дослідження запиленості повітря тваринницьких комплексів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2025. №2. С.131–139.

206. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження запиленості повітря приміщень для утримання свійських тварин. *Інформаційні технології: наука,*

техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доп. 33-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р. Харків: НТУ "ХПІ", 2025. С. 428.

207. Григор'єва Х.А. Державна підтримка сільського господарства в ЄС: становлення, тенденції, правові проблеми. *Електронне наукове видання «Аналітично-порівняльне правознавство»*. 2024. №4. С. 248–258.

208. Несененко П.П., Тоня К.П. Аналіз єдиної аграрної політики європейського союзу. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. №9-10 (286 – 287). С.99–105.

209. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси / Гелету́ха Г., Крамар В., Епік О. та ін. Київ, 2016. 334 с. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/04/kompleksnii_analiz_ukrayinskogo_rinku_pelet_z_biomasi.pdf (дата звернення 14.03.2024).

210. Перетяга С.М., Осадчук П.І. Пелети із відходів харчових виробництв. *Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки*. 2018. Вип.90. С. 84–92.

211. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів : монографія / В. В. Клименко, В. І. Кравченко, В. М. Боков, В. І. Гуцул ; за ред. В. В. Клименка. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. 162 с.

212. Зубко В., Соколік С. Аналіз технологій та технічних засобів для використання відходів виробництва соняшнику в якості біопалива. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*. 2020. №1(7). С. 6–10.

213. Гавриш В. І. Виробництво соняшникової олії на принципах циркулярної економіки: регіональні аспекти. *Modern Economics*. 2023. № 37. С. 37–44.

214. Чехова І. В. Біоенергетична галузь і олійні культури. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2023. № 34. С.156–163.

215. Гапонич Л. С., Топал О. І., Голенко І. Л., Кобзар Г. С., Дулієнко С. Г. Перспективи залучення відходів олійноекстракційних заводів України для виробництва теплової та електричної енергії. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. 2023. №4(16). С. 51–59.

216. Сталінська І. В. Технології переробки та утилізації відходів : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища / І. В. Сталінська, О. В. Хандогіна. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 152 с.

217. Карпій С. Є., Тарабан Є. В., Белоконь К. В., Манідіна Є. А. Управління будівельними відходами на території Запорізької області в умовах війни. *Екологічні науки*. 2024. №5 (56). С. 40–47.

218. Ялпачик В. Ф., Стручаєв Н. И., Ялпачик Ф. Ю. Підготовка соняшникового лушпиння до брикетування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. 2015. Вип. 15. Т.1. С. 16–23.

219. Адашевський О. В., Кочетов М. С. Дослідження потенціалу використання харчових відходів в якості компонентів палива. *Проблеми надзвичайних ситуацій = Problems of Emergency Situations* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2025 р. Харків : НУЦЗУ, 2025. С. 338–339.

220. Адашевський О. В. Дослідження перспектив сумісного енергетичного використання відходів кондитерських виробництв та соняшникового лушпиння як елемент сталого управління відходами. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 145. Т. 1. С. 298–306.

221. Сучасні технології кондитерського виробництва : підручник / О. В. Гайдук, Т. М. Герлянд, І. А. Дрозіч та ін. К. : ПІТО НАПН України, 2020. 440 с.

222. Datri S., Rao L., Narayana M., Bhavani D., Bhargavi, Bhavani Ya., Meghana Formulation and Evaluation of Herbal Lozenges using Embelia ribes. *Journal of Drug and Alcohol Research*. 2023. Vol. 12, Iss. 2. URL: <https://www.ashdin.com/articles/formulation-and-evaluation-of-herbal-lozenges-using-embelia-ribes-100841.html> (дата звернення 12.09.2024).

223. Marian G., Gelu Ia., Gudîma A., Nazar B., Istrate B., Banari A., Pavlenco A., Daraduda N. Calorific value of pellets produced from raw material collected from both sides of the river Prut. *Journal of Engineering Science*. 2023. № 29(4). P. 126–137.

224. Kanga P.L.W., Vitoussia Th., Bissoue A.N., Nguimbous E.N., David Nana Dieudjio, Bot B.V., Njeugna E. Physical and energetic characteristics of pellets produced from Movingui sawdust, corn spathes, and coconut shells. *Energy Reports*. 2024. Vol. 11. P. 1291–1301.

225. ДСТУ 15234-2:2013. Забезпечення якості. Ч. 2. Пелети деревні для непромислового використання. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 15 с. (національний стандарт України)

226. Нікончук Н. В. Виробництво рослинної олії : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2014. 58 с.

227. Підпала Т. В., Стріха Л. О., Петрова О. І., Зюзько А. В. Дослідження оптимізованої технології виробництва олії соняшnikової та якісних показників продукції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 4. С. 54–60.

228. Чупа В. М., Адаменко Я. О. Дослідження рівня зольності та вмісту хімічних елементів в золі різних видів твердих побутових відходів та твердопаливних пелет. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2023. №1. Т.14. С. 92–98.

229. Грішин М. В., Беглов К. В. Удосконалення автоматизованої системи моніторингу зменшення ризику критичного пошкодження поверхні теплообміну парового котла вугільної ТЕС шляхом контролю зольності вугілля. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. №3. Т.34 (73). С.115–123.

230. Топал О. І., Гапонич Л. С., Голенко І. Л., Кобзар С. Г. Вивчення закономірностей термічного розкладання лушпиння соняшника за умов швидкісного нагріву. *Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал*. 2024. № 3. С. 170–182.

230. Bioenergy production from sunflower husk in Ukraine: potential and necessary investments / J. Horák, Y. Bilan, A. Dankevych [et al.]. *Journal of Business Economics and Management*. 2023. Vol. 24. Iss. 1. P. 1–19.

231. Complex fertilizers produced from the sunflower husk ash / R. Paleckienė, A. M. Sviklas, R. Šlinkšienė, V. Štreimikis. *Polish J. of Environ. Stud.* 2010. Vol. 19, No. 5. P. 973–979.

232. Зелені технології у промисловості : монографія / І. А. Василенко, Є. В. Чупринов, А. В. Іванченко та ін. Дніпро : Акцент ПП, 2019. 366 с.

233. Семірненко Ю. І., Бондаренко С. М. Утилізація золи лушпиння соняшника. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. 2016. Вип.3 (28), С. 152–155.

234. Крамар В. Г. Обґрунтування напрямів утилізації золи від спалювання біомаси. Зола біомаси як добриво в сільському господарстві : аналітична записка UABIO № 27. 2020. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/12/AZ_Kramar_Zastosuvannya-zoly-biomasy-yak-dobryva_fin_ukr2.pdf (дата звернення 10.02.2024).

235. Голубченко В. Ф., Куліджанов Е. В., Станкова О. В. Сучасний стан забезпечення фосфором ґрунтів Одеської області. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С.3–6.

236. Кирильчук А. М., Паламарчук Р. П., Шукайло С. П. Сучасний стан забезпеченості ґрунтів Херсонської області фосфором. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 329–334.

237. Мацак С. В., Вакал Ю. С. Особливості аналізу вмісту фосфору у ґрунтах. *Слобожанський науковий вісник. Серія «Природничі науки»*. 2023. Вип. 1. С.36–38.

238. Khan F. Siddique A.B. Shabala S, Zhou M, Zhao c. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants (Basel)*. 2023. №12(15). P.2861. URL <https://doi.org/10.3390/plants12152861> (дата звернення 10.08.2025).

239. Національний план управління відходами до 2033 року:

розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 р. № 1353-р. Інформаційно-пошукова система «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1353-2024-%D1%80#Text> (дата звернення 20.03.2025).

240. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р. *Офіційний вісник України*. 2017. № 94. Ст. 2859. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>

241. Адашевський О.В., Пітак Р.О. Вплив акційних пропозицій на обсяги утворення відходів споживання кондитерських відходів. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 14-15 травня 2025 р. Харків, 2025. С. 201 – 203

242. Адашевський О.В., Шаловинська В.В. Свідоме споживання як елемент сталого поводження з відходами кондитерських виробництв. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. С. 337.

243. Циркулярна економіка : навчальний посібник / Шевченко Т.І. та ін. Суми : Університетська книга, 2022. 220 с.

244. Замлинський В.А. Циркулярна економіка та продовольча безпека в контексті формування стійкої харчової екосистеми підприємств АПК. *Економіка харчової промисловості*. 2025. Т.17. Вип.1. С. 41-47.

245. Annual Report 2022. United Nations Environment Programme. 2022. 15 с. URL: <https://www.unep.org/resources/annual-report-2022> (дата звернення 20.04.2025)

246. Філіппов В.Ю., Сагітова Р., Волощук Л.О., Джек Л. Оцінка поточної ситуації та можливостей запобіганню, скороченню, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні : Аналітичне дослідження. Одеса-Портсмут: Одеська політехніка; Університет Портсмуту, 2023. 30 с.

247. Про затвердження Порядку розроблення та затвердження

регіональних планів управління відходами : постанова Кабінету Міністрів України від 30.06.2023 № 667. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/667-2023-%D0%BF> (дата звернення: 17.04.2024).

248. Про затвердження Вимог до розділів проєкту регіонального плану управління відходами : наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.01.2024 № 81. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0178-24> (дата звернення: 17.04.2024).

249. Адашевський О. В., Титаренко А. І. Перспективи рециклінгу індивідуального полімерного пакування кондитерських виробів. *Сучасні полімерні матеріали та композити: одержання, переробка та дослідження: тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції, 18–19 березня 2025 р. Харків, НТУ «ХПІ»*. С.22

250. Uyan M., Akar A., Yalpir S. Evaluation of carbon footprint effect in land consolidation for sustainable agricultural planning: A research on transportation and intra-parcel tractor maneuvers. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2025. Vol.239. Part C. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.111084> (дата звернення 01.12.2025)

251. Chaudhary S., Saha A.K.; Sharma M.K. A circular economy based nonlinear corrugated waste management system using Fermatean bipolar hesitant fuzzy logic. *Scientific reports*. 2025. Iss.15. P. 7099. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90948-7> (дата звернення 01.10.2025)

252. Трошин М., Кістол А., Баранник В. Вплив автомобільного транспорту на довкілля. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2023. №26. С. 261–264.

253. Ануліч А., Кіріцева О. Сталий розвиток автомобільного транспорту: екологічні виклики та рішення. *Наука та виробництво*. 2024. № 28. С. 86-91.

254. Мірошніченко О. А., Ніякий І. М., Васишин В. Я. Інноваційні підходи до міжмодальних перевезень як відповідь на зміну клімату та енергетичним викликам. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. №12. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15779326> (дата звернення 03.12.2025).

255. Аблєєва І.Ю., Пляцук Л.Д. SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних

систем : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2022. 229 с.

256. Босюк А. С., Шестопапов О. В., Тихомирова Т. С., Сакун А.О., Кулініч С.С. Використання SWOT-аналізу для оцінки стану та ефективності інтенсифікації очистки багатокомпонентних стічних вод на машинобудівних підприємствах. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 133. С. 298–304.

257. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. SWOT-аналіз системи управління та поводження з твердими побутовими відходами в одеській області. *Екологічні науки*. 2020. №5(32). С. 169-174.

258. Грінченко Р.В., Бабій О.М., Кошельок Г.В., Літвінова В.О. Прикладні аспекти використання SWOT-аналізу при формуванні стратегії розвитку територіальних громад. *Галицький економічний вісник*. 2024. Т. 88. № 3. С. 167–179.

259. Шумкова О.В., Шумкова В.І., Колодненко Н.В. Взаємозв'язок інноваційного та соціально-етичного маркетингів як джерела формування конкурентних переваг. *Приазовський економічний вісник*. 2023. Вип.1 (33). С.42–47.

260. Галиш Н. Діагностика зовнішнього середовища для потреб стратегічного менеджменту підприємств-експортерів деревних пелет. *Економічний аналіз*. 2019. Т.29. №4. С.5–17.

261. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні URL: <https://me.gov.ua/view/89207440-1a25-4ade-b09a-fb8867bb5ebb> (дата звернення 21.04.2025).

ДОДАТОК А
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати
дисертації:

1. Адашевський О. В. Використання твердих відходів кондитерських фабрик при виробництві комбікормів як елемент сталого розвитку України. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С. 179–182.

URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.30>

(Наказ МОН № 409 від 17.03.2020, Б)

2. Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження впливу місць зберігання твердих кондитерських відходів на прилеглі екосистеми. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 136, ч. 1. С. 266–273.

URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.32>

(Наказ МОН №627 від 14.05.2020, Б).

3. Мірошніченко Д. В., Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Комплексний підхід до запобігання пліснявіння твердих органічних відходів кондитерських виробництв як елемент сталого поводження з ними. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2024. № 4. С. 111–121.

URL: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2024.4.12>

(Наказ МОН України №886 від 02.07.2020, Б)

4. Гавілей О. В., Рябініна О. В., Адашевський О. В. Використання комбікормів на основі відходів кондитерських виробництв у птахівництві. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 142, ч. 1. С. 191–198.

URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.24>

(Наказ МОН №627 від 14.05.2020, Б).

5. Байрачний В. Б., Адашевський О. В., Сакур А. О., Литвин А. О., Бутко В. С. Дослідження запиленості повітря тваринницьких комплексів. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2025. № 2. С. 131–139.

URL: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2025.2.11>

(Наказ МОН України №886 від 02.07.2020, Б)

6. Адашевський О.В. Дослідження перспектив сумісного енергетичного використання відходів кондитерських виробництв та соняшникового лушпиння як елемент сталого управління відходами. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 145, Т. 1. С. 298- 306.

URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.34>

(Наказ МОН №627 від 14.05.2020, Б).

Опубліковані праці апробаційного характеру:

7 Адашевський О.В. Сталий підхід до переробки відходів кондитерських фабрик у комбікорм. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування* : зб. матеріалів 7-го Міжнар. молодіжного конгресу, 12-14 жовтня 2022 р. Львів : Яроченко Я. В., 2022. С. 31.

8 Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Підвищення енергоефективності при виробництві комбікормів з застосуванням відходів кондитерських виробництв. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 16-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 14–16 грудня 2022 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 323.

9 Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Оцінка перспектив використання відходів кондитерських фабрик для виробництва комбікормів. *Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2022* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. за участю молодих науковців, 27 жовтня 2022 р. Харків : ХНАДУ, 2022. С. 29–31.

10 Adashevskyi O. V., Bairachnyi V. B. Comprehensive approach to food production wastes using as part of compound feed. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 27–28 квітня 2023 р. Харків, 2023. Р. 124–125.

11 Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Вплив умов зберігання твердих відходів кондитерських виробництв на їх придатність до переробки. *Теоретичні*

та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 17-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 28–30 листопада 2023 р. Харків, 2023. С. 431.

12 Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Зниження енергозатрат процесу виробництва комбікормів з використанням твердих відходів кондитерських фабрик. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. С. 328.

13 Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Оцінка впливу на гідросферу місць накопичення твердих відходів кондитерських виробництв. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 16 травня 2024 р. Харків : НУЦЗУ, 2024. С. 280–281.

14 Адашевський О. В., Пітак Р. О. Перспективи впровадження розширеної відповідальності виробників кондитерської продукції. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 25–26 квітня 2024 р. Харків, 2024. С. 122–123.

15 Адашевський О. В., Шаловинська В. В. Свідоме споживання як елемент сталого поведіння з відходами кондитерських виробництв. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 32-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, 22–25 травня 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 337.

16 Пітак Р. О., Адашевський О. В. Вплив на довкілля місць накопичення твердих органічних кондитерських відходів. *Консолідація заради майбутнього: наукові здобутки вчених задля перемоги та післявоєнної відбудови України* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів, 29 серпня 2024 р. Полтава, 2024. С. 17–18.

17 Пітак Р. О., Адашевський О. В. Перспективи екологізації кондитерських виробництв в умовах військового стану. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–22 листопада 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 700.

18 Sebko V., Zdorenko V., Zashchepkina N., Sakun A., Zabiiaka N., Adashevskiy O. A Multi-parameter Method for Dielectric Liquid Media Physical and Chemical Parameters Determining. *2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) : IEEE Conference, October 2024.* <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61434.2024.10878085>

19 Байрачний В. Б., Адашевський О. В. Дослідження запиленості повітря приміщень для утримання свійських тварин. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 33-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025, 14–17 травня 2025 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С. 428.

20 Адашевський О. В., Кочетов М. С. Дослідження потенціалу використання харчових відходів в якості компонентів палива. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2025 р. Харків : НУЦЗУ, 2025. С. 338–339.

21 Адашевський О. В., Титаренко А. І. Перспективи рециклінгу індивідуального полімерного пакування кондитерських виробів. *Сучасні полімерні матеріали та композити: одержання, переробка та дослідження* : тези доп. 1-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 18–19 березня 2025 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С. 22.

22 Адашевський О. В., Пітак Р. О. Вплив акційних пропозицій на обсяги утворення відходів споживання кондитерських відходів. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування* : матеріали Міжнар. наук. конф., 14–15 травня 2025 р. Харків, 2025. С. 201.

23 Адашевський О. В., Байрачний В. Б. Дослідження властивостей агропелет комбінованого складу. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених» : зб. тез доп. 19-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–21 листопада 2025 року. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С.655

ДОДАТОК Б

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Перший проректор
 з науково-педагогічної роботи
 Національного технічного університету
 «Харківський політехнічний інститут»
 доктор техн. наук,
 професор Руслан МИГУЩЕНКО
 «14» січня 2026 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта кафедри
 «Хімічна техніка та промислова екологія»
 Адашевського Олега Володимировича на тему «Екологізація кондитерських
 виробництв шляхом утилізації відходів»

Матеріали дисертаційної роботи Адашевського О.В., одержані на основі узагальнення результатів, виконаних на базі теоретичних та експериментальних наукових досліджень щодо рециклінгу твердих органічних відходів кондитерських виробництв використовуються у навчальному процесі НТУ «ХПІ» при підготовці здобувачів спеціальностей Е2 «Екологія» та G2 «Технології захисту навколишнього середовища»:

1. При викладанні навчальних дисциплін «Системи управління відходами» зі спеціальності Е2 «Екологія» та «Комплексне управління відходами» для здобувачів спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» результати аналізу поточної системи управління відходам кондитерських виробництв та моделей поводження з ними.

2. При викладанні навчальної дисципліни «Екологічні засади сталого розвитку країни» зі спеціальності Е2 «Екологія» та спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» результати впровадження сталих практик у сфері споживання кондитерських відходів.

3. При викладанні навчальної дисципліни «Енергозберігаючі процеси і технології при проектуванні екологічно безпечних виробництв» результати дослідження виготовлення паливних агропелет комбінованого складу з використанням різноманітних відходів сільського господарства та переробки продукції рослинництва, кондитерських виробництв тощо.

Все це дало можливість забезпечити підвищення рівня як теоретичної так і практичної підготовки здобувачів та підвищити науковий рівень випускних робіт здобувачів та курсового проектування.

Директор ННІ МІТ к.т.н., проф.

Віталій СПІФАНОВ

Зав. кафедри ХТПЕ к.т.н., проф.

Олексій ШЕСТОПАЛОВ

Доц. кафедри ХТПЕ, к.т.н., доц.

Дмитро НЕЧИПОРЕНКО

ДОДАТОК В

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Інститут свинарства і
агропромислового виробництва НААН
Олександр ЦЕРЕНЮК



"18" грудня 2024 р.

АКТ

Впровадження результатів дисертаційної роботи

Комісія у складі: від Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: здобувач Адашевський Олег Володимирович, завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Шестопалов Олексій Валерійович, проф. кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Байрачний Володимир Борисович; від Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН: директор інституту, д.с.-г.н. Церенюк Олександр Миколайович підтверджуємо, що за результатами дисертаційної роботи Адашевського О. В. «Екологізація кондитерських виробництв шляхом утилізації відходів» було розроблено рекомендації щодо використання твердих відходів кондитерських виробництв органічного складу, які утворюються на етапі виробництва та споживання готової продукції, а саме відходів печива та вафель різного типу, у складі комбікормів для годівлі свиней.

Передані рекомендації були використані при удосконаленні та модифікації складу комбікормів для годівлі свиней в умовах «Контрольно-дослідної станції Інститут свинарства і АПВ НААН». Нові комбікорми було використано для відгодівлі окремих груп свиней полтавської м'ясної породи. Отримані порівняльні дані за відгодівельними та забійними якостями не мали особливих відмінностей, що свідчать про доцільність використання твердих відходів кондитерських виробництв у складі раціону, адже було отримано знижену собівартість на 3-5%.

Вищезначені матеріали та рекомендації передані на безоплатній основі, а цей акт не несе фінансових зобов'язань між сторонами.

Від Інституту свинарства і АПВ НААН



Олександр ЦЕРЕНЮК

Від НТУ «ХПІ»

Олексій ШЕСТОПАЛОВ

Володимир БАЙРАЧНИЙ

Олег АДАШЕВСЬКИЙ

ДОДАТОК Г

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФОП Скрипник Віталій Олександрович

Віталій СКРИПНИК

31 листопада 2024р

АКТ

Впровадження результатів дисертаційної роботи

Комісія у складі: від Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: здобувач Адашевський Олег Володимирович, завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Шестопалов Олексій Ватерійович, проф. кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Байрачний Володимир Борисович; від ФОП Скрипник Віталій Олександрович: директор Скрипник Віталій Олександрович підтверджуємо, що за результатами дисертаційної роботи Адашевського О. В. «Екологізація кондитерських виробництв шляхом утилізації відходів» було розроблено рецептуру комбікорму, до складу якого входять тверді відходи кондитерських виробництв, які мають харчову цінність.

Розроблено рецепт комбікорму із частковою заміною зернової сировини борошняними відходами кондитерських виробництв. Новий комбікорм було використано для годівлі свиней на етапі відгодівлі. Було доведено доцільність використання розробленої рецептури комбікорму з огляду на отримані дані щодо середньодобового приросту та віку досягнення тваринами ваги 100 кг, а також його знижену собівартість у порівнянні з традиційними комбікормами на основі зернових сумішей.

Вищезначені матеріали та рекомендації передані на безоплатній основі, а цей акт не несе фінансових зобов'язань між сторонами.

Від ФОП Скрипник Віталій

Олександрович



Віталій СКРИПНИК

Від НТУ «ХПІ»

Олексій ШЕСТОПАЛОВ



Володимир БАЙРАЧНИЙ



Олег АДАШЕВСЬКИЙ

ДОДАТОК Д

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Державна дослідна станція птахівництва

Інституту тваринництва НААН

Катеринич Олег Олександрович

19. вересня 2024р

АКТ

Впровадження результатів дисертаційної роботи

Комісія у складі: від Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: здобувач Адашевський Олег Володимирович, завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Шестопалов Олексій Валерійович, проф. кафедри хімічної техніки та промислової екології, к.т.н. Байрачний Володимир Борисович; від Державної дослідної станції птахівництва Інституту тваринництва НААН: директор, д.с.-г.н. Катеринич Олег Олександрович підтверджуємо, що при виконанні дисертаційної роботи Адашевського О. В. «Екологізація кондитерських виробництв шляхом утилізації відходів» було досліджено поживну цінність твердих відходів кондитерських виробництв органічного складу, які утворюються на етапі виробництва та споживання готової продукції, а саме відходів печива та вафель різного типу. За результати досліджень було розроблено рецепти комбікормів для годівлі бройлерів за умови дотримання запропонованої автором технології їх виготовлення та зберігання комбікормів.

Передані рецепти можуть використовуватися при розробці та модифікації складу комбікормів для бройлерів та відповідають загальній концепції циркулярної економіки та сталого розвитку агропромислового комплексу.

Вищезначені матеріали передані на безоплатній основі, а цей акт не несе фінансових зобов'язань між сторонами.

Від Державна дослідна станція

птахівництва

Інституту тваринництва НААН

 Олег КАТЕРИНІЧ

Від НТУ «ХПІ»

 Олексій ШЕСТОПАЛОВ

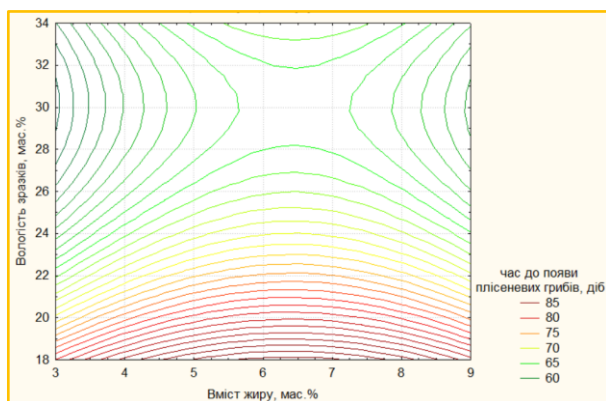
 Володимир БАЙРАЧНИЙ

 Олег АДАШЕВСЬКИЙ

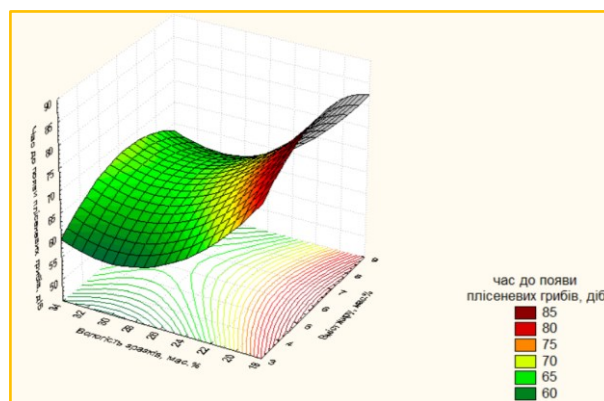
Від НТУ «ХП»
Олексій ШЕСТОПАЛОВ
Володимир БАЙРАЧНИЙ
Олег АДАШЕВСЬКИЙ

ДОДАТОК Ж

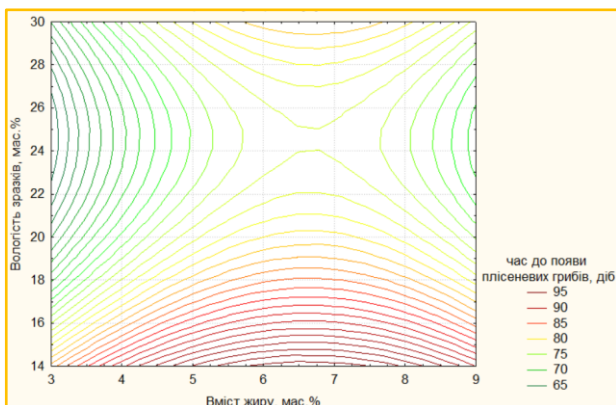
ЕМПІРИЧНІ РІВНЯННЯ ДЛЯ ОПИСУ ЗАЛЕЖНОСТІ ЧАСУ ПОЯВИ
ПЛІСЕНЕВИХ ГРИБІВ ВІД ВОЛОГОСТІ ЗРАЗКІВ ТА ВМІСТУ ЖИРУ ДЛЯ
ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБНИЦТВ, ЯКІ
ЗБЕРІГАЮТЬСЯ ПІД НАВІСОМ



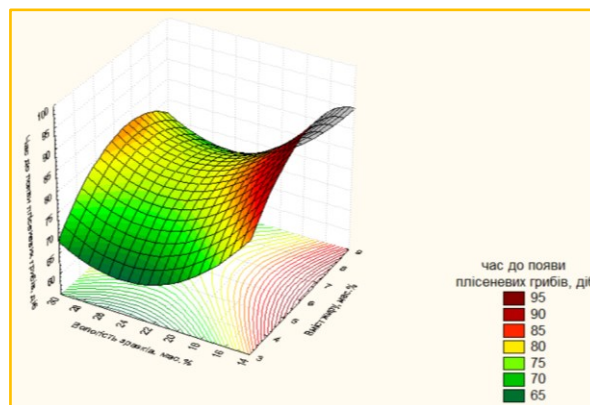
а



б



в

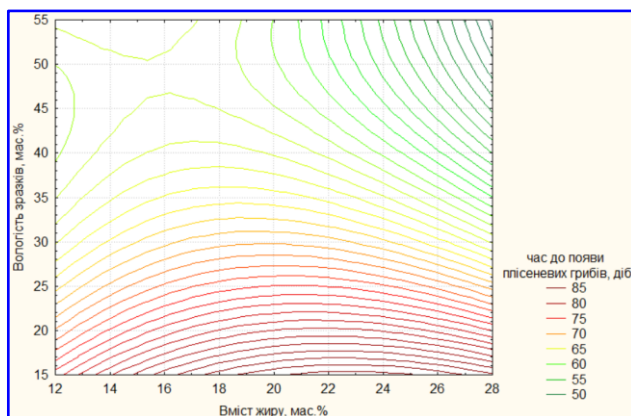


г

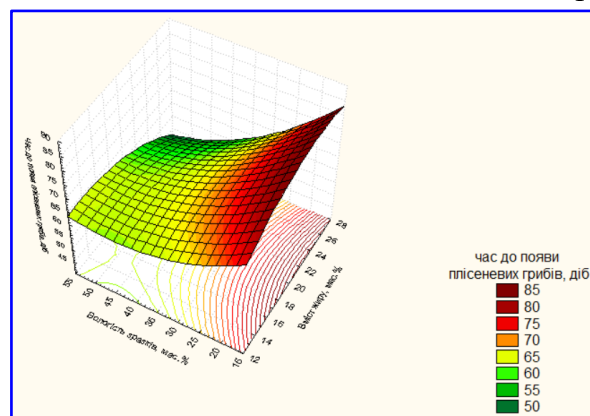
а – 2D візуалізація, зберігання у ВЛ період; б – 3D візуалізація зберігання у ВЛ період;

в – 2D візуалізація, зберігання в ОЗ період; г – 3D візуалізація зберігання в ОЗ період

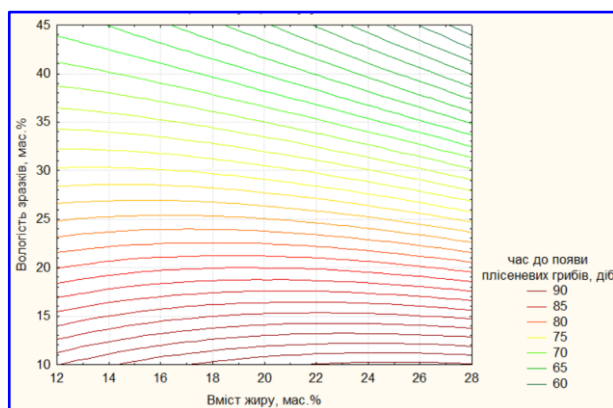
Рисунок Ж.1 – Залежність часу появи плісневих грибів від вологості
ТОВКВ з вмістом жиру до 10 г/ 100 г при зберіганні у різні пори року під
навісом



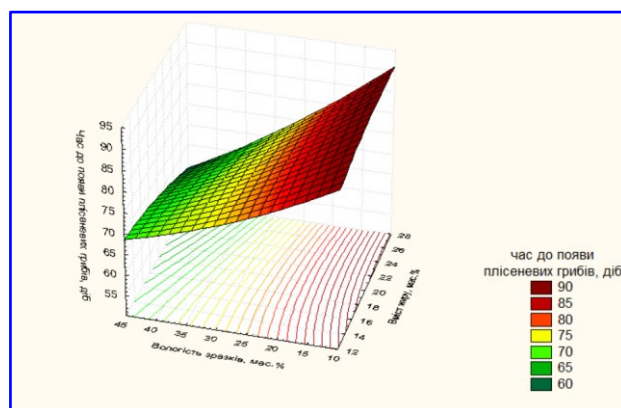
а



б



в



г

а – 2D візуалізація, зберігання у ВЛ період; б – 3D візуалізація зберігання у ВЛ період;
в – 2D візуалізація, зберігання в ОЗ період; г – 3D візуалізація зберігання в ОЗ період

Рисунок Ж.2 – Залежність часу появи плісневих грибів від вологості ТОВКВ з вмістом жиру більше 10 г/ 100 г при зберіганні у різні пори року під навісом

Таблиця Ж.1 – Емпіричні рівняння для визначення часу до появи плісневих грибів в залежності від вологості зразків та вміст жиру при зберіганні ТОВКВ під навісом у різні періоди року

Вміст жиру, мас. %	Період року	Емпіричне рівняння*
<10	ВЛ	$t = 173,4658 + 9,2076 \cdot x - 9,1643 \cdot y - 0,736 \cdot x^2 + 0,0095 \cdot x \cdot y + 0,1515 \cdot y^2$
<10	ОЗ	$t = 135,3603 + 13,2699 \cdot x - 8,3707 \cdot y - 1,0145 \cdot x^2 + 0,0112 \cdot x \cdot y + 0,1691 \cdot y^2$
>10	ВЛ	$t = 52,1611 + 4,4591 \cdot x - 0,9933 \cdot y - 0,0857 \cdot x^2 - 0,0365 \cdot x \cdot y + 0,0161 \cdot y^2$
>10	ОЗ	$t = 84,5792 + 1,1891 \cdot x - 0,6044 \cdot y - 0,0192 \cdot x^2 - 0,0223 \cdot x \cdot y + 0,0058 \cdot y^2$

Примітка: t – час до появи плісневих грибів, діб; x – вміст жиру, мас.%; y – вологість ТОВКВ, мас. %.

ДОДАТОК К

РЕЗУЛЬТАТИ МІКОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

УКРАЇНА
УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
"ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ І
КЛІНІЧНОЇ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ"
№00497087

№ 534 від "23" жовтня 2024 р.
61023, м.Харків, вул.Пушкінська,83

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Директор ННЦ «ІЕКВМ»,
док.вет. наук, професор
А.П. ПАЛІЙ
2024 р.



ВИСНОВОК

за результатами досліджень проби відходів, яка надійшла від приватної особи, м. Харків.

У лабораторію токсикології, безпечності та якості с/г продукції ННЦ «ІЕКВМ» 15.10.2024 р. надійшла одна проба сировини у не запечатаному вигляді без акту відбору проб.

ТОКСИКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Мікологічні дослідження.

Дослідження проби проводили за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу, які включали первинне виділення, шляхом висіву у живильне середовище – агарі сусли та Чапека, виділення у чисту культуру, видову ідентифікацію. Ступінь контамінації мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г корму*.

Таблиця - Загальна контамінація та видовий склад мікроскопічних грибів, виділених з проби.

№ з/п	Назва кормів	Видовий склад виділених мікроскопічних грибів	Загальна контамінація мікроміцетами	Максимально допустимий рівень для кормів
1	Проба 1 Вафлі	<i>Aspergillus niger</i>	26,50×10 ⁴ спор у 1 грамі корму	5,0×10 ⁴ КУО, (колонієутворюючих одиниць) в 1 г корму) **

* Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» Затв. Держдепартаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р.

** Перелік максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин», № 131, Затв. Мін. Агropolітики та продовольства України 19.03.2012 р.

ВИСНОВОК:

За мікологічними дослідженнями вафель, які відповідають пробі 1, було встановлено надмірний ступінь контамінації мікроскопічними грибами, причому санітарно значущим видом *Aspergillus niger*.*

*Примітка. *Aspergillus niger* є нитчастим грибом і повсюдно поширений у навколишньому середовищі, як у ґрунті, так і у вигляді спор, що переносяться повітрям. Це економічно важливий патоген сільськогосподарських культур і викликає алергічні та інфекційні захворювання людини. Алергени *Aspergillus niger* важливі для професійних

алергічних захворювань і патофізіології респіраторних алергічних захворювань, де існує значне навантаження на здоров'я. Вплив алергену відбувається інгаляційним шляхом. Хоча було запропоновано кілька специфічних для *A. niger* алергенних білків, наразі вони недостатньо вивчені. Характерна перехресна реактивність з іншими видами роду *Aspergillus*. (Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов: Пер. с англ. [Текст] / учеб. пособие для вузов / О. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди; под общ. ред. Д.Г. Звягинцев. – М.: Мир, 2001. – 487 с.; Билай, В.И. Аспергиллы: определитель [Текст] / В.И. Билай, Э.З. Коваль.- К.: Наукова думка, 1988.-204 с.)

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

1. Провести знезараження доступним способом - двократне просушування за температури 180-200 °С тощо. (Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» (Затв. Держдепартаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р.).

2. Провести повторні мікологічні дослідження обробленої кави та після отримання негативного результату використовувати без обмежень для годівлі сільськогосподарських тварин.

23 жовтня 2024 року

В.о. зав. лаб., PhD



Коренева Ю.М.

Пров. наук. співр., канд. вет. наук



Ярошенко М.О.

ДОДАТОК Л

РЕЗУЛЬТАТИ МІКОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДО ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ГУМІНОВИМИ КИСЛОТАМИ

УКРАЇНА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
"ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ
І КЛІНІЧНОЇ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ"
Код ЄДРПОУ 00497087
61023, місто Харків,
вул.Сковороди Григорія. будинок 63

№ 242 від 19.06.2025р

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Директор ННЦ «ІЕКВМ»,
док.вет.наук, професор
А.П. ПАЛІЙ
2025 р.

ВИСНОВОК

за результатами досліджень проби відходів кондитерського виробництва, яка надійшла від приватної особи, м. Харків.

У лабораторію токсикології, безпечності та якості с/г продукції ННЦ «ІЕКВМ» 13.06.2025 р. надійшла одна проба сировини у не запечатаному вигляді без акту відбору проб.

ТОКСИКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Мікологічні дослідження.

Дослідження проби проводили за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу, які включали первинне виділення, шляхом висіву у живильне середовище – агари сусло та Чапека, виділення у чисту культуру, видову ідентифікацію. Ступінь контамінації мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г сировини*.

Таблиця - Загальна контамінація та видовий склад мікроскопічних грибів, виділених з проби.

№ з/п	Назва кормів	Видовий склад виділених мікроскопічних грибів	Загальна контамінація мікроміцетами	Максимально допустимий рівень для кормів
1	Проба 1 Відходи вафель	<i>Aspergillus niger</i> , <i>дріжджеподібні гриби</i> , <i>Rhodotorula rubra</i> .	43,75×10 ⁴ спор (клітин) у 1 грамі корму	5,0×10 ⁴ КУО, (колонієутворюючих одиниць) в 1 г корму) ** у

* Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» Затв. Департаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р.
** Перелік максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин», № 131, Затв. Мін. Агрополітики та продовольства України 19.03.2012 р.

ВИСНОВОК:

За мікологічними дослідженнями відходів вафель, які відповідають пробі 1, було встановлено перевищення максимально допустимого ступеня контамінації мікроскопічними грибами у 8,75 разів за рахунок дріжджеподібних грибів*.

Примітка.

1. *Дріжджеподібні гриби – це факультативні анаероби, які зброджують вуглеводи з утворенням спирту і діоксиду вуглецю. Інтенсивне розмноження дріжджів веде до значних втрат і сприяють створенню умов для росту і розвитку плісневих грибів, зокрема родів *Aspergillus*, *Penicillium* і *Fusarium*. (В.И. Билай, З.А. Курбацкая. Определитель токсинообразующих микромицетов. К.: Наукова думка. 1990. 234 с.).

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

1. Провести знезараження доступним способом - двократне просушування за температури 180-200 °С тощо. (Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» (Затв. Держдепартаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р.).

2. Провести повторні мікологічні дослідження оброблених вафель та після отримання негативного результату використовувати без обмежень для годівлі сільськогосподарських тварин.

19 червня 2025 року

Зав. лаб. токсикології, безпечності та якості с.-г. продукції, PhD



Коренева Ю.М.

Пров. наук. співр., канд. вет. наук



Ярошенко М.О.

ДОДАТОК М

РЕЗУЛЬТАТИ МІКОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПІСЛЯ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ГУМІНОВИМИ КИСЛОТАМИ

УКРАЇНА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
"ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ
І КЛІНІЧНОЇ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ"
Код ЄДРПОУ 00497067
61023, місто Харків,
вул.Сковороди Григорія, будинок 83
№ 271 від 19.06.2025

ЗАТВЕРДЖУЮ:



ВИСНОВОК

за результатами досліджень проби відходів кондитерського виробництва, яка надійшла від приватної особи, м. Харків.

У лабораторію токсикології, безпеки та якості с.-г. продукції ННЦ «ІЕКВМ» 09.06.2025 р. надійшла одна проба сировини у не запечатаному вигляді без акту відбору проб.

ТОКСИКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Визначення загальної токсичності за біопробою на білих мишах.

Проба 1 – відходи вафель, оброблені гуміновими кислотами (лужний розчин) – біопроба негативна (за умов 100 % введення до основного раціону).

Мікологічні дослідження.

Дослідження проби проводили за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу, які включали первинне виділення, шляхом висіву у живильне середовище – агарі сусло та Чапека, виділення у чисту культуру, видову ідентифікацію. Ступінь контамінації мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г сировини*.

Таблиця - Загальна контамінація та видовий склад мікроскопічних грибів, виділених з проби.

№ з/п	Назва кормів	Видовий склад виділених мікроскопічних грибів	Загальна контамінація мікроміцетами	Максимально допустимий рівень для кормів
1	Проба 1 Відходи вафель, оброблені гуміновими кислотами (лужний розчин)	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus microsporus</i> , дріжджеподібні гриби	22,75×10 ⁴ спор (клітин) у 1 грамі корму	5,0×10 ⁴ КУО, (колонієутворюючих одиниць) в 1 г корму)**
* Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» Затв. Держдепартаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р. ** Перелік максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин», № 131, Затв. Мін. Агрополітики та продовольства України 19.03.2012 р.				

Примітка.

1. *Дріжджеподібні гриби – це факультативні анаероби, які зброджують вуглеводи з утворенням спирту і діоксиду вуглецю. **Інтенсивне розмноження дріжджів** веде до значних втрат і сприяють створенню умов для росту і розвитку плісневих грибів, зокрема родів *Aspergillus*, *Penicillium* і *Fusarium*. (В.И. Билай, З.А. Курбацкая. Определитель токсинообразующих микромицетов. К.: Наукова думка. 1990. 234 с.).

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

1. Провести знезараження доступним способом - **двократне просушування за температури 180-200 °С тощо.** (Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці і поліпшенню якості кормів» (Затв. Держдепартаментом ветмедицини АПК України №15-14/73 від 6.03.1998 р.).

2. Провести повторні мікологічні дослідження оброблених вафель та після отримання негативного результату використовувати без обмежень для годівлі сільськогосподарських тварин.

19 червня 2025 року

Зав. лаб. токсикології, безпеки та якості с.-г. продукції, PhD



Коренева Ю.М.

Пров. наук. співр., канд. вет. наук



Ярошенко М.О.

г.не

по

том

них

без

отъ

жим

бів,

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.

кая.