

Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра прикладної екології та природокористування

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи  
магістра

на тему: «**Аналіз екологічних аспектів утилізації соняшникового  
лушпиння як відходів виробництва**»

601-мТЗ 10578417 ПЗ

Виконала студентка групи 601-мТЗ  
спеціальності 183 Технології захисту  
навколишнього середовища

П.Д. Годована

Керівник:  
д.т.н., професор

В.В. Вамболь

Рецензент:  
Начальник відділу...  
Департаменту екології та  
природних ресурсів  
Полтавської обласної  
військової адміністрації

І.В.Лебідь

**Форма № Н-9.01**

Національний університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра прикладної екології та природокористування  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (Ілляш О.Е.)

(підпис)

(ПІБ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ року

(дата)

**З А В Д А Н Н Я**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

**ГОДОВАНІЙ ПОЛІНІ ДМИТРІВНІ**

1. Тема роботи **«Аналіз екологічних аспектів утилізації соняшникового лушпиння як відходів виробництва».**

Керівник роботи **Вамболь Віола Владиславівна**, д.т.н., професор,  
затверджені наказом ректора Національного університету «Полтавська  
політехніка імені Юрія Кондратюка від «04» вересня 2023 року № 986-ф.а.

2. Строк подання студентом роботи 12.01.2023 р.  
(дата)

3. Вихідні дані до роботи: Закони України: «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2023 року», а також Урядовими постановами і наказами.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Аналіз економічних та екологічних способів утилізації відходів жиро-олійних виробництв, Пошук та вдосконалення вже існуючих методів, Загальна характеристика умов, які сприяють покращенню екологічної ситуації, Функціональна структура та доцільне обґрунтування кожного з методів утилізації, Соціально-економічні наслідки правильного походження з продуктами вторинного походження.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): рисунки, картографічний матеріал, ілюстрації, електронна презентація, десять аркушів формату А3, титульний та заключний аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання 02.10.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи   | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Обґрунтування теми і мети дослідження   | 29.09.2023                    |          |
| 2     | Робота із інформаційними джерелами (підбір, аналіз, узагальнення)   | 01.10.2023-04.10.2023         |          |
| 3     | Опрацювання динаміки роботи ПРАТ Кропивницький ОЕЗ в Україні.   | 05.10.2023-07.10.2023         |          |
| 4     | Опрацювання методів утилізації шляхом спалювання у когенераційних установках.                                   | 10.10.2023-21.10.2023         |          |
| 5     | Опрацювання методів грибовництва та використання у кормах для тварин  | 23.10.2023-26.10.2023         |          |
| 6     | Дослід використання лушпиння соняшника для вирішення енергетичних проблем                                       | 27.10.2023-05.11.2023         |          |
| 7     | Опрацювання стартап проектів по альтернативним джерелам утилізації.   | 07.11.2023-12.11.2023         |          |
| 8     | Проведення досліджень та виявлення найбільш доцільного методу утилізації  | 14.11.2023-19.11.2023         |          |
| 9     | Функціональна структура та техніко-економічне обґрунтування отримання вторинної сировини із продуктів переробки | 22.11.2023-30.11.2023         |          |
| 10    | Соціально-економічні та екологічні наслідки правильної утилізації відходів                                      | 01.12.2023-05.12.2023         |          |
| 11    | Опрацювання зібраних матеріалів   | 06.12.2023-12.12.2023         |          |
| 12    | Укладання та оформлення роботи  | 13.12.2023-20.01.2024         |          |
| 13    | Захист кваліфікаційної роботи   | 24.01.2024                    |          |

Студентка \_\_\_\_\_ Годована П.Д

( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Вамболь В.В.

( підпис )

## ЗМІСТ

|   |       |
|---|-------|
| ЗАВДАННЯ.....   | ..... |
| ВСТУП.....  | 7     |
| РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ<br>ЛУШПИННЯ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ .....                                     | 12    |
| Висновки до першого розділу.....  | 16    |
| РОЗДІЛ 2. ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯШНИКОВОГО<br>ЛУШПИННЯ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО<br>ЗАКОНОДАВСТВА.....                        | 18    |
| Висновки до другого розділу.....  | 20    |
| РОЗДІЛ 3. СОНЯШНИКОВЕ ЛУШПИННЯ ЯК ВИД ОРГАНІЧНИХ<br>ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-<br>ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ..... | 21    |
| 3.1. Характеристика соняшnikового лушпиння за природою<br>та хімічним складом.....  | 21    |
| 3.2. Економічні аспекти використання соняшnikового лушпиння.....  | 23    |
| Висновки до третього розділу.....   | 29    |
| РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПІДХОДІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ<br>СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ В УКРАЇНІ.....                                     | 31    |
| 4.1. Використання соняшnikового лушпиння в кормах для тварин.....   | 31    |
| 4.2. Отримання рослинних восків із соняшnikового лушпиння.....  | 33    |
| Висновки до четвертого розділу.....   | 38    |
| РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО<br>ЛУШПИННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОБЛЕМ.....                    | 39    |
| 5.1. Соняшnikове лушпиння як сировина для виробництва біопалива.....  | 39    |
| 5.2. Соняшnikове лушпиння як сировина для виготовлення паливних<br>брикетів .....   | 43    |
| 5.3. Організаційно-економічні та екологічні аспекти виробництва та<br>застосування пелет із соняшnikового лушпиння.....       | 51    |
| 5.4. Соняшnikове лушпиння як сировина для виробництва пару та<br>електричної енергії.....                                     | 60    |
| 5.5. Утилізація соняшnikового лушпиння шляхом газифікації з<br>отриманням генераторного газу.....                             | 62    |
| Висновки до п'ятого розділу.....  | 67    |

|  |     |
|--|-----|
| РОЗДІЛ 6. КОНЦЕПЦІЇ СТАРТАП-ПРОЄКТІВ ІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ..... | 69  |
| 6.1. Стартап-проект виготовлення картону із соняшникового лушпиння...69                                |     |
| 6.2. Стартап-проект вирощування грипопродукції на субстраті зі соняшниковго лушпиння.....              | 73  |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....   | 78  |
| ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....   | 81  |
| ДОДАТОК А. Картографічні матеріали.....  | 89  |
| ДОДАТОК Б. Фотоілюстративні матеріали .....  | 90  |
| ДОДАТОК В. Табличні матеріали.....   | 91  |
| ДОДАТОК Г. Публікації автора.....  | 94  |
| ДОДАТОК Д. Структурно-логічна схема проведення досліджень.....   | 104 |

## ВСТУП

На сьогоднішній день через значне навантаження на навколишнє природне середовище перед людством стоїть питання утворення, накопичення, переробки та утилізації відходів на олійно-екстракційних виробництвах. За даними експертів: усього за січень-вересень 2022р. обсяг переробки олійних культур в Європейському Союзі (далі – ЄС) досяг 27,4 млн. т, що на 2% поступається значенню відповідного періоду попереднього року [20]. Загалом, залишки лушпиння становлять приблизно 14,3-14,6% від загальної кількості лушпиння, що піддається переробці. Згідно цієї інформації ми можемо зробити висновки, що на олійно-екстракційному заводі, продуктивністю 100 т на добу, кожного дня після отримання кінцевого продукту залишається приблизно 14,5 т лушпиння. Впоратись із такою кількістю відходів задача не проста та енерговитратна для більшості підприємств, тому дана проблема є актуальною не тільки для України, а й для всього світу. В рамках даної роботи нами розглянуто декілька способів утилізації, досконало проаналізуємо кожен із загальнодоступних та серед представлених визначимо найбільш доцільний та актуальний спосіб утилізації.

Дана проблема актуальна й для України, оскільки в багатьох містах країни побудовані й функціонують олійно-екстракційні заводи, які спричинюють значне забруднення навколишнього середовища, зокрема й атмосферного повітря.

Оскільки президентом України 28 лютого 2022 року було подано заявку на вступ до ЄС з подальшою асиміляцією в єдиний ринок ЄС та вступом до ЄС, перед країною гостро постає питання дотримання відповідних умов та вимог, які були висунуті представниками Європейського парламенту. Директива #2008/98/ЄС містить відповідну класифікацію поводження з відходами, їх перелік та дії з небезпечними речовинами, заборону змішувати небезпечні відходи тощо. За підрахунками, після виробництва на олійно-

екстракційному заводі, кінцевим продуктом якого є олія або шорт, лишаються відходи у вигляді соняшникового лушпиння від насіння в кількості 11-16%, що становить біля 20-150 тонн відходів на добу.

Як і на більшості підприємств подібного типу, відходи у вигляді соняшникового лушпиння раніше утилізували шляхом виготовлення підстилок для худоби або на птахоферми, вивезенням на сміттєзвалища, використанням як біологічного добрива або спалюванням звичайним способом. Проте, декілька років тому компанія вирішила оптимізувати використання відходів, що залишаються після виробництва олії та інвестували \$248 млн. у сім теплових біоелектростанцій, які вироблятимуть електричну енергію шляхом спалювання лушпиння соняшника по всій території України.

Серед багатьох методів утилізації соняшникового лушпиння є ті, що викликають певні сумніви стосовно доцільності застосування, оскільки деякі з них є екологічно необґрунтованими і спричиняють вторинні екологічні проблеми. Проводячи аналіз ринку, із року в рік сировинні ресурси соняшника збільшуються і, як наслідок, на порядку денному постає питання перероблення лушпиння найбільш доцільним для навколишнього середовища способом та отриманням від цього процесу екологічних переваг.

Проблема пошуку та впровадження екологічно доцільних і економічно ефективних шляхів утилізації соняшникового лушпиння від потужних підприємств олійно-жирової галузі й від дрібних приватних олійниць є надзвичайно важливою і з точки зору його утилізації як відходів органічного походження, так і економічно виправданих методів його застосування в різних сферах господарювання, зокрема і щодо енергозабезпечення.

І для Полтави – обласного центру України ця проблема є актуальною, оскільки на території міста функціонує потужне підприємство олійно-жирової галузі – «Полтавський олійно-екстракційний завод» із групи «Кернел» зі значними обсягами виробництва та відходів, у тому числі й



соняшникового лушпиння, які потребують регулювання в контексті сталого розвитку.

**Метою дослідження** є з'ясування екологічних та економічних аспектів утилізації соняшникового лушпиння в Україні.

**Об'єктом наукового дослідження** є: процеси утилізації соняшникового лушпиння як виду органічних відходів рослинного походження.

**Предметом наукового дослідження** є: аналіз різних шляхів утилізації соняшникового лушпиння та визначення їх екологічної доцільності та економічної ефективності.

Для реалізації визначеної мети дослідження нами вирішувались такі основні **завдання**:

- висвітлити проблему утилізації соняшникового лушпиння як виду відходів органічного походження;
- охарактеризувати природу, хімічний склад та потенційні можливості застосування соняшникового лушпиння в аспекті безвідходного виробництва;
- з'ясувати екологічні та економічні аспекти способів використання соняшникового лушпиння як побічного продукту підприємств олійно-жирової галузі;
- запропонувати стартап-ідеї альтернативного використання соняшникового лушпиння.

**Наукова новизна** результатів досліджень: у кваліфікаційні роботі набула подальшого розвитку проблема утилізації органічних відходів рослинного походження, а саме соняшникового лушпиння, в контексті енергетичних відновлювальних технологій та отриманні органічної продукції.

**Практичне значення** результатів наукового дослідження полягає в аналізі доцільності використання лушпиння як вторинної сировини та розробці практичних рекомендацій щодо утилізації соняшникового лушпиння, яке є одним із основних відходів олійно-екстракційних заводів практично у всіх середніх і великих містах України. Визначення який саме

спосіб утилізації призведе до покращення екологічної ситуації в містах, відкриє можливості створення при олійно-екстракційних заводах дочірних підприємств із робочими місцями або ж відповідних структурних підрозділів із розширенням виробництва. Отримані результати досліджень можуть бути використані для розробки стартапів за фінансової підтримки з різних джерел фінансування, проєкт одного з яких запропоновано у кваліфікаційній роботі.

**Апробація результатів досліджень.** Деякі результати аналізу та узагальнення наявних матеріалів щодо утилізації соняшникового лушпиння лягли в основу сумісних публікацій автора, вміщених у збірниках двох міжнародних науково-практичних конференцій (додаток В):

*Смоляр Н., Годована П. Екологічна складова проблеми використання соняшникового лушпиння // Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023 : Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля» (21-22 вересня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. С. 86–87 [24].*

*Годована П.Д., Смоляр Н.О. Методи та шляхи утилізації соняшникового лушпиння // Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (7-8 грудня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. С.141–143 [23].*

**Зв'язок із науковими темами та програмами кафедри.** Кваліфікаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» за напрямом «поводження з відходами».

**Особистий внесок магістранта.** Кваліфікаційна робота становить самостійну наукову працю. Усі наукові положення, результати і висновки, що виносяться на захист, отримано автором особисто.

Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі прикладної екології та природокористування Національного університету «Полтавська політехніка

імені Юрія Кондратюка» упродовж 2023-2024 років на основі даних, отриманих у ході накопичувального аналізу друкованих та оприлюднених різними способами в науковому інформаційному просторі матеріалів, присвячених проблемі утилізації соняшникового лушпиння як відходів переробки соняшнику на підприємствах олійно-жирової галузі в способи, які екологічно доцільні та економічно ефективні, графічні матеріали до роботи розроблені у програмі Figma.

**Методи дослідження.** В основу досліджень покладено методи системного аналізу, аналітичного огляду, співставлення, порівняння та інші, з використанням економічної обґрунтованості проєктів за методом «старт-тапу».

**Структура роботи.** Зміст кваліфікаційної роботи включає вступ, шість основних розділів із підрозділами, висновки до розділів, загальні висновки, список використаних інформаційних джерел, додатки (табличні матеріали, фотоілюстративні матеріали, картосхеми). Основний текст роботи висвітлений на 80 сторінках машинописного тексту, загальний обсяг роботи – 115 сторінки. Текст роботи ілюстрований таблицями та рисунками.

## **РОЗДІЛ 1.**

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ЛУШПИННЯ СОНЯШНИКА В УКРАЇНІ**

На порядку денному ХХІ століття в усьому світі постає питання переробки продуктів вторинної сировини. Суспільство перетнуло межу, коли соціально-економічний розвиток держави неодмінно треба розглядати через призму зв'язку з оточуючим середовищем. Сучасні екологічні проблеми впливають не лише на наше сьогодення, а й на майбутнє життя наших нащадків, оскільки деякі забруднення мають ефект накопичення і в подальшому призведуть до незворотних наслідків. При неналежному аналізі ситуації та без вчасного усунення проблеми людство буде змушене стикатись з катастрофічними наслідками. Забруднення, виснаження природних ресурсів, утилізація відходів неналежним чином тощо. Все це робить непридатним воду, повітря, ґрунт для нормальної життєдіяльності людини на планеті в майбутньому. Забруднення земель здебільшого викликано промисловими відходами, що у свою чергу, позбавляють ґрунт необхідних поживних речовин. Гази й токсини, випущені промисловими підприємствами, заводами, фабриками є наслідком спалювання палива.

Останнім часом учені з усього світу приходять до висновку, що утилізація відходів є необхідною, але у той же час неправильна поведінка з продуктами вторинного походження призводить до загрози життєдіяльності людини. Дуже часто під виглядом токсичних відходів значна кількість вторинної сировини повертається у навколишнє середовище після роботи промислових підприємств. Це все є наслідком неадекватної утилізації таких відходів, їх неналежним транспортуванням, неправильною обробленням та знищенням. Більшість підприємств необладнані системами переробки і тому дуже часто єдиний шлях, який чекає на відходи після отримання кінцевого продукту – це вивезення на сміттєзвалища, що нерідко є причиною

самозагорань, під час якого надмірна кількість токсичних речовин опиняється в атмосфері.

Найчастіше при виробництві олійно-жирової промисловості утворюються побічні продукти: лушпиння, жирові погони дезодорації та інші, які добре підходять для використання в кормових цілях. Однак, для деяких відходів можна підібрати й більш раціональне застосування.

При застосуванні відповідних технологій і їх цільового спрямування лушпиння відокремлюється при підготовці насіння соняшнику до вилучення олії в процесі обвалування. При виділенні ядра соняшника на маслопресових заводах утворюється значна кількість лушпиння – близько 14% від загальної кількості насіння. Утилізувати її в таких обсягах затратно і складно. Але на сьогодні вже відомо ряд варіантів вигідної утилізації соняшникового лушпиння зі значними екологічними та економічними ефектами.

В Україні такої сировини багато – наприклад, обсяги виробництва у 2006 році становили майже 1,9 млн. тонн олії із насіння соняшника. Разом із цим, після державних цільових програм у сфері розвитку українських сел, зростання обсягів урожаю соняшника набуло високих показників, у сільському господарстві спостерігається збільшення посівних площ соняшника. Аграрії зрозуміли, що їм вигідно займатись вирощуванням даної культури, бо це є майже безвідходним виробництвом. Відповідно, така ситуація на ринку стала підґрунтям для формування значних обсягів відходів.

У 2018 році під посіви культури соняшника в Україні виділялося понад 20% усіх існуючих посівних площ – це понад 6 000 000 гектарів. Популярність культури обґрунтована високим рівнем її рентабельності. Як зазначають фахівці, у 2017 році рівень рентабельності сягав 41%. Хоча абсолютний максимум було зафіксовано у 2015 році – тоді рентабельність становила 80% [21], що засвідчують дані таблиці 1.

**Таблиця 1 – Урожайність культури соняшника в Україні**

| <b>Рік</b> | <b>Урожай культури соняшника в Україні, млн. т</b> |
|------------|--|
| 2013       | 10,2   |
| 2014       | 10,10  |
| 2015       | 11,2   |
| 2016       | 13,5   |

Щорічне зростання посівної площі соняшника, підвищення кількості врожаю, призводить, відповідно, до зростання кількості відходів, які, в свою чергу, також необхідно безпечно та цивілізовано утилізувати.

У зв'язку з повномасштабним вторгненням агресора на територію України, ці прогресуючі тенденції вирощування соняшнику та його переробки, не є об'єктивно прогнозованими через ряд об'єктивних і суб'єктивних причин (тимчасово окуповані території, зменшення посівних площ в Україні, зокрема й під соняшник, в тому числі й через ведення бойових дій, скорочення фермерських господарства та ін.), однак, за два роки війни (2022, 2023 роки) проблема утилізація соняшникового лушпиння на діючих промислових підприємствах олійно-жирової галузі та функціонування дрібних приватних олійниць – суб'єктів господарювання – є досить актуальною навіть в умовах воєнного часу.

У сучасних умовах соняшникове лушпиння здебільшого використовують таким чином:

- застосовують в якості сировини при виробництві фурфуролу, кормових дріжджів і етилового спирту;
- додають в подрібненому вигляді до грубих кормів у тваринництві;
- застосовують в садівництві в якості органічного добрива для розпушення і поліпшення ґрунту;
- застосовують в якості субстрату при вирощуванні грибів;
- з лушпиння соняшнику виготовляють декоративні теплозвукоізоляційні плити;
- використовують для отримання біогазу;

– використовують для виготовлення продуктів горіння, які можна розглядати як альтернативну паливну сировину.

Загальновідомо, що вироблене гранульоване паливо відрізняється зручністю зберігання й транспортування, а також екологічністю. Все це завдяки тому, що при спалюванні лушпиння соняшнику вуглекислого газу виділяється не більше, ніж при природному розкладанні деревини, і утворюється мізерно мала кількість шкідливих викидів. Відходами, які утворюються після спалювання соняшникового лушпиння, є, в основному, зола, яку можна використовувати як мінеральне добриво для рослин. Уже на сьогодні, вітчизняними виробниками пропонуються спеціальні котли, які в якості палива використовують навіть не тільки вироблені продукти з соняшникового лушпиння, а й саме лушпиння, навіть без його перероблення.

У цьому випадку основним продуктом згорання, а відповідно й отримання енергії, є плодова оболонка насіння соняшнику. Однак, її спалювання завдає шкоди навколишньому середовищу, тому на виробництві лушпиння частіше використовують як наповнювач при створенні деяких будматеріалів. Для цього є кілька підстав:

- лушпиння, на відміну від тирси, не містить додаткових домішок на кшталт піску чи пилу;
- у складі лушпиння немає розчинних цукрів, які можуть негативно вплинути на затвердіння будматеріалів;
- при використанні лушпиння знижуються матеріаломісткість та ціна будматеріалів, досягається економія енергоресурсів.

Водночас таке використання відходів олійно-жирового виробництва не єдиний доступний варіант.

Проблема утилізації значних обсягів соняшникового лушпиння досить актуально постає й для міста Полтави – обласного центру України, на території якого теж функціонує одне із найбільш потужних підприємств – суб'єкт господарювання і, водночас, джерело забруднення навколишнього середовища – «Полтавський олійно-екстракційний завод».

Основним кінцевим продуктом підприємства «Полтавський олійно-екстракційний завод» є сира та рафінована соняшникова олія. За інформацією, яку надають представники підприємства (на рівні показників 2021 року – довоєнного часу), потужність переробки сировини становить майже 430 тис. т насіння на рік. А відходи в кількості 11-16% [3], які лишаються у вигляді соняшникового лушпиння, зазвичай утилізували шляхом звичайного вивезення на сміттєзвалища або спалювання, іноді вдавались до виготовлення підстилок для худоби чи використовували як біологічне добриво.

Хоча, підприємства, в результаті роботи яких залишаються відходи у вигляді макухи або лушпиння, зобов'язані вести облік, оскільки даний вид сировини прирівняно до вторинних ресурсів. Деякі методи утилізації є досить сумнівними через те, що на практиці їх використання виявилось екологічно необґрунтованим, а згодом вони можуть стати причиною ще більших екологічних негараздів.

Тому вивчення екологічно доцільного й економічно ефективного досвіду утилізації соняшникового лушпиння постає актуально й для полтавського регіону, зокрема міста Полтави, на території якого функціонує підприємство олійно-жирової галузі відомої групи «Кернел» – «Полтавський олійно-екстракційний завод» з відповідними обсягами виробництва та відходів, зокрема й соняшникового лушпиння.

### **Висновки до першого розділу:**

Соняшникове лушпиння належить до відходів органічного походження, утилізація якого раніше, а почасти й дотепер зводиться до прямого спалювання в навколишньому середовищі або ж вивезення на поля чи сміттєзвалища.

При застосуванні відповідних технологій і їх цільового спрямування лушпиння відокремлюється при підготовці насіння соняшнику до вилучення



олії в процесі обвалування. При виділенні ядра соняшнику на підприємствах олійно-жирової галузі утворюється значна кількість лушпиння – близько 14% від загальної кількості насіння. Утилізувати її в таких обсягах затратно і складно. Але на сьогодні вже відомо ряд варіантів вигідної утилізації соняшникового лушпиння зі значними екологічними та економічними ефектами.

Щорічне зростання посівної площі соняшника, підвищення кількості врожаю, призводить, відповідно, до зростання кількості відходів, які, в свою чергу, також необхідно безпечно та цивілізовано утилізувати.

У сучасних умовах соняшникове лушпиння здебільшого використовують таким чином: застосовують в якості сировини при виробництві фурфуролу, кормових дріжджів і етилового спирту; додають в подрібненому вигляді до грубих кормів у тваринництві; застосовують в садівництві в якості органічного добрива для розпушення і поліпшення ґрунту; застосовують в якості субстрату при вирощуванні грибів; із лушпиння соняшнику виготовляють декоративні теплозвукоізоляційні плити; використовують для отримання біогазу; використовують для виготовлення продуктів горіння, які можна розглядати як альтернативну паливну сировину.

## **РОЗДІЛ 2.**

### **ПРОБЛЕМА УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА**

Директива 2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року «Про відходи та скасування окремих Директив» передбачає в процесі імплементації шляхом розроблення національних законодавчих актів, зокрема Рамкового закону «про управління відходами» та інших законів, які перебувають на різних стадіях підготовки, проте досі не прийняті і не набули чинності Розпорядженням кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року №820-р схвалено Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року [25].

Стратегія визначає головні напрями державного регулювання в сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів із питань управління відходами, що базуються на положеннях, зокрема таких:

1. Рамкової Директиви №2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року «про відходи та скасування деяких директив».

2. Директиви Ради №1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року «Про захоронення відходів». Реалізація цієї Стратегії здійснюється в три етапи:

- перший 2017-2018 роки;
- другий 2019-2023 роки;
- третій 2024-2030 роки.

Щодо дотримання вимог природоохоронного законодавства та законодавства про відходи під час переробки соняшника зазначимо, що жодна посадова особа, в тому числі й державний інспектор з охорони навколишнього природного середовища, на власний розсуд не можуть визначати належність або ж неналежність лушпиння соняшнику до відходів. Вказане питання повинно було бути врегульованим в Робочому проєкті

виготовлення олії з соняшнику, який розроблений сертифікованим проєктувальником та мати висновок комплексної експертизи.

Статтею 1 Закону №187 визначено:

- відходи будь-які речовини, матеріал і предмети, що утворилися в процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання з місцем їх утворення чи виявлення і від яких власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення;
- відходи як вторинна сировина – відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови. До того ж, у ст. 17 Закону №187 вказано, що до обов'язків суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з відходами належить:
  - а) забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, що відповідає вимогам екологічної безпеки;
  - б) здійснювати організаційні, науково-технічні та технологічні заходи для максимальної утилізації відходів, реалізації чи передачі іншим споживачам або підприємствам, установам та організаціям, що займаються збиранням, обробленням а утилізацією відходів, а також забезпечувати за власний рахунок екологічно обгрунтоване видалення тих відходів, що не підлягають утилізації.

Таким чином, Законом №187 передбачено два альтернативних напрями поводження з відходами: утилізація (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів) та видалення (в основному шляхом захоронення та знищення (знешкодження)).

Зазначимо, що сплату екологічного податку за утворення відходів, утилізацію відходів або підготовчі операції до утилізації чи видалення відходів Законом №187 не передбачено.

За результатами аналізу зазначених вище норм очевидним є те, що підприємство зобов'язане здійснювати комплекс заходів із використання лушпиння соняшника в якості відходів як вторинного сировини, наприклад, для виготовлення паливних брикетів, для спалювання у власній котельні чи твердопаливному котлі та здійснювати правильний бухгалтерський облік.

Якщо Робочим проектом на підприємстві передбачені такі заходи, то лушпиння соняшника використані в якості відходів як вторинного сировини і вважаються утилізованими в межах підприємства і не потребують отримання дозвільних документів на поводження з відходами, розроблення паспорту відходу та сплати екологічного податку.

### **Висновки до другого розділу:**

Правовою підставою для поводження з відходами, в тому числі й органічного походження (рослинної біомаси) є ряд прийнятих в Україні законодавчих документів і концепцій, які підлягають емпліментації, що пов'язано з перспективами вступу України до Євросоюзу.

Розпорядженням кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року №820-р схвалено Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року, в якій визначено головні напрями державного регулювання в сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів із питань управління відходами.

Законом №187 передбачено два альтернативних напрями поводження з відходами: утилізація (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів) та видалення (в основному шляхом захоронення та знищення (знешкодження)).

### РОЗДІЛ 3.

## СОНЯШНИКОВЕ ЛУШПИННЯ ЯК ВИД ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО- ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ

### 3.1. Характеристика соняшникового лушпиння за природою та хімічним складом

Соняшникове лушпиння належить до типів механічних типів відходів на підприємствах олійно-жирової галузі та дрібних приватних олійниць.

Ззовні лушпиння соняшника являє собою лусочки чорного кольору, має специфічний, але не різкий запах, гранулометричний склад якого характеризується великим вмістом частинок із розмірами 1x10 мм (рис. Б.1), що наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні властивості соняшникового лушпиння

| Найменування продукції | Щільність, т/м <sup>3</sup> | Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup> | Гранулометричний склад |           |           |          |             |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|----------|-------------|
|                        |                             |                                      | Зміст класу в %        |           |           |          |             |
| Соняшникове лушпиння   | 1,00                        | 0,25                                 | більше 10,00           | 10,0-5,00 | 5,00-1,00 | 1,00-0,5 | менше 10,00 |
|                        | 1,00                        | 0,25                                 | 0,20                   | 40,6      | 49,9      | 5,1      | 4,2         |

Фізико-хімічні властивості лушпиння соняшника, як органічного палива, наведені в таблиці 3 [11].

Аналіз хімічного складу лушпиння соняшника, виконаний на предмет визначення горючості, наведений у таблиці 2 свідчить про його ідентичність із паливом рослинного походження – деревиною і торфом.

А тому, враховуючи цю властивість, доцільно газифікувати лушпиння соняшника з метою отримання генераторного газу і мінерального залишку у вигляді золи, тобто ефективніше використовувати його з метою отримання енергії.

Таблиця 3 – Хімічний склад рослинної біомаси

| Найменування палива  | Склад палива % (мас.) |      |       |      |      |      |      | Теплотвірна здатність, кДж/кг, ккал/кг |
|----------------------|-----------------------|------|-------|------|------|------|------|--|
|                      | Cdt                   | Hdt  | Od    | Sdt  | Nd   | Wrt  | Ad   |  |
| Соняшникове лушпиння | 50,92                 | 6,31 | 33,2  | 0,17 | 1,12 | 4,66 | 3,62 | 6450,1543                              |
| Сосна (дрова)        | 50,2                  | 6,0  | 43,4  | -    | 0,4  | 20,0 | 1,2  | 4710,1125                              |
| Дуб (дрова)          | 50,35                 | 6,05 | 42,34 | -    | 1,26 | 20,0 | 1,2  | 4890,1169                              |
| Солома пшенична      | 50,0                  | 7,7  | 44,4  | 0,09 | 0,7  | 8,8  | 5,7  | 4646,1110                              |

Дані спектрального лабораторного аналізу, виконаного у сертифікованих лабораторіях АК «САТЕР» (м. Київ), показують, що золу (осередкові залишки), отриману в процесі газифікації лушпиння соняшника, за вмістом деяких хімічних елементів, зокрема, токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів (табл. 4) не доцільно використовувати як рудний концентрат при загальноприйнятих технологіях. На відміну від застосування в технологіях вихідної (рудної) речовини, зола, а точніше осередкові залишки, газифікації лушпиння соняшника, не містять шкідливих речовин в кількостях, що перевищують ГДК, і тому її можна використовувати як сорбент для очищення і розділення різних газів і рідин.

Таблиця 4 – Вміст в золі від соняшникового лушпиння токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів

| № з/п | Найменування хімічного елементу | Масова частка в % |
|-------|---------------------------------|-------------------|
| 1     | Свинець                         | 0,003             |
| 2     | Мідь                            | 0,004             |
| 3     | Титан                           | 0,065             |
| 4     | Миш'як                          | менше 0,005       |
| 5     | Марганець                       | 0,06              |
| 6     | Олово                           | 0,0003            |
| 7     | Нікель                          | 0,002             |
| 8     | Хром                            | 0,0015            |
| 9     | Кобальт                         | 0,0003            |
| 10    | Барій                           | 0,045             |

|    |          |             |
|----|----------|-------------|
| 11 | Літій    | менше 0,001 |
| 12 | Кадмій   | менше 0,001 |
| 13 | Цинк     | 0,0065      |
| 14 | Стронцій | менше 0,03  |

До того ж, екологічні переваги лушпиння соняшнику робить його використання можливим і в якості субстрату для вирощування грибопродукції, що буде охарактеризовано в наступному розділі.

Однак, здатність містити в собі деякі кольорові й важкі метали (таблиця 4), а також такі з них, що можуть надходити до лушпиння в результатів їх умісту в пестицидах, дефоліантах (речовинах, прискорювачах дозрівання насіння соняшнику при підготовці його до збирання врожаю) та інших речовинах хімічного захисту рослин соняшнику при його вирощуванні, слід враховувати ці факти при використанні соняшникового лушпиння в грибовиробництві, адже гриби, як губки, можуть із потоком речовин із субстрату (в даному випадку соняшникового лушпиння або продукції із нього) всмоктувати й шкідливі для організму людини елементи та сполуки із вжитою грибною продукцією.

Тому в кожному конкретному випадку рекомендуємо проводити спеціальні лабораторні аналізи перед вибором субстрату (партії соняшникового лушпиння) для грибовиробництва.

### **3.2. Економічні аспекти використання соняшникового лушпиння**

Станом на 2022 рік Україна (на час до повномаштабного вторгнення країни-агресора на територію України) посідала перше місце у світі за виробництвом соняшнику. Рослинні олії, поряд із зерновими та продуктами, їх перероблення, займають основні позиції на світовому ринку продовольства [22].

В Україні активно займаються утилізацією лушпиння соняшника, що привносить значну користь для різних секторів економіки.

У сільському господарстві соняшникове лушпиння використовується як корм для тварин, збагачуючи раціони худоби, птиці та інших видів і порід тварин. Це сприяє зниженню витрат на годування та підвищенню стійкості тваринницьких підприємств. Але, враховуючи низьку поживну користь, і в той же час значні обсяги відходів, які потребують утилізації цей метод не вирішує проблему.

У промисловості України лушпиння соняшника знаходить застосування у виробництві біопалива, що сприяє диверсифікації джерел енергії та провокує скорочення залежності від традиційних видів палива, зменшуючи об'єми викидів вуглецю. Також такий матеріал застосовується у виробництві різних матеріалів, таких як папір, картонні пакувальні матеріали, а також біокомпозити та ін. Все це не тільки сприяє створенню більш стійких та екологічно чистих матеріалів, а й знижує залежність економіки від традиційних енегетичних ресурсів.

Із позиції економічної вигоди утилізація лушпиння соняшника в Україні також важлива. Це створює додаткові джерела доходу для сільськогосподарських підприємств, покращуючи їх економічну стійкість. До того ж, зменшення обсягів сільськогосподарських відходів знижує необхідність їх утилізації, що може впливати на загальну екологічну ситуацію.

Міністерство енергетики України винесло на розгляд законопроект №9596, згідно якого пропонується запровадити нульову ставку екологічного податку на викиди CO<sub>2</sub>, що були отримані внаслідок спалювання біопалива. Оікується, що ухвалення відповідного законопроекту призведе до збільшення виробництва енергії з біопалива в Україні та в подальшому буде стимулювати підприємства використовувати паливо, яке виробляється з біологічно відновлюваних джерел органічного походження, до яких належить і соняшникове лушпиння. Додатково прийнято до уваги законопроект №9597, в якому запропоновано створити Реєстр установок, які замість звичайного палива використовують біопаливо. Ухвалення даних проєктів сприятиме:



- 1) Запровадженню в Україні загальноприйнятих світових принципів стосовно CO<sub>2</sub>-нейтральності біопалива.
- 2) Розробленню та реалізації на практиці більшої кількості біоенергетичних проєктів.
- 3) Зменшенню користуванням природними видами викопного палива.
- 4) Емпліментації українського законодавства в галузі використання природних ресурсів та енергетики до європейського, що особливо є актуальних на поступках України до Євросоюзу.
- 5) Збільшенню кількості інвестицій у сферу біопалива.
- 6) Залученню підприємств із олійно-екстракційним напрямом впроваджувати й використовувати відповідні біотехнологічні процеси та когенераційні установки.
- 7) Зменшенню тарифів для споживачів ( $\approx$  на 10%) за рахунок зменшення собівартості виробленої енергії із біовідходів, у тому числі й соняшникового лушпиння.
- 8) Допоможуть Україні повною мірою дотримуватись положень Енергетичної Стратегії та міжнародних зобов'язань.
- 9) Звільненню від частки оподаткування деяки видів підприємств, зокрема олійно-екстракційного напрямку та відновлювальної теплоенергетики.
- 10) Створенню на таких підприємствах нових робочих місць.
- 11) Зниженню обсягів і рівнів викидів CO<sub>2</sub> в атмосферне повітря.

Таким чином, утилізація соняшникового лушпиння в Україні є комплексним та багатофункціональним підходом, що сприяє розвитку сільського господарства, промисловості та екологічної стійкості в регіонах. Виробництво біопалива також створює робочі місця та підтримує розвиток сектора відновлюваних джерел енергії. Зазначимо, що утилізація лушпиння соняшнику в Україні також підтримує стратегії сталого розвитку та може бути прикладом для інших регіонів, які прагнуть ефективно використовувати сільськогосподарські відходи у різних галузях економіки, знижуючи при

цьому негативний вплив на довкілля. Утилізація відходів сприяє реалізації принципів кругової економіки, де відходи розглядаються як цінні ресурси, які можуть бути використані повторно. В цьому вбачаємо екологічно доцільні аспекти застосування соняшникового лушпиння в порівнянні з простим його спалюванням як основним шляхом утилізації.

У сучасних умовах розвитку ринкових відносин олійно-жирова галузь в Україні до повномасштабного вторгнення країни-агресора на її територію, була найбільш стабільною й динамічно розвивалася. Це було обумовлено, перш за все, зростанням потужностей, а, відповідно, й зростанням обсягів виробництва олійно-жирової продукції вітчизняними підприємствами, що засвідчують дані таблиці 5.

**Таблиця 5 – Динаміка виробництва олійно-жирової продукції в Україні, тис. тонн [13]**

| Найменування продукції        | Роки, тис. тонн |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | 2000            | 2005   | 2008   | 2011   | 2013   | 2019   |
| Нерафінована олія, зокрема:   | 742,5           | 1243,5 | 1782   | 3080,5 | 3345,1 | 4407,1 |
| - соняшникова                 | 727,3           | 1204,0 | 1730,4 | 3023,5 | 3202,7 | 4178,0 |
| - соєва                       | 9,0             | 16,8   | 17,5   | 46,2   | 95,2   | 132,1  |
| - рапсова                     | 6,2             | 22,7   | 33,8   | 10,7   | 47,2   | 97,0   |
| Рафінована олія               | 121,8           | 326,1  | 474,9  | 592,2  | 589,2  | 686,3  |
| Маргаринова продукція         | 152,4           | 298,2  | 314,0  | 364,5  | 280,5  | 269,3  |
| Майонезна продукція           | 36,4            | 164,6  | 174,6  | 163,3  | 176,2  | 164,1  |
| Миловарна продукція, зокрема: | -               | 55,9   | 50,3   | 44,0   | 46,4   | 43,6   |
| - туалетне мило               | -               | 29,4   | 30,2   | 31,2   | 32,5   | 30,6   |
| - господарське мило           | -               | 26,5   | 20,1   | 12,8   | 13,9   | 13,0   |

Попов М.А. у своїй публікації [12] зазначає, що в розрізі видів нерафінованої олії найбільш ліквідною є соняшникова олія, обсяги виробництва якої за період років зросли в 5,7 разів. Такі результати забезпечують Україні впродовж останніх років (до 2022 року – року повномасштабної війни в Україні) перше місце в світі за виробництвом нерафінованої соняшникової олії. У зв'язку з цим, збільшуються й обсяги відходів цих виробництв.

За результатами аналізу оперативних даних підприємств і статистичної інформації Українського науково-дослідного інституту олій і жирів Національної академії аграрних наук отримані дані, що наведені в таблиці 6.

**Таблиця 6 – Динаміка обсягів утворених відходів олійно-жирового виробництва в Україні з включенням інформації за соняшниковим лушпинням, тис. тонн**

| Найменування відходів                             | Роки  |        |        |        |        |        |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 2000  | 2005   | 2008   | 2011   | 2013   | 2019   |
| <i>виробництво оліє-жиродобувного комплексу</i>   |       |        |        |        |        |        |
| Соняшникове лушпиння                              | 257,5 | 435,9  | 626,3  | 1201,2 | 1310,6 | 1729,9 |
| Щрот / жмих                                       | 648,4 | 1073,1 | 1872,3 | 3179,2 | 3556,3 | 4472,8 |
| <i>виробництво оліє-жиропереробного комплексу</i> |       |        |        |        |        |        |
| Фосфатний осад                                    | 1,4   | 4,1    | 8,3    | 17,2   | 24,7   | 28,7   |
| Підмільний луг                                    | 5,9   | 6,0    | 6,2    | 6,5    | 6,2    | 6,1    |

За даними таблиці 6 встановлено, що збільшення обсягів виробництва готової продукції пропорційно збільшуються й об'єми відходів цих виробництв. Зокрема, в олійно-жиродобувному комплексі виробництво соняшникового лушпиння збільшилося в 7 разів, макухи (виробничого щроту) – в 6,7 разів.

Задля аналізу, планування й підвищення ефективності використання відходів виробництва на підприємствах олійно-жирової галузі розроблено їх класифікацію за такими класифікаційними ознаками:

- *за видами економічної діяльності*: відходи переробки олійної сировини; відходи виробництва рафінованої олії, маргаринової та майонезної продукції; відходи виробництва туалетного та господарського мила;
- *за технічними стадіями утворення*: стадія сепарування рушанки; стадія пресування ядра (жмиху); стадія очищення олії і жирів; стадія відбілювання олії і жирів; стадія дезодорування олії; стадія омилення жирів;
- *за агрегатним станом*: тверді; пастовидні; в'язка рідина;
- *за класом безпеки*: перший клас; другий клас; третій клас; четвертий клас;
- *за обсягами утворення*: малотонажні; середньотонажні; багатотонажні;
- *за рівнем використання*: використовувані; маловикористовувані; Ті, які не використовуються.

Завдяки такій класифікації стала можливою ідентифікація і систематизація стратегічних пріоритетів використання відходів виробництва олійно-жирової галузі, в тому числі й соняшникового лушпиння.

За розробленою схемою стратегічних напрямів використання цих відходів, соняшникове лушпиння може використовуватись для таких цілей:

- отримання теплової енергії у вигляді пару та гарячої води;
- одночасної генерації електричної енергії і теплової енергії, використовуючи технологію когенерації;
- у будівництві при виготовленні плит, теплоізоляційних матеріалів, а також в якості наповнювача для виготовлення керамзитового гравію і цегли;
- виробництво комбикормів у тваринництві і птахівництві;

- виробництво твердого палива в результаті гранулювання (пелетування), брикетування на пресах і брикетування екструзійне (із використання шнеків);
- виробництво фурфуролу, ацетону, етанолу, ксилози;
- отримання восків косметичного і медичного призначення;
- для виробництва субстратів при вирощуванні грибів;
- отримання кормових дріжджів у гідролізному виробництві.

Таким чином, соняшникове лушпиння, так як і інші відходи виробництв олійно-жирової галузі нині знаходять широке використання і мають стратегічне значення в різних сферах господарсько-економічної діяльності.

Зокрема, для підприємств олійно-жирової промисловості ефективно управління відходами виробництва дозволяє знижувати матеріальні затрати в структурі собівартості продукції, підвищуючи таким чином власні матеріальні затрати в структурі собівартості й конкурентноспроможність продукції на продовольчому ринку.

Для суб'єктів господарювання іншої сфери діяльності розробка і реалізація проектів із застосуванням олійно-жирових відходів, зокрема й соняшникового лушпиння забезпечить значною мірою підвищення як якості самої продукції, так і ефективності функціонування в цілому.

До того ж, держава теж повинна бути зацікавленою в раціональному і ефективному використанні відходів виробництва, так як вони є не тільки прямим джерелом поповнення бюджету, але й забезпечення населення робочими місцями, і що ще важливо – це сприятиме покращенню й стабілізуванню екологічної ситуації в регіонах.

### **Висновки до третього розділу:**

У господарській діяльності підприємств олійно-жирової галузі в зв'язку із нарощуванням виробничих потужностей значно збільшуються обсяги відходів виробництва.

В умовах інтенсифікації світового фінансово-економічної кризи і трансформації економіки України питання комплексного перероблення сировини для підприємств олійно-жирової галузі є одними з пріоритетних.

Реалізація окреслених основних стратегічних напрямів ефективного використання відходів підприємств олійно-жирової галузі, зокрема й щодо соняшникового лушпиння, дозволить як самим підприємствам, так і державі в цілому отримати вигідні й доцільні економічні, соціальні й екологічні ефекти.

## **РОЗДІЛ 4.**

### **АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПІДХОДІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ В УКРАЇНІ**

#### **4.1. Використання лушпиння соняшника в кормах для тварин**

Не лише як паливо можна використовувати лушпиння соняшника, що залишається після виготовлення олії (про це буде зазначено в наступному розділі роботи). Нерідко даний вид вторинної сировини користується попитом на комбікормовому та хімічному виробництвах. Оскільки виробництво соняшnikової олії вважається безвідходним, такий вид діяльності є досить доцільним не тільки в екологічному, а й в економічному відношенні.

Із насіння соняшника отримують до 70% олії з гарними смаковими якостями та значним вмістом вітамінів: Е, А, D, К, а лушпиння, що залишається після виробництва кінцевого продукту, можна використовувати в галузі сільського господарства.

Значний вміст мінералів у складі, вітамінів та білка зробили соняшникове лушпиння хорошим варіантом для виробництва кормів для свиней. Такі добавки одночасно мають цінні якості та невелику вартість, а також доволі ефективно покращують продуктивність тварин та скорочують витрату поживних речовин.

Основу соняшnikового лушпиння становить клітковина, яка представлена целюлозою, геміцелюлозою, лігніном, кутином, крем'яною кислотою, а також пектинами [19]. Лушпиння є малопоживним кормовим продуктом та підходить лише як добавка до основного прийому їжі. Найчастіше добавки у вигляді соняшnikового лушпиння доречно використовувати для годування жуйних тварин.

У соняшnikовому лушпинні містяться ліпіди, які відрізняються за хімічним складом від жиру, який є у складі ядра. За вмістом пальмітинової та

стеаринової кислот соняшникове лушпиння перевершує ядро. Вміст олеїнової кислоти в лушпинні та ядрі є однаковим [6].

Поживні речовин, які містяться у соняшниковому лушпинні та їх засвоюваність є такими:

- 1) сирий протеїн – 18%;
- 2) сирий жир – 50%;
- 3) сира клітковина – 10%;
- 4) БЕВ – 17%.

Сира клітковина, що входить до складу лушпиння соняшника, – це баластна речовина, яка провокує зниження поживності кормів, але при цьому її нестача в організмі жуйних тварин негативно впливає на деякі процеси в організмі. Клітковина відповідає за фізичну структуру та пухкість кормової маси, є джерелом легких жирних кислот. Вона створює нормальні умови для роботи шлунку та кишківника травоядних тварин, зокрема великої рогатої худоби.

За рахунок дії ферментів рубцевих мікроорганізмів відбувається перетравлення вуглеводів корму й ферментація клітковини. Під час цього процесу відбувається ферментація крохмалю, целюлози, олігосахаридів, пектинових речовин, природа азотистих сполук змінюється та відбувається синтез вітамінів групи В. Частіше за все лушпиння додають у подрібненому вигляді до грубих кормів для використання при годуванні жуйних тварин, а також цю частку можна знайти у кормових сумішах та комбікормах.

Таким чином, економічні вигоди використання лушпиння соняшнику в кормах для тварин включають зменшення витрат, ефективніше використання ресурсів та сприяння сталому розвитку сільського господарства, а також збагачує раціон тварин більш поживними та корисними речовинами.



## 4.2. Отримання рослинних восків із соняшникового лушпиння

Одним із шляхів утилізації соняшникового лушпиння як побічних відходів органічного походження сировини є отримання дефіцитного продукту харчового призначення, а саме – воску.

Встановлено, що соняшникове лушпиння в оліє-екстракційній (олійно-жировій) галузі харчової промисловості допоки не знайшло належного використання. Лише незначна його частина перероблюється гідролізною промисловістю, а також застосовується як кормова добавка в тваринництві. Здебільшого воно спалюється, забруднюючи атмосферу продуктами згоряння, що зазначалося нами вище. Однак, слід зважити на те, що до складу соняшникового лушпиння входять до 2% дефіцитних рослинних восків, білки та клітковина. Відомо, що світова потреба у восках різної природи перевищує 1 млн. тонн на рік і безперервно зростає. Вони знаходять широке застосування в медичній, косметичній, електротехнічній, паперовій промисловості, у виробництві продуктів технічного призначення.

Сировинні ресурси натуральних восків рослинного і тваринного походження, а також можливість їхнього імпорту суттєво обмежені внаслідок складної економічної ситуації в Україні. Водночас, досягнення селекції соняшнику дозволили значно підвищити олійність насіння, а відповідно й частку восків в його плодовій оболонці.

На основі вивчення біохімічних і технологічних особливостей покровних тканин сучасних сортів і гібридів науковцям [16] вдалося знайти технології отримання воску косметичного й медичного призначення, нові раціональні методи використання та утилізації лушпиння.

Віск, отриманий із лушпиння соняшника методом селективної екстракції, являє собою білу тверду речовину, що містить складні ефіри високомолекулярних жирних кислот, одноатомних спиртів і вуглеводнів.

У публікації О.В. Лакізи зі співавторами [16] охарактеризована технологія переробки плодів соняшника, яка була апробована в умовах приватного олієдобувного підприємства ТОВ «Мірс».

Технологічний процес згідно цієї технології відбувається за відповідними етапами: очищення плодів від домішок, шеретування, розділення рушанки і пресування. Соняшникове лушпиння отримували на стадії розділення рушанки.

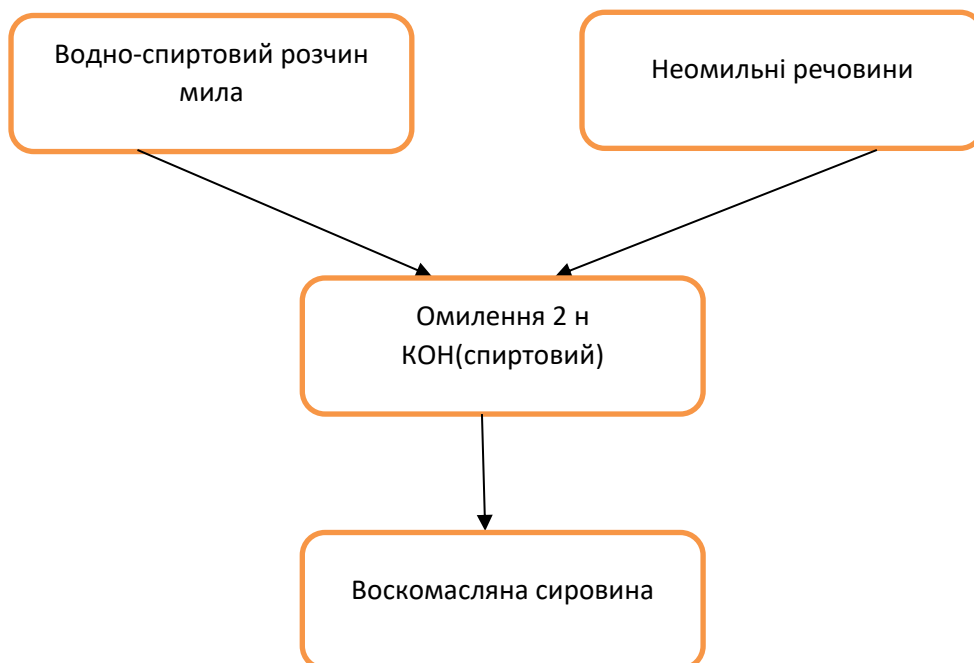


Рисунок 2 – **Схема проведення аналізу з визначення складу неомильних речовин**

Схема технологічного процесу отримання олії є такою. Насіння соняшнику, попередньо провіяне і просушене, засипали в завантажувальний бункер і транспортували конвеєром у комплекс очищення насіння М8-КОС від феромагнітних домішок, дрібного й крупного сміття й шеретували.

Лушпиння із сепаратора направлялося вентиляційною системою через повітровід і збиралося в циклоні. А частково очищене (не більше 20 %) від лушпиння ядро соняшнику гвинтовим транспортером направлялося на

подрібнення у вальцевий верстат М8-АРВ. Подрібнене насіння (м'ятка) висипалося в другий завантажувальний бункер і подавалося конвеєром у тричанну жаровню, де відбувалося його нагрівання (підсмажування), пом'якшення й ущільнення під впливом температури.

Далі нагріта мезга передавалася до пресу для віджимання олії. Під дією тиску від мезги відділялася рідка частина (олія), а тверді частинки спресовувалися в брикет (жмих). Олія, проходячи через зазори в зерному циліндрі, збиралася на піддоні і зливалася в бак із подальшим перекачуванням насосом в ємкість для збору олії, після чого вона очищувалася послідовно в комплексі фільтрації олії М8-КФМ і в установці рафінування олії М8-ЛРМ.

Рафіновану соняшникову олію, що відповідає вимогам ГОСТ 1129-93, розливали і фасували в поліетиленову тару. Жмих видалявся гвинтовим транспортером. Для відділення лушпиння соняшнику від ядра було встановлено шеретівку та насінневійку. Технологія розділення включала відповідні операції. Попередньо очищене і відкаліброване насіння соняшнику подавалося в приймальний бункер шеретівки. Під дією відцентрової сили внаслідок ударів об деку відбувається руйнування оболонки насіння, одержана рушанка направлялася в насінневійку, де виконувалось сортування рушанки на ситах, а остаточне розділення ядра і лушпиння за їх аеродинамічними властивостями відбувалося в трьох секціях війки. З одержаного лушпиння соняшникового насіння в умовах хімічної лабораторії виділяли віск за методом екстракції.

Лушпиння соняшнику подрібнювали, засипали у попередньо зважений паперовий патрон. У висушену і зважену приймальну колбу екстрактора наливали розчинник на  $\frac{1}{3}$  об'єму колби. Зважений патрон із лушпинням занурювали в розчинник. Під'єднували екстрактор і заповнювали його розчинником на таку висоту, щоб патрон був повністю покритий шаром розчинника. Підключали зворотний холодильник. Колбу встановлювали на водяній бані. Пари розчинника конденсувалися в холодильнику і стікали в

патрон із лушпинням. Коли рівень розчинника в екстракторі підіймався вище верхнього коліна сифонної трубки, розчинник зливався через сифон у колбу.

У колбі розчинник підігрівався, перетворювався на пару і конденсувся в холодильнику, стікаючи до екстрактору. Екстракцію проводили близько 30 годин у режимі сифонування розчинника 7-8 разів за годину. Отриману місцелу (розчин воскомасяляних речовин у розчиннику) зважували. На установці перегонки з водяною парою розчинник видаляли. Воскомасяляну масу, що залишилася в колбі, висушували, зважували і розділяли за схемою, наведено на рисунку.

Метод омилення згідно цієї технології [16] базується на обробці жирів 0,5-% розчином лугу до повного омилення гліцеридів та жирних кислот. Надлишок лугу відтитрували кислотою, використовуючи спиртовий розчин лугу. Для повного омилення тригліцеридів використовували 100%-вий надлишок лугу. Омилення тривало не менше однієї годин.

Таблиця 7 – **Фізико-хімічна характеристика воску із лушпиння соняшника** [16]

| Показник                               | Характеристика |
|--|----------------|
| Йодне число, %                         | 4-12           |
| Кислотне число, мг КОН/г               | 10-17          |
| Ефірне число, мг КОН                   | 104-117        |
| Температура плавлення, °С              | 72-77          |
| Густина, г/см <sup>3</sup>             | 0,936-0,960    |
| Показник заломлення, n <sup>20</sup> D | 1,441-1,450    |

Таблиця 8 – **Фізико-хімічні показники отриманих зразків суміші** [16]

| Співвідношення віск/парафін | Температура плавлення, °С | Вміст парафіну, % | Блиск, % |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
| 1:0                         | 37                        | 0                 | 60       |
| 1,5:1                       | 45                        | 40                | 55       |
| 1:1                         | 47                        | 50                | 31       |
| 1:1,5                       | 48                        | 60                | 34       |
| 1:2                         | 50                        | 67                | 40       |
| 0:1                         | 55                        | 100               | 50       |

Отримані воски аналізували за стандартними методиками: визначали кислотне число, йодне число, ефірне число, температуру плавлення, кристалізації та ін. (табл. 7).

Авторами [16] в лабораторних умовах досліджувалась можливість застосування рослинного воску як харчового в кондитерській промисловості, тобто в приготуванні глянцевої суміші для покриття драже, в якій визначальним є співвідношення воску і парафіну (табл. 8). Величину блиску отриманих зразків оцінювали на блискомірі. Оптимальним співвідношенням віск та парафін є 1,5:1, бо температура плавлення такої суміші становить 45 °С, що важливо для технологічного процесу глянцеування. При цьому вміст парафіну скорочується, а блиск суміші вищий порівняно з композиціями 4, 5 і становить 55 %. Для глянцеування у виробничих умовах в дражирувальний чан завантажували 80-100 кг драже. При обертанні чана драже поливали чисто цукровим розчином із вмістом сухих речовин не вище 70% за температур, не нижчих 40 °С, тобто сироп не був перенасиченим. Щойно поверхня драже рівномірно вкривалася сиропом, взяту спеціальним мірником порцію розігрітого глянцеу виливали рівномірно на драже, а потім посипали тальком. Тальк зменшує злипання частинок, покращує їх ковзання і можливість полірування. Закінчують глянцеування після появи достатнього блиску. Час звичайного глянцеування становив 20-30 хвилин. Для отримання потрібного глянцеу істотне значення має температура й відносна вологість повітря в приміщенні, де проводиться глянцеування. Температурний режим процесу повинен складати 18-22 °С, а відносна вологість – 60 %. Доцільно після внесення глянцеу подавати до чану повітря з метою підсушування. Далі драже вивантажується на лотки й спрямовується на фасування й пакування.

Отже, на сьогодні маємо досвід отримання восків із соняшникового лушпиння омиленням воскомасяної суміші і подальшої екстракції за допомогою органічних розчинників. Такі рослинні воски можна застосовувати для покриття кондитерського драже з метою надання йому

блиску, захисту від зволоження, висихання, проникнення повітря всередину кондитерських виробів.

### **Висновки до четвертого розділу:**

Уміст в соняшниковому лушпинні ряду хімічних речовин – як мінеральних, так і органічних, зокрема вітамінів, визначає можливості його застосування в якості добавок до корму тварин.

Відповідний фізико-хімічний склад соняшникового лушпиння робить його сировиною для отримання восків, які знайшли своє застосування в харчовій та кондитерській промисловостях.

На субстратах із соняшникового лушпиння у поєднанні з різними видами соломи доцільно вирощувати в промислових умовах грибопродукцію.

## РОЗДІЛ 5.

### АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ

#### 5.1. Соняшникове лушпиння як сировина для виробництва біопалива

Переробка лушпиння соняшника – це процес, в результаті якого з лушпиння отримують цінні й поживні продукти. Лушпиння містить клітковину, олію та інші речовини. Вона може бути використана для виробництва біопалива, підстилок для тварин або як сировина для різноманітних промислових процесів. Цей підхід сприяє утилізації відходів та може мати позитивний екологічний ефект.

Найпоширенішим методом серед усіх є виробництво з соняшnikового лушпиння біопалива, оскільки Україна має багатий потенціал в енергетичному секторі, зокрема щодо використання з цією метою різних видів зернових культур та відходів агропромислових комплексів. Такі матеріали загалом можна переробляти та гранулювати для подальшого використання у біоенергетиці.

Для України, на території якої побудовано багато олійно-екстракційних підприємств, найактуальнішим є питання виготовлення альтернативного вида палива з лушпиння соняшника, що залишається після виготовлення олії або шрота.

У країнах Західної Європи успішно використовується натуральна сировина для отримання енергії, а попит на товар у цій ситуації перевищує пропозиції. Сировина із соняшника дозволяє виготовляти якісну продукцію з високим рівнем теплотворності.

Згідно технології виробництва олії при обробленні насіння соняшника та після отримання соняшnikової олії формується лушпиння та макуха з лушпиння. Виробництво рослинної олії з соняшника привертає увагу своєю

майже повною утилізацією матеріалів, тому що з сучасного насіння соняшника можна витягти приблизно 60% рослинної олії і близько 35% відходів, які знаходять застосування в різних галузях.

Усього налічують три види відходів при застосуванні технологічних процесів при виготовленні соняшnikової олії:

- 1) лушпиння, що утворюється, коли насіння готують до вилучення олії;
- 2) шрот при процесі екстрагування;
- 3) макуха (якщо олія вичавлюється за допомогою преса).

Біопаливо на основі соняшnikового лушпиння дуже активно завойовує ринок не тільки в Україні, а й в усьому світі. Із залишків після виробництва виготовляють тверде біопаливо: пелети та брикети. Цьому служать переваги:

- 1) високий рівень теплотворності;
- 2) екологічність;
- 3) простота транспортування та складування;
- 4) малий викид вуглекислого газу;
- 5) зручність використання.

Завдяки цьому процесу та розвитку ринку твердого біотоплива, проблема утилізації залишків соняшnikового лушпиння набирає все менше обертів.

Оскільки користувачі звикли до традиційних джерел енергії та використанню корисних копалин, спершу було складно вводити альтернативне паливо у продаж. Але неминуче зростання цін на природній газ та наростаюча проблема з постачанням вугілля змусили споживачів звернути увагу на більш економічні види палива. Тверде біопаливо набуло популярності на просторах українського ринку більше 10 років тому. Якщо спочатку в якості сировини використовували соломку, тирсу, чи торф, то зараз популярності набуває лушпиння соняшника (попередній розділ).

На значній кількості підприємств галузі почали встановлювати котли та установки, які б дозволяли зменшувати обсяги утворюваних відходів та були спрямовані на утилізацію лушпиння. Один із таких методів наводимо на



прикладі «Полтавського олійно-екстракційного заводу», який для міста Полтави (обласного центру України) впродовж останніх десятиріч є головним промисловим об'єктом, а, відповідно, й стаціонарним джерелом забруднення навколишнього середовища. До його значних переваг можна віднести:

- уникнення витрат на утилізацію лушпиння соняшника;
- не потрібно постійно вивозити відходи (соняшникове лушпиння) на звалище – а це кілька десятків тонн на добу;
- економія на енергоресурсах.

Підвищення ефективності та рівня теплотворності можна досягти за рахунок пресування, виготовляючи із лушпиння соняшника щільних брикетів та пелетів – твердого біологічного палива, що є кінцевим результатом. Завдяки своїм характеристикам, які було наведено вище, така сировина має попит не тільки в межах України, а й за кордоном. Таке біопаливо вважається відносно викидів CO<sub>2</sub> нейтральним паливом, адже під час його спалювання двоокису вуглецю утворюється стільки, скільки було поглинено рослинами під час зростання. Більш розгорнуто розглянемо переваги використання біопалива із лушпиння соняшника.

### **Теплотворення.**

Основний показник якості процесу – теплотворення. Тут брикети з лушпиння виграють у палива з традиційних енергоресурсів – дров, бурого вугілля та ін. Одного кілограма брикетів із соняшnikового лушпиння вистачить, щоб упродовж однієї години обігрівати житлове приміщення площею 50 квадратних метрів.

### **Тривалість горіння.**

Наступна перевага полягає в тому, що така продукція має тривалий час горіння. Паливо із соняшnikового лушпиння горить приблизно півтори-дві години, на відміну від звичайних дров, що перегорають набагато швидше. Під час тління, яке продовжується до 8 годин, також виділяється помітна кількість тепла.

### **Густина.**

Значна тепловіддача брикетів, виготовлених із соняшникового лушпиння, досягається завдяки високому показнику густини, а ще через цю характеристику брикети легко транспортувати, оскільки вони стають більш компактними.

### **Низький рівень зольності.**

Приблизний відсоток золи при спалювання продуктів горіння, виготовлених із соняшникового лушпиння, становить орієнтовно 5%. Даний факт дозволяє тримати місце використання цього палива у відносній чистоті, що значно економить час на прибирання. Але, оскільки зола все таки залишається, то її також можна використовувати в якості добрива, тому що в ній міститься значна кількість корисних мінералів.

### **Екологічна чистота.**

Хімічні сполуки та синтетичні добавки не використовуються при виробництві палива із лушпиння соняшника. Пресування, за рахунок якого відбувається спікання, проводиться при високій температурі. Завдяки цьому при горінні не виділяються небезпечні речовини та алергени, які могли б нашкодити довкіллю через забруднення. Атмосферне повітря теж не постраждає, оскільки обсяги вуглекислого газу незначні. При спалюванні продуктів горіння, виготовлених із соняшникового лушпиння, буде виділятися така ж кількість CO<sub>2</sub>, як і при природному розкладанні біомаси, яку використали для їх виробництва.

### **Простота зберігання.**

Єдина умова зберігання продуктів горіння, виготовлених із соняшникового лушпиння, полягає в тому, що приміщення повинно бути захищене від опадів та вологи. Під такі вимоги підпадає звичайна крита та провітрювана будівля, в якій будуть розміщені піддони з брикетами. Оскільки сировина має низьку займистість, такий матеріал можна тримати в безпосередній близькості до опалювальних об'єктів. Транспортування також

немає викликати труднощів, частіше за все матеріал транспортують у мішках.

### **Вартість.**

Враховуючи всі етапи виробництва, вартість брикетів, виготовлених із соняшникового лушпиння коштує дорожче, аніж зі звичайних дров. Але така ціна цілком зумовлена гарними характеристиками, такими як тепловіддача, тривалість горіння, екологічна чистота, чого, наприклад, немає у дров. Тому, навіть за один сезон можна добре заощадити, використовуючи це альтернативне паливо у виробництві. Виробництво біопалива такого типу має переваги з погляду зниження залежності від традиційних джерел палива, зниження викидів CO<sub>2</sub> та переробки сільськогосподарських відходів.

## **5.2. Соняшникове лушпиння як сировина для виготовлення паливних брикетів**

При вирощуванні, збиранні та переробленні соняшника виникає ряд екологічних проблем забруднень агроєкосистем. Серед таких актуальними є й ті, що пов'язані з переробкою лушпиння плодів соняшника та його стебел в контексті енергозберігаючих технологій.

У сучасних умовах як паливо для твердопаливних котлів широко використовуються брикети з відходів сільського виробництва. Якісне пресування лушпиння соняшника в Україні дозволяє підприємствам отримати готові до застосування паливні брикети з лушпиння. Їх формування здійснюється виключно за рахунок тиску. Використовувати додаткові сполучні елементи не потрібно, тому що з лушпиння виділяється лігнін. Ця речовина надає міцності брикету.

Лушпиння соняшника є добрим альтернативним паливом, яке дозволяє підприємствам скорочувати свої потреби в природному газі. Якщо вхідний матеріал має вологість нижчу за 15%, лінія гранулювання чи брикетування

не вимагає стадії сушіння: у цьому разі сировина відразу подається на подрібнення до однорідної фракції та пресується.

Потрібно окремо згадати про тривалість горіння брикетів. Вони генерують дуже багато тепла, тому що можуть тліти протягом 6 годин. Саме тому пресування лушпиння соняшника в Україні сьогодні особливо затребуване на підприємствах.

Із цією метою використовують відповідне обладнання й технології, зокрема лінії обладнання фірми BIOsmartex. Вони забезпечують гарне пресування лушпиння, а твердопаливні котельні дозволяють його спалювати та отримувати гарячу воду та пару для потреб власного виробництва.

Описи й характеристики цих установок наведено на малюнках.

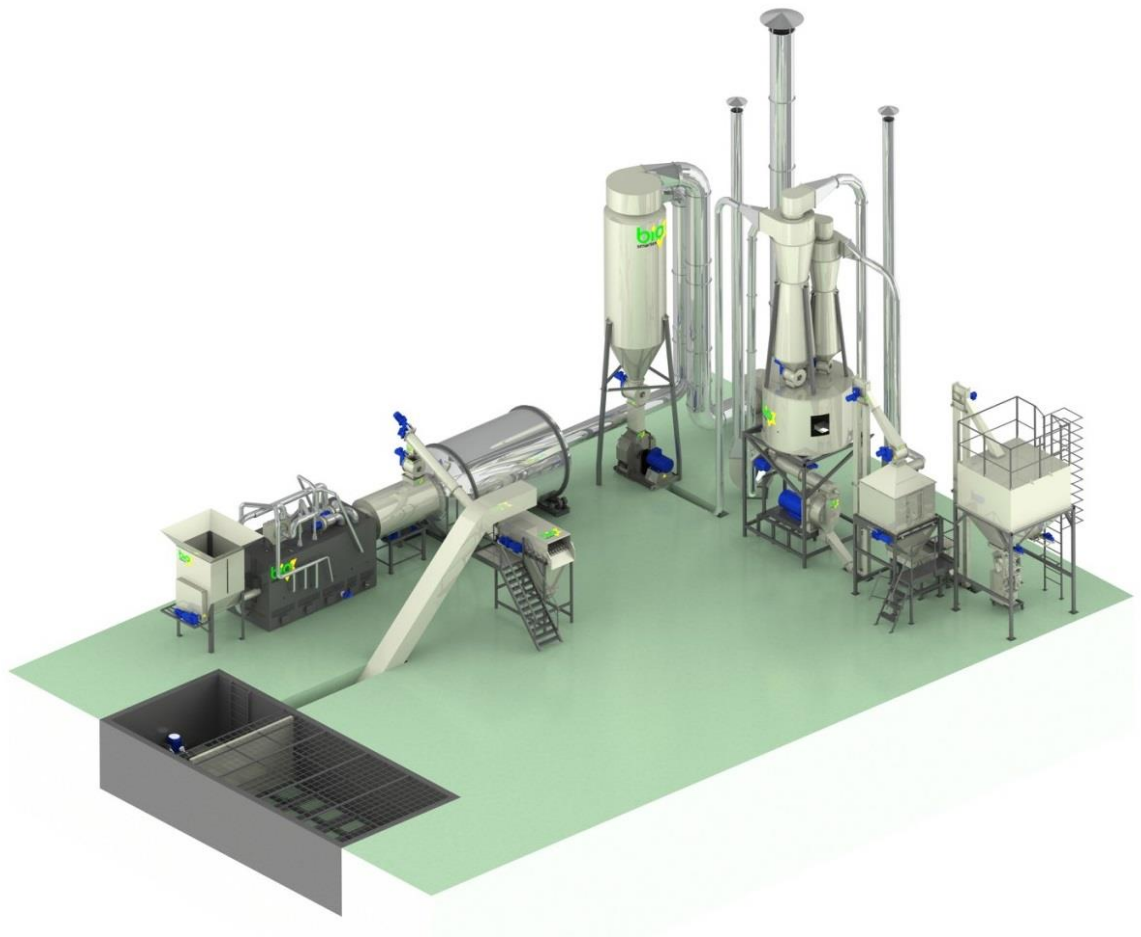


Рисунок 3 – Лінії гранулювання 800-1100 кг/год.

Лінія гранулювання призначена для сушіння, подрібнення і подальшого гранулювання всіх видів біомас (таких як тирса, стружка, тріска, лушпиння, жоми і вичавки всіх видів, торф, лігнін, сапрпель, солома, очерет, вся група зернових тощо), як правило, є важливою частиною заводу з виробництва кормових і паливних матеріалів.

Сушити сировину перед пресуванням. необхідно, якщо її вологість – більше 15%. У разі вологості менше 15%, можна використовувати ділянку гранулювання без етапу сушки.

Далі у таблицях 9, 10 (таблиця В.1) наведено основні характеристики деяких ліній гранулювань, що використовуються на підприємстві.

**Таблиця 9 – Основні характеристики лінії гранулювання 800-1100 кг/год.**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Продуктивність                     | 800-1100 кг/год   |
| Вологість сировини на вході        | 25-65%  |
| Вологість після сушки              | 8-14%   |
| Встановлена потужність             | 217,5 кВт. (споживана 60-70% від встановленої потужності) |
| Паливо теплогенератора             | стружка, щепи, кора (150-200 кг/год.)                     |
| Кількість обслуговуючого персоналу | 2-4 людини  |



**Рисунок 4 – Загальний вигляд технологічного обладнання з переробки соняшникового лушпиння на ВІОsmartex**

В аспекті екологічної доцільності розглядаємо альтернативні методи вирощування екологічно чистої продукції без застосування пестицидів та ретардантів. При застосуванні цієї технології вирощування врожайність культури знижується на 5-7 %, але при цьому знижуються затрати сукупної енергії на вирощування і зростає показник біоенергетичної ефективності вирощування, а також забезпечується одержання екологічно чистої продукції (табл. 11).

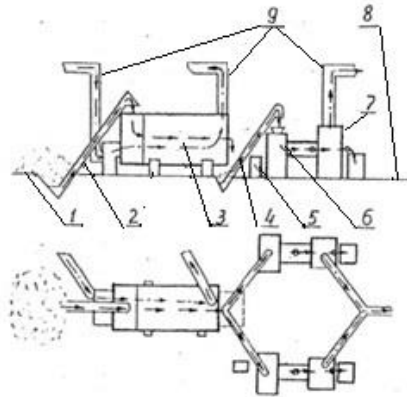
**Таблиця 11 – Затрати сукупної енергії та біоенергетична ефективність вирощування соняшнику за традиційною та альтернативною технологіями в СФГ «Маяк» (Котелевська громада, Полтавська область)**

| Агрозаходи  | Технологія |               | Примітки   |
|---|------------|---------------|--|
|   | традиційна | альтернативна |  |
| Лущення стерні  | 483        | 483           | Дисковим знаряддям   |
| Повторне лемішне лущення  | 711        | 711           |  |
| Внесення добрив (N60P60K60)                                     | 9400       | 9400          | Восени під зяблеву оранку хімікати                           |
| Зяблева оранка  | 729        | 729           |  |
| Весняне бронювання із шлейфуванням                              | 160        | 160           |  |
| Перед посівна культивуація                                      | 285        | 285           |  |
| Те саме з одночасним внесенням гербіцидів                       | 2374       | -             | Трефлан, прометрин   |
| Підготовка насіння: повітряно-теплове обігрівання, калібрування | 516        | 516           | 10 кг/га+робота технічного обслуговуючого персоналу          |
|   | 565        | 565           |  |
| До- і післясходове боронування                                  | -          | 242           | У два сліди до і після появи сходів                          |
| Міжрядні обробітки  | -          | 1071          | Шарування, обробіток 3 присипання захисних смуг, обробіток 3 |

|                                      |       |       |   |
|--------------------------------------|-------|-------|---|
|                                      |       |       | підгортанням рослин   |
| Обробіток пестицидами                | 620   | -     | Ронілан, фундазол, метафос+робота техніки, обслуговуючого персоналу |
| Десикація                            | 1654  | -     | Хлорат магнію (10 кг/га), реглон (1л/га)                            |
| Збирання урожаю                      | 688   | 670   | Дон-150 з ПСП-8 або ПСП-10  |
| Усього                               | 18285 | 14932 |   |
| Економія сукупності, МДж/га          | -     | 3352  |   |
| Економія, %                          | -     | 18,33 |   |
| Вихід валової енергії (ВЕ), МДж/га   | 96015 | 94328 |   |
| Вихід обмінної енергії (ОЕ)          | 72011 | 70746 |   |
| Енергетичний коефіцієнт              | 5,25  | 6,32  |   |
| Коефіцієнт енергетичної ефективності | 3,94  | 4,74  |   |

Найбільш оптимальним на сьогодні в екологічному та енергозберігаючому відношенні є перероблення соняшникового лушпиння в паливні брикети.

Так, Є.Г. Артоуз та В.П. Резніченко [14] у своїй роботі пропонують, на їхню думку, найбільш ефективну технологічну лінію, що складається з завантажувальної площадки, шнекового транспортера, барабанної сушарки, шнекових транспортерів, пульта управління, прес-екструдерів, дільників, площадки для упаковки брикетів, вентиляційної системи (рис. 5).



**Рисунок 5 - Схема технологічної лінії з виробництва паливних брикетів:**

1 – майданчик для сировини; 2 – шнековий транспортер ПШП-3М; 3 – сушарка барабанна; 4 – транспортери шнекові ПШП-3 (2 шт.); 5 – пульт управління; 6 – прес-екструдери ЕВ-350 (2 шт.); 7 – ділянки (2 шт.); 8 – площадка для упаковки готової продукції; 9 – вентиляційна система. Примітка: – лузга соняшnikового насіння; – брикет; – повітря.

Зображена на рисунку 5 технологічна схема працює таким чином:

- 1) Соняшникове лушпиння шнековим транспортером подається до сушарки, в якій відбувається процес сушіння сировини до вологості 8-10%.
- 2) Висушене соняшникове лушпиння по шнекових транспортерах подається в два прес-екструдери, де й виготовляються паливні брикети. Шнековий транспортер ПШП-3М здатний транспортувати лушпиння соняшnikового насіння до барабанної сушарки під кутами 30-75° із продуктивністю 700 кг/год., використовуючи безступінчате регулювання оборотів шнека електричним приладом GFM-210. Вентиляційна система технологічної лінії включає подачу підігрітого повітря в барабанну сушарку і витяг його із двох екструдерів.
- 3) Обертаючий барабан перемішує і спрямовує соняшникове лушпиння на потік підігрітого повітря, який забирає вологу й транспортує її по внутрішньому, середньому і зовнішньому циліндрах [1, 3, 5]. Зазначимо, що в барабанній сушарці волога соняшnikового лушпиння виділяється рівномірно, без перегрівання й самозагорання. На вході і виході сушарки



встановлюються датчики температури, за допомогою яких регулюється технологічний процес. Температура лушпиння на виході не перевищувала 60 °С. Швидкість обертання барабана регулюється варіатором, кут нахилу – опорними катками. Екструдер ЕВ-350 працює в номінальному режимі при продуктивності 350 кг/год., вологості лушпиння 8-10%, температурі процесу утворення брикетів становили 250-270 °С.

- 4) Після екструдювання брикети мають вологість 6,0-9,5%, тобто на 1,5-2,5% менше від вологості лушпиння, що надходить до прес-екструдера (табл. 12.)

**Таблиця 12 – Фізико-механічні та хімічні властивості соняшникового лушпиння й брикетів**

| Назва показників                                    | Одиниця виміру     | Показники |
|---|--------------------|-----------|
| Вологість лушпиння (до висушування)                 | %                  | 12-25     |
| Вологість лушпиння (після висушування)              | %                  | 8-10      |
| Щільність лушпиння                                  | кг/дм <sup>3</sup> | 0,12      |
| Розмір частини                                      | мм                 | 2-8       |
| Кут природнього сколу лушпиння при вологості 10-25% | градуси            | 37-40     |
| Температура загорання лушпиння                      | °С                 | 235       |
| Вологість брикетів                                  | %                  | 6-9       |
| Щільність брикетів                                  | кг/дм <sup>3</sup> | 1,1-1,2   |
| Кут зсуву брикету по сталевій поверхні              | градуси            | 18-20     |
| Розміри брикету:                                    |                    |           |
| довжина   | мм                 | 300       |
| ширина  | мм                 | 50        |
| висота  | мм                 | 50        |
| Отвір діаметром                                     | мм                 | 25        |
| Теплотворність                                      | ккал/кг            | 5000-5200 |

|                |   |                      |
|----------------|---|----------------------|
| Запах брикетів |   | пережареного насіння |
| Зольність      | % | 2,7-4,5              |
| Уміст сірки    | % | 0,23-0,45            |

При згоранні брикетів із соняшникового лушпиння вуглекислого газу в повітря виділяється в 15, 20, 30, 50 разів менше, ніж при згоранні, відповідно, такої ж кількості газу, мазуту, коксу, вугілля, що становить важливий екологічний ефект. Брикети з соняшникового лушпиння мають темно-коричневий колір, гладку поверхню, запах пережареного соняшникового насіння. При згоранні брикетів із соняшникового лушпиння вологістю 8,1% виділяється 5019 ккал /кг тепла, сірки – 0,23%, зольність становить 2,7%, температура загорання брикетів – 235 °С. Ці показники є в декілька разів нижчими від максимально допустимої концентрації компонентів. До того ж, згідно з технологічною схемою з сушарки та екструдерів забирається відпрацьоване повітря вентиляційною системою. Тому в навколишнє середовище пил та інші забрудники не надходять.

За цією охарактеризованою технологічною лінією можна також переробляти лушпиння та інші рослинні відходи з гречки, грецьких горіхів, соломи, льону, тирси та інших видів біомаси, що є відходами виробництва. Наукові записки, вип.12, част.І 114 Показники теплотворності соняшникового лушпиння, гречки, тирси, бурого вугілля, відповідно, становлять 5000-5200 ккал./кг, 4800-5000 ккал /кг, 4600-4900 ккал./кг, 4400-5400 ккал./кг. Теплотворності лузги соняшникового насіння і бурого вугілля майже однакові і на 100-400 ккал./кг більші від показників теплотворності лузги насіння гречки та тирси.

Виготовляти тверді альтернативні види палива за описаною вище технологічною лінією вигідно як із господарської, так і з екологічної точки зору. Собівартість виготовлення однієї тонни брикетів становить майже 400 гривень, що в 1,3-1,5 рази є нижчою від вартості такого ж об'єму вугілля.

Отже, в результаті використання запропонованої технології перероблення соняшникового лушпиння виробляються екологічний

альтернативний вид палива – брикети з теплотворністю 5000-5200 ккал./кг, що знаходиться в межах теплотворності бурого вугілля (відповідно 5000-5200 ккал /кг).

### **5.3. Організаційно-економічні та екологічні аспекти виробництва та застосування пелет із соняшникового лушпиння**

За даними виконавців проєкту «Комплексний аналіз українського ринку пелет із біомаси (визначення точок зростання)» [15], виконаного експертами Науково-технічного центру «Біомаса» в межах завдання ПРООН «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», встановлено, що за останнє двадцятиріччя відбулися помітні зміни в енергетичній галузі України, зокрема у сфері відновлюваних джерел енергії, а також індивідуального та централізованого теплопостачання. Все більшого значення за мирного часу набували питання енергетичної безпеки країни, зменшення залежності від імпортованих вуглевмісних енергоносіїв, перш за все, природного газу.

Урядом України здійснюється поступове вирівнювання ціни на природний газ та скорочення її субсидування для окремих категорій споживачів, що підвищує їхню зацікавленість у використанні інших (альтернативних) видів палива. Ухвалено ряд документів, що підсилюють законодавче поле для впровадження відновлювальних джерел енергії, зокрема використання біомаси, а також стимулювання заміщення природного газу в теплопостачанні іншими енергоносіями. Найважливішими серед них є: Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року; Постанови КМУ «Про стимулювання заміщення природного газу під час виробництва теплової енергії для установ та організацій, що фінансуються з державного і місцевих бюджетів» та «Про стимулювання заміщення природного газу у сфері теплопостачання»; Розпорядження КМУ «План коротко- та середньострокових заходів щодо скорочення обсягу

споживання природного газу на період до 2017 року». Впроваджуються схеми державної підтримки населення для придбання опалювального обладнання, що не використовує природний газ як паливо. У результаті істотно зростає популярність проєктів енергетичного використання біомаси та заміщення викопних палив, передусім природного газу. Найбільш динамічного розвитку набуло використання деревини у вигляді дров, відходів деревообробки, щепи та гранул і застосування з енергетичною метою лушпиння соняшнику.

Деякі вітчизняні компанії вже налагодили випуск котлів на біомасі як для побутових, так і промислових споживачів. Особливого значення в цьому розумінні набувають проєкти заміщення викопних палив у централізованому теплопостачанні, адже саме такі проєкти є економічно найдоцільнішими, а інколи єдиним можливим варіантом застосування паливної біомаси для опалення багатоповерхового будинку. Солома та інші залишки агровиробництва та соняшникове лушпиння в олійно-жировій галузі значно перевищують енергетичний ресурс деревних відходів. Та попри значну кількість їхнє енергетичне використання за обсягами, на жаль, поступається використанню деревини.

На сьогодні лише одне підприємство централізованого теплопостачання (КП «Миргородтеплоенерго», м. Миргород) впровадило котел для спалювання соломи саме в централізованому теплопостачанні.

Український ринок пелет загалом є не розвиненим, дуже слабким за внутрішнім попитом та великим обсягом пропозицій. Починаючи з 2007 р. склалася ситуація, за якої виробництво пелет було орієнтовано на експорт. Сировина для виробництва пелет завжди мала статус виробничих відходів (деревна щепка, солома та соняшникове лушпиння).

Стрімкому зростанню кількості підприємств – виробників-експортерів пелет сприяв розвиток виробництва енергії з пелет у країнах ЄС-27, доступність та низька конкуренція за сировину в Україні, низька собівартість внутрішнього виробництва пелет в Україні, курсова різниця з євро. Основним

імпортером пелет українського виробництва традиційно є Польща (таблиця 14).

Завдяки державній підтримці виробництва енергії з відновлюваних джерел попит у країнах ЄС-27 був високим. Проте, останнім часом послаблення такої державної підтримки спричинило зниження ціни на альтернативне паливо. У зв'язку з цим, українським виробникам довелося шукати нові ринки збуту та переорієнтуватися на внутрішнє споживання.

Пелети як паливо, внаслідок постійного підвищення ціни на традиційне для України паливо – природний газ, стали конкурентоздатними. Проте, без надійних енергетичних установок середньої потужності українського виробництва та через високу ціну імпортованих місцевий попит не спроможний забезпечити споживання палива відповідно до пропозиції. До того ж, істотною проблемою для виробників є постійне зростання собівартості виробництва, пов'язане із підвищенням цін на сировину та енергетичні ресурси, значним чином електричної енергії. Помітним внеском у подорожчання виробництва є також вимога сьогодення – шукати сировину далеко від основного підприємства, що збільшує витрати на логістику й іноді робить бізнес невеликих підприємств нерентабельним. У результаті можна дійти висновку, що сьогодні виграють конкуренцію саме ті підприємства, для яких біопаливний бізнес є додатковим і ґрунтується на власній сировинній базі

Експорт пелет із лушпиння соняшнику посідає перше місце серед всього українського експорту пелет. На сьогодні Україна є найбільшим виробником та експортером соняшникової олії та продуктів переробки, пов'язаних із нею.

**Таблиця 14 – Найбільші імпортери пелет із соняшникового лушпиння впродовж 2012-2019 років**

| Країни експортери | Усього за період 2012-2019 років, тонн | Частка від загального експорту, % |
|-------------------|--|-----------------------------------|
| Польща            | 3228690                                | 95,54                             |
| Чеська республіка | 96719                                  | 2,86                              |
| Швейцарія         | 14767                                  | 0,44                              |

|                       |         |      |
|-----------------------|---------|------|
| Сполучене Королівство | 9650    | 0,29 |
| Гонконг               | 5462    | 0,16 |
| Болгарія              | 3644    | 0,11 |
| Ірландія              | 3295    | 0,10 |
| Ізраїль               | 3098    | 0,09 |
| Естонія               | 5123    | 0,06 |
| Інші країни           | 1913    | 0,35 |
| Разом                 | 3379360 | 100  |

Станом на червень 2016 р. виробництво пелет із лушпиння соняшнику в Україні становило до 723 650 т на 169 підприємствах, з яких 110 – спеціалізуються на соняшниковому на лушпинні, інші – виробляють також пелети з іншої сировини (соломи, деревини, торфу), а також виробляють брикети.

**Таблиця 15 – Обсяги експорту пелет з лушпиння соняшнику за адміністративними областями України згідно реєстрації експортерів, тонн**

| Адміністративна одиниця України | Роки, тонн |        |        |        |       |
|---------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------|
|                                 | 2012       | 2013   | 2014   | 2015   | 2019  |
| Київська                        | 238451     | 193156 | 174396 | 168243 | 22185 |
| Одеська                         | 117195     | 74411  | 127470 | 275678 | 96836 |
| Черкаська                       | 140450     | 88956  | 91092  | 58283  | 13575 |
| Львівська                       | 108476     | 59756  | 89676  | 88826  | 20024 |
| Кіровоградська                  | 52461      | 105475 | 73680  | 23258  | 4648  |
| Полтавська                      | 17677      | 33898  | 55236  | 54726  | 4322  |
| Вінницька                       | 33987      | 37218  | 42113  | 44651  | 8876  |
| Запорізька                      | 36486      | 20177  | 27925  | 26552  | 3901  |
| Харківська                      | 49636      | 24569  | 5201   | 4405   | 684   |
| Волинська                       | 25413      | 14850  | 17852  | 8723   | 1117  |
| Дніпропетровська                | 10924      | 7116   | 13944  | 34562  | 1245  |
| Рівненська                      | 10532      | 7532   | 18422  | 10431  | 912   |
| Донецька                        | 1020       | 29954  | 11225  | 45     | 87    |
| Тернопільська                   | 6771       | 4706   | 5224   | 6300   | 330   |
| Івано-Франківська               | 12190      | 5880   | 852    | 1907   | -     |
| Херсонська                      | 14165      | 2053   | 1121   | 1498   | -     |

|              |        |        |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Луганська    | 12665  | 994    | -      | -      | -      |
| Житомирська  | 402    | 374    | 2013   | 3436   | 581    |
| Миколаївська | 5988   | 785    | 1689   | 380    | 44     |
| АР Крим      | 130    | -      | 1366   | 5017   | 1295   |
| Хмельницька  | 783    | 284    | 2953   | 1067   | 67     |
| Закарпатська | 650    | 587    | 123    | 3653   | 22     |
| Чернігівська | 778    | 85     | 178    | 88     | 538    |
| Разом        | 899832 | 712756 | 763752 | 821730 | 181291 |

Виробництво пелет із соняшникового лушпиння на сьогодні досягло історичного максимуму за всі роки. До того ж використано до 40 % наявного ресурсу лушпиння в Україні. Якщо проаналізувати цей показник, зважаючи на статистичні відомості щодо переробки насіння, виявляється, що більшість наявного ресурсу соняшникового лушпиння на діючих олійноекстракційних заводах вже використано. Наприклад, загальна кількість переробленого насіння на кінець 2015 р. становила 8,4 млн. т. За середнього виходу лушпиння з насіння на рівні 18%, загальна кількість утвореного лушпиння становить 1,5 млн. т, до 50% з якого використовується на самих заводах на власні потреби (виробництво пару, тепла та електроенергії на біомасових котельнях). Деяка частка сировини постачається на установки спалювання лушпиння інших підприємств (наприклад, ПАТ «Ватутінський комбінат вогнетривів», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПАТ «Полтавський ГЗК» тощо). Отже, вільний об'єм лушпиння становить до 750 тис. т, і майже весь він використовується на переробку в пелету (не враховуючи виробничо-технологічні втрати).

Для цього підсектору притаманне значне укрупнення виробництва, більшість пелет виробляється власниками відходів лушпиння, тобто великими олійноекстракційними заводами. Середній масштаб такого виробництва становить 7-20 тис. т/рік, у деяких випадках сягає 60000 т. Найпотужнішими виробниками її в довоєнний період (до 2022 року) були: ПАТ «Кіровоградолія», Запорізький ОЕЗ, Миколаївський ОЕЗ, ТОВ «Град

Олія», ТОВ «Наша Олія» (Харківський ОЕЗ), Бандурський ОЕЗ, Бердянський ОЕЗ, ТОВ «Українська чорноморська індустрія», All Seeds Ukraine). Крім того, працюють кілька окремих оптових постачальників лушпиння, що найімовірніше є дочірніми підприємствами тих самих підприємств переробки соняшнику. Середній коефіцієнт завантаження у цьому секторі становить 0,5...0,65, що є показником, близьким до технологічного максимуму виробництва (0,85).

Зазначимо, що на довоєнний час потенціал зростання цього сектору обмежений, адже майже всі вільні сировинні ресурси лушпиння вже задіяні, а нові вторинні ресурси переробки можна отримати лише після збільшення посівів під соняшник та будівництва нових ОЕЗів.

У цілому, в Україні ринок виробництва пелет із соняшникового лушпиння можна вважати насиченим, а наявність пелетного виробництва на ОЕЗах – стандартною практикою, оскільки це є додатковим значним складником у забезпеченні стабільного прибутку цих підприємств, диверсифікації ризиків від сезонних коливань на ринку олії та насіння.

Україна посідає провідну позицію серед країн світу у сфері виробництва рослинної олії (перше місце з виробництва та експорту). Факт вирощування соняшнику, як однієї з основних технічних культур на території України, є історичним, але за часів перебування України в складі колишнього радянського союзу більшу частину насіння соняшнику експортували як сировину. Від часів набуття Україною незалежності, а особливо впродовж останніх 10-20 років, ситуація кардинально змінилася. Було створено велику кількість підприємств-переробників насіння на олію. Це змінило підхід до обробки та вирощування соняшнику і призвело до утворення значних обсягів побічної продукції – відходів переробки насіння – лушпиння соняшнику, що залишалося після технологічного процесу отримання рослинної олії.

Із часом (починаючи з 2003 р.) лушпиння соняшника почали використовувати як паливо безпосередньо на підприємствах – виробниках рослинної олії. Згодом лушпиння соняшника стало сировиною для



виробництва пелет, оскільки виникла потреба в пелетах із соняшникового лушпиння як палива на значних відстанях від підприємств-виробників. Таким чином, наразі лушпиння соняшнику використовують майже на всіх підприємствах – виробниках рослинної олії (кількістю приблизно 500 000 т), а також широко використовують для заміщення природного газу на промислових печах будівельної та металургійної галузей України.

Зокрема, лушпиння соняшника використовують для енергетичних потреб таких підприємств, як ПАТ «Ватутінський комбінат вогнетривів» (обертюва піч обпалювання шамоту, заміщення природного газу – 80%, витрата лушпиння до 3 т/год.), ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (цех обпалювання вапняку, печі №4 та №5 обпалювання вапняку, заміщення природного газу – 45 % на кожній печі, витрата лушпиння складає до 7 т/год.), ПАТ «Запоріжвогнетрив» (піч № 3 обпалювання шамоту, заміщення природного газу – 55%, витрата лушпиння до 2,5 т/год. за середньої завантаженості устаткування 18 днів/місяць), ВАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (4 обертові печі, заміщення природного газу на кожній – 40%, витрата лушпиння до 12 т/год.). Що ж до фізико-хімічних властивостей лушпиння та пелет з лушпиння, то для спалювання воно, як і багато інших аграрних відходів та залишків, є більш складним паливом, ніж деревина, хоча і з дещо вищою теплотою згорання. В основному, це спричинене високою зольністю, високим вмістом летючих, низькою насипною щільністю.

У таблиці 16 наведено середні значення хімічного складу лушпиння соняшнику.

**Таблиця 16 – Типові середні показники хімічного складу соняшникового лушпиння**

| Найменування складника | Одиниці вимірювання | Вміст у соняшниковому лушпинні |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Зольність              | %                   | 3,83                           |
| Вуглець, С             | %                   | 48,25                          |
| Водень, Н              | %                   | 5,84                           |
| Азот, N                | %                   | 0,81                           |
| Сірка, S               | %                   | 0,24                           |

|   |        |       |
|---|--------|-------|
| Кисень, O   | %      | 41,03 |
| Нижча температура згорання, O <sup>i</sup> <sup>d</sup> | МДж/кг | 18,51 |
| Вища температура згорання, O <sup>i</sup> <sup>d</sup>  | МДж/кг | 19,12 |

На національному рівні кілька країн ЄС мають різні умови для використання різних видів пелет відповідно до потужності установок для спалювання. Хоча інформації про використання соняшникового лушпиння для виготовлення пелет бракує.

У Німеччині установки, що працюють на традиційних видах палива, зокрема деревних гранулах, потужністю до 1000 кВт не потребують дозволу на використання.

У Данії низька якість згорання і можливі проблеми в роботі є основними перешкодами на шляху розвитку малих установок спалювання пелет. До того, ця країна має значний досвід роботи з використання соломи локально в невеликих теплоцентралях, а також на регіональному рівні в середніх ТЕЦ і централізовано у великих ТЕЦ.

Для спалювання всіх видів палива в Австрії потрібно мати дозвіл. До обладнання та палива встановлено нормативи, що мають бути дотримані та перевірені. Граничні показники викидів забруднюючих речовин від спалювання агробіомаси встановлені тільки для Нижньої Австрії (потужність < 400 кВт), для решти території законодавчі нормативи встановлені місцевою владою як «спеціальне паливо».

Французьке законодавство не визначає різниці між деревиною та іншими видами палива з біомаси та однаковою мірою розглядає як паливо з біомаси. Це означає, що всі види біомаси є паливом для процесів горіння до тих пір, поки норми викидів будуть виконуватися. Установки з потужністю нижче 2 МВт не підлягають регулюванню у національному законодавстві. Ці установки регулюються граничними показниками викидів регіональними медико-санітарними правилами. Установки з вихідною потужністю понад

2 МВт і нижче 20 МВт регулює наказ 1997 року, який має менш суворі нормативи для обладнання, що працює з використання пелетів.

За угорським законодавством, до твердого палива входить біопаливо без додавання забруднювачів або без хімічної обробки.

В Україні встановлено нормативи для спалювання різних видів палива без поділу на типи. Єдиним виключенням є встановлені нормативи для нових енергоустановок, що працюють на лушпинні (див. таблицю 17).

**Таблиця 17 – Технологічні нормативи викиду забруднюючих речовин для нових енергоустановок, що спалюють лушпиння соняшника**

| <b>Клас небезпеки речовини</b> | <b>Найменування речовини</b>   | <b>Величина масової витрати, г/год.</b> | <b>Гранично допустимий викид мг/м<sup>3</sup></b> |
|--------------------------------|--|---|---|
| Клас III                       | Пароподібні та газоподібні сполуки хлору, якщо вони не ввійшли до класу I, у перерахунку на хлористий водень | 300 або більше                          | 30  |
| Клас IV                        | Диоксид сірки (диоксид та триоксид) у перерахунку на диоксид сірки   | 5000 або більше                         | 5000  |
|                                | Оксид азоту (оксид та диоксид) у перерахунку на диоксид азоту  | 5000 або більше                         | 5000  |
|                                | Оксид сірки  | 5000 або більше                         | 250   |
|                                | Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, не диференційованих за складом                            | Понад 500                               | 50  |

Нормативи встановлені для всіх установок, що спалюють паливо за виключенням домашніх господарств. Таким чином, використання агропелет не має додаткових бар'єрів, крім технологічних, але немає й додаткової підтримки чи регуляторних послаблень.

#### **5.4. Соняшникове лушпиння як сировина для виробництва пару та електричної енергії**

У попередніх розділах кваліфікаційної роботи нами наведено шляхи утилізації соняшникового лушпиння шляхом додавання цієї частки сировини у корми для тварин та виготовлення біопалива методом утворення брикетів та пелет. Але, враховуючи недоліки вище наведених методів та значні обсяги сировини, яка потребує утилізації, суспільство продовжує пошуки більш результативних шляхів у відношенні їх екологічної доцільності та економічної ефективності.

У даному розділі один із них ми розглядаємо на прикладі проєкту «Утилізація лушпиння насіння соняшника для виробництва пару та електричної енергії на олійно-екстракційному заводі ПРАТ «Кіровоградоолія». Дане підприємство займається виробництвом пресованої та екстракційної харчової соняшnikової олії та переробкою соняшnikового лушпиння як залишків після отримання кінцевого продукту.

«Кіровоградоолія» має виробничу потужність на рівні 300 000 тонн/рік харчової олії та посідає 2-ге місце у відповідній галузі України [7].

Даний проєкт був першим на території України електрогенеруючим проєктом, що працював на біомасі – соняшnikовому лушпинні. Метою даного проєкту вартістю 6 млн. євро було замінити природній газ біомасою завдяки зміні старих газових котлів на нові, тобто зробити реконструкцію системи енергопостачання. В результаті проєкту встановили парову турбину Velkobites (Чехія), за допомогою якої б відбувалось виробництво електроенергії.

**Таблиця 18 – Технічні характеристики проєкту «Утилізація лушпиння насіння соняшника для виробництва пару та електричної енергії на олійно-екстракційному заводі ПРАТ «Кіровоградоолія» [65]**

| Тип палива                     | Лушпиння соняшника    |
|--------------------------------|-----------------------|
| Споживання палива              | 80 000 т/год.         |
| ККД котла                      | 86%                   |
| Кількість установок            | 3                     |
| Загальне виробництво тепла     | 36,45 МВт*ч           |
| Загальне паровиробництво       | 48 т/год.             |
| Тиск пари на виході            | 36 Бар                |
| Тип                            | конденсаційна турбіна |
| ККД виробництва електроенергії | 31%                   |
| Кількість установок            | 1                     |
| Виробництво електроенергії     | 1,7 МВте              |
| Тиск пари                      | 39 Бар                |
| Номінальні години роботи       | 8000 ов/год.          |

Завдяки цьому проєкту все лушпиння, що залишається на підприємстві у вигляді відходів, перероблялося з метою одержання енергії. Це допомогло підприємству задовольнити, в першу чергу, власні потреби в тепловій та електричній енергії, а також уникнути споживання енергетичних викопних ресурсів, зменшення витрат на закупівлю даної сировини з мережі. До того ж, така технологія передбачала зменшення викидів CO<sub>2</sub> завдяки таким факторам:

1) для забезпечення виробництва теплом почали використовувати CO<sub>2</sub>-нейтральне паливо, скоротивши споживання природного газу (22 тис. т CO<sub>2</sub>-екв./год.).

2) зменшено спалювання викопного палива шляхом задоволення власних потреб підприємства в електроенергії (12 тис. т CO<sub>2</sub>-екв./год.).

3) припинилось вивезення відходів (соняшникового лушпиння) на полігони твердих побутових відходів, тим самим вдалось запобігти викиданню метану в атмосферне повітря (14 тис. т CO<sub>2</sub>-екв./год.).

4) скорочення викидів за проєктом становить 38 тис. т CO<sub>2</sub>-екв./рік, загальні скорочення – 190 тис. т CO<sub>2</sub>-екв.

5) кількість одиниць скорочення викидів (ОСВ) за період 2008-2012 роки становить 207 тис. т CO<sub>2</sub>-екв.

Когенераційний модуль, який за проектом мав спалювати лушпиння соняшнику, складався з двох постійно діючих котлів і одного резервного, паропроодуктивність яких складала 16 т/годину кожен та парової турбіни потужністю 2,5 МВт.

### **5.5. Утилізація соняшникового лушпиння шляхом газифікації з отриманням генераторного газу**

Зростання цін на енергоносії призвело до різкого збільшення складової собівартості продукції, що випускається, обумовленої витратами підприємств на паливні ресурси. У зв'язку з цим, керівники підприємств, що мають власне енергогосподарство розглядають всі можливі шляхи економії теплової та електричної енергії, приймають рішення про заміну вугілля, газу чи мазуту, що використовуються як паливо на власних котельних, на дешевші низькокалорійні види палива.

Перехід на спалювання твердого низькокалорійного палива є досить складним процесом, що вимагає зокрема й застосування принципово нових технологій. Вони повинні забезпечувати сучасні екологічні вимоги, бути більш економічними й менш чутливими до якості палива, яке використовується.

Пріоритетним напрямком ресурсо- і енергоощадних технологій є впровадження економічно вигідних технологічних процесів, заснованих на енергетичному використанні різних видів рослинної біомаси. Основну частину з загальної маси енергетичного палива рослинного походження складають відходи деревини, які складаються з відходів лісозаготівельних і деревообробних підприємств [20, 21,22].

Для цієї групи відходів характерною особливістю є накопичення їх в межах одного підприємства, при цьому виникає можливість економії коштів на транспортування, за умови, якщо відходи використовуються безпосередньо для енергозабезпечення самого підприємства. В той же час

економічні розрахунки доводять, що енергетичне використання рослинної біомаси виявляється вигідним при її транспортуванні на відстань не більше 100 км.

Аналіз паливних властивостей залишків деревини показує їх значну схожість і незалежність від роду деревини й місця зростання. На відміну від деревини теплотехнічні характеристики сільськогосподарських відходів значно різняться, в основному, за рахунок суттєвих коливань зольності й складу мінеральної частини. Зазначимо, що на паливні характеристики рослинної біомаси значний вплив чинять умови транспортування й зберігання.

Так, наприклад, досвід показує, що відходи перероблення деревини, які мають у момент утворення вологість  $W$  близько 40%, після року зберігання їх вологість значно збільшується і може становити до 70% [21, 22].

Результати аналізу даних інших авторів [20, 21, 22, 19, 14] дозволили систематизувати існуючі на сьогодні технології перероблення рослинної біомаси. Основними з них є такі:

- пряме спалювання (теплова енергія);
- газифікація (синтез-газ);
- піроліз (кокс, газ, рідке паливо);
- каталітичний реформінг (рідке паливо);
- біоконверсія (газ 75% $\text{CH}_4$ );
- гідроліз (етанол, лігнін).

Вибір шляхів перероблення рослинної біомаси пов'язують із властивостями біомаси, технологічними можливостями її перероблення в різних конкретних умовах.

Соняшникове лущиння, як основний вид відходів олійно-екстракційних підприємств, є одним із перспективних видів рослинної біомаси для утворення генераторного газу. Відомо, що на масложирових комбінатах, що проводять первинну обробку плодів соняшнику утворюється

значна кількість лушпиння, яке, як правило, не піддається утилізації з отриманням додаткового прибутку.

О. Осмак зі співавторами [11] вказують на декілька варіантів використання соняшникового лушпиння для отримання товарної продукції, ає всі вони в кінцевому підсумку зводяться до одного – організація виробництва будь-якого нового виду продукції спричинить створення диверсифікаційного підрозділу в складі (або поза його межами) підприємства.

У зв'язку з цим, за основу прийнято міркування, що при оцінці діяльності будь-якого суб'єкта господарювання важливо оцінити елементи собівартості виробництва основної продукції.

Аналіз трьох основних із них є: амортизаційні матеріали, зарплатня й енерговитрати показує, що при випуску будь-якої продукції з соняшникового лушпиння не представляється можливим різко зменшити витрати за зазначеними елементами, оскільки обладнання й витратні матеріали потрібно закупити, а мінімальний рівень зарплати обмежений законодавчо. Залишається тільки один вихід – радикально зменшити витрати на енергоносії.

Розглянута доцільність утилізації лушпиння соняшника шляхом газифікації з отриманням генераторного газу й подальшим виробництвом тепла і електроенергії за допомогою когенератора, а також можливість випуску сорбентів (активованого вугілля) з осередкових залишків газифікації.

Фізико-хімічні властивості лушпиння соняшника, як органічного палива, наведені в таблиці 19 [17].

Таблиця 19 – **Фізико-хімічні властивості соняшникового лушпиння**

| Найменування продукції | Щільність, т/м <sup>3</sup> | Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup> | Гранулометричний склад |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                        |                             |                                      | Зміст класу в %        |
|                        |                             |                                      |                        |



|                         |      |       |                 |               |               |          |                |
|-------------------------|------|-------|-----------------|---------------|---------------|----------|----------------|
| Соняшникове<br>лушпиння | 1,00 | 0, 25 | більше<br>10,00 | 10,0-<br>5,00 | 5,00-<br>1,00 | 1,00-0,5 | менше<br>10,00 |
|                         | 1,00 | 0,25  | 0,20            | 40,6          | 49,9          | 5,1      | 4,2            |

Ззовні лушпиння соняшника являє собою лусочки чорного кольору, має специфічний, але не різкий запах, гранулометричний склад якого характеризується великим вмістом частинок із розмірами 1x10 мм. Аналіз хімічного складу лушпиння соняшника, виконаний на предмет визначення горючості, наведений у таблиці 20 й свідчить про його ідентичність із паливом рослинного походження – деревиною і торфом. Враховуючи цю властивість, доцільно газифікувати лушпиння соняшника з метою отримання генераторного газу і мінерального залишку у вигляді золи.

Таблиця 20 – Хімічний склад рослинної біомаси

| Найменування<br>палива  | Склад палива % (мас.) |      |       |      |      |      |      | Тепло-<br>твірна<br>здатність,<br>кДж/кг,<br>ккал/кг |
|-------------------------|-----------------------|------|-------|------|------|------|------|--|
|                         | Cdt                   | Hdt  | Od    | Sdt  | Nd   | Wrt  | Ad   |  |
| Соняшникове<br>лушпиння | 50,92                 | 6,31 | 33,2  | 0,17 | 1,12 | 4,66 | 3,62 | 6450,<br>1543  |
| Сосна (дрова)           | 50,2                  | 6,0  | 43,4  | -    | 0,4  | 20,0 | 1,2  | 4710,<br>1125  |
| Дуб (дрова)             | 50,35                 | 6,05 | 42,34 | -    | 1,26 | 20,0 | 1,2  | 4890,1169  |
| Солома<br>пшенична      | 50,0                  | 7,7  | 44,4  | 0,09 | 0,7  | 8,8  | 5,7  | 4646,<br>1110  |

Дані спектрального лабораторного аналізу, виконаного у сертифікованих лабораторіях АК «САТЕР» (м. Київ), показують, що золу (осередкові залишки), отриману в процесі газифікації лушпиння соняшника, за вмістом деяких хімічних елементів, зокрема, токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів (табл. 21) не доцільно використовувати як рудний концентрат при загальноприйнятих технологіях. В цілому ж, зола, а точніше

осередкові залишки, газифікації лушпиння соняшника не містять шкідливих речовин в кількостях, що перевищують ГДК, і тому її можна використовувати як сорбент для очищення і розділення різних газів і рідин.

**Таблиця 21 – Вміст в золі від соняшникового лушпиння токсичних, кольорових, рідкісних і важких металів**

| № з/п | Найменування хімічного елементу | Масова частка в % |
|-------|---------------------------------|-------------------|
| 1     | Свинець                         | 0,003             |
| 2     | Мідь                            | 0,004             |
| 3     | Титан                           | 0,065             |
| 4     | Миш'як                          | менше 0, 005      |
| 5     | Марганець                       | 0,06              |
| 6     | Олово                           | 0,0003            |
| 7     | Нікель                          | 0,002             |
| 8     | Хром                            | 0,0015            |
| 9     | Кобальт                         | 0,0003            |
| 10    | Барій                           | 0,045             |
| 11    | Літій                           | менше 0,001       |
| 12    | Кадмій                          | менше 0,001       |
| 13    | Цинк                            | 0,0065            |
| 14    | Стронцій                        | менше 0,03        |

Розроблені до теперішнього часу різні процеси утилізації відходів характерні тим, що використовують технології, які базуються на процесах без зміни агрегатного стану основних компонентів. У зв'язку з цим, представляється перспективним отримання економічного й екологічного ефектів від використання технологій, заснованих на зміні агрегатного стану речовин відходів, тобто з їх переведенням від твердого в рідкий або газоподібний стан. Рішення цієї задачі значно спрощується тим, що в лушпинні соняшника присутній вуглець, який можна перетворити на горючий генераторний газ, завдяки чому створюється дешева енергетична база для технологій, що використовують зміну агрегатного стану початкових продуктів.

За результатами аналізу набутого досвіду, технічних і економічних можливостей, найбільш доцільним є застосування термохімічних процесів газифікації в апаратах – газогенераторах [3,4].

У процесі газифікації вуглець, що міститься в лушпинні соняшника, переходить із твердого агрегатного стану в газоподібний, в основному, в вигляді монооксиду (CO) і двоокису вуглецю (CO<sub>2</sub>) при одночасному утворенні водню (H<sub>2</sub>) і метану (CH<sub>4</sub>).

Результати термічного перетворення лушпиння соняшника наведені в таблиці 22.

Таблиця 22 – Хімічний склад золи соняшникового лушпиння

| Найменування оксиду            | Вміст (% мас.) у золі: |          |                  |                        |
|--------------------------------|------------------------|----------|------------------|------------------------|
|                                | вугілля                | деревини | соломи пшеничної | соняшникового лушпиння |
| SiO <sub>2</sub>               | 20,0-60,0              | 5,0      | 44,85            | 5,2                    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,0-15,0               | 7,5      | 32,05            | 1,45                   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,0-15,0               | 4,0      | 8,45             | 1,9                    |
| CaO                            | 15,0-40,0              | 46,9     | 6,0              | 14,2                   |
| MgO                            | 2,0-6,0                | 8,0      | 2,07             | 9,7                    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,1-0,5                | 6,0      | 1,6              | 19,4                   |
| K <sub>2</sub> O               | 1,0-6,0                | 18,0     | 3,33             | 32,15                  |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,0-6,0                |          |                  | 0,3                    |

Зола лушпиння соняшника – це складна, різнорідна речовина, що складається з декількох класів мінеральних домішок. Відомо, що в будь-яких рослинах, в їх органічній масі містяться елементи, що входять до складу ферментів клітин: марганець (Mn), кобальт (Co), молібден (Md) та ін. При термічному обробленні лушпиння соняшника утворюються тверді й газоподібні продукти з потенціалом їх використання в різних сферах господарства.

### Висновки до п'ятого розділу:

Ряд визначених характеристик соняшникового лушпиння (високий рівень теплотворності, екологічність, простота транспортування та складування, малий викид вуглекислого газу, зручність використання та ін.) дозволяють використовувати його в якості сировини для енергетичних

потреб. У цьому відношенні розвиваються напрями використання соняшникового лушпиння як сировини для виготовлення різних видів біопалива, зокрема паливних брикетів, пелетів, виробництва пару та електричної енергії, процесів газифікації з отриманням генераторного газу.

## РОЗДІЛ 6.

### КОНЦЕПЦІЇ СТАРТАП-ПРОЄКТІВ ЩОДО АЛЬТЕРНАТИВНИХ ШЛЯХІВ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ

#### 6.1. Стартап-проект виготовлення картону із соняшникового лушпиння

Ідея одного із стартапів, запропонованого Д.В. Шевченком [26] і розвинена нами щодо використання соняшникового лушпиння як виду відходів органічної природи, що потребує переробки, полягає в утилізації соняшникового лушпиння, яке можна використовувати в якості сировини для виробництва волокнистого напівфабрикату.

В Україні поступово розвивається целюлозно-промислова галузь, а тому виникає питання з постачанням сировини для виробництва матеріалів. Із метою отримання волокнистих напівфабрикатів лужними способами, сировину піддають хімічному обробленню, оскільки вона є досить целюлозовмісною. Волокнисті напівфабрикати із соняшникового лушпиння можна отримати натронним, натронно-содовим та нейтральносульфітним способами варіння [26].

Під час додаткової екстракції лужним розчином, із концентрацією NaOH – 4% за визначеними режимами, з метою відокремити якнайбільше фарбуючого пігменту – фітомеланіну, який перешкоджає процесу делігніфікації – процесу видалення лігніну із лушпиння.

Технологічно це виглядає так: сировину піддають процесу просочення впродовж 30 хвилин, під час яких поступово піднімають температуру від 80 до 130 °С, далі проводиться видалення лігніну із лушпиння впродовж 15, 30, 60, 90 та 120 хвилин. У результаті цих дій отриманий матеріал можна використовувати як сировину для виготовлення картону, тим самим зменшуючи навантаження на підприємства, які вже надають послуги з

переробки та утилізації вторинної сировини, а також зменшити потребу у вивезенні відходів та сміттєзвалища.

**Таблиця 13 – Організаційно-технологічні та екологічні обґрунтування доцільності стартап-ідеї виготовлення картону із соняшникового лушпиння**

| <b>Показники стартап-прокту</b> | <b>Слабкі сторони</b>  | <b>Сильні сторони</b>   |
|---------------------------------|--|---|
| Економічна складова             | Обмежене фінансування, розробка та впровадження в роботу обладнання для виготовлення.  | Запобігає накопиченню зайвих відходів, менш енергозатратно, ніж спалювання в когенераційних установках .    |
| Науково-технічний прогрес       | Обмежена кількість наукових дослідів за цією темою.  | Процес відокремлення фітомеланіну та пошук нового матеріалу для отримання волокнистих напівфабрикатів.      |
| Екологічна складова             |  | Розширює список можливих способів по утилізації відходів виробництва з метою отримання додаткової сировини. |
| Конкурентоспроможність          | Підприємства, які використовують лушпиння соняшника в якості добавки у корма для тварин, когенераційні установки на олійно-екстракційних заводах, отримання теплової та електричної енергії. | Відсутність підприємств, які використовують лушпиння соняшника для виготовлення картону.                    |
| Сировинна складова              |  | Сировина, отримана в результаті роботи олійно-екстракційних підприємств.                                    |

Переробка соняшникового лушпиння в запропонований спосіб значно покращить екологічний та економічний стан підприємств, які займаються виготовленням соняшникової олії. Утилізація лушпиння соняшника в Україні є комплексним та багатофункціональним підходом, що сприяє розвитку сільського господарства, промисловості та екологічної стійкості,

позитивно впливатиме на загальну економічну ситуацію в країні, оскільки переробка відходів знижує потребу в їх утилізації.

Наводимо основні параметри та обґрунтування за результатами аналізу ринку утилізації соняшникового лушпиння :

1. **Актуальність проблеми.** Україна на сьогоднішній день є одним із найбільших експортерів соняшnikової олії у світі. На наші території припадає приблизно 40% світового експорту, тож, зважаючи на об'єми продукції, що постачається, можна зробити висновки, що з потребою в утилізації соняшnikового лушпиння стикається кожне підприємство. Із загальнодоступних джерел нам відомо, що соняшnikове лушпиння вже почали використовувати в якості біопалива, як підстилку для худоби, для отримання пелет та брикетів, або як добавку до кормів для тварин.

2. **Конкурентоспроможність.** Оскільки проблема екологічного та економічного перероблення відходів є актуальною, існує багато підприємств, які займаються утилізацією агро-сільських та жирно-олійних відходів. Оскільки залишків у вигляді лушпиння соняшника залишається дуже багато, а пропозицій щодо його утилізації обмежена кількість, постає питання щодо пошуку нових шляхів і технологій.

3. **Технічний фактор.** Целюлозна промисловість в Україні поки що є слабо розвиненою сферою, тому для втілення нових проєктів бракує державної підтримки, а також відсутність належної кількості виробничих підприємств.

4. **Екологічні фактори.** За останні роки в Україні дедалі частіше знаходять широкого застосування процеси переробки відходів на вторинну сировину. Найпопулярніші методи – звозити на сміттєзвалища, або спалювати для отримання палива користуються широким попитом, проте слід зазначити, що при такому використанні утворюються вторинні токсичні відходи, які виділяються в навколишнє природне середовище.

**Таблиця 24 – Характеристика деяких показників реалізації  
стартап-проекту щодо виготовлення картону  
із лушпиння соняшнику**

|                      | <b>Позитивні фактори</b>  | <b>Негативні фактори</b>  |
|----------------------|---|---|
| Внутрішнє середовище | -значні масштаби сировинної бази;<br>-можливість виробляти різні сировинні матеріали;<br>-низька собівартість кінцевого продукту;<br>-отримання побічних корисних продуктів;<br>-кваліфіковані спеціалісти;             | -недостатня державна підтримка;<br>-відсутність великого оборту коштів;<br>-недостатньо повноцінних досліджень та науково-технічних матеріалів; |
| Зовнішнє середовище  | -співпраця з підприємствами;<br>-утилізація відходів з метою отримання вторинної сировини;<br>-покращення рівня екологічності;<br>-науково-технічний прогрес;<br>-позитивний вплив на енергетику та економічні фактори. | з<br>з<br>з<br>рівня<br>рівень<br>рівень<br>розробок.   |

Згідно проведеного аналізу можна зрозуміти, що даний проєкт задовольняє потреби споживача у правильній утилізації соняшникового лушпиння з метою отримання корисної вторинної сировини та має необхідні ресурси для впровадження в систему роботи відповідних підприємств. В Україні виготовляється велика кількість соняшnikової олії, залишки від якої лишаються у вигляді лузги або шроту, тож проблема утилізації є актуальною, суспільство постійно знаходиться в пошуках нових методів, які б могли приносити користь не лише єдиним фактом утилізації, але й отриманням як наслідок цінної вторинної сировини для користувачів. Щодо використання лушпиння у целюлозно-промисловій галузі, то найвищі показники міцності спостерігаються при натронному варінні, проте жоден із параметрів не відповідає вимогам стандартів уже існуючих видів паперу [27].



Отже, оскільки для запровадження даного методу щодо виготовлення паперу в сировину необхідно додавати інші речовини, наприклад хвойну чи листяну целюлозу. Запропонований метод переробки соняшникового лушпиння краще підходить для виготовлення картону, оскільки в результаті можна отримати корисний продукт, який буде широко використовуватись в побуті, допоможе зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище та сприятиме сталому розвитку.

## **6.2. Стартап-проект вирощування грибопродукції на субстраті зі соняшниковго лушпиння**

Ще одна стартапова ідея пропонується нами для використання соняшникового лушпиння в контексті його утилізації для виготовлення субстратів для вирощування грибопродукції.

У світі й в Україні набутий досвід утилізації соняшникового лушпиння у процесі грибовиробництва [8, 9].

Однак, при використанні соняшникового лушпиння як субстрату, на якому культивуються їстівні гриби для харчування людей, до нього повинні висуватися вимоги щодо наявності токсичних та радіоактивних речовин, важких металів, інших хімічних речовин, які, можливо, використовувались при вирощуванні соняшника.

Грибовиробництво в Україні знаходиться в започаткованому стані; відзначається як справа нова та багатогранна, і тому має великий шанс на успіх у прибутковому бізнесі.

Гриби, як високообігова, високоврожайна культура можуть претендувати на пріоритетність у агробіотехнологічних виробництвах щодо головних і невідкладних питань у сферах кормовиробництва та тваринництва. Цьому передують той факт, що вихід грибного якісного білку на одиницю площі (із 1 га/рік на суху речовину) у 100 разів перевищує лімітований білок ґрунтових рослинних культур.

За нинішніх умов економічного розвитку України, особливо в аграрному секторі, сировина (солома, соняшникове лущиння) для культивування грибів у штучних умовах є ідеальними субстратами, що надзвичайно важливо при виробництві такого специфічного виду продукту, звичайно за умови їх екологічної чистоти. Нині цієї сировини є достатньо на Україні, що пов'язане із зменшеними (за останні роки) показниками поголів'я великої рогатої худоби, у процесі догляду за якою та виробництві кормів на зиму використовувались ці види відходів. Наявність субстратної бази, відповідність її нормам щодо екологічної безпеки визначає сприятливі умови для організації спільного грибного бізнесу із закордонними інвесторами, які цінують чистоту продуктів, їх фармакологічну цінність та екологічну безпечність.

Наприклад, якщо у 80-ті роки минулого століття на душу населення колишнього радянського союзу припадало 50 г грибів на рік, то нині на кожного українця припадає 20-30 г грибів, вирощених у штучно створених умовах, тобто культивованих. Відродження цього перспективного напрямку у народному господарстві України незаперечно потребує значних інвестиційних капіталовкладень.

Їстівні гриби, вирощені у штучних умовах – цінний високобілковий продукт харчування, який засвоюється ліпше за телятину і нарівні білків житнього хліба. За вмістом білку їстівні гриби переважають ягоди, фрукти і овочі. Загальна калорійність грибного бульйону в 7 разів вища, ніж м'ясного. Кілограм висушених грибів за калорійністю прирівнюється до трьох кілограмів м'яса чи риби. Завдяки екстрактивним, ароматичним речовинам і вмістові великої кількості білків, вуглеводів (цукрів), мінеральних речовин гриби мають неперевершений смак і аромат. Поживні і смакові якості плодових тіл дуже високі. Добре засвоюються організмом дрібно пошматовані гриби, а ще ліпше – грибний порошок із сухих грибів. У ньому міститься вдвічі більше білку ніж у свіжому м'ясі. Якщо білки плодових тіл засвоюються на 70%, то засвоюваність грибного порошку сягає 88%.

Плодові тіла грибів виду глива-плеврот звичайний, або плеврот черепитчастий (та всіх культивованих штамів) за своїми лікувальними властивостями, стійкістю щодо інфекцій (легкістю зберігання протягом певного часу), легкістю переробки та ін. переважають інші відомі і цінні гриби [23].

Відпрацьований субстрат «мікорм», як біологічно цінний нешкідливий кормовий засіб, використовують як харчову добавку до раціону у тваринництві, птахівництві, риборозведенні.

Для вирощування гливи добре підходить соняшникове лушпиння.

Суть цього стартап-проєкту полягає у наведенні наукового обґрунтування доцільності утилізації соняшnikового лушпиння шляхом промислового культивування грибів, зокрема гливи. Нами наводяться економічно-технічні розрахунки суті та доцільності проєкту, визначається економічний ефект реалізації проєкту та практичні рекомендації з попередньої організації власного бізнесу з вирощування грибів.

Основні положення розробленого проєкту наведені у відповідних розділах та табличних матеріалах.

Із екологічної точки зору створюваний комплекс екологічних умов при вирощуванні гливи обумовлює формування штучної екосистеми, регульованої зусиллями людини в обмеженому просторі.

Переробка відходів деревини може мати два шляхи. Перший – це природна деструктуризація, спалювання або компостування, що, крім останнього, спричинює забруднення навколишнього середовища. Викидання на звалища, як і спалювання, є порушенням екологічного законодавства. Другий спосіб полягає у використанні відходів як субстрату для культури гливи. Він є безвідходною мікотехнологією. Разом з отриманням харчового продукту, істотну цінність має відпрацьований субстрат, який може знайти застосування у вигляді мікокорму, мікодобрив або мікосубстрату для вермикультури. Промислове вирощування гливи може вирішити проблеми утилізації як соняшnikового лушпиння, так і інших целюлозомістких

відходів рослинного походження – деревини, соломи та ін.

Промислове культивування гриба є створенням штучних, більш повно регульованих екосистем, з типовою монокультурою. Збір грибів в будь-якій технології – захоплююче заняття. Відпрацьований субстрат – прекрасна білково-вітамінна добавка до корму великої рогатої худоби, свиней і птахів; у тварин, за рахунок вживання незамінних амінокислот із субстрату, зникає явище канібалізму. Додавання збагаченої білком гливи соломи до раціону живлення тварин підвищує їх імунітет до хвороб, покращує обмін речовин. У молочних корів зростають удої, у биків на відгодівлі підвищуються прирости; кращою за смаковими властивостями стає яловичина. Відпрацьований субстрат може служити цінним добривом під овочеві, ягідні й плодіві культури і середовищем для вермикультури.

Реалізація такого стартап-проекту дозволить значною мірою вирішувати проблему утилізації соняшникового лущиння, яке є одним із відходів технологічних процесів на багатьох підприємствах по всій території України. Рентабельність грибного бізнесу складає 35-50%.

Втілення проекту дозволить залучити в Полтавську область інвестиції в розмірі 740 тисяч гривень (кошторисна вартість реалізації стартап-проекту), забезпечивши при цьому роботою 60-80 чоловік. Орієнтовно підприємство може бути створене в Диканьці (Полтавський район, Полтавська область), що надасть змогу використати два стандартні тваринні комплекси. У перспективі, враховуючи збільшення потужностей ЗАТ «Полтавський олійно-екстракційний завод – Кернел Груп», підприємства концерну «Укролія» та приватних олійниць, можлива реалізація запропонованого нами стартап-проекту на 25 підприємствах потужністю до 150 тонн грибів у рік. Встановлено, що для реалізації отриманої в такий спосіб грибної продукції в день (навіть в об'ємі півтонни), в регіоні (наприклад, в Полтаві) слід мати консервну лінію та торгову марку для просування продукції ринком України.

***Екологічна доцільність упровадження проекту*** є незаперечною, оскільки спосіб утилізації соняшникового лущиння шляхом промислового

вирощування грибів дозволяє вирішувати проблему знешкодження одного із видів відходів олійно-екстракційних підприємств і є альтернативним до екологічно шкідливих, які нині застосовуються. До того ж, за своїми результатами цей спосіб надає можливості отримання реальних прибутків через реалізацію продукції.

*Економічна ефективність очікуваних результатів* багато в чому залежить від оподаткування, реалізації продукції, ціни на лушпиння, витрат на обладнання приміщень. Але в середньому рентабельність коливається 35-50% (за умови альтернативних способів економії тепла навіть до 70-77%), при допущенні 20% на непередбачувані витрати. За умови нерегламентованих підвищень цін на газ і електроенергію (для України в нинішніх соціально-економічних умовах це явище є актуальним) технологія є конкурентноспроможною.

### **Висновки до шостого розділу:**

Опираючись на характеристики соняшникового лушпиння як важливої сировини, нами запропоновано два стартап-проекти з визначенням екологічних та економічних аспектів результатів їх впровадження. Один із них стосується використання соняшникового лушпиння як сировини для виготовлення картону, другий – для використання цієї сировини для вирощування грибопродукції, зокрема видів і штамів гливи.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень зроблені такі висновки:

1. Соняшникове лушпиння належить до відходів органічного походження, утилізація якого раніше, а почасти й дотепер зводиться до прямого спалювання в навколишньому середовищі або ж вивезення на поля чи сміттєзвалища. При застосуванні відповідних технологій і їх цільового спрямування лушпиння відокремлюється при підготовці насіння соняшнику до вилучення олії в процесі обвалування. При виділенні ядра соняшнику на підприємствах олійно-жирової галузі утворюється значна кількість лушпиння – близько 14% від загальної кількості насіння. Утилізувати її в таких обсягах затратно і складно. Але на сьогодні вже відомо ряд варіантів вигідної утилізації соняшникового лушпиння зі значними екологічними та економічними ефектами.

2. Щорічне зростання посівної площі соняшника, підвищення кількості врожаю, призводить, відповідно, до зростання кількості відходів, які, в свою чергу, також необхідно безпечно та цивілізовано утилізувати. У сучасних умовах соняшникове лушпиння здебільшого використовують таким чином: застосовують в якості сировини при виробництві фурфуролу, кормових дріжджів і етилового спирту; додають в подрібненому вигляді до грубих кормів у тваринництві; застосовують в садівництві в якості органічного добрива для розпушення і поліпшення ґрунту; застосовують в якості субстрату при вирощуванні грибів; із лушпиння соняшнику виготовляють декоративні теплозвукоізоляційні плити; використовують для отримання біогазу; використовують для виготовлення продуктів горіння, які можна розглядати як альтернативну паливну сировину.

3. Правовою підставою для поводження з відходами, в тому числі й органічного походження (рослинної біомаси) є ряд прийнятих в Україні законодавчих документів і концепцій, які підлягають емпіментатції, що пов'язано з перспективами вступу України до Євросоюзу. Розпорядженням

кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року №820-р схвалено Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року, в якій визначено головні напрями державного регулювання в сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів із питань управління відходами. Законом №187 передбачено два альтернативних напрями поводження з відходами: утилізація (використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів) та видалення (в основному шляхом захоронення та знищення (знешкодження)).

4. У господарській діяльності підприємств олійно-жирової галузі в зв'язку із нарощуванням виробничих потужностей значно збільшуються обсяги відходів виробництва. В умовах інтенсифікації світового фінансово-економічної кризи і трансформації економіки України питання комплексного перероблення сировини для підприємств олійно-жирової галузі є одними з пріоритетних. Реалізація окреслених основних стратегічних напрямів ефективного використання відходів підприємств олійно-жирової галузі, зокрема й щодо соняшникового лушпиння, дозволить як самим підприємствам, так і державі в цілому отримати вигідні й доцільні економічні, соціальні й екологічні ефекти.

5. Уміст в соняшниковому лушпинні ряду хімічних речовин – як мінеральних, так і органічних, зокрема вітамінів, визначає можливість його застосування в якості добавок до корму тварин. Відповідний фізико-хімічний склад соняшникового лушпиння робить його сировиною для отримання восків, які знайшли своє застосування в харчовій та кондитерській промисловостях. На субстратах із соняшникового лушпиння у поєднанні з різними видами соломи доцільно вирощувати в промислових умовах грибопродукцію.

6. Ряд визначених характеристик соняшникового лушпиння (високий рівень теплотворності, екологічність, простота транспортування та складування, малий викид вуглекислого газу, зручність використання та ін.) дозволяють використовувати його в якості сировини для енергетичних

потреб. У цьому відношенні розвиваються напрями використання соняшникового лушпиння як сировини для виготовлення різних видів біопалива, зокрема паливних брикетів, пелетів, виробництва пару та електричної енергії, процесів газифікації з отриманням генераторного газу.

7. Опираючись на характеристики соняшникового лушпиння як важливої сировини, нами запропоновано два стартап-проекти з визначенням екологічних та економічних аспектів результатів їх впровадження. Один із них стосується використання соняшникового лушпиння як сировини для виготовлення картону, другий – для використання цієї сировини для вирощування грибопродукції, зокрема видів і штамів гливи.



## ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Агроекологічний атлас Полтавщини. Серія «Екологічна бібліотека Полтавщини». Випуск 7. Полтава : Оріяна, 2009. 70 с.
2. Антоненко Л.П. Технологія виробництва деревної маси : Метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» / Л.П. Антоненко, І.М. Дейкун. К. : НТУУ «КПІ», 2012. 44 с.
3. Артоуз Є.Г., Резніченко В.П. Використання екологічних енергозберігаючих технологій при утилізації відходів сільськогосподарського виробництва // Наукові записки. 2012. Вип 12, ч. 1. С.110-114.
4. Баранник К. В., Волошин М. Д. Аналіз використання соняшникового лушпиння у якості палива // Хімічні технології. Біотехнології. 2017. № 3. С. 156–160.
5. Болтянська І.О. Ефективність використання енергозберігаючих технологій на підприємстві ПрАТ «МОЕЗ» //Науковий вісник ТДАЕУ. Випуск 8. Т.2. С. 32–47.
6. Болтянська Н. І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві // Вісник Сумського НАУ. Суми, 2016. Вип. 10/3 (31). С. 118–121.
7. Георгій Гелетуша. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси (визначення точок зростання). 2016, 24 с.
8. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Жроздова О. І. Комплексний аналіз технологій виробництва енергії з твердої біомаси в Україні. Частина 1. Солома // Промислова теплотехніка. 2013. №3. С. 56–63.
9. Гелетуша Г., Крамар В., Епик О., Антощук Т., Тітков В. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси (визначення точок зростання)». Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй

- «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні». К. : ТОВ «Науково-технічний центр «Біомаса». 2016 рік. С. 24–34, 62-64, 68, 211-214.
10. Годована П. Д., Смоляр Н. О. Методи та шляхи утилізації соняшникового лушпиння // Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (7-8 грудня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. С.141–143.
  11. Біопалива (технології, машини і обладнання) / Дубровін В. О., Корчемний М. О., Масло І. П. та ін. К. : ЦТИ «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.
  12. Гулий І.С., Гушанко М.М., Орлов Л.О. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості, Вінниця : Нова книга, 2001. С. 37–43.
  13. Деклараційний патент на винахід. Поживне середовище для оновлення колекції штамів грибів роду глива / Сичов П.А., Тимофеев О.А., Каліберда Г.В., Гарджала Л.І., Загуменний Р.А. Опубл. 15.11.2000. Бюл.
  14. Закон України про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року. Відомості Верховної Ради України. 2011. №26.
  15. Захаренко Ю. В. Основні напрями енергозбереження в олійно-жировій галузі // Олійно-жировий комплекс. 2007. № 1. С. 39–40.
  16. Захаренко Ю. В. Основні напрямки підвищення енергоефективності в олійно-жировій галузі // Збірник праць УкрНДІОЖ УААН. 2008. Вип. 2. С. 71–76.
  17. Захаренко Ю. В., Попов М. О. Комплексний підхід щодо розрахунків економічної ефективності енергозберігаючих заходів в олійно-жировій галузі // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів, 2013. № 2. С. 106–110.

18. Іванов Ю. Б., Іанова О. Ю. Стратегія формування конкурентних переваг підприємства в умовах інтенсивної конкурентної боротьби // Проблеми економіки. 2014. №4. С. 121–128.
19. Кривенко М. Стратегія формування конкурентних переваг підприємства // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. К., 2008. № 99-100. С. 44–48.
20. Лакіза О.В., Руднєва Л.Л., Чурсінов Ю.О., Демідов І.М. Застосування відходів переробки насіння соняшнику // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. №2. С. 14–16.
21. Методичні вказівки до курсу «Основи підприємництва» для студентів хіміко-інженерних, хіміко-технологічних та біотехнологічних спеціальностей усіх форм навчання (бізнес-планування) / Уклад.: О. А. Підлісна, В. В. Янковий, М. П. Дорошенко. К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. 48 с.
22. Основи виробничого підприємництва : Навчальний посібник / під ред. Підлісної О. А., Янкового В. В. К. : ІВЦ «Видавництво Політехніка», НТУУ «КПІ», 2010. 287 с.
23. Осьмак О., Серьогін О. О. Рослинна біомаса – альтернативний вид палива // Харчова помисловість. 2012. С. 182–186.
24. Павлишин М., Чеховой М., Ясенецький В. Комбіновані енергетичні системи з нетрадиційними джерелами енергії. Техніка і технології АПК. 2009. С. 10–13.
25. Панчук Д. В., Кочмар І. М. Соняшникове лушпиння як вторинний матеріальний ресурс олієжирової промисловості // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи : Матеріали VI Всеукр наук.-практ. конф. викладачів, аспірантів та студентів. Ірпінь, Університет державної фіскальної служби України, 7-15 листопада 2016 р. С. 179–181.

26. Підлісна О. А., Тюленєва Ю. В. Практикум з розроблення стартап-проекту. Навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 46 с.
27. Попов М. О. Енергозбереження як основа конкурентоспроможності підприємств олійно-жирової галузі // Технологічний аудит і резерви виробництва. Економіка підприємства. Харків, 2013. №1/3 (9). С. 36–38.
28. Попов М. О. Напрямки підвищення конкурентоспроможності підприємств олійно-жирової галузі // Сучасні тенденції та актуальні питання соціально-економічного розвитку підприємств : Матер. Міжн. наук.-практ. конференції. ХНУБА. Харків, 2013. Ч. 2. С. 193–194.
29. Попов М. О. Організаційно-економічні аспекти використання відходів виробництва олійно-жирової галузі // Вісник Полоцького державного університету. Серія Д. 2016. №67. С. 64–67.
30. Попов М. О. Проблеми конкурентного розвитку олійно-жирової галузі України // «Conduct of modern science – 2016» : Materials of the XII International scientific and practical conference. Sheffield, 2016. Т. 2. – С. 79–81.
31. Попов М. О., Дюжев В. Г. Підвищення інноваційної сприйнятливості до енергозбереження олійно-жирових підприємств на основі формування бази типового переліку енергозберігаючих технологій // «Scientific horizons – 2014» : Materials of the X International scientific and practical conference (Шефїлд, 30 вересня – 07 жовтня 2014 р.), Economic science. Sheffield, 2014. Vol. 2. С. 7–10.
32. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : Екмо, 2008. 424 с.
33. Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2022-2027 роки («Довкілля – 2027»). Полтава. 2018. 138 с.

34. Руднєва Л. Л., Бухкало С. І. Деякі можливості комплексної переробки рослинної сировини // Вісник НТУ «ХПІ». Х. : НТУ «ХПІ», 2014. Вип. 16. С. 105–112.
35. Руднєва Л. Л., Бухкало С. І. Дослідження різновидів соняшникового лушпиння // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. 2021. Ч. II. С. 231.
36. Руднєва Л.Л., Бухкало С.І. Складові використання та дослідження відходів переробки насіння соняшника. // Інформаційні технології, техніка, технологія, освіта та здоров'я : Тези доповідей XXV Міжн. наук.-практ. конф., MicroCAD-2017, 17-19.05.2017, Ч. III, Х., НТУ «ХПІ» С. 53.
37. Семірненко Ю.І., Бондаренко С.М. Утилізація золи лушпиння соняшника // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». 2016. Вип. 3(28). С.152–155.
38. Смоляр Н., Годована П. Екологічна складова проблеми використання соняшникового лушпиння // Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023 : Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля» (21-22 вересня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. С. 86–87.
39. Соломко Е.Ф. Вплив біостимуляторів на ріст *Pleurotus ostreatus* (Fr) Kunt. // Укр. ботан. журн. 1989. Т. 46, № 6. С. 57–61.
40. Філоненко Л.Г., Моргунов В.В., Гончар В.С. та ін. Відходи сільхозвиробництва – складові гармонізації екосистем // Екологія та здоров'я людини. Охорона водного та повітряного басейнів. Утилізація відходів : Матеріали XII міжнародної конференції. К, 2004. Т. 3. С. 628–684.

41. Шевченко Д. В. Особливості хімічного перероблення лушпиння соняшника : Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра зі спеціальності 161–Хімічні технології та інженерія. Київ, 2020. 89 с.
42. Шевченко О., Дубровін В., Мироненко В., Євич П., Стовпник І., Марчук О. Використання вторинних ресурсів для ефективного теплопостачання виробничих та побутових приміщень в сільській місцевості // Науковий вісник НУБіПУ. К. : НУБіПУ, 2009. №134. Ч.2. С.7–14.
43. Balea A., Merayo N., Fuente E., Delgado-Aguilar M., Mutje P., Blanco A., Negro C. Valorization of Corn Stalk by the Production of Cellulose Nanofibers to Improve Recycled Paper Properties // BioResources. 2016. №11(2). P. 3416–3431.
44. Durmaz E., Ates S. Characterization of microfibrillar cellulose (MFC) obtained from corn stalk, sunflower stalk, reed and sesame husk // Wood Reseachers. 2018. №63 (4). P. 713–736.
45. Md. Islam S., Kao Nh., Sati N. Bhattacharya, Gupta R. An investigation between high and low pressure processes for nanocrystalline cellulose production from agrowaste biomass // AIP Conference Proceedings 1914. 2017. №7 (2). P. 1–6.
46. Rudi, H., Resalati, H., Eshkiki, R. B., & Kermanian, H. Sunflower stalk neutral sulfite semi-chemical pulp: an alternative fiber source for production of fluting paper // Journal of Cleaner Production, 127, 562–566.
47. Silvaa J.C., R.C. de Oliveiraa, A. da Silva Netoa, V. C. A. de Amorim dos Santosa. Pimentela, Extraction, Addition and Characterization of Hemicelluloses from Corn Cobs to Development of Paper Properties // Procedia Materials Science. 2015. №8. P. 793–801.
48. Zemnukhova L. A., Kovekhova A. V. Sunflower husk integrated processing prospects // Advanced Materials Research. 2013. №781-784. P. 752–755.

49. Використання лушпиння соняшника в кормах для тварин –  
[Електронний ресурс]: 2023, 28 квітня, URL:  
<https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/339112>
50. Грабак Н. Х. Проблема енергозаощадження в АПК України та шляхи її розв'язання [Електронний ресурс] / Н. Х. Грабак. – Режим доступу:  
<http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2011/150-138-9.pdf>. 2.
51. Експрес-випуск «Підсумки збору врожаю основних сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду у 2013 році (попередні дані)». 17.01.2014 р., № 24/0/06.1вн-14. Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/> 6.
52. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.bibliotekar.ru>.
53. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://agravery.com>.
54. Електронний ресурс. Режим доступу: «Укроліяпром»,  
<http://www.ukroilprom.org.ua>
55. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.ier.com.ua>
56. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.me.gov.ua>
57. Макуха з лушпиння соняшника як сировина для біопалива –  
[Електронний ресурс]: 2019, 27 вересня, URL:  
<https://www.kronaimpuls.com.ua/makuha-z-lushpinnya-sonyashnika-yak-sirovina-dlya-biopaliwa/>
58. Переробка соняшника в ЄС зростає – [Електронний ресурс]: 2022, 24 жовтня, URL: <https://agroexpert.md/rus/v-mire/pererabotka-podsolnechnika-v-es-rastet-a-drugih-maslichnyh-umenishaetsya> (дата звернення 04.01.2024)
59. Полтавський олійно-екстракційний завод  
<https://latifundist.com/kompanii/862-poltavskij-masloekstraktsionnyj-zavod>
60. ПАТ «Кіровоградолія»
61. [http://kirovogradoliya.pat.ua/emitents/reports/year/2014/app\\_38\\_11](http://kirovogradoliya.pat.ua/emitents/reports/year/2014/app_38_11)

62. Ситуація на світовому ринку продовольства. URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituati>.
63. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2013. Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/> 5
64. Чеборака А. Ф., Трохимчук М. І. Підвищення енергоефективності галузей АПК – питання виживання держави [Електронний ресурс] // Проблеми економічного розвитку АПК : Матеріали держ. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 2011). – Режим доступу:
65. <http://www.btsau.kiev.ua/sites/default/files/tezy/Tezy%20Ekonom.pdf>.



## Додаток А

### Картографічні матеріали

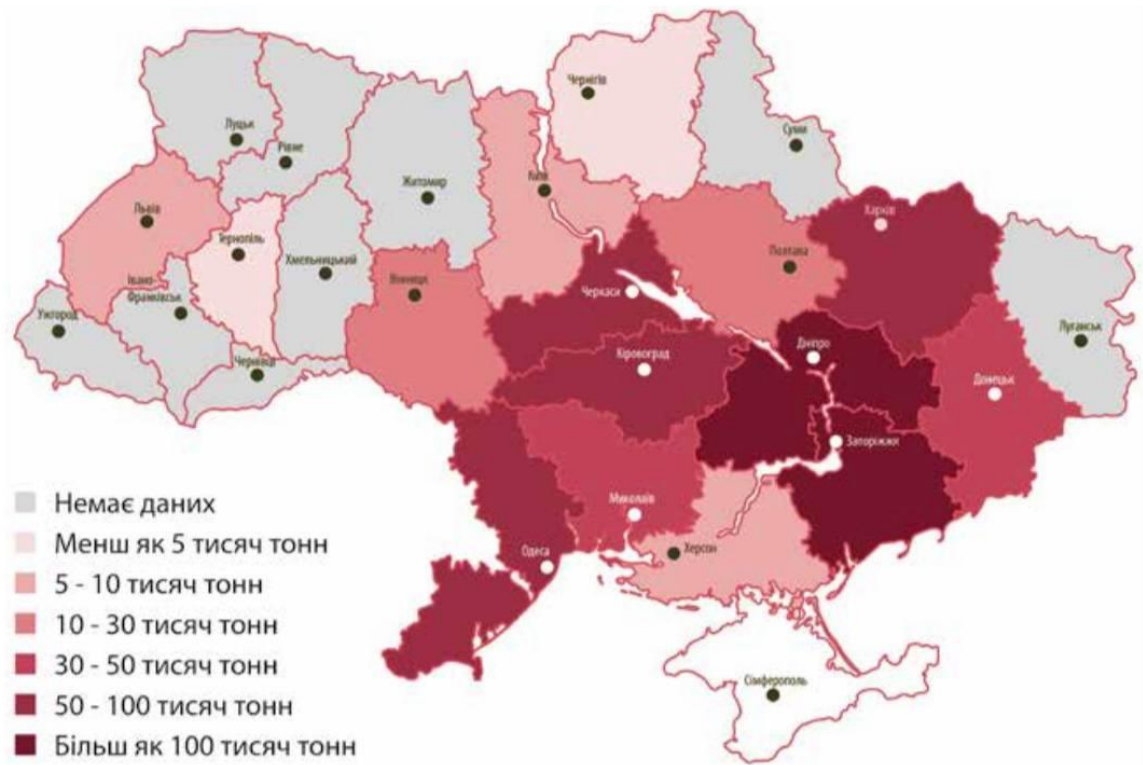


Рисунок А.1 – Карта виробництва пелет з лушпиння за областями [28]

**Додаток Б**  
**Фотоілюстративні матеріали**



**Рисунок Б.1 – Соняшикове лущиння в масі як відходи оброблення  
плодів соняшнику**

## Додаток В

### Табличні матеріали

**Таблиця В.1 – Основні характеристики лінії гранулювання 800-1100 кг/год.**

| № | Найменування  | К-ть, шт | кВт |
|---|---|----------|-----|
| 1 | Живильник-дозатор («Живе дно») 30 м/куб.<br>(комплектація нижче 0)<br>Призначення: прийом, тимчасове зберігання, ворущіння, чітка, дозована подача матеріалу, для подальшої переробки. Конструкція, що вмонтовується на підготовлені фундаменти.<br>Корисний об'єм – 30 м/куб.  | 1        | 7,5 |
| 2 | Транспортер ланцюговий (з магнітним сепаратором)<br>Призначення: підбір і транспортування матеріалу на дисковий сепаратор. Укомплектовані магнітними сепараторами.  | 1        | 2,2 |
| 3 | Дисковий сепаратор з шнековим конвеєром<br>Призначення: сепарація матеріалу від некондиційних і великих домішок і подача сировини на сушку за допомогою шнекового конвеєра.   | 1        | 5,2 |
| 4 | Вузол транспортування сухої сировини (паливо)<br>Призначення: вузол охолоджує гранулу в охолоджувачі і відсмоктує пил після просівання, транспортуючи її на бункер палива. Транспортування проводиться за допомогою вентилятора в циклон по аспіраційних трубопроводах, що входять в к-т. Укомплектований дозатором.  | 1        | 6,6 |
| 5 | Оперативний бункер теплогенератора<br>Призначення: накопичення, дозування матеріалу за допомогою двох гвинтових конвеєрів, в камеру спалювання теплогенератора. Укомплектований зворушувачем.   | 1        | 3   |
| 6 | Теплогенератор SAB-1500<br>Призначення: Система призначена для спалювання тріски, стружки, гранули, лушпиння, сухого торфу і т.д. Виробляє теплової агент для сушильного комплексу. Укомплектований камерою допалювання, іскрогасіння і золовидалення. Додаткова теплоізоляція. Даний вузол укомплектований димоходом, аварійної засувкою з н.ж. стали і електромагнітом (для аварійного скидання диму і газів в атмосферу) | 1        | 5,2 |
| 7 | Подовжувач теплогенератора SB-1<br>Призначення: проведення процесу змішування перегрітого і свіжого повітря. Через жолоб подовжувача матеріал надходить в сушку. Укомплектований опорною рамою. Подовжувач двоконтурний. Даний вузол укомплектований аварійною системою пожежогасіння (вуглекислотна).  | 1        | 3   |

|    |   |   |      |
|----|---|---|------|
| 8  | Сушильний барабан SB-1<br>Призначення: проведення процесу сушіння (барабан сконструйований таким чином, що сировина постійно перевертається лопатками і подається на вихід в аспіраційний трубопровід), внутрішня частина барабана виготовлена з нержавіючої сталі. Комплектується опорною і приводний станцією. Барабан теплоізолюваний.   | 1 | 5,5  |
| 9  | Головний циклон SB-1<br>Призначення: відокремлює висушену масу від димових газів, повітря і вологи, виділеної в процесі сушіння. Укомплектований опорними стійками, улавлювачем великих частинок, головним аспіраційним трубопроводом з притискними муфтами і клапаном.   | 1 | 0    |
| 10 | Пиловий вентилятор<br>Призначення: створює повітряний потік, необхідний для транспортування біомаси, разом з теплоносієм та для видалення відпрацьованого теплоносія. Укомплектований аспіраційними трубопроводами і димарем.   | 1 | 18,5 |
| 11 | Шлюзовий затвор головного циклону (дозатор)<br>Призначення: запобігання підсосу повітря головним циклоном, дозування матеріалу, на дробарку молоткову або інші технологічні цілі.   | 1 | 2,2  |
| 12 | Дробарка молоткова<br>Призначення: подрібнення дрібних деревних відходів (тріска, стружка, щепи тощо), до певної, однорідної маси.  | 1 | 37   |
| 13 | Вузол транспортування сухо = сировини (2 шт.)<br>Призначення: підбір подрібненого матеріалу з-під дробарки молоткової для подальшого транспортування. Другий вузол охолоджує гранулу в охолоджувачі і відсмоктує пил після просівання. Транспортування проводиться за допомогою транспортного вентилятора в циклон по аспіраційних трубопроводах, що входять у комплект. Укомплектований дозатором. | 2 | 13,2 |
| 14 | Бункер-дозатор гранулятора<br>Призначення: прийом, зберігання, ворушіння, дозування матеріалу в змішувач гранулятора. Укомплектований зворушувачем і магнітним сепаратором.   | 1 | 5,5  |
| 15 | Гранулятор BST-1<br>Призначення: дозування, змішування води з попередньо висушеним і подрібненим матеріалом, за допомогою змішувача, який входить в комплект і подальше пресування, за допомогою кільцевої матриці і пресують роликів, до певного діаметра.   | 1 | 94,5 |
| 16 | Матриця<br>Призначення: головний робочий орган гранулятора. Діаметр отворів матриць для паливної гранули 6, 8, 10 мм.   | 1 | 0    |
| 17 | Ролик<br>Призначення: робочий орган гранулятора. Ролик у зборі з обечайкою.<br>Комплектується:  | 6 | 0    |

|    |  |   |     |
|----|--|---|-----|
|    | Ролик з обечайкой 190 мм. – 2 шт.<br>Ролик з обечайкой 195 мм. – 2 шт.<br>Ролик з обечайкой 200 мм. – 2 шт.  |   |     |
| 18 | Система змащення роликів (автоматична)<br>Призначення: автоматичний процес змащення роликів гранулятора, за допомогою спеціальної станції.<br>Укомплектована насосною станцією з пневмоприводом і блоком управління.   | 1 | 0,2 |
| 19 | Конвесер стрічковий «Норія»<br>Призначення: транспортування розігрітих, в процесі пресування, попередньо вироблених гранул, на колону охолодження.   | 1 | 2,2 |
| 20 | Колона охолодження з просіювачем<br>Призначення: прийом, тимчасове накопичення, охолодження, відділення некондиційних гранул, частин і пилу, з допомогу просіювача, повернення «некондції» на вторинну переробку.  | 1 | 4,5 |
| 21 | Конвесер стрічковий (в к-ті з рамою під біг-бег)<br>Призначення: транспортування попередньо охолоджених гранул в біг-бег.  | 1 | 1,5 |
| 22 | Ваги електронні<br>Призначення: зважування упакованої продукції за допомогою низько платформних електронних ваг, із виведенням результатів на табло.<br>Найбільша границя зважування – 1,5 тонн.   | 1 | 0   |
| 23 | Електрообладнання<br>Призначення: лотки, кабельна продукція і матеріали на весь комплекс обладнання, силові пульти управління.<br>Використання силового обладнання кращих світових виробників.   | 1 | 0   |
| 24 | Автоматика<br>Призначення: автоматизація технологічного процесу, з виходом на панель управління, логічні контролери, частотні перетворювачі, датчики рівнів, наповнення, температур, оборотів тощо. (Дистанційне управління всім технологічним процесом, за допомогою одного оператора). | 1 | 0   |

## Додаток Г

### Публікації автора

#### Публікація Г. 1

*Смоляр Н., Годована П. Екологічна складова проблеми використання соняшникового лушпиння // Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023 : Збірник матеріалів І Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля» (21-22 вересня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПІ, 2023. С. 86–87.*

Міністерство освіти і науки України  
 Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
 Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України  
 Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА  
 University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Austria  
 Bialystok University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environmental  
 Sciences, Department of HVAC Engineering  
 Institute of Mathematical Sciences, Faculty of Science,  
 University of Malaya, Kuala-Lumpur, Malaysia  
 Jamia Millia Islamia, New Delhi, India  
 Laval University, Quebec, Canada  
 Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan  
 Deutsche Gesellschaft Für Internationale  
 Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
 Gemeinde Filderstadt, Deutschland  
 University of Stuttgart, Stuttgart, Deutschland  
 Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина  
 Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
 Національний університет «Львівська політехніка»  
 Національний технічний університет України  
 Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
 «Київський політехнічний університет імені І. Сікорського»  
 Одеський державний екологічний університет  
 Сумський національний аграрний університет  
 Сумський державний університет  
 Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
 Вінницький національний технічний університет  
 Запорізький національний університет  
 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
 Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет»  
 Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
 ТОВ «НЬЮФОЛК НТЦ»  
 СП «Полтавська газонафтова компанія»

#### IV Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»



Полтава, НУПІ, 7-8 грудня 2023 року

УДК 502/504+620.9](2.064)  
Е40

Відповідальна за випуск: завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування,  
к.т.н., доцент Оксана ІЛЛЯШ

«Екологія. Довкілля. Енергозбереження» – 2023»: Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (7-8 грудня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. 271 с.

Учасники конференції – міжнародні експерти, почесні гості, науковці, шкільна й студентська молодь та освітяни – розглядають проблеми раціонального використання природних ресурсів, захисту довкілля та енергозбереження, подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій та воєнних дій.

Матеріали подано мовами оригіналів. За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

Оргкомітет конференції.

© Національний університет  
«Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», 2023 р.



|  |     |
|--|-----|
| <b>Юзефович С. В., Харламова О. В., Шмандій В. М.</b><br>ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ НАСЕЛЕННЯ НА<br>ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ОПИТУВАННЯ РЕСПОНДЕНТІВ<br>ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ..... | 134 |
|--|-----|

## ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Гамза Д. А., Мовчан В. В.</b><br>ПЕРЕДУМОВИ ЗАПОВІДАННЯ КЛЮЧОВОЇ ДІЛЯНКИ ДОЛИННИХ<br>ЛАНДШАФТІВ У СЕРЕДНІЙ ТЕЧІЇ РІЧКИ ХОРОЛ .....  | 137 |
| <b>Годована П. Д., Смоляр Н. О.</b><br>МЕТОДИ ТА ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯШНИКОВОГО<br>ЛУШПИННЯ.....   | 141 |
| <b>Голік Ю. С., Ілляш О. Е., Чепурко Ю. В., Серга Т. М.</b><br>АНАЛІЗ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ<br>ОКРЕМИХ МІСТ УКРАЇНИ.....                                      | 143 |
| <b>Голік Ю. С., Погорелов А. С.</b><br>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДРІБНИХ ПИЛОВИХ<br>ЧАСТИНОК У ПОВІТРІ ПРИМІЩЕННЯ ТА АТМОСФЕРІ.....   | 147 |
| <b>Громова І. Ю., Куракова Н. О.</b><br>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ДЖЕРЕЛАМИ<br>ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИРОДНОГО<br>ПОХОДЖЕННЯ.....                                    | 153 |
| <b>Ілляш О. Е., Істоміна Ю. А.</b><br>АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗЕЛЕНОГО ОЗДОБЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ.....                                      | 156 |
| <b>Катков М. В., Нурмакова С. М., Кезембасва Г. Б.</b><br>СУЛЬФАТНО-ХЛОРИДНИЙ АЛЮМОЗАЛІЗОВИЙ КОАГУЛЯНТ ІЗ<br>НЕКОНДИЦІЙНОГО БОКСИТУ .....  | 159 |
| <b>Костенко В. К., Богомаз О. П., Таврель М. І., Глушко І. О.</b><br>ПОКРАЩЕННЯ ВОДОПРОНИКЛИВОСТІ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ҐРУНТІВ ДОДАВАННЯМ ТВЕРДИХ<br>ВІДХОДІВ ГІРНИЦТВА..... | 162 |
| <b>Красовський С. А.</b><br>БІОЛОГІЧНА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЯК МЕТОД ПІСЛЯВОЄННОЇ<br>ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ.....   | 167 |
| <b>Кривошея-Захарова О. М.</b><br>ЕКОЛОГІЧНЕ ТА СОЗОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДІАТОМОВИХ<br>ВОДОРОСТЕЙ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ<br>«ГЕТЬМАНСЬКИЙ».....                              | 170 |
| <b>Крот О. П., Пуховой О. В.</b><br>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ФОСФОГІПСУ ДЛЯ<br>ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....  | 173 |



УДК 662.62

*Годована П. Д., магістрантка, Смоляр Н. О., к. б. н., доцент*

*Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **МЕТОДИ ТА ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ**

У наш час через надвелике навантаження на навколишнє природне середовище перед людством постає питання щодо утворення, накопичення, переробки та утилізації відходів виробництва. Ця проблема є актуальною на всій території України, оскільки в багатьох розвинених містах розміщені олійно-екстракційні заводи, на які припадає вагома частка забруднення.

Нажаль, загальновідомо, що не всі підприємства – виробники олій та побічних продуктів від кустарних та крафтових до потужних промислових – переробляють самі на підприємстві або ж передають на переробку лушпиння. В багатьох випадках, за відсутності належного контролю та в недотримання вимог екологічного законодавства, цей процес зводиться до несанкціонованого вивезення лушпиння на поля, на сміттєзвалища, а то й до прямого спалювання, що призводить до механічного, хімічного й фізичного (теплого) забруднення довкілля. Відходи ж виробництва соняшникової олії можуть мати значні екологічні й економічні ефекти, якщо їх утилізувати належним чином. Наприклад, часто побічний продукт виробництва соняшникової олії – лушпиння – використовується як підстилковий матеріал для худоби на тваринницьких комплексах, застосовується на полях та огородах як біологічне добриво, як кормові добавки в тваринництві й птахівництві при розмелюванні. У світі вже набутий вагомий досвід використання соняшникового лушпиння в забезпеченні енергетичних цілей [1].

Основні методи утилізації соняшникового лушпиння:

Компостування: *Суть методу:* лушпиння може бути використане для виробництва компосту або органічного добрива. *Екологічні ефекти:* компостування може зменшити кількість відходів, що потрапляють на сміттєві полігони, а також сприяє відновленню за рахунок підживлення та збереженню ґрунтів.

Виробництво біопалива: *Суть методу:* лушпиння може бути використане для виробництва біогазу чи біопалива через ферментацію або інші технології. *Екологічні ефекти:* зменшення використання традиційних паливних ресурсів та зменшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Виробництво біополімерів: *Суть методу:* лушпиння може бути використане для виробництва біополімерів для виготовлення пакувальних

матеріалів та ін. *Екологічні ефекти*: зменшення використання пластику у великих обсягах.

Зазначимо, що кількість соняшникового лушпиння при промисловій переробці насіння соняшника становить значну частину – 17-20% до маси насіння. Також різні гібриди й сорти соняшника містять чимало корисних речовин (у середньому: жиру 3%, білків 3,4%, безазотистих екстрактивних речовин 29,7%, клітковини 61,1%, зольних речовин 2,83% [2]), що розширює сфери його застосування.

Незважаючи на те, що в Україні відсутній галузевий нормативний документ, який би передбачав використання соняшникового лушпиння в якості палива, все ж його застосовують як альтернативне паливо. На сьогодні більше половини річного обсягу утвореного лушпиння спалюється в котлах із метою виробництва теплової енергії, близько 22% використовується для виробництва гранул та брикетів. При спалюванні соняшникового лушпиння кількість вуглекислого газу, що виділяється не перевищує того, що утворюється при природному розкладанні деревини. Так як соняшникове лушпиння має дуже низьку насипну щільність (170 кг/м<sup>3</sup>) та його транспортування на велику відстань є економічно недоцільним, тому надзвичайно актуальним і економічно вигідним, на сьогоднішній день, є виробництво гранул або брикетів, щільність яких складає 1200 кг/м<sup>3</sup>.

Використання соняшникового лушпиння дає змогу розв'язувати ряд екологічних проблем, зокрема скорочення викидів CO<sup>2</sup> в атмосферу (за рахунок відмови від використання природного газу), запобігання органічному розкладанню відходів після вивезення на звалища, сприяє зменшенню використання пластику, розвиває концепцію застосування альтернативного палива та ін. При застосуванні сучасного обладнання та ефективних елементів системи очищення відхідних газів при переробці соняшникового лушпиння емісія шкідливих речовин не буде перевищувати встановлені норми.

Не менш важливим це питання є й для Полтави, міста обласного значення, оскільки в його межах функціонує сучасне й потужне промислове підприємство ЗАТ «Полтавського олійно-екстракційного заводу – Кернел Груп», що є водночас, одним із головних джерел забруднення міста. Одним із основних видів відходів даного підприємства є соняшникове лушпиння.

#### **Використані інформаційні джерела:**

1. Бородіна О. *Відновлювальна енергетика – перспективи для сільського господарства України // Пропозиція. 2008. № 10.*
2. Дахновська О.В. *Шляхи використання соняшникового лушпиння // Збірник праць Вінницького національного аграрного університету. 2012. Т.2(66), №11. С. 156–160.*

## Публікація Г. 2

Годована П.Д., Смоляр Н.О. Методи та шляхи утилізації соняшникового лушпиння // Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження» (7-8 грудня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. С.141–143.

Міністерство освіти і науки України  
 Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА  
 Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина  
 Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
 Національний технічний університет України  
 «Київський політехнічний університет ім. І. Сікорського»  
 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
 Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
 Національний університет «Львівська політехніка»  
 Харківський національний автомобільно-дорожнього університет  
 Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
 Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова  
 Національний університет цивільного захисту України  
 Вінницький національний технічний університет  
 Одеський державний екологічний університет  
 Сумський технічний університет  
 Universität für Bodenkultur Wien  
 The University of Stuttgart  
 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
 Kazakh National Technical University named after K.I.Satbaev  
 «Todor Kableshkov» University of Transport  
 South West University «Neofit Rilski»  
 Slovak University of Technology in Bratislava (STU)  
 ТОВ «Хайсенс Україна» (HISENSE, КНР)  
 ДП Україна ГЕРЦ (HERZ, Австрія)  
 ТОВ «СИСТЕМЕЙР» (SYSTEMAIR, Швеція)  
 ТОВ «РЕХАУ» (REHAU, Німеччина)  
 ПП «Вент-Сервіс»  
 ТОВ «НЬЮФОЛК НКЦ»

## ЗБІРНИК ТЕЗ



І МІЖНАРОДНА НАУКОВО-  
 ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
 "СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ  
 ТЕПЛОЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА  
 ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ"

ПОЛТАВА  
 21-22 ВЕРЕСНЯ 2023

УДК 620.9:502.17](06)

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, к. т. н., проф. Юрій ГОЛІК.

«Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля. 2023»: Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теплоелектроенергетики та захист довкілля» (21-22 вересня 2023 року, Полтава). Полтава: НУПП, 2023. 87 с.

Учасники конференції – міжнародні експерти, почесні гості, науковці, шкільна й студентська молодь та освітяни – розглядають проблеми енергозбереження, альтернативної енергетики та охорони навколишнього природного середовища, ведуть пошук спільних науково-методичних та практичних підходів, шляхів вирішення проблем освіти в теплоенергетиці та технологіях захисту довкілля, тенденцій та перспектив розвитку цих галузей науки, зокрема в умовах воєнного стану.

Матеріали подано мовами оригіналів. За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

Оргкомітет конференції.

© Національний університет  
«Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка», 2023 рік

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Білокінь О., Пісковий В. І.</b><br>АВТОМАТИЗОВАНА ПОЛИВНА СИСТЕМА ЯК ОБ'ЄКТ<br>ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....   | 55        |
| <b>СЕКЦІЯ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>Степова О. В., Тягній Л. М.</b><br>ВИКОРИСТАННЯ ЗООБЕНТОЗУ В ЯКОСТІ ТЕСТ-ІНДИКАТОРІВ<br>ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....   | 57        |
| <b>Ляшок Я. О., Подкопасєв С. В., Повзун О. І., Вірич С. О., Калиниченко В. В.</b><br>ДОСЛІДЖЕННЯ З ДОЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ЗАЛІЗИСТИХ<br>КВАРЦИТІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ.....                                    | 60        |
| <b>Степова О. В., Степовий Є. Б., Степовий Д. Є.</b><br>АНАЛІЗ АВАРІЙ НА НАФТОПРОВОДАХ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.....   | 63        |
| <b>Юрченко В. О., Ткаченко С. О.</b><br>ВИКОРИСТАННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ ПРИ КОНТРОЛІ СТАНУ АКТИВНОГО<br>МУЛУ В БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ПРИРОДНИХ ВОДНИХ<br>СЕРЕДОВИЩ.....  | 66        |
| <b>Шара С. Ю.</b><br>РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДОСХОВИЩА<br>ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЕНЕРГОБЕЗПЕКИ УКРАЇНИ.....   | 69        |
| <b>Дмитруха Т. І., Черняк Л. М., Лапань О. В., Кондакова Т. С.</b><br>РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ<br>В РАЗІ РУЙНУВАННЯ РТУТНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.....   | 70        |
| <b>Ілляш О. Е., Шведюк А. С.</b><br>АНАЛІЗ ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ СПОРУДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ<br>ШЛАМОВИХ АМБАРІВ.....  | 73        |
| <b>Дмитренко В. І., Дяченко Ю. Г.</b><br>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЗМАЩУВАЛЬНИХ ДОБАВОК<br>ДО БУРОВИХ<br>РОЗЧИНІВ.....  | 75        |
| <b>Ілляш О. Е., Істоміна Ю. А.</b><br>АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА<br>ТА СТВОРЕННЯ ЕКОЕСТЕТИКИ МІСТ.....   | 77        |
| <b>Бредун В. І.</b><br>ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СКЛАДОВА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ<br>ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ.....  | 80        |
| <b>Тітова А.О., Шмандій В. М.</b><br>АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЯКІСНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ ТПВ<br>ЯК СКЛАДОВА МОНИТОРИНГУ ПОЛІГОНІВ РОЗМІЩЕННЯ ВІДХОДІВ.....   | 82        |
| <b>Синящик В. Ф., Харламова О. В.</b><br>ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ВІД СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ<br>ВІДХОДІВ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК АСПЕКТ ЗБЕРЕЖЕННЯ<br>НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ<br>СТІЙКОСТІ..... | 84        |
| <b>Смоляр Н. О., Годована П. Д.</b><br>ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ<br>СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ.....   | 86        |



УДК 662.62

*Смоляр Н. О., к. б. н., доцент  
Годована П. Д., магістрантка гр. бМТЗ,  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ**

В умовах всезростаючого антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище досить гостро постає проблема утворення, накопичення, переробки та утилізації відходів виробництва. Ця проблема є актуальною і для більшості олійно-екстракційних заводів та приватних олійниць в Україні. Одним із основних видів відходів такого типу підприємств є соняшникове лушпиння. Екологічні проблеми виникають на рівні його складування та утилізації.

У світі вже набутий вагомий досвід використання цього ресурсу в забезпеченні енергетичних цілей [1]. Все ж в Україні, як засвідчують результати аналізу літературних та інших інформаційних джерел, соняшникове лушпиння утилізується все ж більше консервативним шляхом: вивезення на сміттєзвалища, використання в якості підстилкового матеріалу для худоби на тваринницьких комплексах, використання на полях та городах як біологічне добриво, як кормової добавки в тваринництві й птахівництві, спалювання прямим способом, в гідролізній промисловості, вивезення на звалища та ін. Деякі з цих шляхів є екологічно необґрунтованими і можуть викликати вторинні екологічні проблеми.

В Україні згідно [2] у загальному обсязі виробництва олійних культур соняшник займає понад 90%, а в структурі посівних площ не менше 10%. Країна посідає друге місце в світовому рейтингу, забезпечуючи від 15 до 17% світового виробництва соняшнику.

Кількість соняшnikового лушпиння при промисловій переробці насіння соняшника становить значну частину – 17-20% до маси насіння. Хоча лушпиння різних гібридів і сортів соняшника містить чимало корисних речовин (в середньому: жиру 3%, білка 3,4%, безазотистих екстрактивних речовин 29,7%, клітковина 61,1%, зола 2,83% [2]), нині залишаються невирішеними проблеми, пов'язані з його раціональним і ефективним використанням. Це пояснюється в першу чергу, відсутністю галузевого нормативного документу, який би передбачав використання соняшnikового лушпиння в якості палива.

На сьогодні, більше половини річного обсягу утвореного лушпиння спалюється в котлах із метою виробництва теплової енергії, близько 22% використовується для виробництва гранул та брикетів, досить велика частка (до 80 тис т/рік) вивозиться на звалища, певна кількість продається сільськогосподарським підприємствам та населенню для господарських

потреб. Встановлено, що теплотворна здатність 1 т сухої речовини соняшникового лушпиння еквівалентна 17,2 МДж. За цим показником лушпиння переважає дрова (14,6-15,9) МДж/кг і буре вугілля (12,5МДж/кг). При спалюванні соняшникового лушпиння кількість вуглекислого газу, що виділяється не перевищує того, що утворюється при природному розкладанні деревини. Так як соняшникове лушпиння має дуже низьку насипну щільність (170кг/м<sup>3</sup>) та його транспортування на велику відстань є економічно недоцільним, тому надзвичайно актуальним і економічно вигідним, на сьогоднішній день, є виробництво гранул або брикетів, щільність яких складає 1200 кг/м<sup>3</sup>.

Використання соняшникового лушпиння дає змогу розв'язувати ряд екологічних проблем, зокрема скорочення викидів у атмосферу (за рахунок відмови від використання природного газу) та запобігання органічному розкладанню відходів після вивезення на звалища. При застосуванні сучасного обладнання та ефективних елементів системи очищення відхідних газів емісія шкідливих речовин не буде перевищувати встановлені норми.

#### *Література*

1. Бородіна О. Відновлювальна енергетика – перспективи для сільського господарства України // *Пропозиція*. 2008. № 10.
2. Дахновська О.В. Шляхи використання соняшникового лушпиння // *Збірник праць Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Т.2(66), №11. С. 156–160.
3. Железна Т., Морозова О. Лушпиння соняшнику для теплових потреб // *Зелена енергетика*. 2007. № 4. С. 24–25.

## Додаток Д

### ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ НА СУБСТРАТІ ІЗ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ

#### Технологічна інструкція на виробництво гливи на соняшниковому лушпинні

Налагодження прибуткового виробництва екологічних їстівних грибів виду плеврот звичайний, глива флоридська та глива степова слід починати з консультацій у фахівців та з пошуків сировини. Найкращим і доступним живильним середовищем для плеврота є звичайна, подрібнена на фракції 4-10см, безгербіцидна, не вражена пліснявою, бажано тільки щойно зібрана солома злакових та бобових. Найліпші види соломи: пшенична озима, у якій регламентований вміст азоту та вуглецю, і соєва, з комплексом мінеральних речовин, протеїном, наближеним до тваринних білків, і з поживністю, утричі вищою від пшеничної соломи. Найефективніший результат досягається в поєднанні обох видів соломи – пшеничної та соєвої у співвідношенні 60:40% відповідно, з додаванням лушпиння соняшника – 5% від ваги вже зволоженої соломи і порошкової крейди – 2%.

Ослабленій молодій грибниці після висіву в солом'яний «пеньок» (разюча природна схожість виявляється при знятті плівки з блока) дуже важко адаптуватися в перші кілька діб у новому середовищі, а лушпиння гречки, яке містить найбільше легкодоступних цукрів, тобто компонентів вуглеводного комплексу, пришвидшує розвиток міцелію і надає йому переваги щодо конкуруючих у своєму розвитку хвороботворних мікроорганізмів, бактерій та фітофтори. Додавання крейди, яка є обов'язковою в приготуванні субстрату, регламентує рН(кислотність) середовища, яке повинне бути в межах рН 6,5+0,5.

У деяких випадках ефективно застосовують мінеральні добавки – 0,2-1,5% від ваги субстрату. Якщо ж прагнути отримати екологічно чистий продукт, а не рясний урожай, мінеральні домішки потрібно вилучити.

Для процесу врощування потрібна сировина (солома, соняшникове та греане лушпиння, крейда, марганець, посівний матеріал) та матеріали (нитки, мотузки, поліетиленові пакети, 35-літрова виварка).

Усі названі природні компоненти ретельно перемішують і вкладають в ємність, заливають водопровідною водою, яку перед цим уже обробили перманганатом калію (звичайним або технічним марганцем) до червоного кольору. Тривалість замочування сировини – 15 годин. Після зволоження субстрату необхідно застосувати термообробку сировини. Використовують декілька простих методів стерилізації:

- проварювання субстрату у тій воді, що використовувалась для зволоження, при температурі +90-100<sup>0</sup>С протягом 30 хвилин;



- ошпарювання субстрату гарячою водою (кипятком) з одночасною герметизацією посудини. При охолодженні до + 30<sup>0</sup>С воду зливають і операцію обливання повтворюють ще декілька разів впродовж 4-6 годин.

Зливши воду, субстрат охолоджують до +28<sup>0</sup>С, не виймаючи його з виварки і не відкриваючи.

Дотримавшись технології підготовки сировини, ви можете сподіватися на врожай зі 100 кг вологого субстрату:

В домашніх умовах – 23-25кг;

У промисловому виробництві – 35-45кг.

Наступним етапом у регламенті виробництва гливи є інокуляція (зараження) субстрату грибницею.

Якість садівного матеріалу оцінюють за органолептичними показниками:

- забарвлення (сніжно-біле);
- зовнішній вигляд (повне заростання кожної зернинки міцелієм);
- запах (солодкувато-приємний, специфічний грибний);
- без темних, зелених, сірих, жовтих плям.

Для активізації росту перед інокуляцією субстрату грибницею витримують одну добу при кімнатній температурі і аж потім висівають у кількості 5-7% від маси субстрату.

**Схема посіву.** В поліетиленовий пакет з-під домашніх відходів (чорного кольору) вкладають охолоджену соломку, інокують і зав'язують нитками. Плівку нижньої частини блока перфорують або роблять надрізи для видалення зайвої вологи із субстрату. Мішок-блок підвішують (див.фото) і в нього зверху обережно до половини об'єму встромляють спиртовий термометр. Температура у блоці повинна бути +25-26<sup>0</sup>С (не більше 28 <sup>0</sup>С). За цим уважно слід стежити впродовж всього вегетативного циклу, який триває 30 днів.

Термін зберігання грибниці в холодильній камері – два місяці при температурі 0-2<sup>0</sup>С.

Об'ємна вага вологого субстрату в поліетиленовому мішку – 4-5кг. Витрати міцелію на один блок-300г.

Найголовніша умова технологічного регламенту – максимальна вимогливість до стерильності й чистоти в період інокуляції субстрату.

Регулюючи часові параметри біологічного годинника, життєтворним початком якого є світло, можна досягти прискорення або уповільнення фізіологічних та біохімічних процесів розвитку живого організму.

Світло як стимулятор-подразник і як головний чинник штучного мікроклімату впливає на рослинний світ через листя, на тварин – через світлопочутливі клітини шкіри і сітківку очей, на гриби – через пігменти плодового тіла. В усіх випадках проникаюча здатність променів залежить від чудодійної різнокольорової речовини – пігменту, який виконує роль вибіркового фільтра-уловлювача променистої енергії.

Світловий промінь виконує функцію природного біологічного годинника, який визначає періоди змін фаз відносного спокою і діяльності живих організмів.

Точка відліку часу біологічного годинника у культивуванні шапінкових грибів настає при першому спалахові світла, яке своїм сяйвом освітить органічну мікро-макросистему, котра являє собою тісно пов'язані і нероздільні плодові тіла і грибницю. Подальші чергування «дня і ночі» із експозицією освітлення ведуть у суворому дотриманні графіка, бо світловий промінь уже задав ритм життю, і значні відхилення цього хвилеподібного ритму в той чи інший бік можуть призвести до стресів і небажаних наслідків, таких як пристосування і адаптація живої системи до інших умов і ритмів, зменшення опору мікробним захворюванням тощо.

Чергування світла і темряви стимулює ріст і спороутворення грибів. Щоб пом'якшити періоди адаптації від світлових стресів (різкий перехід від світла до темряви і навпаки), створюють умови повільно-ступеневого регулювання освітлення, яке є комбінацією джерел електричного світла (до неї входять звичайні побутові лампи розжарювання і газорозрядні люмінесцентні лампи з різними світлотехнічними характеристиками). На першому етапі за допомогою автоматичних електронних пристроїв «світлорегуляторів» і реле часу повільно, впродовж однієї години, запалюються лампи денного світла, які й працюють упродовж установленого терміну. У цей період звичайні лампи вимикають (або ж ні, якщо є потреба збільшити світловий спектр) і вмикають повільно тільки під кінець, за одну годину до настання «ночі» (у цей момент люмінесцентні лампи вимикають).

Імітація «сходу» та «заходу» сонця допомагає грибам ліпше перенести світлову адаптацію. Цей засіб вельми ефективний при культивуванні їстівних грибів і парникових овочів.

При появі першої зав'язі (пуп'янки у вигляді цвітної капусти) освітлення має становити 200 лк (люкс-одиниця виміру освітлення) впродовж двох діб безперервного, доки не з'явиться максимальна кількість примордіїв, зачатків плодових тіл. Надалі освітлення знижується до 500-7000 лк на 3-5 днів із чергуванням «дня і ночі». При формуванні плодових тіл із виразною конфігурацією ще маленької шапінки з діаметром 1-2 см світловий потік випромінювання має бути 400 лк.

У цю пору можливий початок аерозольного дрібнокрапельного зволоження субстрату і самих грибів. Тенденція зниження цього параметра освітлення буде тривати аж до 250 лк, при одночасному ростові плодових тіл (до першої хвилі збору врожаю).

Видимі світлові промені з довжиною хвилі 380-760 нм (1 нанометр= 10<sup>-9</sup>м) не тільки освітлюють біологічні об'єкти – гриби, тобто постачають клітини квантами енергії, а й збільшують захист органічної системи від негативного впливу різних факторів. Захисну функцію у цьому процесі беруть на себе пігменти-каротиноїди грибів, сектор поглинання променевої енергії яких перебуває в межах 220-650 нм, це й зумовлює значною мірою

різнобарвність кольорів самих плодових тіл (особливо шапинок, структурна клітинна оболонка яких просякнута цією кольоровою речовиною).

Світло впливає на синтез нуклеїнової кислоти, білків і пігментів. Біологічна роль грибних пігментів в окремому порядку та в сукупності зі світлом багатогранна:

Захист від низьких температур (ось чому види грибів роду глива не бояться короткочасних приморозків);

Захист від мікробів, бактерій і комах (кольорова пігментація і фітонциди відлякують шкідників);

Захист від небажаної радіації, короткохвильових ультрафіолетових променів, згубних для протоплазми (живої речовини) грибів;

Орієнтування в просторі, тобто реакція на світло (згин тіла) відбувається за допомогою чутливих фоторецепторів-пігментів, які являють собою світловбирачі системи-антени, а подразником цього процесу є промені із блакитним і фіолетовим спектром 380-540 нм;

Активізація процесу ростовитягування клітин гіф (поява грудочок примордіїв) під впливом стимулюючих синьо-блакитних променів 450-500 нм.

Глива при зростанні закислоє живильне середовище (наносить собі шкоду), виділяючи проміжні продукти обміну: органічні та леткі кислоти. Зменшення поживних речовин і зменшення рН з 6,5 до 4,5 субстрату має наслідки у вигляді енергійного розвитку плодових тіл, швидкого спороутворення і зміни кольорового забарвлення пігментів тканин верхньої грибної оболонки.

Світло у технологічному ланцюгові вирощування гливи відіграє найголовнішу і найвирішальнішу роль, про що частенько забувають початківці аматори. Продовжуючи тему освітлення, слід зауважити, що найкращим джерелом світла є Сонце, у якому найповніше відображений увесь спектр променистої енергії від ультрафіолетових (УФ) до видимих оку людини та інфрачервоних (теплових невидимих) променів. Вирощуючи гриби в штучних умовах, потрібно подбати про якісне і ефективне освітлення, від якого залежатиме доля майбутнього врожаю. Розумне рішення щодо придбання світильників або ламп денного світла із потрібними світлотехнічними характеристиками (типи ламп: ЛБ, ЛХБ, ЛТБ) дасть змогу максимально використати частину денного спектра, який біологічно активно впливає на ростовитягування грибів (утворення зав'язі) та ріст плодових тіл. Поєднання різнотипних джерел опромінювання, які доповнюють одне одного у хвильовому спектрі, сприяє розширенню діапазону в ультрафіолетовій та видимій ділянках. Головна мета додаткового спектра штучного освітлення із використанням кількох різновидів ламп (побутові лампи розжарювання, денного та рожевого світла) – постачання повноцінної світлової енергії плодовим тілам гливи. Вся найкраща і корисна «світлова їжа» буде поглинатися пігментами самих грибів, що призводитиме до поліпшення продукції і зростання врожаю. Їстівні види грибів роду глива звичайна зростають при температурах +9 – 30 °С. Ці параметри мають кардинальні

значення, при яких фізіологічна активність грибів наймінімальніша. Оптимальна температура в різні періоди життєдіяльності змінюється. У період вегетації – 26-28 °C (в середині субстрату) і з наступним зниженням до + 22-24 °C, а під час плодоношення – до + 11-15 °C. При температурі нижче +12°C призупиняється розплід кліщів, а якщо вона вища + 15°C, настає інтенсивний інкубаційний процес шкідників впродовж 30 діб, у результаті чого з'являються грибні мухи, кліщі, грибні комарик та мошка.

Температурний діапазон +11-15 °C із вологістю 80-85% як найоптимальніший для культивування плеврота черепичастого (гливи) використовують для уповільнення росту і життєдіяльності шкідників-комах та їх личинок.

Грибниця, виділяючи в середину субстрату і назовні значну кількість речовин (вуглекислий газ, ароматичні леткі сполуки, фітонциди, органічні та леткі кислоти), оберігає себе від конкуруючого плісневого міцелію грибів (пеніцилів, аспергілів, фузаріуму, триходерми), який потрапляє із повітря (при онукуляції), із субстрату інфікованих блоків уже при зростанні, а також найчастіше із навколишнього середовища, якщо воно досить забруднене.

Зупиняючись на різних засобах захисту, методах зназараження та дезинфекції, слід відзначити екологічно безпечні рослинні отрути і сполуки, нешкідливість яких для людей, рослин, грибів науково доведена. Хімічні ж препарати – на противагу рослинним – вкрай небажанні через порушення екології грибного виробництва, бо при цьому навколишнє середовище забруднюється отруйно- ефірними сполуками (такими наприклад, як матенол, який входить до складу формаліну – близько 12%), після яких продукція особливо небезпечна для вживання і подальшого використання. Існує декілька хімічних методів оброблення приміщень, це:

- нагрівання за рахунок термічної реакції в результаті сполучення різних інгредієнтів (хлор-скипідар, перманганат калію-формалін-вода, кухонна сілч-сірчана кислота);
- оброблення розрочином формаліну (0,25л 40% формаліну на 10л води). На 1м<sup>3</sup> приміщення – 0,2 л розчину.

Використання фітонцидних властивостей рослин дає змогу не застосовувати хімічні речовини.

Леткі пахучі, ароматичні сполуки, фітонциди та інші випари рослинного світу, які є незамінним джерелом біокатализаторів – вітамінів, гормонів, ферментів, органічних кислот, мінеральних солей і які мають антимікробну, бактерицидну дію проти патогенної бактеріальної мікрофлори, фітофтори та шкочочинних комах, сприятимуть росту грибів.

Функції рослинних та грибних летких речовин, особливо фітонцидів, багаторганні: це відлякування шкідників і самозахист, пригнічення інших мікроорганізмів, приманювання комах своїми п'янкими пахощами, призупинка росту і цілковите знищення мікробів

Різноманітні рослини, які бактерицидно діють своїми фітонцидами на довкілля, забезпечують стерилізацію і очищення повітря методом природної іонізації. Сама ж іонізація є одним із факторів, який поліпшує санітарно-

гігієнічний стан повітря і сприяє осіданню пилу та мікробів, підвищує обмін речовин, стимулює ріст. Профілактичні заходи щодо боротьби й знищення цвілевих грибів та комах під час вирощування грибів проводять екологічними методами із застосуванням рослин з їхніми леткими фітогенними речовинами та іншими нетрадиційними безпечними способами.

### **Технологічна інструкція на виробництво гливи на соняшниковому лушпинні**

Соняшникове лушпиння при зберіганні повинно мати вологість не більше 13-17%. Проводиться постійний контроль вологості сировини при її зберіганні (один раз у 7 днів). Лушпиння перемішують із вапном (3-5 %), яке підтримує кислотність середовища у межах рН  $6,2 \pm 0,5$ . Відхилення рН від зазначених норм як у бік збільшення, так і у бік зменшення призводить до зниження метаболічної активності міцелія та мікроорганізмів.

Фасують у мішки об'ємною вагою 10 кг (основа яких перфорована отворами діаметром 2,5-4 мм, кількість отворів 20-30) лушпиння водночас із порошком вапна і лушпинням гречки. Найвищу врожайність забезпечує субстрат, який складається із компонентів (%):

- солома озима (соєва) – 50;
- лушпиння соняшникове – 35;
- лушпиння гречки – 10;
- вапно – 5.

Урожайність на лушпинні соняшниковому, яке має міцну і здерев'янілу клітковину у порівнянні із соломою на 10-15% вище.

#### Компоненти субстрату ( % ):

- лушпиння соняшникове - 83;
- лушпиння гречки - 12;
- вапно - 5.

Всі екологічно чисті природні компоненти замочують протягом 15-18 годин у холодній воді із додаванням марганцево-кислого калію (технічний марганець). Колір води темнуватий.

За меншого витримування замочування соняшникового лушпиння виникає проблема подовження обростання міцелія у субстраті із-за недостатнього пом'якшення клітковини.

Вологість субстрату (лушпиння) при якій міцелій проявляє найкращу свою життєдіяльність (ріст, розгалуження, проникливість у клітковину) в межах 45-60%. Вища вологість призводить до пресування, злигання субстрату, недостатньої аерації, внаслідок якої знижується або припиняється розвиток міцелію. Збільшення щільності (густини) субстрату погіршує умови для ферментативних реакцій.

Оптимізація умов потребує регламентації вмісту у поживному середовищі вуглецю і азоту у співвідношенні C:N (30-50:1). Після зволоження, субстрат підлягає термообробітку, мета якого пригнічення життєдіяльності шкідливої мікрофлори та запобігання різного роду інфекцій.

**Перший спосіб.** Субстрат нагрівають у воді до 55-60 °С упродовж 6 годин і витримують при температурі 48-50 °С протягом 2-3-х діб.

**Другий спосіб.** Субстрат нагрівають у воді до 55-60 °С протягом 8-12 годин. Повторно пастеризують ще раз 12 годин.

**Третій спосіб.** Субстрат нагрівають у воді до 90-95 °С і стерилізують при досягненні заданої температури протягом однієї години. Витримують дві години. Спускають воду (або перекачують насосом гарячу воду у другу ванну) і зразу ж виймають мішки із ванни (чану) для охолодження і видалення лишків води.

Із мішків, які охолоджуються, тепло відводиться дефлекторами, які вмонтовані у стелю. Над мішками змонтовані бактерицидні лампи, які вмикають на чотири години перед іннокуляцією.

При охолодженні зовнішньої поверхні мішків до температури 50-40 °С їх обробляють аерозольно оприскувачем (всю поверхню мішка) дезрозчином.

Питна вода, яка застосовується при обробці сировини повинна бути перевірена на забрудненість нітратами. Так як нітрати мають низьку термічність та стійкість, нагрів та кип'ятіння нітратної води не зменшує, а збільшує її токсичність на 36-86%. Фактор нітратного забруднення може призвести до інтоксикації з наступним кисневим голодуванням міцеліальних клітин.

### **Вирощування субстратного міцелію**

Охолоджений субстрат до 28 °С іннокулюють якісним посівним матеріалом. Норма висіву зернового посівного матеріалу залежить від активності міцелія його якості та штама і становить:

- при застосуванні хімічноотруйних препаратів (фундазол, формалін, кислота) 400-600 г на блок вагою 10 кг;

- при застосуванні екологічно чистих компонентів сировини 200-400 г на блок вагою 10 кг.

Техніка посіву відбувається в залежності від способів:

**Перший спосіб.** Насипом по всій площі перерізу одного шару субстрату із накладанням одного шару на другий тощо.

**Другий спосіб.** Іннокуляція здійснюється по периметру одного шару із накладанням одного шару на другий.

**Третій спосіб.** Невеликими грудочками грибниці (2x3 см) у центр і розсипом по всій поверхні одного шару субстрату і накладанням одного шару на другий тощо.

Шари субстрату у блоці можуть бути різної товщини в залежності від активності міцелію, але при збільшеній кількості вузьких шарів термін заростання міцелія скорочується. Ділянка іннокуляції – стерильна зона із мінімальним рухом повітря і максимальною чистотою.

Зерновий посівний матеріал обережно розминають у товарному пакеті або у другій ємності. На руках обов'язкові резинові медичні рукавички, які через кожні 30 хвилин обробляють дезрозчином. Перфорацію блоків виконують загостреним лезом ножа із нержавіючої сталі, який постійно занурюють у спиртовий розчин або 2% розчин формаліну. На плівці у

поліетиленових мішках роблять надрізи плоскі або хрестовидні довжиною 2-2,5 см із кількістю 25-30 (рівно розподілені по всій площі). Над робочим столом закріплений тент з п/е плівки, щоб пил не забруднював живильне середовище субстрату. Над столом (на висоті 1 м) розміщений бактеріцидний опромінювач (з еритемними або бактеріцидними лампами), який періодично вмикається за час до роботи (на перерву обов'язково), після роботи на кілька годин

Обробіток стерильних секцій (ділянки іннокуляції та інкубації) не повинен проводитись сильними (сильноактивними) хімічноотруйними дезінфікантами. Фізичну стерилізацію повітря у приміщенні перед іннокуляцією, під час перерви та до початку робочого дня проводять ртутно-кварцовими лампами високого тиску ДРТ-375, ДРТ-1000

Повітря, що подається у стерильні зони приточною вентиляцією повинно очищуватись на фільтрах тонкої і грубої очистки. Забір повітря в цехи фасування і пророщування міцелію здійснюється в зоні найменшого забруднення на висоті не менше 2-х метрів від землі.

Блоки із субстратом засіяним міцелієм зразу переносять у інкубаторій і завантажують стелажні конструкції. Бажане розміщення блоків – вертикальне (у стоячому вигляді). Такий спосіб надає можливість краще оглядати блоки під час інспектування і скоріше видалити залишки вологи із субстрату. Швидкість росту міцелія у субстраті та його метаболічна активність залежать від складу субстрату, концентрації отруйних речовин, важких металів амонію, натрію, кальцію, калію, магнію, нітратів та різних біокатализаторів (чи інгібіторів)

Влітку у приміщенні підтримують температуру повітря 21 °С шляхом рециркуляції повітряних мас агрегатом-охолоджувачем.

Узимку для підтримання оптимальної температури використовують нагрівачі повітря, електрокалорифери.

Рух повітря – мінімальний. Освітлення вмикається під час регламентних робіт.

Заростання субстрату міцелієм відбувається у продовж 15-30 днів (в залежності від стану і дотримання технології).

Поява строми можлива при зайвому внесенню кількості посівного матеріалу (за другим способом), при мінімальній перфорації, при значному ущільненні субстрата під час набивки.

При досягненні терміну дозрівання міцелія у субстраті блоки переносять у генеративне приміщення.

### **Вирощування плодових тіл**

Розміщують блоки на стелажах вертикально із зазором у 5 см для забезпечення руху повітря.

Використовують холодний шок (імітація настання осені) до 14-18 °С влітку і 6-10 °С взимку (упродовж 2-5 днів). Цей процес відбувається при мінімальній вентиляції 1-2 об'єми/год., вологості повітря 80-85 °С і освітленню 300-800 лк (1-6 годин). Початок зволоження грибних блоків відбувається при діаметрі шалинок плодових тіл 10 мм. Освітлення при появі

зачанків плодових тіл 300-800 лк (впродовж кількох днів цілодобово) при зростанні грибів зменшується до 50-80 лк (на моменти збору врожаю). Інтенсивність вентилявання 150-200 м<sup>3</sup>/г на тонну субстрату при невеликому надлишковому тиску. Повітря у холодні періоди підігрівають електрокалорифером або іншими теплогенераторами із розрахунку 50-100 Вт/м<sup>2</sup> приміщення. У холодні пори року достатня вентиляція з 4-х разовим обміном повітря (4 об'єми на годину), у теплий період 6-10 об'ємів на годину.

При великому вмісту CO<sub>2</sub> у повітрі відбуваються процеси самоотруєння грибниці і плодових тіл. Максимально допустима норма CO<sub>2</sub> при зростанні грибів 0,1-0,5% (оптимум 0,01-0,06%).

### **Швидкість повітря визначається в залежності від вологості повітря:**

| Вологість ( % ) | Швидкість ( м/с ) |
|-----------------|-------------------|
| 70              | 0,1-0,2           |
| 80-85           | 0,3-0,5           |
| 90-95           | 1-2               |

При збільшенні температури повітря в секції більше 20 °С, якість плодових тіл погіршується. Поліетиленова плівка знімається з блоків повністю (на соломі) або частково (лушпиння), якщо вологість повітря у культивацийному приміщенні підтримується у межах 90-95 %, що значно збільшує плодоутворення грибних блоків. Блоки у поліетиленовій плівці зволожують при зростанні і наявності плодових тіл. У періоди спокою та вегетації при відсутності грибів блоки не зволожують, не допускається контактування крапель води особливо у місцях перфорацій, що може призвести до інфікування поживного середовища.

Для прискорення появи другої хвилі рекомендується зменшити надходження повітря із 6-10 до 2-х об'ємів на годину і збільшити вологість до 90-95% із одночасним збільшенням температури повітря (взимку).

### **Збір урожаю**

Збирають гриби при повній або частковій стадіях досягання плодових тіл. Враховуючи ступінь стиглості гриби ідуть на переробку або в торгову мережу.

При вирощуванні грибів для продовольчих цілей плодове тіла збирають регулярно у технічній стиглості (повністю сформовані з характерними прикметами для даного штаму). У період від технічної до біологічної стиглості гриби витрачають велику кількість поживних речовин. Поживність субстрату при цьому зменшується, що негативно впливає на врожайність послідуєчих хвиль.

Збирати плодове тіла бажано цілим кущем зростком. Укладають їх у пластмасові (негігроскопічні) ящики і поміщають у прохолодні підвали, холодильні камери, у сховища із штучним охолодженням. Щоб плодове тіла не підсихали під час фасування обрізки, ящики зверху вкривають вологим



брезентом, або мішковиною. Тара для упаковки має бути сухою, чистою без стороннього запаху.

Гриби – слабозберіганий продукт (швидко псуються), із малим терміном зберігання. Тому поводитись із ним потрібно обережно і якнайшвидше реалізувати для споживання або використовувати для переробки. Гриби викручують або ж зрізають ножем (що краще), бо не витрачається час на інспекцію та сортування. Товарні плодові тіла повинні бути свіжі, чисті, здорові, цілі за формою, типові для сорту (штаму), з відповідним відношенням діаметру шляпки до плодоніжки, однорідні за ступенем стиглості і забарвленням. Не слід допускати перестигання плодових тіл, що призводить до відхилення санітарно-гігієнічних норм і збільшенню кількості шкочодочинних комах.

### Рекомендації і пояснення

1. Періодичність або циклічність системи виробництва забезпечується графіком.
2. Готовий субстрат надходить у цехи безперервно або через певні проміжки часу (за складеним заделегіть графіком).
3. Знешкодження хвороботворних бактерій і вірусів ведеться екологічним способом, так як гілочки і листя берези, осики, вересу, полину є чудовими високоактивними природними антисептиками, то їх розвішують у секціях культивування грибів та інкубаторії.
4. Для активізації росту міцелія перед іннокуляцією його витримують при кімнатній температурі (для адаптації до зовнішньої температури) від 6 до 24 годин.
5. Збирають і складають гриби пластинками (м'якушем) вниз.
6. Відпрацьований субстрат можливо повторно використовувати у виробництві грибів, змішуючи його із сухою масою сировини (солома, соняшникове лушпиння) у співвідношенні 30 : 70.
7. Вихід плодових тіл із солом'яного субстрату вищий ніж на лушпинні соняшника на 14-20%.
8. Утилізація відпрацьованого субстрату на соломі набагато краще використовується у господарському застосуванні ніж лушпиння, яке має надто тверду структуру клітковини.
9. Солому можливо замінити на 1/3 сіном.
10. Зволожувати гриби у період їх росту бажано починати при вмиканні освітлення.
11. Побілка свіжогашеним вапном (2,5 кг на 1 відро) з додаванням 100 г мідного купоросу.
12. Саліцилова і бензойна кислота в малих дозах – перепона росту плісневих грибів. Кислоти мають низьку токсичність. Використовують 0,1% розчин.
13. Мінеральні добавки використовують до 1%.
14. Свіжий гриб після збирання можна використовувати протягом 6-12 годин.
15. Щокварталу на виробництві проводяться планово-попереджувальні роботи.
16. Проводиться дезинфекція у всіх приміщеннях (послідовна, локальна, загальна для всіх).

17. Світлове насичення для грибів обов'язкове. Найкращий спектр променистої енергії у люмінесцентних денних ламп типу ЛБ-40. Тривалість опромінення в залежності від спектру і сили світла (в межах 6-12 годин).
18. Відпрацьований субстрат після закінчення плодоношення слід негайно видалити з культиваційного приміщення.
19. Перестиглі та уражені грибними шкідниками і хворобами плодові тіла необхідно своєчасно збирати у спеціальну тару з дезінфікуючим засобом (2% розчин хлорного вапна) і негайно вилучати з виробничих приміщень.
20. Коливання температури повітря в секції іннокуляції повинно бути не більшим, ніж в 3-5 °С.
21. Застосування фундазолу для знешкодження цвілевих грибів: 0,1-0,3% розчин нагрітий до 40 °С методом шпринцювання у верхніх шарах інфікованого субстрату.
22. Рекомендований режим зберігання грибів:
- температура зберігання            0 °С
  - відносна вологість                85-90 °С
  - термін зберігання  
( з моменту збору )                5 днів
  - рекомендована температура  
при перевезенні                    0-2 °С
  - транспортування                не більше 24 год.
23. Зібрані плодові тіла пакують у ящики місткістю 10кг рядами (в кілька шарів) у рівень з краями.
24. Хворобу та інфікування блоків викликають сапрофітні гриби (сіра, коричнева та зелена пліснява), які вражають субстрат при високій температурі і високій вологості повітря.
25. Зниження кислотності передують добавки вапна, крейди, доломітового борошна, золи.

### Основні параметри технологічного процесу

|   |                |
|---|----------------|
| Контроль вологості сировини                             | Постійно       |
| Контроль мікробіологічного стану блоків                 | Постійно       |
| Контроль по забрудненості приміщень                     | Постійно       |
| Контроль води для технічних цілей                       | Постійно       |
| Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу      | Постійно       |
| Подрібнення сировини                                    | 3-7 см         |
| Добавка вапна   | 3-5 %          |
| Кислотність середовища субстрату після термообробки, рН | 6-7            |
| Вага блоку  | 10 кг          |
| Тривалість замочування субстрату                        | 15-18 год.     |
| Співвідношення у субстраті вуглецю до азоту             | 30-50 = 1      |
| Добавка технічного марганцю                             | Колір червоний |
| Вологість субстрату                                     | 45-60 %        |
| Режим обробки субстрату по способу                      | III            |

|  |                      |
|--|----------------------|
| Охолодження субстрату до температури             | 28 °С                |
| Спосіб висівання міцелію                         | I<br>(комбінований ) |
| Кількість перфорацій на блоці                    | 30                   |
| Температура повітря у інкубаторії                | 21 + 1°С             |
| Температура в середині блоку                     | 26-28 °С             |
| Температура уповільнення активності міцелія      | 29-31 °С             |
| Вологість повітря у інкубаторії                  | 60%                  |
| Тривалість росту міцелія і заростання блоків     | 15-30 днів           |
| Холодовний шок:<br>- температура<br>- тривалість | 6-18 °С<br>2-5 днів  |
| Температура плодоношення                         | 12-19 °С             |
| Вологість повітря під час плодоношення           | 80-95 %              |
| Освітлення                                       | 50-800 лк            |
| Зволоження блоків                                | При потребі          |
| Вміст CO <sub>2</sub> при зростанні грибів       | 0,01-0, %            |
| Вміст CO <sub>2</sub> при спокою і вегетації     | 0,3-1%               |
| Швидкість повітря                                | 0,1-0,5 м/с          |
| Подавання повітря в секцію плодоношення          | 4-10 об'ємів/год     |