

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра біотехнології та хімії**

**До захисту  
допускається.  
Завідувач кафедру**

---

(підпис)  
Владислав КОВАЛЕНКО

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему: *«Біотехнологічні методи підвищення ефективності  
виробництва органічної продукції в рослинництві»*

Виконав:

Сергій БАШЛАЙ

Група:

З БІО 2401м

Науковий керівник:

Владислав КОВАЛЕНКО

Рецензент:

Галина ЖАТОВА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет  
Кафедра  
Ступінь вищої освіти  
Спеціальність

Агротехнологій та природокористування  
Біотехнології та хімії  
Другий (магістерський)  
162 «Біотехнології та біоінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
завідувач кафедри  
Владислав КОВАЛЕНКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
*Сергію БАШЛАЮ*

1. Тема роботи: *Біотехнологічні методи підвищення ефективності виробництва органічної продукції в рослинництві*
2. Керівник кваліфікаційної роботи *Коваленко В. М., к. с.-г. н., доцент*
3. Строк подання здобувачем роботи « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ року
4. Вихідні дані до роботи:
  - *нормативно-правові акти діючого законодавства України;*
  - *наукові праці вітчизняних та закордонних вчених;*
  - *дані про матеріально-технічний стан функціонування підприємства;*
  - *довідникова інформація офіційних збірників та інтернет-видань;*
  - *власні наукові публікації здобувача освіти за темою дослідження.*
5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
  - *провести узагальнений аналіз стану та практики органічного виробництва;*
  - *надати організаційно-виробничу характеристика аграрного товариства – бази дослідження;*
  - *визначити передумову застосування біотехнологічних методів розвитку в органічному рослинництві агротовариства;*
  - *запропонувати та обґрунтувати заходи із забезпечення підвищення ефективності виробництва органічної продукції рослинництва шляхом застосування біотехнологічних методів та ін.*

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

Владислав КОВАЛЕНКО

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Сергій БАШЛАЙ  
(підпис)

Дата отримання завдання: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

### **Башлай С. В. Біотехнологічні методи підвищення ефективності виробництва органічної продукції в рослинництві**

Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», СНАУ, Суми. 2025 р. Рукопис.

В теоретичному розділі кваліфікаційної роботи узагальнено *теоретико-методичні основи застосування біотехнологій при органічному виробництві продукції рослинництва*. На основі застосування методів систематизації та критичного аналізу, в першу чергу, було сформульовано сутність, зміст та описано значення органічного виробництва продукції рослинництва. Далі були окреслені та описані актуальні напрямки досягнутої практики розвитку біотехнологій в сфері агровиробництва. Обґрунтована доцільність проведення дослідження питань кваліфікаційної роботи в поєднанні сучасних біотехнологічних інструментів та актуальності розвитку виробництва органічної сільськогосподарської продукції. З метою уточнення змісту методологічної бази дослідження, особлива увага була приділена питанню можливостей застосування біотехнологічних методів в галузі рослинництва.

У другому розділі роботи *«Застосування біотехнологічних методів при органічному виробництві продукції галузі рослинництва»* було вивчено поточний стан органічного виробництва в світі та Україні, надано організаційно-виробничу характеристику агровиробничого підприємства, товариства з додатковою відповідальністю «Маяк» – бази дослідження. Саме на основі досвіду та поточних досягнень щодо застосування сучасних технологій здійснення виробництва сільськогосподарської продукції був проведений аналіз передумов застосування біотехнологічних методів розвитку в органічному рослинництві. За результатами дослідження було визначено актуальні напрямки удосконалення технологій ведення органічного виробництва продукції рослинництва з метою підвищення ефективності розвитку даної галузі аграрного виробництва.

Третій розділ кваліфікаційної роботи *«Розробка та обґрунтування заходів із забезпечення підвищення ефективності виробництва органічної продукції рослинництва шляхом застосування біотехнологічних методів»* присвячений розгляду питань, що стосуються, безпосередньо біотехнологій, за допомогою яких у сучасного виробника сільськогосподарської продукції є можливість підвищити ефективність діяльності в цьому напрямку. По-перше, були викладені авторські міркування стосовно прийнятності та доцільності застосування біотехнологічних засобів відновлення природних виробничих ресурсів, що були забруднені в результаті військових дій на відповідній території. Це дозволило виявити та усвідомити просторову диференціацію та різноманітність факторів, що надають вплив на стан земельних ресурсів у різних природних та соціально-економічних умовах; систематизувати та узагальнити ризики, що виникають під час використання біоремедіації. По-друге, була здійснена спроба обґрунтування прийнятності застосування біотехнологічних методів підвищення ефективності органічного землеробства (на прикладі мікроклонального розмноження рослин). Зокрема, було розглянуто один із методів мікроклонального розмноження – *«in vitro»*, що здатен забезпечити можливість швидкого, масового та рівномірного розмноження рослинного матеріалу. Доведено, що однорідність культури, яка розвивається, спрощує догляд, раціоналізує технологічні операції, оптимізує використання праці та забезпечує підвищення продуктивності виробництва сільськогосподарської культури. В цьому полягає фундаментальна перевага біотехнологій, що сприяють, безпосередньо, підвищувати ефективність органічного землеробства та забезпечувати передумови для його конкурентоспроможності.

**Ключові слова:** аграрне сфера господарювання, органічна сільськогосподарська продукція, біотехнології, біоремедіація, мікроклонального розмноження рослин.

## ANNOTATION

### **Bashlai S. Biotechnological methods for improving the efficiency of organic production in crop farming.**

Master's thesis in the specialty 162 “Biotechnology and Bioengineering”, SNAU, Sumy. 2025. Manuscript.

The theoretical section of the thesis summarizes *the theoretical and methodological foundations of the application of biotechnology in organic crop production*. Based on the use of systematization and critical analysis methods, the essence, content, and significance of organic crop production were first formulated and described. Next, the current trends in the development of biotechnology in agricultural production were outlined and described. The feasibility of conducting research on the topics of the thesis in combination with modern biotechnological tools and the relevance of the development of organic agricultural production was substantiated. In order to clarify the content of the methodological basis of the study, special attention was paid to the issue of the possibilities of applying biotechnological methods in the field of crop production.

The second section of the work, *“The application of biotechnological methods in organic plant production”*, examined the current state of organic production in the world and Ukraine and provided an organizational and production description of the agricultural enterprise, the limited liability company “Mayak”, which served as the basis for the study. Based on experience and current achievements in the application of modern technologies for agricultural production, an analysis of the prerequisites for the application of biotechnological methods of development in organic crop production was carried out. The results of the study identified relevant areas for improving technologies for organic crop production in order to increase the efficiency of development in this sector of agricultural production.

The third section of the thesis, *“Development and justification of measures to ensure the increased efficiency of organic crop production through the use of biotechnological methods”*, is devoted to issues directly related to biotechnologies that enable modern agricultural producers to increase their efficiency in this area. First, the author's considerations regarding the acceptability and expediency of using biotechnological means to restore natural production resources that were contaminated as a result of military actions in the relevant territory were presented. This made it possible to identify and understand the spatial differentiation and diversity of factors that influence the state of land resources in different natural and socio-economic conditions, as well as to systematize and summarize the risks arising from the use of bioremediation. Secondly, an attempt was made to justify the acceptability of using biotechnological methods to increase the efficiency of organic farming (using the example of microclonal plant propagation). In particular, one of the methods of microclonal propagation, *“in vitro”* was considered, which is capable of ensuring the possibility of rapid, mass, and uniform propagation of plant material. It has been proven that the homogeneity of the developing crop simplifies care, rationalizes technological operations, optimizes labor utilization, and ensures increased productivity of agricultural crops. This is the fundamental advantage of biotechnologies, which directly contribute to increasing the efficiency of organic farming and ensuring the prerequisites for its competitiveness.

**Keywords:** agricultural sector, organic agricultural products, biotechnology, bioremediation, microclonal plant propagation.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА .....	9
1.1 Сутність, зміст та значення органічного виробництва продукції рослинництва .....	9
1.2 Напрямки впровадження біотехнологій в сфері агровиробництва .....	14
1.3 Загальний огляд біотехнологічних методів в рослинництві .....	19
РОЗДІЛ 2 ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА .....	24
2.1 Узагальнений аналіз стану органічного виробництва в світі та Україні .....	24
2.2 Організаційно-виробнича характеристика агропідприємства – бази дослідження .....	29
2.3 Аналіз передумов застосування біотехнологічних методів розвитку в органічному рослинництві агротовариства .....	34
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ .....	39
3.1 Біоремедіація забруднених земель: сучасні українські технології та світові підходи .....	39
3.2 Визначення ключових біотехнологічних заходів розвитку органічного виробництва в рослинницькій галузі аграрного підприємства .....	46
3.3 Обґрунтування прийнятності застосування біотехнологічних методів підвищення ефективності органічного землеробства засобами мікроклонального розмноження .....	50
ВИСНОВКИ .....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	58
ДОДАТКИ .....	64

## ВСТУП

В рамках обраного Україною стратегічного курсу на євроінтеграцію, сфера виробництва сільськогосподарської продукції стала, мабуть, найважливішою галуззю, що відрізняється глобальною трансформацією, згідно стандартів європейського співтовариства. Адже, сам Європейський Союз (ЄС) чітко встановлює необхідність дотримуватися вимог щодо здійснення аграрного виробництва, зокрема, в аспекті якості, екологічності та безпечності продукції, а також прозорості послідовних дій з постачання та дотримання принципів сталого розвитку. За таких ключових орієнтирів, вітчизняні агровиробники повинні не лише адаптуватися в дотриманні встановлених нормативних вимог, а й трансформувати свої технологічні та управлінські моделі, щоб стати конкурентоспроможними на європейському ринку.

Звичайно, до одного із найбільш перспективних напрямів зазначеного процесу трансформації, стає розвиток органічного виробництва, що, в значній мірі, відповідає принципам досягнення екологічної, соціальної чи економічної сталості. А саме, раціонально організоване, органічне рослинництво, не лише знижує рівень антропогенного впливу на навколишнє середовище, але й активно сприяє формуванню нової культури споживання, що зорієнтована, в першу чергу, на здоров'я, етичність та прозорість життєдіяльності особистості.

Також варто підкреслити, що в умовах післявоєнної відбудови, потреба у стійких виробничих практиках в галузі рослинництва у поєднанні з інтеграцією до європейського простору, дослідження способів інтенсифікації органічного виробництва з обґрунтуванням нових біотехнологічних методів її забезпечення набувають особливої актуальності.

Питання, безпосередньо, сталого розвитку, вже тривалий час, в своїх дослідженнях, відображають як іноземні, так і вітчизняні науковці. Активно відбувається і вивчення можливостей та перспективних біотехнологічних методів вітчизняної сфери органічного землеробства. Звичайно, означені питання, не обходять своєю увагою і закордонних практиків та науковців.

З урахуванням наведених переваг, а також зважаючи на особливості профілю освітньо-професійної програми підготовки за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія», була визначена тема магістерської кваліфікаційної роботи.

Метою підготовки кваліфікаційної роботи стало вибір, визначення особливостей та обґрунтування теоретичних, методологічних та практичних складових сучасних технологій ведення органічного виробництва продукції рослинницької галузі аграрного сфери господарювання.

Для забезпечення послідовності процесу та достатньої аргументації результатів дослідження, а також повноцінного досягнення поставленої мети, в кваліфікаційній роботі визначений наступний перелік ключових завдань:

- визначити сутність та напрямки органічного виробництва, а також описати теоретичні та методичні засади видів і ролі біотехнологічних методів забезпечення його ефективного здійснення;

- зробити опис та надати характеристику головних біотехнологічних методів забезпечення процесів в органічному землеробстві;

- сформулювати результати узагальненого аналізу досягнутого рівня розвитку органічного виробництва сільськогосподарської продукції в рослинницькій галузі;

- дослідити умови та оцінити ефективність застосування біотехнологічних методів забезпечення процесів органічного виробництва в контексті здатності досягнення цілей сталого розвитку;

- виокремити та обґрунтувати можливості застосування конкретних біотехнологічних методів підвищення ефективності виробництва органічної продукції рослинництва та ін.

Об'єктом дослідження було визначено зміст та характер біотехнологій, що забезпечують послідовність процесів в органічному виробництві агропродукції.

Предмет дослідження – набір теоретичних, методичних та практичних складових методів біотехнологічного підтримки органічного землеробства.

Теоретична база підготовки кваліфікаційної роботи магістра була сформована в результаті реалізації системного підходу до ознайомлення із вже сформованими результатами наукових досліджень з питань дослідження практичного застосування методів біотехнологічної підтримки організації органічного виробництва продукції рослинництва.

При підготовці даної дипломної роботи, застосовувалися загальні наукові та спеціальні методи дослідження: аналізу та синтезу, лабораторного дослідження та проєктного моделювання, а також формулювання експертної оцінки шляхом системного узагальнення та обґрунтування результатів.

Інформаційна база, в процесі дослідження, була сформована із: нормативно-правових та галузевих положень діючого законодавства України, тематичного переліку наукових праць вітчизняних та закордонних науковців, матеріалів (даних) офіційного веб-порталу Уряду (в т. ч., профільного міністерства та державних органів статистики), дані довідників, в тому числі, з офіційних інтернет-джерел, а також власні теоретичні та методичні напрацювання автора магістерської роботи.

Окремі результати даного дослідження були оприлюднені в цілому ряді наукових публікацій, розміщених у міжнародних та вітчизняних фахових виданнях, зокрема, це: [2-4, 8-9, 21, 31, 42].

Кваліфікаційна робота містить наступні складові: вступ, основну частину із трьох розділів, висновки, список використаних джерел в кількості 48 найменувань та додатки.

Текст кваліфікаційної роботи, поданої на здобуття вищої освіти другого (магістерського) рівня, викладений на 50 сторінках комп'ютерного тексту, що включає 7 таблиць та 10 рисунків.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

### 1.1 Сутність, зміст та значення органічного виробництва продукції рослинництва

Розвиток біотехнологій в аграрній сфері господарювання набуває дедалі більшого значення. Особливо, це стає важливим, зважаючи на прояви сучасних викликів, пов'язаних із змінами клімату, виснаженням біоресурсів (зокрема, ґрунтів) та потребою у забезпеченні продовольчої безпеки. Впровадження у аграрне виробництво біотехнологій, що базуються на принципах сталого розвитку, є важливою передумовою для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектору при його інтеграції у світові органічні стандарти.

Сьогодні наукові дослідження, в цьому напрямку, зосереджуються на пошуку інноваційних рішень, що мають вести до зменшення негативного впливу галузі на природне середовище. До однієї із таких технологій відноситься і впровадження систем органічного виробництва, зокрема, в сфері виробництва продукції рослинництва.

Значення «зелених технологій», як основи розвитку органічного аграрного сектору, розглядають автори публікації [1]. Науковці вивчають тенденції розвитку органічного виробництва у світовій практиці, країн ЄС, а також в Україні. Досліджуючи переваги реалізації органічних агропроектів, вони акцентують увагу на необхідності інтеграції фасилітаційних практик, біотехнологічних рішень та сертифікації.

Екологічні та технологічні переваги органічного виробництва потребують систематизації в контексті і вітчизняних реалій. Авторські колективи публікацій [2-3], за результатами порівняння світових і вітчизняних практик, доводять, що

інтеграція передових технологій в нашій країні має ряд вимушених обмежень, зокрема, і через відсутність належної адаптації успішних зарубіжних моделей. На їхню думку, недостатньо уваги приділено і розробці місцевих способів підтримки, що, в пергу чергу, базуються на врахуванні особливостей української агросфери та прийнятних технологій її реалізації.

Впровадження біотехнологій у сучасному агровиробництві є невід'ємною складовою забезпечення його сталого розвитку. Останній базується на інтеграції інноваційних рішень, що сприяють раціональному використанню природних ресурсів та підвищенню ефективності процесів виробництва сільськогосподарської продукції [4].

Такі підходи і передбачають, зокрема, розробку органічних систем землеробства, а також впровадження технологій точного землеробства (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Ключові «зелені технології» сучасного аграрного виробництва

Підходи до впровадження зелених технологій	Ключові особливості	Приклади впровадження та перспективи розвитку
Органічне землеробство	Відмова від використання хімічних добрив і пестицидів, впровадження сівозміни	Підвищення інтересу серед фермерів малого й середнього масштабу; сертифіковані господарства в Україні інтегруються в міжнародні ринки збуту
Точне землеробство	Використання сенсорів, GPS та автоматизованих систем управління технікою	Використовується великими агрохолдингами для підвищення ефективності та зменшення витрат; потенціал для дрібних фермерів із державною підтримкою
Використання відновлюваних джерел енергії	Встановлення сонячних панелей, біогазових установок та вітряних електростанцій	Активно розвивається на великих фермах, перспективи залучення дрібних господарств через гранти й програми співфінансування

*Джерело: сформовано автором на основі [3, 5-6]*

Кожен із наведених підходів має практичне застосування в агросекторі України. Звичайно, їхнє втілення залежить від масштабу господарства та сформованої ресурсної бази. Органічне виробництво набирає популярності в нашій країні, в тому числі, і серед малих чи середніх господарств, що прагнуть перебувати на міжнародних ринках екологічної продукції.

Згідно міжнародних статистичних даних, станом на початок 2024 року, світовий масштаб органічного сільського господарства вимірювався 98,9 млн. га. В загальній структурі світових сільськогосподарських угідь, це склало 2,1 %. Регіоном, що відзначається найбільшою площею угідь, задіяних під органічне виробництво рослинницької продукції, є Австралія та країни Океанії – це, трохи більше, ніж 53 млн. га. Фактично, більше половини (54 %) органічних сільськогосподарських угідь у світі, знаходяться саме в цьому регіоні (рис. 1.1).

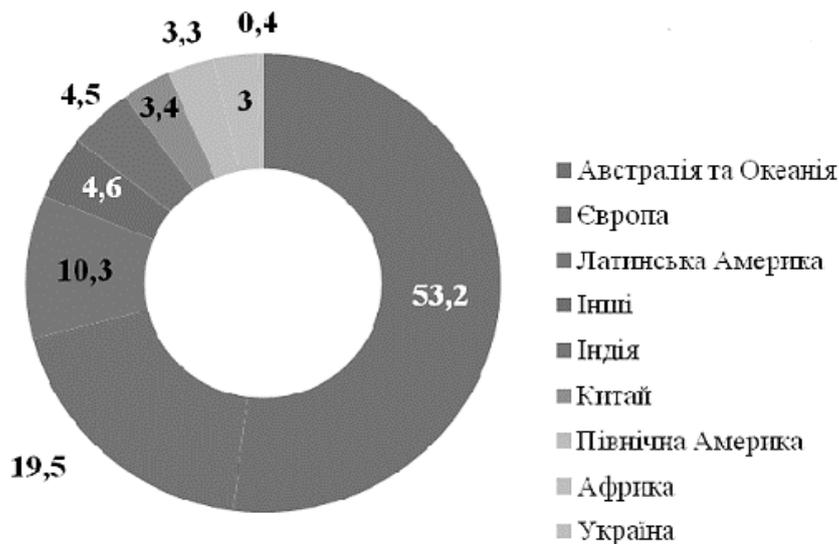


Рисунок 1.1 – Структура сільськогосподарських угідь світу, задіяних під виробництво органічної продукції, станом на початок 2024 р., млн. га

*Джерело: побудовано автором на основі [1, 7]*

Європейська територія – це регіон, що демонструє постійне збільшення площ органічних угідь та займає, близько 1/5 частини. За країнами, варто зазначити, що Австралія – з найбільшою площею органічних угідь, де 99 % сільськогосподарських угідь – це екстенсивні пасовища. Другою за територіальним критерієм йде Індія, наступна Аргентина. Взагалі, в світовому просторі на топ-10 країн, з найбільшими площами, зайнятими під органічне виробництво рослинницької продукції, припадає більше 80 млн. га. (близько 82 % площ органічних угідь у світі) [1, 7].

Вітчизняне виробництво органічної продукції, фактично, започатковане з 90-х років 20 століття. Станом на кінець 2023 р., така система виробництва

продукції рослинництва, реалізується на площі, близько до 1 % всіх орних земель. Період інтенсивного розвитку органічного землеробства, фактично, припадає на 2010 рік. Починаючи з цього року, прийнято стверджувати про початок застосування відпрацьованих базових технологій вирощування, сівозмін та активний розвиток ринку збуту органічної продукції.

Загальні регулятивні положення щодо органічного виробництва в Україні, закладені в Законі України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [10]. Відповідно до положень діючого вітчизняного законодавства, органічне виробництво – це сертифікована діяльність. Вона включає всі етапи виробництва сільськогосподарської продукції, а також процеси переробки та пакування, що повинні бути здійснені, відповідно, до вимог щодо органічного виробництва, обігу та маркування зазначеного типу продукції [11].

В рослинницькій галузі аграрного сектору господарювання, сама парадигма органічного виробництва заснована на тому, що матеріальні ресурси інтенсифікації землеробства (зокрема, синтезовані хімічні мінеральні добрива чи пестициди), є шкідливими для безпечного та раціонального функціонування ґрунтової екосистеми. Головний акцент, при цьому ставиться на тому, що їхнє використання веде до отримання, забрудненої залишками цих речовин сільськогосподарської продукції, а та, в свою чергу, може негативно впливати на здоров'я людини. Вочевидь, існує соціальна потреба в безпечній продукції, яка має забезпечуватися відмовою від застосування подібних штучних ресурсів інтенсифікації її виробництва [11, 12].

Сьогодні, вирощування сільськогосподарських культур без, подібного типу, засобів стимулювання та захисту рослин, технічно та технологічно можливо. З цією метою, розроблені сучасні засоби контролю бур'янів в агрофітоценозах, біопрепарати для пливу на функціонування ґрунтової біоти та розвиток рослин, а також їхнього захисту від біологічних факторів ризику (шкідників і хвороб).

Безпосередньо, технологія вирощування сільськогосподарських культур, базується, в першу чергу, на застосуванні природних властивостей ґрунту,

збереженні та примноженні біорізноманіття, застосуванні прийнятних речовин природного походження, а також на диверсифікованій сівозміні з внесенням органічних добрив і вирощуванні сидератів. При цьому, абсолютно неприйнятним є використання синтетичних пестицидів для захисту рослин, а також синтетичних мінеральних добрив чи інших, подібних речовин [13].

Термін «органічний», а також всі його похідні (зменшувальні форми, типу – «біо» та «еко»), можуть використовуватися лише для маркування продукції, що відповідає правилам органічного виробництва і, не менше, 95 % інгредієнтів сільськогосподарського походження є органічними. А при згадці про органічний метод виробництва, перелік інгредієнтів повинен містити зазначення загального відсотку органічних інгредієнтів [14].

До основних переваг органічної системи вирощування культур, варто віднести наступні: отримання безпечної сільськогосподарської продукції, відсутність забруднення довкілля, забезпечення підвищення рівня біорізноманіття в агроєкосистемах, збереження навколишнього середовища та біоти.

В свою чергу, подальший розвиток технологій органічного виробництва в рослинництві, пов'язаний з удосконаленням технологій мінімального впливу на ґрунт і розробкою ефективніших біологічних засобів для контролю та захисту від факторів ризику.

Тобто, раціональна та безпечна, для людини, органічна система, має спиратися на використання: динамічної сівозміни, збалансованого комплексу використання добрив, біологічної системи захисту культур, що вирощуються, раціональної системи обробітку ґрунту, адекватної потребам та цілям виробничої програми діяльності, екологічної системи створення посівного матеріалу (в т. ч., на засадах біотехнологічного характеру), а також ефективної системи сільськогосподарських машин.

## 1.2 Напрямки впровадження біотехнологій в сфері агровиробництва

Сучасні розробки в біотехнологічній сфері розглядається, як в другій, за інноваціями та розвитком, після інформаційних технологій. Пріоритетний напрям розвитку біотехнології вже отримали в таких передових країнах світу, як: Китай, Німеччина, США, Франція чи Японія. В зазначених, як і в ряді інших, країнах інноваційні технології, що базуються на рекомбінації нуклеїнових кислот, використанні ферментів чи на створенні штамів мікроорганізмів, що здатні синтезувати нові біополімери, вже активно впроваджені в ключових галузях народного господарства та науковому бізнес-середовищі. Розвиток біотехнологій в аграрній сфері господарювання має стати основою для подолання глобальної проблеми голоду. Прийнято вважати, що, наприклад, використання генетично-модифікованих культур сприятиме вирішенню такого спектру агротехнологічних проблем, як: збільшення урожайності сільськогосподарських культур, досягнення стійкості рослин до хвороб, а також мінімізація застосування пестицидів і добрив. Крім цього, розвиток «вертикального фермерства» може заощадити місце (використання земельних ресурсів) і отримати максимум агропродукції на мінімумі площ розміщення виробничих потужностей [15-16].

Серед існуючого різноманіття біологічних технологій найчастіше виокремлюють від 3-х до 12-ти означених галузей. Серед них, також виділяють сільське і лісове господарство, що, в свою чергу, можуть передбачати наступний спектр напрямків впровадження:

- застосування біологічного захисту сільськогосподарських культур;
- створення трансгенних та клонованих сортів і порід;
- охорона ґрунтів;
- організація виробництва біодобрив, кормових білків чи преміксів;
- формування умов для збереження і відтворення лісових генетичних ресурсів;

- створення нових форм дерев, в тому числі, із запрограмованими ознаками;
- застосування біологічних засобів захисту лісу та ін.

Крім зазначених, до біотехнологій, що мають тісне відношення до аграрної сфери реалізації варто віднести наступні:

- біоенергетика – передбачає отримання біопалива та електричної енергії з біомаси;
- екологія та охорона природи завдяки мінімізації прояву емісії парникових газів, а також біоконверсії чи і біоремедіації;
- аквакультура – переробка морських і прісноводних гідробіонтів, а також виробництво кормів для них [17].

Доволі часто харчову та аграрну біотехнології розглядають та досліджують, у тісному обопільному взаємозв'язку. Адже сільське господарство – це, в першу чергу, сировинна галузь для виробництва окультурених рослин і домашніх тварин. А отримані від них харчові продукти залишаються для людства єдиним джерелом енергії. В такому разі, впровадження біотехнологій у виробничі бізнес-процеси сільськогосподарського виробництва, є важливим для розвитку агропромислового комплексу, в цілому, в контексті формування продовольчої безпеки.

Ключовим завданням аграрної та лісової біотехнологій, при цьому, виступає використання біологічних процесів, систем чи організмів, що сприяють їх інтенсифікації та перетворенню у ефективні, екологічно безпечні галузі національного господарського комплексу країни [18].

В першу чергу, це є надважливим щодо питання покращання біотехнологічними методами високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, тварин чи штамів мікроорганізмів. Водночас, це також, сприяє впровадженню екологічно чистих способів аграрного виробництва.

До того ж, наприклад, корми, створені за новими біотехнологіями, підвищують продуктивність сільськогосподарських тварин, зменшують кількість

відходів, а також токсичних речовин, що здатні викликати захворювання у тварин.

В свою чергу, генетично модифіковані корми можуть, при цьому, поліпшити якість ґрунтів чи стан підземних вод, завдяки зниженню саме вмісту фосфору та азоту в тваринних продуктах життєдіяльності [19].

Зважаючи на зазначене вище, науковці, до основних завдань та напрямків сучасної агробіотехнологічної галузі, часто, відносять наступні:

- створення високопродуктивних сортів (гібридів) та порід сільськогосподарських рослин і тварин;
- досягнення способів суто біологічного засобу захисту рослин чи тварин;
- створення первинних харчових продуктів і кормів (у т. ч., бактеріального протеїну);
- виробництво фітогормонів і регуляторів росту, а також інших біопрепаратів.

Саме цільові продукти агровиробничої галузі біотехнологій, сьогодні набувають величезного потенціалу для забезпечення стійкості та безпеки продовольчого й аграрного ринків [19-20].

Основними методами сучасної агролісової біотехнології є наступні:

- генетична паспортизація рослин і тварин (genotyping);
- криоконсервація біологічного матеріалу (cryopreservation);
- молекулярна діагностика збудників захворювань (molecular diagnostic);
- молекулярна селекція (molecular breeding);
- оцінка біорізноманіття лісових насаджень (biodiversity value), зокрема, за допомогою геномної ДНК).

Відповідні методи біотехнологій сприяють прискоренню процесів розмноження деревних рослин і, відповідно, забезпечення отримання, за порівняно, короткий часовий період, потрібну кількість життєздатного садивного матеріалу. З метою захисту, від інфекційних патологій різної етіології, сільськогосподарських рослин і тварин, серед інших біотехнологічних продуктів, популярними стали антибіотики [21].

Сучасну агролісову біотехнологію, варто вважати, наукою про генно-інженерні, клітинні та органо-тканинні способи і технології створення чи використання генетично трансформованих організмів, що застосовують у галузях сільського та лісового господарств, з метою примноження їхньої різноманітності, інтенсифікації виробництва, а також отримання нових цільових продуктів, відповідного призначення.

Вищим досягненням біотехнології, в науково-практичних колах, прийнято вважати генетичну транслокацію, що передбачає перенесення чужорідних (природних чи штучно створених) донорних генів в клітини-реципієнти сільськогосподарських рослин і тварин. При цьому, досягається отримання трансгенних організмів, що наділені новими чи посиленими попередніх, властивостями та ознаками. Такий напрям прикладної сільськогосподарської біотехнології дозволяє розв'язувати принципово нові задачі щодо створення організмів, наділених костями підвищеної стійкості до стресових факторів, високою продуктивністю та інші [20-22].

Інвайронментальні питання, пов'язані зі скороченням біорізноманіття деревних рослин, чуттєві на фоні лісових біогеоценозів. Розв'язання таких завдань, на основі культиварів *in vitro*, сприяє надійному зберіганню необхідних генотипів шляхом кріоконсервації або депонування *in vitro* [22].

Розвиток аграрного сектору України, завдяки використанню наукових напрацювань і майбутніх розробок різних напрямів у сфері біотехнологій, може призвести не лише до створення нових органічних продуктів, еколого-економічних та соціальних послуг, нових робочих місць, але й до суттєвого підвищення продовольчого потенціалу та безпеки країни. В свою чергу, комплексність підходу до створення механізму стимулювання розвитку біотехнологій, має сприяти розв'язанню таких проблем, як: підвищення ефективності в галузях рослинництва, тваринництва чи переробки; отримання нових високопродуктивних культур, а також видів сільськогосподарських тварин, стійких до різних захворювань та шкідливих організмів; підвищення їхніх продуктивних та якісних характеристик [23].

Не менш важливим напрямом розвитку аграрної біотехнології, що стосується питань продовольчої безпеки, є розвиток ветеринарної науки, а також біофармації в сфері тваринництва та птахівництва.

Тобто, саме поєднання передової науки та технологічних підходів, здатне забезпечити оптимізацію бізнес-процесів виробництва сільськогосподарської продукції, збільшення обсягів екологічно чистої продукції із одночасним збереженням навколишнього середовища. Подібні «зелені» біотехнології здатні призвести до зменшення використання пестицидів і гербіцидів, формування екологічної безпеки [24].

В контексті розвитку органічного виробництва та прагнення до подолання (недопущення) глобальних проблем (в тому числі, екологічних, соціальних, поведінкових), у більшості країн світу, акцент наукових розробок стосується саме застосування молекулярно-генетичних методів для ідентифікації, паспортизації клонових насінних плантацій, а також уточнення схем і аналізу систем схрещування.

Актуальними продовжують залишатися питання і вдосконалення методів створення та експлуатації лісонасінних плантацій – розробка чи модернізація способів стимулювання плодоношення із забезпеченням збереження урожаю. Все це точно неможливо без вивчення репродуктивної біології [25].

Звідси, однозначно, перспективними для розвитку цього напрямку, стають дослідження мінливості деревних порід – наприклад, генетичної, на популяційному рівні; організація вивчення структури та стану природних насаджень, а також формування, обґрунтування та реалізація стратегій підтримки та відновлення предметів збереження генофонду *in situ* та *ex situ*.

### 1.3 Загальний огляд біотехнологічних методів в рослинництві

Фундаментальні знання щодо біологічних особливостей головних живих компонентів біоценозів, а також закономірностей їхнього використання стають основою раціонального регулювання складу та кількості окремих їх видів, з урахуванням різних потреб сучасної людини: економічних, природоохоронних, санітарно-гігієнічних та інших.

До однієї з прикладних галузей знань, що активно розвивається відноситься біологічний захист рослин. Його технології ґрунтуються на тій позиції, що зниження кількості, будь-якого, небажаного для людини виду рослинного чи тваринного мікроорганізму, можна досягти шляхом використання його паразитів та антагоністів.

Відповідно, на основі ентомопатогенних організмів (вірусів, бактерій, грибів, найпростіших та ін.) створюються препарати, що можуть бути застосовані для захисту рослин, а в підсумку, отримати екологічно чисту продукцію.

З позицій сьогоденних потреб суспільства, в органічно чистій продукції, до біологічного методу захисту рослин висувуються наступні завдання:

- визначення прийнятних природних ресурсів, їхніх корисних організмів та продуктів їхньої життєдіяльності з метою можливості використання для захисту рослин;

- оцінка закономірностей поведінки популяції фітофагів з регулюючими їхню кількість паразитичними та хижими організмами – для створення прогнозу рівня шкідливості збудників хвороб та шкідників;

- розробка прийомів, здатних активізувати природні комплекси корисних організмів, за даними біоценологічних та екологічних досліджень;

- створення чисельного асортименту біологічно активних препаратів, прийнятних для регулювання росту, розвитку та поведінки фітофагів;

В свою чергу, до основних прийомів і способів біологічного захисту, зазвичай, прийнято відносити:

- застосування в процесах ентомофагів;
- використання патогенних мікроорганізмів, що вражають шкідливі для сільського господарства організми – мікробіологічний метод;
- селекційно-генетичний підхід – культивування створених стійких до пошкодження шкідниками сортів сільськогосподарських культур;
- регуляція поведінки комах та порушення процесів їх росту і розвитку – біотехнічний метод;
- генетичні або автоцидні методи захисту рослин;
- отримання трансгенних рослин, стійких до шкідливих організмів, гербіцидів – методи молекулярної біології чи генної інженерії;
- боротьба з бур'янами біологічними способами та ін.

Варто підкреслити той факт, що в сучасних умовах, звернення лише до біологічного методу не дає можливості повноцінно захистити сільськогосподарські рослини від шкідників та хворобних збудників. Звичайно, певну роль, при цьому, відіграють матеріально-технічні перешкоди щодо реалізації біометоду, а також безпідставні сумніви щодо його ефективності.

Раціональним виходом є застосування інтегрованого захисту рослин, що і передбачає комбінацією біологічних, агротехнічних, селекційно-генетичних та інших методів, спрямованих проти комплексу шкідників та хвороб у відповідній еколого-територіальній зоні для певної культури. Формується сценарій, при якому здійснюється регулювання чисельної кількості шкідливих видів до економічно обґрунтованої межі шкодочинності із збереженням належної дії природних корисних організмів; який ставить надійний заслін перед шкідниками та хворобами сільськогосподарських рослин.

Використання біотехнологічних препаратів з метою захисту рослин, базується на природних закономірних взаємовідносинах в системі патогенних організмів та сприйнятливих макроорганізмів. Така модель взаємодії формує специфіку вибору методу. В основі зазначених препаратів знаходять біологічні агенти, які і спричинюють епізоотії в популяціях шкідників. Своїм впливом вони зменшують їхню чисельність до прийнятних (безпечних) рівнів, разом з тим, не

завдаючи шкоди іншим біологічним особинам – тваринам і рослинам. Такі біопрепарати, в принципі, доволі безпечні для біосфери, так як не є чужорідними, а мають теж природне походження. Головною перевагою біологічних препаратів є прояв специфічності їхньої дії на живі організми без шкоди для здоров'я людей.

Наступний метод – клітинна біотехнологія, що базується на здатності клітин розмножуватися *in vitro*, а також тотипотентності та регенерації. При цьому, роль культури ізольованих клітин, варто розглядати в декількох напрямках.

Перший із них, пов'язаний із спроможністю ізольованих клітин рослини продукувати цінні речовини 2-го синтезу (зокрема, алкалоїди, гормони, ефірні олії, стероїди) для галузей діяльності: медицини, харчової промисловості, парфумерії, косметики та інших. Зазвичай, 2-ну речовину отримують з калусної тканини, що спеціально вирощується в поживному середовищі. Рівень продуктивності культивованих клітин, завдяки клітинній селекції, може суттєво перевищувати продуктивність базових рослин. Однією з переваг зазначеного способу отримання речовин 2-го синтезу, виступає можливість використовувати рослини, що не культивуються в природних умовах нашої географічної території або ж здатність генерувати продукцію цілорічно.

Другим напрямком, в цьому контексті, є можливість використання культури ізольованих тканин при забезпеченні розмноження та оздоровлення майбутнього посадкового матеріалу. Такий спосіб носить назву клональне мікророзмноження та дозволяє генерувати з однієї меристеми значну кількість рослин за рік.

Прийнято виділяти і третій напрямком – це селекція ізольованих клітин рослин, що дозволяє забезпечувати отримання рослин із пришвидшеним ростом, а також стійких до різних несприятливих факторів навколишнього середовища. Крім того, зазначений спосіб передбачає створення нових рослин через злиття ізольованих протопластів з генеруванням нестатевих (соматичних) гібридів. Продукування таких ізольованих пиляків чи сім'ябруньок, на штучній основі, сприяє отриманню гаплоїдів, а культивування зародків, в подальшому ланцюгу дій, дозволяє отримувати рослини також і з гібридного посівного матеріалу. В

такий спосіб, започаткування розвитку рослини в пробірці, дозволяє подолати проблему несхрещуваності деяких рослин.

Четвертим напрямком, пов'язаним з використанням культур рослинних тканин, є отримання нових форм, шляхом реалізації методів генетичної інженерії.

В свою чергу, п'ятий напрямок базується на тому, що культура рослинних клітин *in vitro* є, доволі, важливою для збереження тих видів рослин, що вже перебувають в переліку, як таких, що на межі вимирання.

Взагалі, клітини рослин здатні зберігатися, як в живій колекції (що передбачає постійні пересіви), так і в «замороженому» стані, засобами використання рідкого азоту.

Таким чином, належний результат застосування культури клітин і тканин, первинно, залежить від досягнення оптимальної послідовності фізіологічних процесів, які, в свою чергу, здатні забезпечувати нормальний поділ, диференціацію та регенерацію нових клітин дорослих рослин.

Найбільш складним процесом є регенерація з окремих клітин рослин. Особливо, це притаманне для злакових сільськогосподарських культур. Звідси, надважливим виступає з'ясування механізму морфогенезу *in vitro* (а також, регенерації і складових процесів в їхній основі).

Останнім часом, ведеться активна біотехнологічна діяльність над розробкою векторних конструкцій з метою отримання трансгенних рослин, що можуть активно продукувати білки (медичного призначення), які, в свою чергу, було б можливим вживати, безпосередньо, з їжею чи виділяти з них білковий продукт, а далі очищати його до потрібної консистенції.

Біотехнології також дозволяють отримувати трансгенні рослини, що продукують імунізуючі антигени, прийнятні у використанні для отримання їстівної вакцини. Результатом започаткування такої технології стала вакцина проти гепатиту В. Її отримання відбулося з використанням таких сільськогосподарських рослин, як тютюн, а згодом і картопля. Наприкінці ХХ-го

століття, стало можливим отримання вакцини (проти вірусу гепатиту), шляхом трансформації рослин люпину та салату-латуку.

На сьогоднішній день, існують та пройшли клінічні випробування, цілий спектр вакцин на основі трансгенних рослин. Серед них, варто згадати наступні: вакцина проти гастроентериту (в її основі – тютюн чи картопля), вірусу кору (основа – латук), холерного віріону та вірусу папіломи (на базі картоплі).

У значній кількості випадків, результатом вживання їстівних трансгенних рослин, здатних продукувати такі білки, є розвиток специфічною імунної відповіді. А отримання нових їстівних рослинних вакцин, можна визначати, як один, із найбільш перспективних, напрямків генної інженерії.

## РОЗДІЛ 2

### ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКЦІЇ ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА

#### **2.1 Узагальнений аналіз стану органічного виробництва в світі та Україні**

В світовому масштабі виробництво органічної сільськогосподарської продукції, в першу чергу, характеризується обсягами її отримання в масштабах двох найбільших регіонів – США та ЄС. Фактично, саме на цих географічних територіях функціонують найбільші ринки органічної продукції. З початку 21-го століття, ці регіони здатні демонструвати значні темпи росту обсягів виробництва такої продукції, а починаючи з 2012 р. сам США стали найбільшим світовим ринком органічних продуктів. В цілому, за оцінками ФАО, можна стверджувати, що в грошовому вимірнику ринок органічних продуктів ЄС-2023 становив 50,4 млрд. дол. США, що більше ніж на 10 % більше, ніж у 2022 р. Вартість органічної продукції в 2024 році, представництва ФАО оцінюють на рівні, близько, 51 млрд. дол. США (або 49,2 млрд. Євро). Також варто відзначити, в 2023 р. внутрішній ринок органічних продуктів у США досяг абсолютно рекордного рівня і становив 70 млрд. дол. США (приріст 3,4 % проти 2022 р.). В цьому значенні, близько 64 млрд. дол. США становлять продажі саме органічних продуктів харчування [29-30].

До початку пандемії COVID-19 обсяги продажів органічної продукції у світі тільки зростали, оскільки, купувати продукти, що, на думку споживачів, є корисними для здоров'я, а також значно стійкими та екологічними, ставало правильним кроком. Але, починаючи з 2022 р. попит на органічні продукти у світі ставав все більш нестабільним, а їхні продажі почали знижуватися (вперше з 2014 р.). Однак, вже в 2023 р. ринок відновив свої позиції і продажі знову зросли.

В період 2024 р. та неповного 2025 р., спостерігався помірний висхідний тренд, однак, це було повільніше, ніж до 2022 р.

Економічними передумовами такого повернення до позитивної тенденції росту, прийнято вважати відновлення економічної ситуації в країнах ЄС та повернення до активного придбання органічних продуктів харчування та напоїв. Крім того, загальне підвищення рівня обізнаності про здоров'я в країнах ЄС, призвело до різкого зростання попиту на продукти харчування, що суспільство, значно більше почало вважати, особливо корисними для здоров'я. Набуває популярності веганське, вегетаріанське та флексітаріанське види харчування, також сприяло збільшенню попиту на органічні продукти. Існує така експертна думка, що значне збільшення обсягів виробництва органічної продукції, значною мірою, буде залежати і від наявності та рівня реалізації програм державної підтримки. Наприклад, в регіоні країн ЄС це забезпечується впровадженням європейської стратегії «Від ферми до столу» [30].

За даними рисунку 2.1, можна зробити висновок про те, що глобальна частка органічних земель у загальній площі світу, становить лише 2,1 %. Однак, ряд країн (Ліхтенштейн – 44,6 %; Австрія – 27,3 %; Уругвай – 25,4 % чи Естонія – близько 23 %), демонструють істотно вищі значення. На їхньому фоні показник Україна (1,1 %), вказує про, відносно низький, рівень розвитку органічного аграрного виробництва в країні.

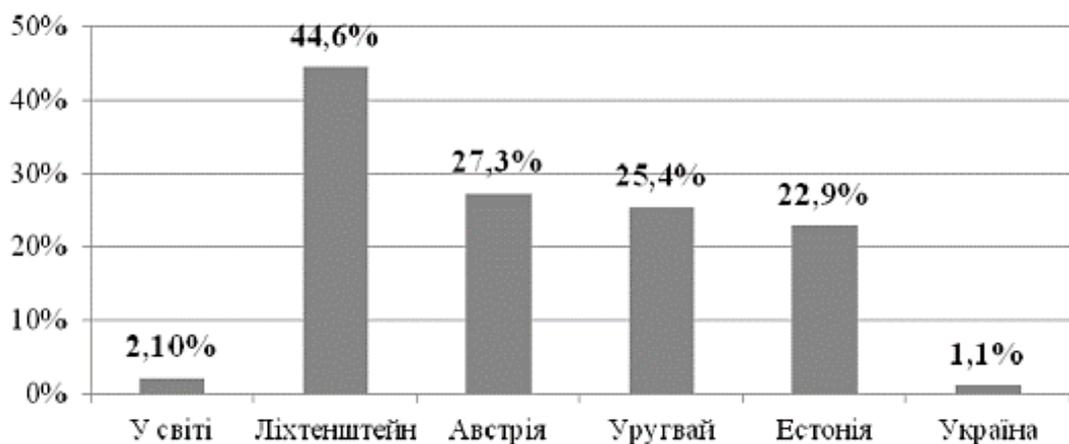


Рисунок 2.1 – Частка органічних земель у загальній площі угідь

Джерело: побудовано автором на основі [30]

Наступним показником, що варто розглянути, є обсяг імпорту з країн ЄС сертифікованої органічної продукції. Рисунок 2.2, вочевидь, демонструє топ-10 провідних країн-імпортерів ЄС та формує передумови для оцінки географії споживання та комерційних інтересів світового органічного ринку.

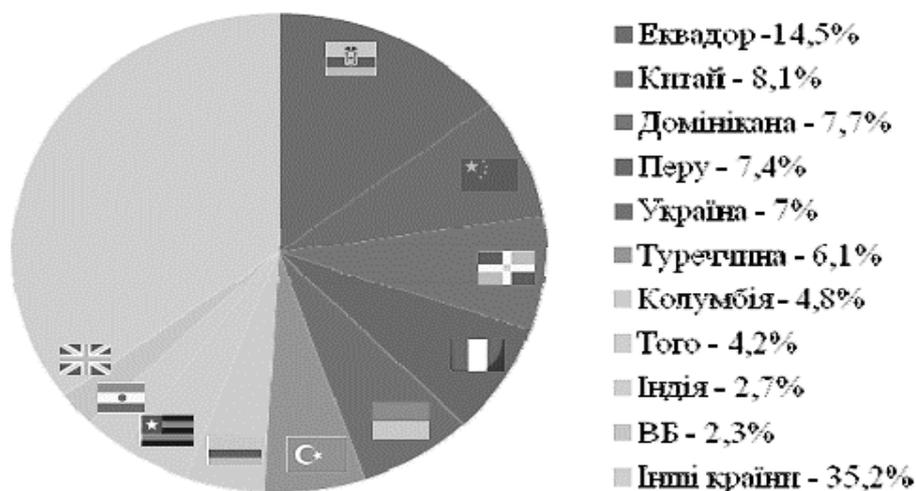


Рисунок 2.2 – Структура імпорту органічної продукції в ЄС в 2023 р.

*Джерело: побудовано автором на основі [30]*

Зважаючи на сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, наша країна стала також одним із провідних постачальників органічної продукції на ринок ЄС. Україна входить до топ-5 імпортерів органічної продукції та, із року в рік, збільшує асортимент товарів. Вітчизняна сфера виробництва органічної продукції відзначалася динамікою швидкого розвитку, як щодо площ, так і кількості сільськогосподарських культур у виробництві.

Збройне вторгнення росії на територію України, позначилося, виключного негативно та призвело до значних втрат у сільському господарстві. Наслідки збройної навали мали свої прояви, практично, в усіх галузях та сферах агровиробництва. Знищення біологічно продуктивних територій, внаслідок окупації значної території країни, продовжує нести загрозу забруднення та пошкодження ґрунтів, забруднення плідної землі та інших біоресурсів для здійснення сільськогосподарської діяльності.

Кількісний склад операторів органічного виробництва в сфері сільськогосподарської продукції (станом на кінець 2022 р.), демонстрував істотне їхнє скорочення. При цьому, відбувалося і зменшення площі сільськогосподарських земель органічним статусом (рис. 2.3).

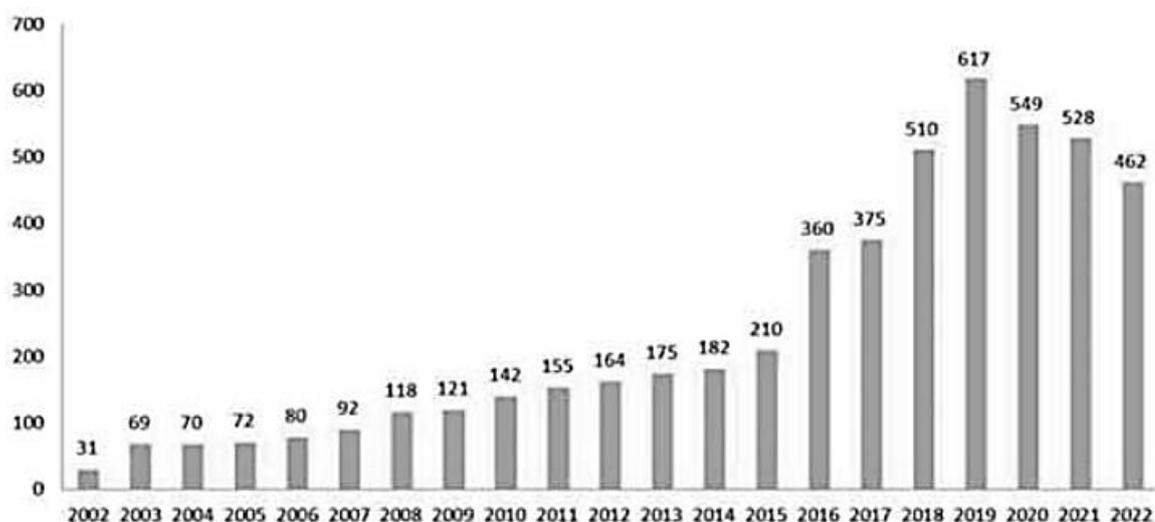


Рисунок 2.3 – Динаміка кількості органічних операторів в Україні

*Джерело: побудовано автором на основі [30-31]*

Нерівномірність освоєння земель, з точки зору, отримання органічної сільськогосподарської продукції в Україні продемонстрована на мапі рисунку 2.4.

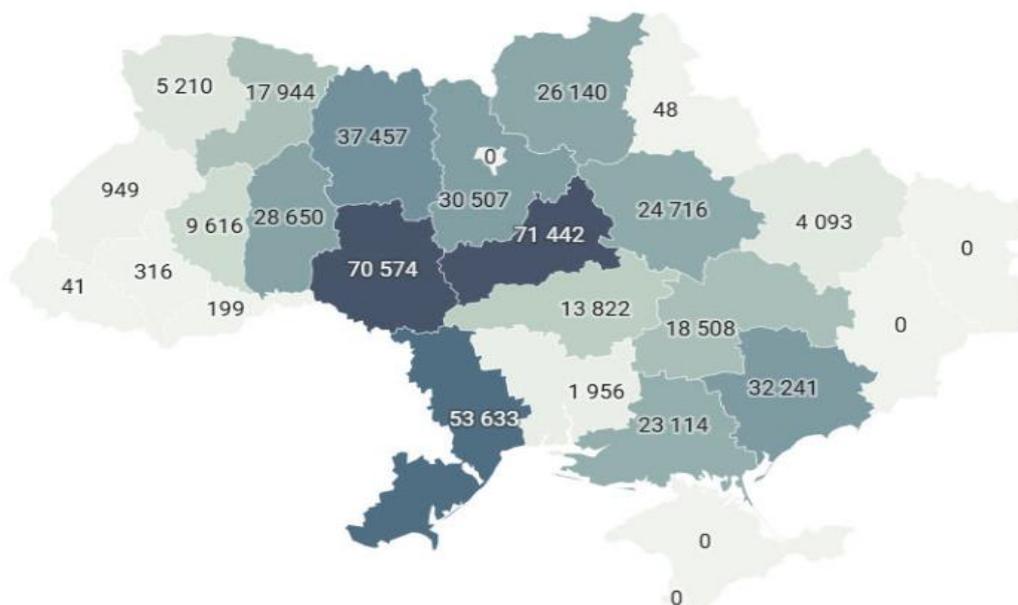


Рисунок 2.4 – Мапа земельних площ органічного виробництва в Україні, га

*Джерело: побудовано автором на основі [30]*

При цьому, не зважаючи на скорочення загальної площі сільськогосподарських земель в Україні через повномасштабну війну, спостерігається приріст масштабів органічних земель, в тому числі сертифікованих (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Динаміка розвитку органічних земель в Україні, тис. га

*Джерело: побудовано автором на основі [30, 32]*

Норми законодавства ЄС формують чіткі параметри щодо того, як органічне виробництво стає саме таким. Відповідно, до зазначеного підходу виробництво сільськогосподарської продукції може вважатися органічним за наступних умов.

Підготовка та використання ґрунту здійснюється без застосування хімічних речовин; проводиться висів органічного насіння; процеси: вирощування, збору урожаю, переробки та пакування, а також сертифікації, маркування та реалізації продукції, проводиться за встановленими стандартами.

Здійснення органічного виробництва сільськогосподарської продукції – процес, чутливий та залежний від погодних умов, з відсутністю хімічного захисту та дотримання вимог сертифікації (згідно з Регламентом ЄС 2018/848).

## **2.2 Організаційно-виробнича характеристика агропідприємства – бази дослідження**

Базовим напрямком та цільовим призначенням діяльності в агровиробничій сфері господарювання є забезпечення сировинним матеріалом потужності тих виробництв, що задіяні в переробці та виготовленні з неї продовольчої продукції. У зв'язку з цим, головним питанням, для виробничих галузей – це рівень їхньої здатності до нарощування обсягів якісної та безпечної (корисної) для споживання сільськогосподарської продукції.

Базою дипломного дослідження стану та ефективності розвитку органічного виробництва на основі застосування біотехнологічних методів, стало вітчизняне аграрне підприємство – ТДВ «Маяк».

Матеріально-технічна та біологічна бази аграрного товариства знаходяться в межах території населеного пункту та центру об'єднаної територіальної громади/

Аграрне товариство «Маяк» функціонує у формі господарського товариства приватної форми власності, починаючи з 1998 р., після реструктуризації з колективного господарства в сільськогосподарське акціонерне товариство закритого типу. Станом, на середину 2025 р., товариство являється самостійним суб'єктом діяльності, володіє статусом юридичної особи та відокремленим майном. Крім того, воно дієздатне набувати майнові та особисті немайнові права, а також брати на себе зобов'язання, зокрема, орендувати землю та виробниче майно, відчужувати його, здійснює різноманітні види господарської діяльності, що не суперечать вимогам діючого законодавства та статуту товариства.

Основним видом господарської діяльності в аграрній сфері (згідно державного Класифікатору ВЕД) для аграрного підприємства «Маяк» є «Розведення великої рогатої худоби молочних порід» (01.41).

З липня 2021 р. агротовариство володіє статусом суб'єкта племінної справи у галузі тваринництва. Товариство «Маяк» набуло характеру діяльності в статусі

племінного заводу по розведенню ВРХ української бурої молочної породи. Його діяльність, як племзаводу, включає досягнення вищої продуктивності дійного стада, забезпечення його власного відтворення, організацію застосування високотехнологічного обладнання (зокрема, на базі використання програми управління UNIFORM).

Крім основного, іншими видами діяльності (згідно статуту) для ТДВ є:

- «Отримання зернових культур (крім рису), бобових...» (01.11 – за КВЕД);
- «Вирощування овочів і баштанних культур, ...» (01.13);
- «Вирощування інших 1-х та 2-х культур» (01.19);
- «Розведення іншої ВРХ та буйволів» (01.42);
- «Розведення коней та інших ...» (01.43);
- «Розведення свиней» (01.46);
- «Допоміжна діяльність у рослинництві (01.61) та «...у тваринництві» (01.62);
- «Виробництво м'яса» (10.11);
- «Виробництво олії, а також тваринних жирів» (01.41);
- «Виробництво продуктів борошномельно-круп'яної ...» (01.61);
- «Виробництво хліба та хлібобулочних виробів...» (01.71);
- «Виробництво готових кормів ...» (01.91);
- «Оптова торгівля зерном, необробленим ...» (46.91);
- «Роздрібна торгівля з лотків і на ринках ...» (47.81);
- «Забезпечення вантажним автомобільним транспортом» (49.41);

Природньо-кліматичні умови регіону, розміщення виробничих (біологічних та штучно матеріальних) фондів товариства, здійснює прямий і непрямий вплив на здатність діяльності, зокрема, і на процеси органічне землеробства. Безпосередній вплив – через дію елементів (зволоження та промочування; нагрівання та охолодження) клімату. Опосередкований – це його дія на рослинний світ.

Координати географічного положення земель господарства – це 50°37'38" півн. широти та 34°58'23" східн. довготи.

Висота території над рівнем моря (в середньому) – 145-150 м. Клімат помірний континентальний, з теплим літом і, відносно, м'якою погодою взимку. Останнім часом, спостерігається значне відхилення від багаторічних даних щодо температурного режиму та кількості опадів.

В середньому, температури – літо: + 25-27°C, зимова: –5-7,5°C. Річна кількість опадів – близько, 540 мм. Середня тривалість періоду без морозу – 168-180 днів.

За рельєфними характеристиками, територією, а також зазначеними кліматичними умовами, на землях аграрного товариства є умови, що прийнятні для розвитку сільськогосподарського виробництва, зокрема, і органічної продукції в рослинницькій галузі. Переважаючими типами, що формують площу земельного фонду товариства, є чорноземи та дерново-підзолисті ґрунти.

Сукупний склад, а також рівень забезпечення земельними ресурсами товариства, зазначені у вигляді таблиці 2.1 і складаються із динамічних показників за 3-річний період – 2022-2024 рр.

Таблиця 2.1 – Динаміка структури та забезпеченості земель ТДВ «Маяк», за період 2022-24 рр.

Види угідь	Значення за роками періоду аналізу						Зміни за період (+;-)	
	2022		2023		2024			
	га	%	га	%	га	%	га	%
Сільськогосподарські угіддя, всього	4655,55	100	4646,37	100	4557,65	100	-97,9	-2,1
із них рілля	4082,30	87,69	4094,3	88,12	3928	86,18	-154,3	-3,78
Площа с.-г. угідь на 1-го середньорічного працівника	18,70	-	18,15	-	18,16	-	-0,54	-2,89
Площа ріллі на 1-го середньорічного працівника	16,39	-	15,99	-	15,65	-	-0,74	-4,51

*Джерело: побудовано автором за даними звітності господарства*

Показники таблиці 2.1 дозволяють стверджувати, що протягом 2022-2024 років, площа сільськогосподарських угідь (на 97,9 га та площа ріллі (на 154,3 га) зменшилися. Така тенденція, могла бути пов'язана зі зменшенням площ оренди земель фізичних осіб.

За результатами розрахунків, на основі даних за період 2022-2024 рр., товариству відповідає наступне значення коефіцієнту спеціалізації – 0,23, тобто йому притаманний низький рівень спеціалізації.

А виробничий напрямок (молочно-зерновий) та спеціалізація, що фактично склалися в агротоваристві, відповідають, зазначеному вище, виду основного напрямку економічної діяльності, а також аграрному підприємству зі статусом племінного заводу.

Враховуючи, той факт, що для аграрного господарства характерний тваринницький напрямок спеціалізації, доцільно дослідити особливості виробництва та реалізації продукції: молока, приріст живої маси ВРХ та свиней та приплід.

В таблиці 2.2 приведена динамка поголів'я вирощуваних тварин в господарстві, за період 2022-2024 рр.

Таблиця 2.2 – Динаміка поголів'я в тварин, за період 2022-2024 рр., станом на кінець року, гол.

Групи тварин	Роки періоду аналізу			Відхилення 2024 р. від 2022 р. (+;-)	
	2022	2023	2024	гол.	%
Вирощування:					
ВРХ	1 892	1 847	1 801	-91	-4,81
Свині	2 925	2 365	2 367	-558	-19,08
Дійні корови	1 200	1 200	1 200	0	0

*Джерело: побудовано автором за даними звітності господарства*

За визначений період в тваринництві ТДВ «Маяк», варто відзначити наступні тенденції. Спостерігається стала чисельність поголів'я за групою корови – 1 200 голів. Водночас, ВРХ, що утримувалися в товаристві, набули тенденції незначного кількісного зменшення – майже, на 5 %.

Поголів'я свиней також зменшувалося, а станом на 2024 рік, кількість утримуваних тварин стала 558 голів менша проти чисельності 2022 року.

Структурний склад стада, певних видів сільськогосподарських тварин в товаристві також змінювався і в 2024 році стадо ВРХ було сформоване із наступних груп тварин (рис. 2.6).

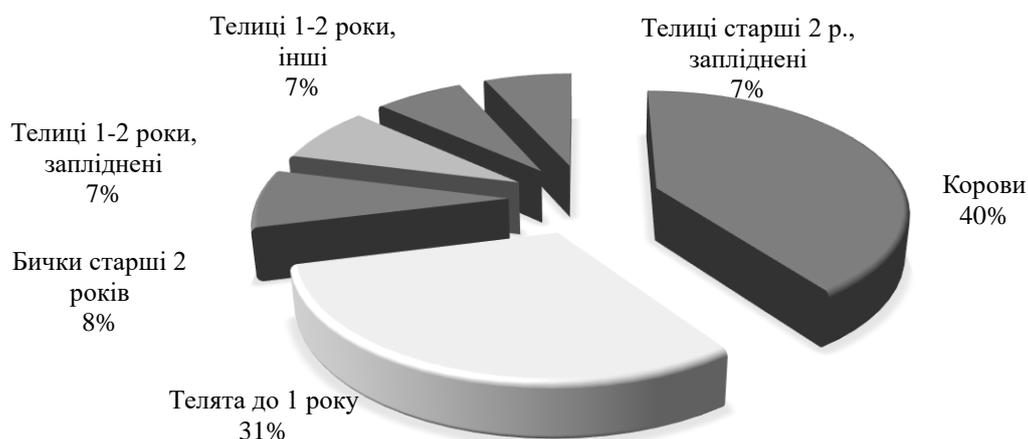


Рисунок 2.6 – Структура стада ВРХ, станом на кінець 2024 року

*Джерело: побудовано автором за даними звітності господарства*

Дані свідчать про те, що найбільшою чисельністю із ВРХ вирізняється корови, частка яких – 40 %. Далі, за питомою вагою в структурі стада, є телята до 1 року – 31 % від поголів'я стада. Всі інші групи тварин, структурно, займають, близьку до однакової частки – біля 8 %.

Особливого підходу в товаристві набуло молочне скотарство, після отримання ним статусу племінного заводу з одночасною експертизою корів щодо якості чи типу молока. В результаті такого обстеження, було виявлено те, що на утриманні в товаристві перебувають кори (більше 50 %) з молоком А2. До того ж, як вже було зазначено вище, товариство спеціалізується на породах корів, від яких можна отримувати таку продукцію – чорний та червоний голштин. В цьому контексті, варто враховувати, що таке молоко, здатні виробляти тільки корови, що мають в своїй ДНК, саме, дві копії генів А2. Тобто, тварина отримує по копії гена від самця і самки, а також є для отримання приплоду з генотипом А2А2, необхідно мати бика-виробника, з, хоча б 1-м геном А2 та корову, з таким же геном. Гарантоване схрещування А2А2-тварини з А2А2-твариною – отримання потомство з потенціалом на молоко А2.

Описані результати та визначені заходи, в підсумку, позитивно вплинули на масштаби виробництва – продуктивність корів почала стало зростати.

### **2.3 Аналіз передумов застосування біотехнологічних методів розвитку в органічному рослинництві агротовариства**

У виробничих процесах рослинницької галузі товариства використовують сівозміну, сформовану із різних культур – зернових, технічних та бобових культур, з метою забезпечення біорізноманіття.

Структура посівних площ являє собою наступний склад: зернові (пшениця, ячмінь) – 30 %, кукурудза – 10-20 %; соя – 30 %; соняшник – 20 %, а також нішеві культури – 5-10 %.

Рослини, що формують мульчу – шар органічних матеріалів для покриття ґрунтового шару для збереження вологи, пригнічення бур'янів, корегування температури землі та покращення структури ґрунту, а також для захисту кореневої системи. Вони також запобігають ерозії і забезпечують прийнятні умови для росту базових сільськогосподарських культур.

Фактично, такі посіви займають більше половини: сидерати – 20-25 %; просо – 20 %; кукурудза – 10-20 %.

Культури, що сприяють розуцільненню ґрунту – це 20-40 % у структурі сівозміни (просо, кукурудза, сидерати).

Базовою технологією землі обробітку є комплекс дій за мінімального впливу на нього та з глибоким розпушенням на основі плужної підшви.

Збагачення ґрунту добривами проводиться, в першу чергу, на основі внесення компосту Джонсона (органічне добриво для покращення ґрунту, шляхом щорічного розподілу тонкого шару). Інколи застосовується і висів покривних культур та інокуляція бобових культур.

Системою захисту посівів сільськогосподарських культур передбачається застосування біологічних інсектицидів чи фунгіцидів (за наявності необхідності).

Крім того, технології покращення ґрунту передбачають мульчування рослинних решток. З цією метою, використовується мульчувач або агрегат вертикального обробітку ґрунту. Можливий висів сидератів (озимого жита), а

також здійснення глибокого розпушення при виявленні ущільнення та висів покривних рослин.

Ґрунт виступає одним із найважливіших природних засобів виробництва в рослинницькій галузі сільського господарства. В органічному виробництві ця роль стає ще важливішою. В свою чергу, сама родючість ґрунту та інші його властивості, перебувають в прямій залежності від факторів його утворення, а також характеру використання ґрунту за тривалістю, саме, в сільськогосподарському виробництві. Виробництво органічної продукції рослинництва допустиме лише на земельних угіддях, що не забруднені радіонуклідами, важкими металами чи хімічними речовинами.

Згідно, змісту малого біологічного колообігу речовин, а також їхньої здатності концентруватися в харчовому ланцюгу, речовини з категорії «забруднювальних» здатні переходити з ґрунтів та можуть накопичуватися у рослинах. Окремі види рослин, взагалі, виступають концентраторами забруднювальних речовин – накопичують їх у біомасі протягом своєї вегетації. Найбільше накопичення забруднювальних речовин припадає на зелені частини рослин і їхні корені, водночас, у зерні – їх менше.

В органічному виробництві заборонено вносити в ґрунт синтетичні мінеральні добрива. З метою поповнення поживними речовинами можна оперувати лише процесами внесення мінералів природнього походження. При цьому, велике значення відведено саме потенційній родючості ґрунту. Його органічна речовина – джерело поживних речовин та енергії для мікроорганізмів і рослин, що виростають в ньому. Ця речовина може включати біомасу рослин, мікроорганізмів, а також їхні рештки та власне гумусових речовин. Значення показників гумусного стану – це інтегральні рівні ґрунтової родючості.

Отже, відтворення родючості ґрунту, в органічному землеробстві, відбувається саме завдяки органічним добривам – це може бути гній, рослинні рештки чи післяжнивні посіви сидератів. Свіжа органічна речовина, що потрапляє в ґрунт, лише на 20 % може перетворюватися на гумус.

Рівні впливу різних видів органічних добрив на ефективність процесу гумусоутворення, можна оцінити за вмістом вуглецю. В свою чергу, внесена 1 т гною (компосту) адекватна 5 т соломи або 1,5 т сидератів. Звідси, можна стверджувати, що солома (її рослинні рештки) – це близько 40 % вуглецю, гній і компост (у свіжій масі) – близько 8-10 %, а сидерати (зелена біомаса) можуть містити до 12-15 % вуглецю у свіжій масі.

Краща здатність багаторічних трав до процесів гумусоутворення зумовлена, в першу чергу, тим, що співвідношення (в їхньому корінні)  $C : N$ , становить 10:1-15:1. Водночас, у корінні й соломі зернових сільськогосподарських культур – це співвідношення суттєво більше – 35:1-50:1. При цьому, з надземної маси формується гумусу в 2,5 рази менше ніж з підземної.

Темпи збільшення кількості та якості гумусу, залежать не тільки від обсягу органічної речовини, що потрапляє у ґрунт, але і від її якості. Зокрема, відомо, що протягом двох років, з 1 т коренів може сформуватися в 2,5 рази більше гумусу, а ніж від аналогічного обсягу органічної надземної маси.

Однією із частин загального обміну речовин в рослинному організмі виступає живлення. Ця система життєдіяльності рослин, в умовах органічного виробництва агропродукції, базується на природній родючості ґрунту, використання органічних добрив (компостів та вермикомпостів), а також формування сівозміни із застосуванням, прийнятних для органічного виробництва, речовин (допоміжних продуктів).

Рештки рослинного походження, здатні містити потенційний запас поживних речовин. Процес їхнього розкладання характеризується швидкістю їхнього перетворення. Завдяки пришвидшеному «малому колообігу речовин», формується вища продуктивність для агровиробника.

Позитивний баланс гумусу здатна забезпечувати саме нетоварна частина врожаю: солома зернових (осоливо, озимих) та зернобобових культур, а також подрібнені стебла соняшнику та кукурудзи. У сівозмінах, «коефіцієнт використання простору/часу» базовими культурами, практично не перевищує 70 %, тобто, мова йде про те, що цей ресурс мають використати покривні

культури. Із збільшенням маси органічної речовини, що формується і розкладається, збільшується обсяг елементів живлення, що доступні для рослин, навіть, без додаткового внесення добрив. В органічному виробництві допустиме здійснення внесення додаткових речовин, але вони всі, мають бути дозволені (сертифіковані). Відповідно, при цьому, існують окремі вимоги до органічних добрив, а перед застосуванням органічних добрив, їх перелік також необхідно узгодити з органом сертифікації (експертом-консультантом з органічного виробництва).

Крім того, прийнятність застосування органічних добрив можлива в тому разі, коли органічні відходи (рослинного чи тваринного) походження проходять процедуру ферментації і втрачають «рівень агресії» для ґрунтової мікробіоти. Тобто, мають бути знищені хвороботворні бактерії та гриби, а також суттєво зменшена кількість живого насіння бур'янів.

Компостування має бути регульованим процесом і проходити термофільну фазу – з метою знищення насіння бур'янів, хвороботворних бактерій та грибів. Активізацію діяльності мікроорганізмів прискорюють періодичним зволоженням. А температура всередині підвищується внаслідок активності мікроорганізмів. Період тривалості процесу (залежно від сировини) – від кількох тижнів до кількох років. Обсяг азоту в компості – від 1 до 1,5 % на суху речовину. Він залежить від виду та хімічного складу підстилки. Тобто, за умови внесення 25 т компосту ВРХ, вологості – на рівні 80 % та вмісту азоту 0,5 %, водночас в ґрунт потрапить, біля, 125 кг азоту. Із розрахованого обсягу, органічна рослина за перший рік використає 40 кг. Взагалі, суттєвою перевагою компосту виступає оптимальне співвідношення  $C : N$  – це 20:1. При цьому, компост не порушує це співвідношення, він позитивно впливає на відтворення якості родючості ґрунту і вагомо збільшує значення показників поживного режиму.

Також становлено, що такий вид біодобрив, як вермикомпост чи біогумус (продукт переробки органічної маси дощовими черв'яками й мікроорганізмами), значно сприяє відтворенню родючості ґрунтів, при цьому блокує надходження у

рослину радіонуклідів, а головне – зменшує вміст нітратів у готовій продукції. Саме біогумус вважається найкращим добривом в органічному землеробстві.

Для збільшення екологічних ніш корисної наземної та ґрунтової флори та фауни, при організації польових екосистем вирощування сільськогосподарських культур, доцільно забезпечувати стан, коли не менше 15 % периметру їхніх площ розміщувалися сусідньо з природними екосистемами (зокрема, лісосмугами). Близька присутність таких природних резервацій буде сприяти збагаченню їх ентомофагами.

Також доцільно активізувати і фітосанітарну роль птахів. Адже, наприклад корольок з'їдає, близько, 4 млн. дрібних комах (за рік), сімейство шпака– 300 гусениць (за світовий день), зозуля здатна знищити до 100 гусениць за 1 годину.

Природні екосистеми з нектароносними рослинами мають займати близько 10-15 % – площі вирощуваних культур. Такі механізми починають спрацьовувати за наявності 20-30 видів рослин. У системі відносин «хижак – жертва» спостерігається наступний причинно-наслідковий ланцюг: «розмноження жертви – розмноження хижака – прискорене скорочення кількості жертви – зменшення чисельності хижака – розмноження жертви».

Захист від шкідливих організмів насаджень сільськогосподарських рослин, здійснюють з використанням п'яти основних методів: агротехнічного, біологічного, механічного, фізичного та хімічного. В свою чергу, у комплексному поєднанні, при вирощуванні рослин, заходів із боротьби зі шкідливими організмами за органічною технологією, ключове місце займають агротехнічні та біологічні заходи.

Можливе, також, при біологічному захисті рослин, застосування фітонцидів – утворень рослинами біологічно-активні речовини, що вбивають (пригнічують) ріст і розвиток різних вірусів, а також відіграють ключове значення для імунітету рослин і взаємодії організмів у біоценозах.

Рослини здатні виробляти природні токсичні сполуки для самозахисту, тобто, в такий спосіб, захищати живі тканини від появи в них мікроорганізмів. Одночасно фітонциди активізують численні життєві функції рослин.

## РОЗДІЛ 3

# РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ

### 3.1 Біоремедіація забруднених земель: сучасні українські технології та світові підходи

У зв'язку з наростаючим рівнем хімічного забруднення ґрунтів, однією з найважливіших проблем біогеохімії в даний час є вивчення поведінки ксенобіотиків у ґрунті, а також розробка способів їх рекультивації. Найбільш перспективним методом рекультивації ґрунтів вважається біоремедіація *in situ*, заснована на здатності ґрунтових мікроорганізмів повністю розкласти органічні забруднювачі або перетворювати їх на нетоксичні продукти. Цей підхід відрізняється високою економічністю, екологічністю та низькою енергоємністю.

Особливу роль в очищенні ґрунту від токсикантів відіграє біоремедіація, що використовує метаболічний потенціал рослин та мікроорганізмів. Застосування біологічних методів відновлення ґрунту забезпечує екологічну безпеку та економічну вигоду. У зв'язку з цим актуальним є вивчення процесів відновлення забруднених земель і оцінка ефективності різних підходів.

Поточна військова агресія росії, може призвести до руйнування реакторів, цілісності хвостосховищ та інших потенційно небезпечних об'єктів, що призведе до стихійного лиха. Можливі аварії та викиди з цих об'єктів в результаті витоків або пилоутворення радіоактивних відходів і радону з відкритих хвостосховищ можуть завдати серйозної шкоди навколишньому середовищу, ґрунтам та понад 24 млн осіб [31].

Основні проблеми біоремедіації пов'язані з труднощами адаптації мікроорганізмів у токсичних середовищах, а також з високою ймовірністю міграції забруднювачів у суміжні середовища.

Внаслідок 30-річних досліджень поведінки поллютантів різних класів було показано [32], що внесення різних природних сорбентів може суттєво розширити можливості біоремедіації ґрунтів за умов *in situ*. На основі узагальнення досвіду багаторічних досліджень з розробки біотехнологій сорбційної біоремедіації ґрунтів, забруднених поллютантами різних класів, що знаходяться в різних ґрунтово-кліматичних умовах доцільно розглянути проєкт можливості застосування даного біотехнологічного інструменту для території України.

Дослідження [33] показало, що мікроорганізм *Mixrobacterium lacticum* прийнятний з метою ефективного використання для біоремедіації нафтових забруднень завдяки його здатності до розкладання вугілля та адаптації до умов забруднених ґрунтів. Своєю здатністю до біоремедіації забруднених ґрунтів, включаючи вуглеводні, завдяки високій активності гідролізу та метаболічної пластичності відомий і мікроорганізм *Arthrobacter terregens*.

Інформація про використання *Misgosossis roseus* обмежена, проте штами *Pseudomonas*, до яких, можливо, відносяться мікроорганізми, відомі своєю здатністю до біоремедіації різних вуглеводнів, включаючи бензин та дизельне паливо, через окислення їх до більш легко розкладаються з'єднань відома [34]. Загалом ці мікроорганізми ефективно взаємодіють з нафтопродуктами у ґрунті, прискорюючи їх деструкцію та покращуючи стан забруднених територій.

Хімічний статус визначається за вмістом пріоритетних забруднювальних речовин. Всього до переліку пріоритетних речовин на даний час віднесено 45 забруднювальних речовин (важкі метали (кадмій, свинець, нікель, ртуть) та органічні речовини): 33 – за Директивою 2008/105/ЄС про екологічні стандарти у сфері водної політики та 15 – за Директивою 2013/39/ЄС, яка вносить зміни до ВРД та Директиви 2008/105/ЄС про пріоритетні речовини (табл. 3.1).

Вони встановлені в таких Директивах: Директива щодо скидів ртуті (82/176/ЄЕС); Директива щодо скидів кадмію (83/513/ЄЕС); Директива щодо ртуті (84/156/ЄЕС); Директива щодо скидів гексахлороциклогексану (84/491/ЄЕС); та Директива щодо скидів небезпечних речовин (86/280/ЄЕС) [35].

Таблиця 3.1 – Пріоритетні речовини [35-36]

	CAS номер (1)	EU номер (2)	Назви пріоритетних речовин	Ідентифіковані як пріоритетні небезпечні речовини
(1)	15972-60-8	240-110-8	Алахлориди	
(2)	120-12-7	204-371-1	Антрацени	(x)*
(3)	1912-24-9	217-617-8	Антразини	(x)*
(4)	71-43-2	200-753-7	Бензоли	
(5)	відсутній	відсутній	Бромовані дифенілетари (**)	X****
(6)	7440-43-9	231-152-8	Кадмій та його сполуки	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	C <sub>10-13</sub> - хлор алкани**	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Хлорофенвінфос	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Хлорпіріфоси	(x)*
(10)	107-06-02	203-458-1	1,2-Дихлоретани	
(11)	75-09-2	200-838-9	Дихлорметани	
(12)	117-81-7	204-211-0	Ди(2-етилгідроксил)фталати	(x)*
(13)	330-54-1	206-354-4	Діурони	(x)*
(14)	115-29-7	204-079-4	Ендосульфани	(x)*
(15)	206-44-0	205-912-4	Флуорантрен (*****)	
(16)	118-74-1	204-273-9	Гексахлорбензоли	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Гексахлорбутадієни	X
(18)	608-73-1	210-158-9	Гексахлорциклогексани	X
(19)	34123-59-6	251-835-4	Ізопротурони	(x)*
(20)	7439-92-1	231-100-4	Свинець і його сполуки	(x)*
(21)	7439-97-6	231-106-7	Ртуть і її сполуки	X
(22)	91-20-3	202-049-5	Нафталіни	(x)*
(23)	7440-02-0	231-111-4	Нікель та його сполуки	
(24)	25154-52-3	246-672-0	Ноніфеноли	X
(25)	1806-26-4	217-302-0	Октилфеноли	(x)*
(26)	608-93-5	210-172-5	Пентахлорбензоли	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Пентахлорфеноли	(x)*
(28)	відсутній	відсутній	Поліароматичні вуглеводні	X
	50-32-8	200-028-5	(Безо(a)пірени)	
	205-99-2	205-911-9	(Бензо(b)флуорантен	
	191-24-2	205-883-8	(Бензо(g,h,i) перилен	
	207-08-9	205-916-6	(Бензо(k)флуорантен)	
	193-39-5	205-893-2	(Індено(1,2,3-cd)пірен)	
(29)	122-34-9	204-535-2	Симазин	(x)*
(30)	688-73-3	211-704-4	Трибутилолові сполуки	X
	36643-28-4	відсутній	(Трибутилоловий-катіон)	
(31)	12002-48-1	234-413-4	Трихлорбензоли	(x)*
	120-82-1	204-428-0	(1,2,4-Трихлоробензол)	
(32)	67-66-3	200-663-8	Трихлорометан (хлороформ)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Трифлуралін	(x)*

Коментарі до таблиці:

(\*) Для певних груп речовин до переліку включено їхніх типових індивідуальних представників як індикативні параметри.

(\*\*) Ці групи речовин звичайно включають значну кількість індивідуальних сполук. Сьогодні відповідні індикативні параметри не можуть бути надані.

(\*\*\*) Ця пріоритетна речовина підлягає перегляду для її ідентифікації як можливої «пріоритетної небезпечної речовини». Термін, встановлений у Статті 16 Директиви 2000/60/ЕС для пропозицій Комісії щодо регулювання, від цього перегляду не зміниться.

(\*\*\*\*) Лише пентабромобіфенілетер (CAS-номер 32534-81-9).

(\*\*\*\*\*) Флуорантен включено до переліку в ролі індикатора інших, більш шкідливих, поліароматичних вуглеводнів.

1 CAS: Chemical Abstract Services – Хімічна реферативна служба.

2 EU – номер в EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances – Європейський реєстр існуючих торгових хімічних речовин) або в ELINCS (European List of Notified Chemical Substances – Європейський перелік зареєстрованих хімічних речовин).

З урахуванням максимальної недіючої концентрації [37] нами пропонується визначати ступінь ризику шкідливого впливу забруднювальних хімічних речовин через відповідні показники – формула (3.1):

$$\lambda = \frac{1}{\lg \text{МНК}} \frac{1}{e^{\Delta c \beta}}, \quad (3.1)$$

або рівні захворюваності за певними нозологічними групами, зміни максимальних недіючих концентрацій та кількість населення, яка постійно піддається шкідливому впливу – формула (3.2):

$$\gamma = \frac{T}{t_{50} T_1 \lg \text{МНК}} \frac{\chi}{(1 - \chi) e^{\Delta c \beta}}, \quad (3.2)$$

де  $T$  – кількість населення, яке зазнало впливу речовини;

$T_1$  – кількість населення, що мешкає на території, що досліджується;

$t_{50}$  – час, за який можуть з'явитись перші ознаки захворювання;

$\lg \text{МНК}$  – логарифм максимальної недіючої концентрації впливу в компонентах довкілля;

$\chi$  – рівень захворюваності за відповідною нозологічною групою за рік;

$\Delta C$  – зміни рівня концентрацій окремих речовин;

$\beta$  – частка зазначених хімічних речовин у загальному обсязі забруднення.

Запропоновані математичні моделі були апробовані на прогнозування ризику забруднення ґрунтів з визначенням концентрацій шкідливих хімічних речовин [38], з отриманням прогнозних моделей змін концентрацій (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Ризик промислового забруднення та прогнозовані математичні залежності змін концентрацій у ґрунтах [38]

Речовина	Математична залежність
Нафтопродукти	$y = -0,2468x^4 + 3,4372x^3 - 17,318x^2 + 37,348x - 29,2; R^2 = 1$
Іони міді (II)	$y = -0,0042x^4 + 0,0585x^3 - 0,2943x^2 + 0,642x - 0,572; R^2 = 1$
Розчинний амоній (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	$y = -0,0364x^4 + 0,5326x^3 - 2,8426x^2 + 6,4284x - 4,865; R^2 = 1$
Фосфати (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	$y = -0,0575x^3 + 0,6009x^2 - 2,1256x + 2,866; R^2 = 0,9793$
Загальне залізо (III)	$y = -67,875x^4 + 543895x^3 - 2E+09x^2 + 2E+12x - 1E+15; R^2 = 1$
Нітрити (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	$y = 11,258x^4 - 90216x^3 + 3E+08x^2 - 4E+11x + 2E+14; R^2 = 1$
Нітрати (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	$y = -1,9586x^4 + 15692x^3 - 5E+07x^2 + 6E+10x - 3E+13; R^2 = 1$
Феноли	$y = 8E+11x^4 + 5E+09x^3 - 2E+08x^2 + 954316x - 1448,4; R^2 = 0,9882$
о-, м-, п-толуоли	$y = 0,0039\ln(x) + 0,0129; R^2 = 0,9862$
Сірководень	$y = 4E+11x^{5,4768}; R^2 = 0,9998$
Оцтова кислота	$y = 7E+13x^{5,6142}; R^2 = 0,9982$
Іони марганцю (II)	$y = -0,0001x^4 + 0,0053x^3 - 0,0749x^2 + 0,2766x + 9,1603; R^2 = 1$
Аліфатичні спирти	$y = -6E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,0057x^3 + 0,0473x^2 - 0,1578x + 0,4671; R^2 = 1$
Амінокислоти	$y = -6E-06x^6 + 0,0005x^5 - 0,0156x^4 + 0,2311x^3 - 1,656x^2 + 5,1919x + 2,5613; R^2 = 0,9972$
Ароматичні сульфокислоти (СПАР)	$y = 9E-06x^6 - 0,0006x^5 + 0,0159x^4 - 0,2016x^3 + 1,2727x^2 - 3,5623x + 4,2467; R^2 = 0,9892$

В Україні у лабораторних умовах аналізи проб здійснюються різними методами. З метою визначення елементної сірки проби ґрунту розкладають в кислотному середовищі, після чого вимірюється вміст сірки за допомогою інфрачервоного спектрометра.

Для визначення фтору проби екстрагують водою та аналізують з використанням іоніміру для визначення заряду фторид-іонів. Метали (мідь, хром, марганець, ртуть, свинець, цинк, кобальт, кадмій, нікель, миш'як) виявляють методом атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС). Проби ґрунту піддають кислотному розкладанню з використанням суміші азотної та соляної кислот, потім фільтрують і аналізують на вміст металів за допомогою ААС-спектрометра.

Окремі проби ґрунту екстрагують органічним розчинником (гексаном), потім екстракт концентрують і аналізують за допомогою газового хроматографа на вміст ксилолів (орто-, мета-, пара-).

Бенз(а)пірен визначають екстракцією з проб ґрунту органічним розчинником, де екстракт концентрують і аналізують. Формальдегід екстрагують водою і визначають колориметричним методом з використанням спектрофотометра при довжині хвилі 410 нм.

Для вивчення механізму очищення гірських ґрунтів від нафтопродуктів у лабораторних умовах зразки ґрунту, спеціально змішують з бензином та дизельним паливом у кількості 50 г/кг. В більшості досліджень використовувалося бензинове автотранспортне паливо.

В Європі основна формула для визначення ступеня деструкції вуглеводнів, розраховується на основі зміни концентрації вуглеводнів у ґрунті до та після обробки методом газової хроматографії. Розрахунок здійснюється за формулою (3.3):

$$n = \left( \frac{C_n - C_k}{C_n} \right) \times 100, \quad (3.3)$$

де  $n$  – ступінь деструкції, %;

$C_n$  – початкова концентрація;

$C_k$  – кінцева концентрація.

Для екологічної оцінки ґрунту, очищеного від нафтопродуктів, авторами [39] було проведено біотестування з використанням крес-салату (*Lepidium sativum*). Робота проводилася з використанням теоретичних, аналітичних та лабораторно-дослідницьких методів. У процесі дослідницької роботи було проведено хімічні аналізи родючого чорнозему та чистої гірської землі без нафтопродуктів та забрудненої ними. Були використано гравіметричний метод для визначення вмісту загального вуглецю та вуглеводню у ґрунті. Цей метод дозволяє точно виміряти масу залишку після випаровування та прожарювання, що важливо з метою оцінки вуглеводневого забруднення.

Проаналізовано середні показники по допустимих концентраціях шкідливих речовин в ґрунті в Україні та світі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Хімічні показники та гранично допустима концентрація хімічних речовин у ґрунті

№	Назва речовини	Середня концентрація в Україні	Середня концентрація у світі	Застосування
1	Сірка	180	173	Високі концентрації сірки можуть призвести до закислення
2	Фтор	4,6	3,5	Фтор може викликати флюороз у тварин та рослин, порушуючи їх нормальний розвиток
3	Хром	6,9	7,3	Хром VI може проникати в рослини, викликаючи мутаційні зміни
4	Марганець	1580	1590	Марганець у високих концентраціях може бути токсичним для рослин, викликаючи хлороз та некроз листя
5	Ртуть	2,5	2,4	Ртуть може накопичуватися в харчових ланцюгах, викликаючи тяжкі отруєння
6	Свинець	35	36	Свинець може викликати когнітивні порушення та затримку розвитку
7	Бенз(а)пірен	0,1	0,05	Потужний канцероген, що викликає пухлини при тривалому впливі
8	Миш'як	2	3	Миш'як може накопичуватися в організмі, викликаючи хронічні захворювання та рак

*Джерело: складено за даними [40-45]*

Результат дослідження вказують на те, що до ґрунтів України ефективним є застосування методів очищення, таких як біоремедіація з використанням біопрепаратів. Ці дані підкреслюють необхідність подальших досліджень моніторингу стану ґрунту для забезпечення екологічної безпеки.

Мікроорганізми, що здатні розкладати вуглеводні, впроваджуються в забрудненні ділянки, де вони починають процес біоремедіація, руйнуючи нафтопродукти до менш шкідливих речовин. Перевага цих методів полягає в використанні природних мікроорганізмів та мінімізує ризики для навколишнього середовища порівняно з хімічними методами очищення. Іноді біоремедіація є єдиною можливим варіантом, особливо у випадках з важкими металами та тривалими забрудненнями, де інші методи очищення не підходять через свою неефективність або високий ризик для навколишнього середовища.

### **3.2 Визначення ключових біотехнологічних заходів розвитку органічного виробництва в рослинницькій галузі аграрного підприємства**

Усвідомлення, в сучасних умовах життєдіяльності, людством зростаючої екологічної загрози через інтенсивне ведення землеробства стимулюю його до розробки альтернативних моделей господарювання, що могли б краще відповідати життєвим інтересам суспільства, взагалі. Однією із подібних моделей і стало органічне виробництво сільськогосподарської продукції в сфері рослинництва. У зв'язку із запровадженням в Європі, так званого, зеленого курсу, органічне виробництво набуло статусу флагманської ініціативи в процесі забезпечення сталого розвитку і в Україні. Виробництво органічної продукції в рослинництві має відповідні особливості, що потребують постійного вивчення та удосконалення.

Базовою передумовою формування системи управління органічним рослинництвом є правильний вплив на родючість ґрунту, підбір видів та сортів, організація, сівозміни, вторинне використання матеріалів та відповідні технології обробітку ґрунту та ін.

Органічне агровиробництво має базуватися, в першу чергу, на відновлюваних ресурсах у межах функціонування окремих товаровиробників сільськогосподарської продукції. Воно має сприяти збереженню та поліпшенню родючості ґрунту, а також запобігати його ерозії. В свою чергу, рослини мають отримувати поживні речовини переважно через екосистеми ґрунту, а не за допомогою розчинних добрив, що вносяться людиною.

В умовах війни, що триває в Україні, країни ЄС запроваджують нові заходи з посилення продовольчої безпеки. Так, наприклад, Європейська Комісія запропонувала низку короткострокових та середньострокових заходів для підвищення глобальної продовольчої безпеки та підтримки фермерів і споживачів у ЄС через зростання цін на продукти харчування та витрат на сировину (енергія, добрива), що і було спричинено військовою агресією в бік України. Зазначені заходи будуть спрямовані на підвищення стійкості ланцюгів

постачання у аграрній сфері та продовольчому секторі ЄС, відповідно до стратегії «Від ферми до виделки».

Відповідно до положень, затвердженої урядом, Національної економічної стратегії на період до 2030 року, офіційно встановлено, що ціль України – 3 % земель під органічним виробництвом продукції рослинництва, з якої використовуватимуть безпосередньо для харчування людей (в тому переліку, і картопля).

Органічні системи землеробства зорієнтовані на отримання якісної й безпечної для людини сільськогосподарської продукції. Вони мають базуватися на природних біологічних засобах відтворення родючості ґрунту та захисту рослин від шкідників та хвороби. Це мають бути екологічно безпечні, адаптовані до відповідних ґрунтово-кліматичних умов України, високопродуктивні й ґрунтозахисні сорти та технології. Крім того, як вже зазначалося в роботі, підтримка органічного виробництва в нашій країні, а також впровадження біотехнологічних заходів, передбачених у стратегіях «Від ферми до виделки», може забезпечити стабільність загальної продуктивності аграрної сфери господарювання.

Країні притаманний значний потенціал в сфері виробництва органічної сільськогосподарської продукції, а також її реалізації, в тому числі, і шляхом експорту. Водночас, органічне рослинництво сприятиме вирішенню низки актуальних проблем, що існують в аграрному виробництві та на сільських територіях.

До однією із подібних, стратегічно виважених сільськогосподарських культур належить і картопля. Дана харчова культура вирощується на пухких ґрунтах і вважається вибагливою до його повітряного режиму. Її коренева система підвищено потребує кисню, а тому, навіть, короткочасне затоплення призводить до загибелі рослини. При переущільненню ґрунту картопля сильно уражується ризоктоніозом, чорною ніжкою і мокрою гниллю, фітофторозом і порошистою паршою. Відповідно, при виборі ділянки, перевагу необхідно надавати окультуреним легким ґрунтам. В цьому контексті, найкращими є легкі

за механічним складом ґрунти. Для цього важкі необхідно окультурювати, застосовуючи великі норми органічних добрив. Зокрема, науковцям з Німеччини вдалося визначити, що залежно від типу ґрунту, різниця у вмісті крохмалю в бульбах складає 3 і більше відсотки [37].

При цьому слід зважати на те, що у кожному господарстві рекомендується вирощувати три-чотири сорти культури, із яких 30-35 % площі мають займати ранні та середньоранні; далі 40-50 % – середньостиглі і, лише, 15-30 % – середньопізні чи пізньостиглі.

Саме сорт відіграє важливу роль при забезпеченні бажаної урожайності та стає найефективнішим інструментом під час органічного вирощування картоплі. Для досягнення високих і стабільних урожаїв, важливо висаджувати сорти картоплі, що підходять для конкретної зони та ґрунтово-кліматичній зоні. За таких умов є можливість повніше реалізувати генетичний потенціал сорту. Оптимізація якості насінневого матеріалу за умов дотримання вимог технології вирощування посідає одне з перших місць під час вирощування картоплі. Виходячи з того, що здорові, без будь-якої інфекції й збагачені сухою речовиною бульби здатні забезпечити достатні темпи росту і розвитку рослин та високий рівень урожайності, стає очевидною необхідність удосконалення шляхів отримання якісного насіння. Адже проблемою будь-якого вегетативного розмноження рослин є їх виродження, тобто ураження вірусними, мікоплазмовими, бактеріальними та іншими інфекційними хворобами, і, як наслідок, значна втрата продуктивності.

Одним із ефективних підходів, при цьому, є врахування того, що помірно стійкі й помірно сприйнятливі до фітофторозу та інших хвороб сорти картоплі уражуються сильніше, якщо вирощуються поряд з сприйнятливими. Відповідно, їх необхідно просторово ізолювати один від одного.

Також важливо ізолювати сорти з різними термінами дозрівання і різного призначення (насінневий – столовий). Поля мають розміщуватися на максимальній віддалі від приватних городів, на яких умови розвитку хвороб картоплі є сприятливішими, ніж на картопляних полях аграрного підприємства.

Сівозміна є основою землеробства, запорукою його стабільності, оскільки істотно впливає на водний, поживний, біологічний режими ґрунту, швидкість детоксикації шкідливих речовин. При вирощуванні садивного матеріалу картоплі, доцільно дотримуватися п'ятирічної перерви, а для продовольчої картоплі – 4-х років вистачає. Найефективніше знижують шкідливість хвороби такі ланки сівозмін: зернові з підсівом конюшини – конюшина – картопля або зернові – овес + горох на зелений корм – озимі зернові – картопля. Крім того, картоплю не можна розміщувати після пасльонових культур або поряд з ними, оскільки вони пошкоджуються одними і тими ж фітофагами. Для поліпшення якості поля після попередньої культури необхідно висівати проміжні культури, що знижують забур'янення поля, є добривом для наступної культури – картоплі.

З добрив під органічне висаджування у картоплі приорюють сидерати, вносять компости, перегній. Внесення свіжого гною не допускається, оскільки це сприяє неконтрольованому передозуванню азоту в ґрунті, яке викликає надмірний ріст бадилля та затримує утворення бульб. Картопля добре реагує на внесення добрив, особливо, органічних. Найпоширеніше органічне добриво – гній.

В органічному землеробстві, зокрема, в процесі вирощування картоплі, з метою контролю розвитку шкідників і хвороби, активно використовують явище антагонізму між корисними і шкідливими мікроорганізмами. Збагачення ґрунту корисними видами мікроорганізмів досягається шляхом якісного і своєчасного вжиття низки агротехнічних заходів: розпушення, зяблевої оранки, внесення добрив, правильного чергування культур у сівозміні та ін.

Всі види збудників хвороб рослин піддаються природному біологічному контролю з боку мікроорганізмів, які завжди присутні в довкіллі. Антагонізм може проявлятися у різних формах: продукування антибіотиків та інших речовин, які пригнічують життєдіяльність фітопатогенів, конкуренції з поживним субстратом, паразитизмі та гіперпаразитизмі. Більшість антагоністів володіє не одним, а декількома типами антагоністичної активності.

### **3.3 Обґрунтування прийнятності застосування біотехнологічних методів підвищення ефективності органічного землеробства засобами мікроклонального розмноження**

Сьогодні простежується очевидна тенденція переходу до системи органічного виробництва продукції рослинництва. Наприклад, важливу роль у пригніченні розвитку хвороб сільськогосподарських рослин відіграють такі організми-антагоністи: *Azotobacter*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus*, *Enterobacter*, *Pseudomonas sp.*, *Trichoderma*.

У зв'язку з цим відбуваються активні зміни і в структурі посівних площ під насадженнями сільськогосподарських культур, серед яких, варто зазначити і картоплю (*Solanum tuberosum L.*) – важливу сільськогосподарську культуру, що відноситься до однієї із головних у списку продуктів харчування людини, також активно використовується як корм худобі і в промисловості.

Зокрема, в Україні обсяги вирощування картоплі варіюють, близько, 1500-1600 тис. га, в той час, як валові збори становлять 15-20 млн. т. останнім часом спостерігається зниження врожаїв картоплі та погіршення її якості, як продукції сільськогосподарського походження. Причинами такого стану речей, можуть бути: недостатнє живлення (удобрення), відсутність якісного посадкового матеріалу і, навіть, несприятливі метеорологічні умови чи ураження патогенними організмами. Втрати урожаю від останніх можуть становити до 50-60 %.

З метою впровадження інтегрованого захисту насаджень культур сільськогосподарського виробництва, доцільно реалізовувати раціональне поєднання організаційно-господарських і агротехнічних заходів та біологічних засобів. Так, зокрема, система біологічних заходів захисту картоплі від хвороб має, в першу чергу, спиратися на створення стійких сортів, що здатні забезпечувати виробництво необхідної кількості високоякісної органічної продукції. Надважливим, при цьому, є той факт, що в такий спосіб досягається можливість зменшувати кількість та масштаби захисних заходів, а також

підвищувати ефективність виробництва. Сьогодні впровадження наукових досягнень в селекційно-насінницькій роботі підвищує урожайність сільськогосподарської культури та органічну якість картоплі до 50 %.

В свою чергу, біотехнологія рослин, що найширше використовується для прискореного розмноження і оздоровлення цінних сортів у рослинництві, все більше спирається на, порівняно нову індустрію – мікроклональне розмноження рослин. Загальний зміст технології полягає в проведенні безстатевих вегетативних розмножень за принципом «*in vitro*» – переклад з латини «у склі», метод, що стосується вирощування рослинних клітин або тканин під наглядом, у стерильних лабораторних умовах. Дана технологія, мікроклонального розмноження, передбачає отримання рослиною, ідентичною вихідній батьківській формі, із збереженням генетично однорідного посадкового матеріалу. Методом дозволяє забезпечувати розмноження культури у відносно короткі строки види. Взагалі, характеристики багаточисельності, швидкості та високого розмножувального коефіцієнту – 1:1 000 000, дозволяють у 2-3 рази скоротити термін відбору з гарантованим отриманням нових рослин. Зміст основних методів мікро клонування, наведено на рисунку 3.1.

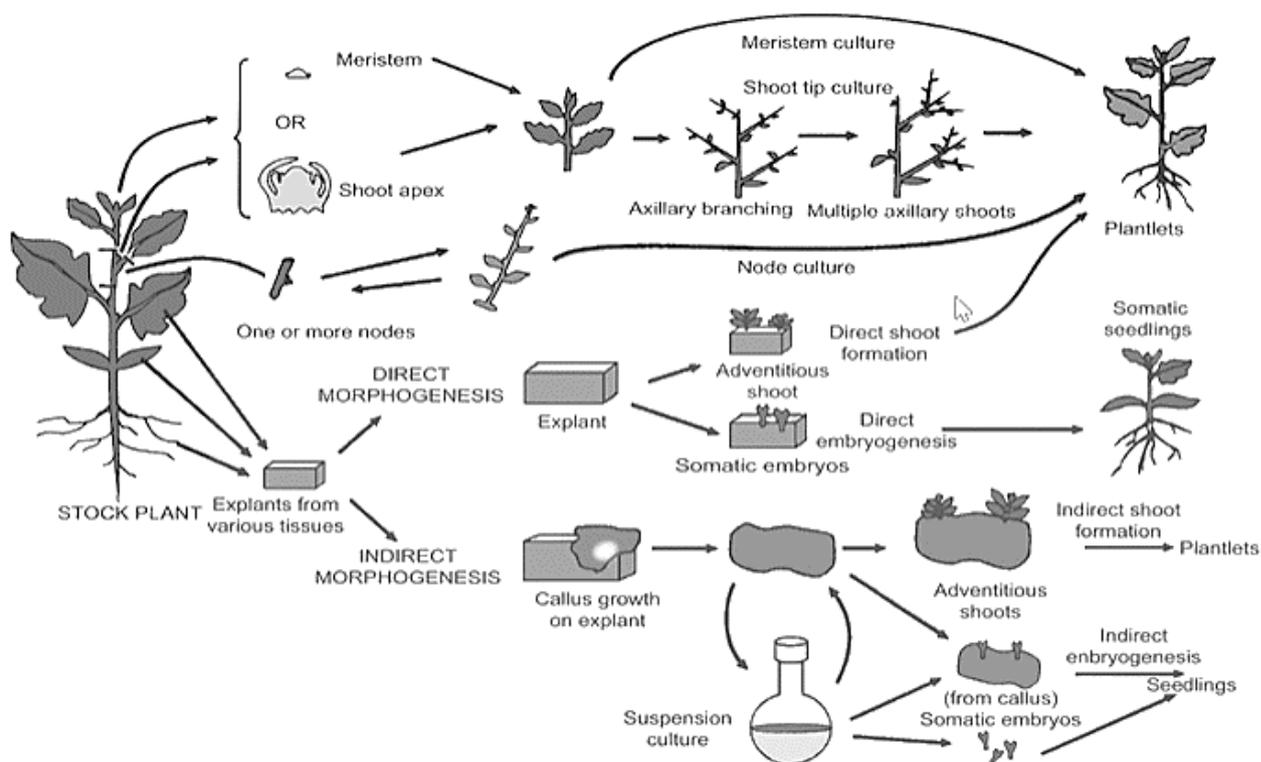


Рисунок 3.1 – Схеми основних методів мікроклонального розмноження

Для мікроклонального характерним, як методу розмноження рослин, у порівнянні з традиційними способами є ряд переваг:

- 1) дозволяє економити на вихідному матеріалі, наприклад, через використання експлантату – шматочку рослинної тканини, на основі якої започатковується культура тканини;
- 2) отримання значної кількості копій на базі мінімальної кількості рослинного матеріалу;
- 3) забезпечення отримання генетично однорідного матеріалу;
- 4) в результаті відбору є можливість отримати рослинний матеріал з необхідними ознаками;
- 5) отримання безвірусного клонованого матеріалу;
- 6) проведення розмноження рослин, практично, не залежно від сезону – протягом цілого року;
- 7) здатність до генерування, у великій кількості, потомство від видів рослин, що проблематично розмножуються за природніх умов;
- 8) досягання економії на площі проведення клонування;
- 9) здатність до тривалого збереження рослин у пробірці (при пониженій температурі) – створення банку цінних форм рослин.

Згідно теоретичних основ та принципів розробки методу мікроклонального розмноження, існує припущення про можливість індукції диференціації та органогенезу, що призводять до розробки біологічної форми рослини із однієї її клітини, а, в підсумку, здатність до утворювання цілої рослини. Прояв таких властивостей вже виявлено у клітин, що мають назву меристемоїди – це морфогенетично компетентні клітини, що реагують на індуктори диференціації та вплив середовища через формування пагонів, коренів і зародка.

Збільшення кількості меристемоїдів можна досягти шляхом відбору. Для подальшого розвитку їх треба вирізнити та відділити від немеристемоїдних клітин. Це необхідно зробити через те, що останні здатні пригнічувати ембріогенез, наприклад, через виділення інгібіторів. Також відбір меристемоїдів

доцільно здійснювати і тому, що за тривалого культивування у тканин пригнічується здатність до регенерації.

Взагалі, кількість меристемоїдів, а також реалізація тотипотентності, суттєво, залежать від умов, в які потрапляє виділена клітина перед/під час індукції регенерації. Найважливішими факторами, що їх визначають є: температура, освітлення та склад середовища.

Також важливу роль при реалізації тотипотентності рослиною клітиною та її регулювання, відведено біологічно активним речовинам фітогормональної дії, що, як правило, є у складі середовища. В свою чергу, основним фактором ефективного культивування ізольованих тканин і клітин нових рослин виступає живильне середовище. Його склад, для картоплі, формують наступні хімічні елементи та продукти їхнього синтезу: макро- і мікроелементи (або мінеральні солі), джерело вуглеводневого живлення (зазвичай, це сахароза або глюкоза), регулятори росту та вітаміни (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Середовища для культивування «in vitro» картоплі

Компонент (назва)	Хімічна формула	Значення
Нітрат амонію	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	1650
Нітрат калію	$\text{KNO}_3$	1900
Дигідрат хлориду кальцію	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440
Сульфат магнію семиводного	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370
Дигідрофосфат калію	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	170
Гептагідрат сульфату заліза	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27,8
Дигідрат динатрієвої солі етилендіамінтетраоцтової кислоти	$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	37,3
Борна кислота	$\text{H}_3\text{BO}_3$	6
Гептагідрат сульфату цинку	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8,6
Пентагідрат сульфату міді	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,025
Хлорид кобальту гексагідрат	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025
Йодид калію	$\text{KI}$	0,83
Дигідрат молібдату натрію	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25
Сульфат марганцю тетрагідрат	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22,3
Вітамін В <sub>8</sub>	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	100
Вітамін В <sub>3</sub>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	0,5
Вітамін В <sub>1</sub>	$\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{N}_4\text{OS}^+$	0,1
Вітамін В <sub>6</sub>	$\text{C}_8\text{H}_{11}\text{NO}_3$	0,5
2,4-Дихлорфеноксиоцтова кислота	$\text{C}_8\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_3$	2
Кінетин	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}_5\text{O}$	1
Сахароза	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	25 000
Агар	$(\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_9)_n$	0,7 %
pH	5,6-5,8	

Найбільш прийнятним способом мікроклонального розмноження, що можна застосувати для картоплі є диференціація адвентивних бруньок в первинній і перевивній калюсній тканині (рис. 3.2).

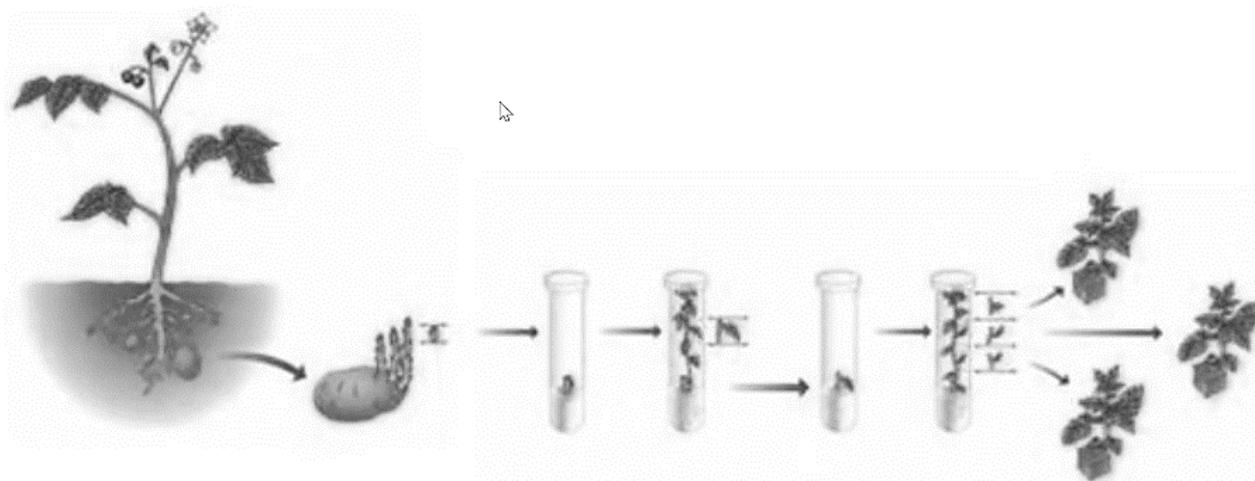


Рисунок 3.2 – загальна схема дій при застосуванні методу мікроклонального розмноження картоплі

Зазначений метод не так часто використовується для отримання посадкового матеріалу в технології «*in vitro*». Його доцільно використовувати, у зв'язку з тим, картопля відноситься до тих рослин, яких характерна генетична стабільність калюсної тканини, а також через те, що варіабельність між рослинами-регенерантами, як правило, не досягає перевищує рівня природної мінливості.

Основні етапи методу диференціація адвентивних бруньок в первинній і перевивній калюсній тканині, наведені на схемі рисунку 3.3.

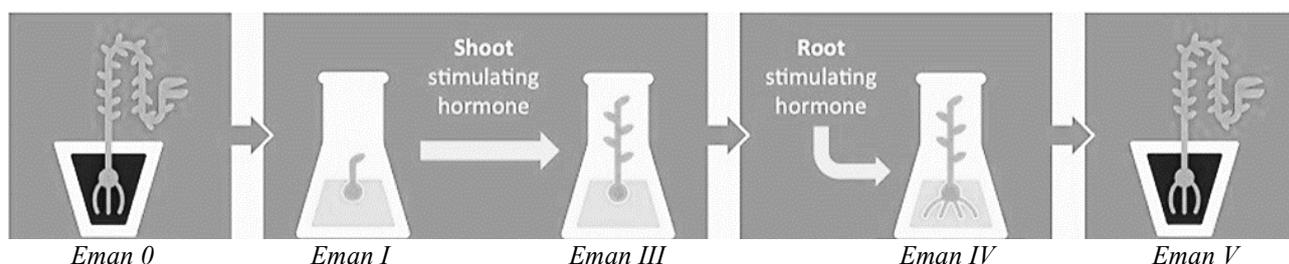


Рисунок 3.3 – Етапи мікропропагації картоплі

Зміст основних етапів мікропропагації картоплі, за методом диференціація адвентивних бруньок, передбачає наступні дії:

Етап «0-й, стартовий» – вибір рослинного матеріалу.

Етап «1-й» або поверхнева стерилізація, що включає отримання асептичної культури шляхом поверхневої дезінфекції експлатів.

Етап «2-й» – етап мікророзмноження (розмноження експлантів).

Етап «3-й» – стадія підготовки рослини до перенесення в природні умови.

Етап «4-й» – стадія «*ex vitro*» або перенесення рослини у ґрунт (теплиці) та акліматизація

Етап «5-й» – перенесення рослини в природні умови.

Розвиток органічного виробництва продукції рослинницької галузі потребує технологій, що одночасно забезпечують високу якість продукції, сталі показники урожайності та екологічну безпеку. Метод культивування картоплі на засадах реалізації досягнень сучасних біотехнологічних підходів – «*in vitro*», в цьому контексті набуває важливого значення. В першу чергу, тому що в органічному виробництві застосування синтетичних засобів захисту рослин заборонене, а тому, саме якість вихідного посадкового матеріалу здатна визначати бажаний рівень ефективності такого виробництва. А сучасні біотехнології сприяють отриманню оздоровленого матеріалу, на базі якого, забезпечується висока продуктивність, а також мінімальний ризик втрати урожаю.

В даному підрозділі роботи, було розглянуто можливості методу мікроклонального розмноження «*in vitro*», що вважається основним способом отримання безвірусного посадкового матеріалу картоплі. Це досягається за рахунок того, що він передбачає вирощування рослин-мікроклонів у стерильних умовах і, відповідно, при цьому виключається контакт із джерелами інфекції.

Самі рослини формуються з меристемних тканин, що зазвичай не містять патогенів. Відповідно, подальший матеріал – пробіркові рослини, мінібульби та високі репродукції, здатні відрізнитися високою фітосанітарною якістю. А це має критичне значення при веденні органічного господарства, через те, що навіть мінімальне інфікування вірусами, по-перше, призводить до падіння урожайності, а по-друге, ускладнює відсутність застосування хімічних методів захисту.

## ВИСНОВКИ

В сучасних умовах здійснення виробничої діяльності в сфері аграрного виробництва на засадах отримання органічної продукції, важливу перевагу забезпечують біотехнології. Зокрема, один із методів мікроклонального розмноження – «*in vitro*» надає можливість швидкого, масового та рівномірного розмноження рослинного матеріалу.

Для українських органічних агропідприємств забезпечується можливість суттєво скорочувати витрати на закупівлю сертифікованих бульб, що, зазвичай, є дорого вартісними, так як, сам процес їхнього оздоровлення доволі складна процедура та потребує відповідних фінансових внесень. Саме мікроклональне розмноження дозволяє отримати, за відносно короткий період, значну кількість генетично однорідних рослин.

В свою чергу, однорідність культури, що розвивається, спрощує догляд, раціоналізує технологічні операції, оптимізує використання праці та забезпечує підвищення продуктивності виробництва сільськогосподарської культури. В цьому полягає фундаментальна перевага біотехнологій, що сприяють, безпосередньо, підвищувати ефективність органічного землеробства та забезпечувати передумови для його конкурентоспроможності.

Варто також зазначити, що біотехнологічні методи не обмежуються одним оздоровленням сільськогосподарських культур. Так, в органічному картоплярстві важлива перевага з'являється, у зв'язку, з новою можливістю щодо адаптації сортів до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. А такі біотехнологічні процеси, як культура тканин, діагностика на молекулярному рівні, маркерна селекція і, звичайно, зберігання матеріалу заходами кріобанку, сприяють проведенню точного відбору цінних генотипів.

Крім сутності, змісту, особливостей та прикладного значення використання біотехнологій для підвищення ефективності органічного виробництва в кваліфікаційній роботі досліджувалися також можливості забезпечення прийнятних умов для чистого землеробства, взагалі.

В даному напрямку, були розглянуті елементи механізму очищення забруднених земель при допомозі внесення біологічних мікроорганізмів за методом біоремедіації. Важливість даного напрямку дослідження, на наш погляд, набуває особливої уваги в умовах сьогоденної військової агресії на території країни. Наслідки використання технічних засобів, значного обсягу різних видів палива та мастил, результати горіння хімічно насичених об'єктів, а також залишки боєприпасів створюють над серйозну потребу у застосуванні методів очищення сільськогосподарських земель та їхнього відновлення для виробничих цілей. Мікроорганізми, що здатні розкласти вуглеводні, можуть бути впроваджені в забруднені ділянки, започатковуючи процеси біоремедіація, руйнуючи, наприклад, рештки нафтопродуктів до менш шкідливих речовин.

Перевагами даних очисних біопроектів є використання природних мікроорганізмів та зменшення ризиків для довкілля, порівняно, з хімічними методами очищення та відновлення землі. Крім того, біоремедіація може бути навіть, більш економічно вигідною, у порівнянні з фізичними або хімічними методами. В деяких випадках, біоремедіація може стати, єдиним доступним варіантом – особливо, при справі з важкими металами чи довготривалим забрудненням. Адже, за подібних умов, інші методи очищення землі, просто не прийнятні через свою неефективність, а також високий ризик для довкілля.

Взагалі, суттєвим позитивним ефектом застосування біотехнологій при організації органічного рослинництва, є зменшення навантаження на навколишнє середовище. Наприклад, в картоплярстві, оздоровлений посадковий матеріал значно краще та ефективніше може бути протиставленим хворобам. Це знижує потребу в дорого вартісних, традиційних засобах захисту і, відповідно, сприяє отриманню екологічно чистої сільськогосподарської продукції. Таким чином, загальна екологічна ефективність виробництва зростає, природня агроєкосистема залишається стабільнішою, а ґрунти, як і, взагалі, навколишнє середовище, менш забрудненими.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Студінська Г. Я., Чемерис М., В. Проектне управління органічним виробництвом: фасилітаційні практики, цифрові рішення, сертифікація. *Економіка та суспільство*. 2025. № 78. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-78-42>.
2. Mishenin Y., Koblianska I., Yarova I., Kovalova O., Bashlai S. Food security, human health, and economy: a holistic approach to sustainable regulation. *Agricultural and Resource Economics*. 2023. Vol. 9. No. 4. P. 50-78. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.04.03>.
3. Штерма Т., Сучу В., Башлай С. Розвиток зелених технологій в аграрному бізнесі України. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2024. № 13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14516074>.
4. Башлай С. В., Резніченко В. П. «Зелена хімія» та інноваційні матеріали: екологічно безпечні продукти. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. № 6 (327). С. 142-149. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-327-6>.
5. Хахула Б. В. «Зелена економіка» – основа інноваційного розвитку аграрного сектору України. *Продовольчі ресурси*. 2023. № 11(20). С. 256–264. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-25>.
6. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Органічне виробництво в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 136, ч. 1. С. 14-21.
7. Thomas E. Green Technology Products for Sustainable Development. In: *Chemistry and Chemical Engineering for Sustainable Development*. Apple Academic Press, 2020. P. 29-82. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780367815967-3/green-technology-products-sustainable-development-elvin-thomas>
8. Башлай С. В., Сохацька О. М., Рубан О. О. Вплив зеленої економіки на стале зростання та економічну стійкість країни: переваги та виклики.

DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-7-10103>.

9. Коваленко В. М., Башлай С. В. Техніко-економічне обґрунтування проєкту біотехнологічного виробництва. *Modern engineering and innovative technologies*. 2024. № 36/3. Р. 77-83. DOI: 10.30890/2567-5273.2024-36-00-075.

10. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: закон України від 10.07.2018 р. № 2496-VIII (із змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>. (дата звернення: 15.05.2025 р.)

11. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин закон України від 18.05.2018 р. № 2042-VIII (із змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text> (дата звернення: 17.05.2025 р.).

12. Речовини (інгредієнти, компоненти), що дозволяється використовувати у процесі органічного виробництва та які дозволені до використання у гранично допустимих кількостях : перелік, затверджений наказом Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 09.06.2020 р. № 1073. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-20#n14> (дата звернення: 16.05.2025 р.).

13. Сертифікація органічного виробництва та/або обігу органічної продукції : порядок, затверджений постановою Кабінету міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1032. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1032-2020-%D0%BF#n9>. (дата звернення: 16.05.2025 р.).

14. Посібник з органічного виробництва, приклади сталих органічних практик / М. Биков, В. Воронцов та інші. Київ : ГС Зелені Агро Рішення. 2024. 272 с.

15. Основи органічного рослинництва: навч. посіб. / В. Пиндус, О. Гуцаленко, С. Омельчук, Л. Василенко, С. Горбань. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2022. 326 с.

16. Органічне сільськогосподарське виробництво в Україні: правові засади ведення: монографія / [М. В. Шульга, Н. Р. Малишева, В. В. Носік та ін.]; за заг. ред. проф. М. В. Шульги. Харків : Юрайт, 2020. 308 с.

17. Буценко Л. М., Пирог Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник. Київ : Ліра-К, 2018. 46 с.

18. Гнатієнко, В. Г., Гнатієнко, Г. М., Зозуля, О. Л. & Снитюк, В. Є. Метод прогнозування врожайності сільськогосподарських культур з використанням мультифакторного аналізу та нейронних мереж. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2024. № 44. С. 93-105. DOI: [https://doi.org/10.24144/2616-7700.2024.44\(1\).93-105](https://doi.org/10.24144/2616-7700.2024.44(1).93-105)

19. Bilan, S., Hnatiienko, V., Ilarionov, O., & Krasovska, H. The Technology of Selection and Recognition of Information Objects on Images of the Earth's Surface Based on Multi-Projection Analysis. *IntSol*, 2023. № 3538, 23-28. [https://ceur-ws.org/Vol-3538/Paper\\_3.pdf/](https://ceur-ws.org/Vol-3538/Paper_3.pdf/)

20. Dubovyk V. I., Dubovyk O.O., Kovalenko I.M., Kruchko L.V., Kovalenko V.M., Dubovyk M.V. Use of fungicides on potato plants. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 2020. Volume 39, Issue 1. P. 26-32.

21. Башлай С. В. Менеджмент біотехнологій в аграрному бізнесі. *Матеріали XI-ї міжнародної науково-практичної конференції «Хімія, Біо- і Фармтехнології, Екологія та Економіка в Харчовій, Косметичній та Фармацевтичній Промисловості» (м. Харків, 18-19 листопада 2023 р.)*. Харків: Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (2023). С. 214-218.

22. Kovalenko, V., Serdiuk, P., Shevych, A., Serdiuk, O., & Zakorko, V. Reaction of potato varieties to treatment with nitrogen-fixing bacteria and mycorrhizal biopreparations. *Scientific Horizons*. 2024. № 27(11), 32-40. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2024.32>.

23. Hryhoriv, Yaroslava, Yevheniia Butenko, Victor Kabanets, Vasyl Filon, Lyudmyla Kriuchko, Liudmyla Bondarieva, Maryna Mikulina, Yevhen Yevtushenko,

Anton Polyvanyi, and Vladyslav Kovalenko. Prospectives of growing energy crops for the production of different types of biofuels. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2024. Volume 25, Issue 5. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/185710>

24. Kostenko O., Zhuravlov D., Dniprov O., Korotiuk O. Metaverse: model criminal code. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2023. Vol. 9. №. 4. P. 134-147. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2023-9-4-134-147>.

25. Перегуда Ю. А. Шпикуляк О. Г., Шеленко Д. І. Організаційно-інституційна адаптація аграрного підприємництва до засад європейського зеленого курсу в умовах міжнародної економічної інтеграції. *Бізнес-навігатор*. 2024. № 3. С. 352-360. DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.76-60>

26. Onyinyechukwu C., Fafure A. V., Illojiana V. I., Ngozichukwu B., Daudu C. D., Ibekwe K. I. Integration of renewable energy in industrial operations: experiences from Canada, USA, and Africa. *GSC Advanced Research and Reviews*. 2024. Vol. 18. № 1. P. 213–221. URL: <https://www.gsconlinepress.com/journals/gscarr/content/integration-renewable-energy-industrial-operations-experiences-canada-usa-and-africa>.

27. Dong F., Zhu J., Li Y., et al. How green technology innovation affects carbon emission efficiency: evidence from developed countries proposing carbon neutrality targets. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. № 24. P. 35780–35799. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18581-9>.

28. Von Witzke K. EU Organics Market Begins to Recover. Report Category: Special Certification - Organic/Kosher/Halal, Agricultural Situation. Department of Agriculture (USDA). 2025. № GM2025-0003. 24 p.

29. Agricultural area under organic farming in Europe. European Environment Agency. 2025. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/agricultural-area-used-for-organic>.

30. Галузі сучасної біотехнології : підручник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Дігтяр С. В., Слізаров М. О., Мазницька О.

В., Никифорова О. О., Новохатько О. В., Пасенко А. В., Сакун О. А. Заг. ред. проф. Никифорова В. В. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2021. 126 с.

31. Башлай С. В., Свистунова Н. Л. Біоремедіація забруднених земель: сучасні українські технології та світові підходи. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С.12-18. DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2025.32.2>.

32. Smith, J., Brown, R., & Green, D. Environmental impacts of tourism on soil pollution: A case study of automotive emissions in tourist regions. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017. Vol. 24(18). P. 15502-15515.

33. Xu, X., & Zhou, Z. The impacts of tourism on soil properties and the environment in Mediterranean areas. *Geosciences*. 2020. Vol. 10(6). P. 221-228.

34. Leung E. & Yang A. Sustainability in tourism practices and its impact on soil conservation. *International Journal of Tourism Research*. 2021. № 23. P. 845-859.

35. WFD CIS Guidance Document No. 2 (Dec 2002). Identification of Water Bodies (Керівний Документ № 2 ССВ ВРД Ідентифікація Водних Тіл). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.

36. WFD CIS Guidance Document No. 9 (Dec 2002). Implementing the Geographical Information System Elements (GIS) of the Water Framework Directive (Керівний Документ №9 ССВ ВРД Впровадження Географічної Інформаційної Системи (ГІС) Водної Рамкової Директиви). Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.

37. Строкаль В. П., Шевчук С. А. Затоплення та підтоплення територій: ризику для водної та продовольчої безпеки регіонального рівня. *Екологічні науки*. 2023. № 4(49). С. 159-170. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.21>.

38. Strokal V., Kurovska A., Strokal M. More river pollution from untreated urban waste due to the Russian-Ukrainian war: a perspective view. *Journal of Integrative Environmental Sciences*. 2023. Vol. 20, No. 1. P. 1-11. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2023.2281920>.

39. Cheng, F., & Liu, J. Soil pollution in ecologically sensitive regions: The role of tourism in soil contamination. *Environmental Geochemistry and Health*. 2022. Vol. 44(2). DOI: 10.1371/journal.pone.0267829.
40. UNEP World Tourism Organization's Report on Tourism and Sustainability. United Nations Environment Programme. 2017.
41. Cummings, C., & Lee, H. Impact of tourism on soil degradation. *Journal of Environmental Science*. 2021. Vol. 59(4). P. 351-358.
42. Kovalenko V., Polyvanyi A., Dubovyk O. & Bashlai S. Modern biotechnological production: intelligent systems based on computer design machine learning. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2025. № 3(61). C. 14-23. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.3>.
43. Liang, H., & Wang, Y. Climate change and tourism: Addressing the environmental costs of tourism activities. *Tourism Management Perspectives*. 2020. Vol. 34. P. 100668.
44. Zhang, S., & Wang, Z. Bioaccumulation of pollutants in soil: The effects of tourism on soil health. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2021. Vol. 67(4). P. 253-262.
45. Zhanar Kassenova, Yeldos Iskakov, Bolat Yermagambet, Bauyrzhan Kapsalyamov, Mezgil Saulebekova, Dina Imbayeva, Maira Kazankapova1 and Dariga Nasyrova. Effectiveness of Oil-Contaminated Soil Reclamation with Humic Preparations. *International Journal of Agriculture and Biosciences*. 2024. Vol. 13(3). P. 474-487. DOI: <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2024.154>.
46. Kapsalyamov B., Tuyak S., Kassenova Zh., Yermagambet B., Kazankapova M. Innovative ways to clean oil contaminated soil. XIII international scientific conference. Tallinn. Estonia. 23-24.05.2024. P 85-92.
47. Onerkhan G., Durmekbaeva Sh., Akhmetova N. Bioindication of water quality of Lake Zeran using micro seaweed. *Polish journal of science*. 2019. № 19, Vol.1. P. 7-11.
48. Vasilyeva, G., Kondrashina, V., Strijakova, E., Ortega-Calvo, J-J. Adsorptive bioremediation of soil highly contaminated with crude oil. *Sci. Total Environ*. 2020. 706, №135739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135739>.