

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету захисту рослин,
біотехнології та екології
_____ Юлія КОЛОМІЄЦЬ
«__» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри фізіології, біохімії
рослин та біоенергетики
_____ Світлана ПРИЛУЦЬКА
«__» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Тенденції формування та динаміка світового ринку
біотехнологій у рослинництві»

Спеціальність: **162 «Біотехнології та біоінженерія»**

Освітньо-професійна програма **«Біотехнології та біоінженерія»**

Гарант освітньої програми
Кандидат біол. наук, доцент

(підпис)

Олена КВАСКО

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**
Кандидат біол. наук, доцент

(підпис)

Тетяна ТКАЧЕНКО

Виконав

(підпис)

Андрій МАЛЯРЕНКО

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

ЗАТВЕРДЖУЮ
**Завідувач кафедри фізіології,
біохімії рослин та біоенергетики**
доктор біологічних наук

_____ **Світлана ПРИЛУЦЬКА**
«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ роботи
здобувачу
Маляренку Андрію Олександровичу

Спеціальність **162 «Біотехнології та біоінженерія»**

Освітньо-професійна програма **«Біотехнології та біоінженерія»**

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: **«Тенденції формування та динаміка світового ринку біотехнологій у рослинництві»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від «30» жовтня 2025 р. №. 2596 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 15 травня 2026 р.

Вихідні дані до роботи: аналітичні звіти Precedency Research, статистичні звіти ISAAA Brief, бази даних FAOSTAT, фінансові звіти агротехнологічних корпорацій Bayer, Corteva, Syngenta та BASF.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Оцінити сучасний стан та напрямки розвитку біотехнологій у рослинництві;
2. Описати структуру, динаміку та глобальні тренди світового ринку агробіотехнологій;
3. Описати технологічну основу модернізації рослинництва.

Дата видачі завдання: «01» вересня 2025 р.

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Тетяна ТКАЧЕНКО

Завдання взяв до виконання

(підпис)

Андрій МАЛЯРЕНКО

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота виконана на 48 сторінках, містить 20 таблиць, 1 рисунок та використано 36 літературних джерел.

Ключові слова: ринок біотехнологій, тенденції, аграрний сектор, біотехнології у рослинництві, модернізація.

Актуальність дослідження: У наш час аграрний сектор ринку характеризується швидкою модернізацією та переходом від кількісного розширення площ до якісної та глибокої трансформації ГМ-культур. Та цей процес вимагає глибокого аналізу, встановлення тенденцій та закономірностей. Це дозволить проводити прогнозування біотехнологій у рослинництві, а відповідно визначення перспективних напрямків розвитку, встановлення ефективних підходів і методів у рішенні проблем агрономічного сектору. Для України, як одного з провідних гравців на світовому ринку аграрної продукції, дослідження тенденцій розвитку цього сектору має критично важливе значення. Тому необхідно закласти аналітичну основу для подальшого планування економіки країни, впровадження інновацій, подолання регуляторних бар'єрів.

Метою дослідження є комплексний аналіз та встановлення основних тенденцій на світовому ринку біотехнологій у сфері рослинництва.

Об'єктом дослідження є світовий ринок біотехнологій у рослинництві

Предметом дослідження є закономірності формування, функціонування та трансформації світового ринку біотехнологій у рослинництві

Методи дослідження: Наукова абстракція, теоретичне узагальнення, системний аналіз, порівняльний аналіз, статистичний метод, економіко-математичний метод, табличний та графічний метод

Abstract

The bachelor's qualification work consists of 47 pages, contains 20 tables, 1 figure, and 40 literary sources are used.

Keywords: biotechnology market, trends, agricultural sector, biotechnology in crop production, modernization.

Relevance of the research: Nowadays, the agricultural sector market is characterized by rapid modernization and transition from a multi-faceted expansion of the area to a qualitative and deep transformation of GM crops. This process requires in-depth analysis, establishment of trends and patterns. This will allow us to forecast biotechnology in crop production, and accordingly determine promising development directions, establish effective approaches and methods in solving problems of the agronomic sector. For Ukraine, as one of the players in the global agricultural market, the study of development trends in this sector is of critical importance. Therefore, it is necessary to lay an analytical foundation for further planning of the country's economy, the introduction of innovations, and overcoming regulatory barriers.

The aim of the study is a comprehensive analysis and installation of the main trends in the global biotechnology market in the field of plant production.

The object of the study is the global biotechnology market in crops production.

The subject of the study is the patterns of formation, functioning and transformation of the global biotechnology market in plant production.

Research methods: Scientific abstraction, theoretical generalization, system analysis, comparative analysis, statistical method, economic and mathematical method, tabular and graphical methods

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Сучасний стан та ключові напрями розвитку біотехнологій у рослинництві України.....	8
1.2. Ключові напрямки біотехнологій у рослинництві	11
1.2.1. Клітинна інженерія	11
1.2.2. Генетична інженерія	12
1.2.3. Молекулярні маркери та діагностика.....	13
1.2.4. Біопрепарати та екологічні технології	13
1.3. Класифікації світового ринку біотехнологій	14
1.4. Структура та динаміки світового ринку біотехнологій	19
1.5. Перспективи розвитку біоекономіки на основі біотехнологій.....	20
1.6 Висновок до огляду літератури	21
РОЗДІЛ 2 ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. Об’єкти досліджень.....	23
2.2. Методи досліджень	24
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТКИ.....	49

ВСТУП

У міру того, як людство стикається з глобальними проблемами, пов'язаними з продовольчою безпекою та стійким розвитком, стає все більш очевидним, що впровадження сучасної наукової біотехнологічної компоненти у сільськогосподарську сферу має вирішальне значення. Біотехнологія – це наука про генно-інженерні та клітинні технології створення та використання генетично трансформованих біологічних об'єктів для інтенсифікації виробництва або отримання нових видів продуктів різного призначення. Сучасна біотехнологія дуже впливає на всі аспекти практичної діяльності. З її допомогою зараз одержують десятки біологічно активних речовин (гормони, ферменти, вітаміни, антибіотики, стероїди, ліки).

Сільськогосподарські біотехнології застосовуються переважно з метою підвищення врожайності культур. Біотехнології широко використовуються зміни геномної послідовності відповідних культур. Різні новітні технології допомагають підвищити стійкість рослин до численних захворювань та вірусів. Серед популярних біотехнологічних рішень – селекція за допомогою маркерів або молекулярна селекція, культура тканин та мікророзмноження, молекулярні діагностичні технології, генетично модифіковані культури та генна інженерія, а також традиційна селекція рослин.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасний стан та ключові напрями розвитку біотехнологій у рослинництві України

У XXI столітті біотехнології трансформувалися з вузькоспеціалізованого напрямку науки у стратегічний сектор глобальної економіки. Особливо це проявляється у розвинених країнах, де інвестиції в біотехнологічні розробки, агробіотехнології та генетичні інновації стали одним із ключових драйверів економічного зростання, продовольчої безпеки та екологічної стійкості [2].

Порівняно з початковим етапом комерціалізації генетично модифікованих культур у 1990-х роках, сучасний період (2020–2025 рр.) характеризується переходом до високотехнологічних рішень другого та третього покоління, зокрема, CRISPR-редагування геному, кліматично стійких культур та біоінженерних продуктів із підвищеною харчовою цінністю. Це забезпечує не лише підвищення врожайності, а й суттєве зниження екологічного навантаження [3].

Упродовж останніх років розвиток біотехнологій у рослинництві в Україні демонструє поступову, але стійку еволюцію від фундаментальних досліджень до прикладних рішень, орієнтованих на підвищення продуктивності агросектору, адаптацію до кліматичних змін та забезпечення продовольчої безпеки. Наукові напрацювання українських дослідників інтегруються у глобальний контекст розвитку агробіотехнологій, однак мають низку специфічних особливостей, зумовлених ресурсними, інституційними та економічними факторами [8].

Аналіз матеріалів наукових установ, зокрема Національної академії наук України та Національного університету біоресурсів і природокористування України, свідчить, що ключові напрями досліджень у галузі рослинної біотехнології включають:

- генетичну інженерію та молекулярну селекцію;

- клітинну та тканинну інженерію рослин;
- дослідження стійкості культур до біотичних і абіотичних стресів;
- біотехнології захисту рослин і фітопатології;
- біосинтез вторинних метаболітів та функціональних сполук.

Зокрема, у 2024 році українські науковці активно працювали над ідентифікацією бактеріальних патогенів сільськогосподарських культур, використовуючи біотехнологічні методи аналізу, що дозволяє підвищити ефективність контролю захворювань і мінімізувати втрати врожаю. Паралельно досліджуються механізми адаптації рослин до стресових факторів, включаючи епігенетичні зміни та регуляцію геному [10].

Система наукових досліджень у сфері біотехнологій рослинництва в Україні представлена мережею академічних інститутів, університетів та галузевих лабораторій. Важливу роль відіграють спеціалізовані лабораторії клітинної інженерії, біохімії рослин, фітобіотехнологій і моніторингу пестицидів, що функціонують при провідних університетах [11].

Водночас значна увага приділяється міжнародній кооперації. Проведення наукових конференцій, таких як міжнародні форуми з рослинної біотехнології, сприяє інтеграції українських дослідників у світову наукову спільноту та обміну інноваційними підходами [9].

Хоча точні статистичні показники саме для рослинної біотехнології обмежені, загальні тенденції розвитку української науки свідчать про поступове зростання публікаційної активності та міжнародної співпраці після 2020 року.

Дослідження показують, що участь у міжнародних проєктах і публікації англійською мовою значно підвищують цитованість українських наукових робіт і їх вплив у глобальному науковому просторі .

Таблиця 1.1

Узагальнення напрямів досліджень українських науковців [1-15]

№	Напрямок досліджень	Основний зміст робіт	Практичне значення
1	Генетична інженерія рослин	Модифікація геному, створення нових сортів	Підвищення врожайності
2	Клітинна біотехнологія	Клональне мікророзмноження, культура тканин	Прискорення селекції
3	Фітопатологічна біотехнологія	Ідентифікація патогенів, біологічний захист	Зниження втрат урожаю
4	Біохімія та метаболізм рослин	Дослідження вторинних метаболітів	Створення функціональних продуктів
5	Стресова фізіологія рослин	Адаптація до кліматичних змін	Стійкість до посухи та температур

Структура досліджень демонструє домінування прикладних напрямів, орієнтованих на вирішення актуальних проблем аграрного сектору. Це свідчить про прагнення української науки до практичної реалізації результатів досліджень, попри обмежені ресурси.

Попри значний науковий потенціал, розвиток біотехнологій рослинництва в Україні стримується рядом факторів:

- недостатній рівень фінансування досліджень;
- обмежена матеріально-технічна база;
- низький рівень комерціалізації розробок;
- відтік кадрів у більш розвинені наукові центри [8].

Ці проблеми частково компенсуються розвитком міжнародної співпраці та участю у грантових програмах.

Аналіз сучасних досліджень українських науковців у сфері біотехнологій рослинництва дозволяє стверджувати, що дана галузь перебуває на етапі активного розвитку з чіткою орієнтацією на прикладні результати. Основні наукові зусилля спрямовані на підвищення продуктивності

сільськогосподарських культур, адаптацію до кліматичних змін та забезпечення фітосанітарної безпеки [11].

Водночас спостерігається поступове зростання рівня інтеграції у міжнародний науковий простір, що сприяє підвищенню якості досліджень та їхньої конкурентоспроможності. Незважаючи на обмежені ресурси, українські науковці демонструють здатність до генерації інноваційних рішень, особливо у сфері клітинної інженерії, молекулярної біології та біотехнологій захисту рослин [16].

У перспективі розвиток цієї галузі значною мірою залежатиме від державної підтримки, інвестицій у наукову інфраструктуру та ефективної інтеграції науки і бізнесу. За умови реалізації цих факторів біотехнології рослинництва можуть стати одним із ключових драйверів інноваційного розвитку аграрного сектору України [11].

1.2. Ключові напрямки біотехнологій у рослинництві

1.2.1. Клітинна інженерія

Сучасний розвиток біотехнологій у рослинництві характеризується переходом від ізольованих методів до інтегрованих високотехнологічних підходів, що поєднують клітинні, молекулярні та екологічні інструменти управління продуктивністю агроценозів. У 2020–2025 рр. ці напрямки формують основу інноваційної трансформації аграрного сектору, забезпечуючи підвищення врожайності, стійкості культур і зменшення антропогенного навантаження на довкілля [17].

Клітинна інженерія є одним із базових напрямів сучасної рослинної біотехнології, що базується на використанні культури клітин, тканин і органів *in vitro*. Вона дозволяє здійснювати цілеспрямовану модифікацію рослинних організмів на рівні клітини, що значно розширює можливості селекції [21].

У сучасних умовах найбільш поширеними методами є мікроклональне розмноження, соматична ембріогенезія, культура меристем та отримання

сомаклональних варіантів. Згідно з дослідженнями українських науковців (Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, 2023–2024), технології *in vitro* активно застосовуються для відновлення елітного посадкового матеріалу картоплі, ягідних культур та зернових, що дозволяє підвищити продуктивність на 20–30 % за рахунок оздоровлення рослин [16].

Особливого значення набуває клітинна селекція на стійкість до абіотичних стресів (посуха, засолення, температурні коливання). У контексті кліматичних змін це забезпечує формування адаптивного потенціалу аграрного виробництва [22].

Таким чином, клітинна інженерія виступає фундаментом біотехнологічних методів відтворення та модифікації рослин, забезпечуючи швидкість і точність селекційних процесів.

1.2.2. Генетична інженерія

Генетична інженерія є стратегічно важливим напрямом, що передбачає цілеспрямовану зміну геному рослин з метою формування нових господарсько-цінних ознак. У 2020–2025 рр. спостерігається перехід від класичних трансгенних технологій до методів точного редагування геному, зокрема CRISPR/Cas-систем [21].

Сучасні дослідження демонструють значний потенціал генетичної інженерії у створенні культур із підвищеною врожайністю, стійкістю до шкідників і хвороб, а також здатністю ефективніше використовувати воду та поживні речовини. За даними FAO (2022 р.) та OECD (2023 р.), впровадження геномного редагування дозволяє скоротити цикл створення нових сортів у 2–3 рази порівняно з традиційною селекцією [9].

В Україні цей напрям розвивається переважно на рівні наукових досліджень через регуляторні обмеження щодо комерційного використання ГМО. Водночас українські науковці активно працюють над вивченням

генетичних механізмів стійкості рослин та створенням експериментальних моделей культур [10].

Загалом генетична інженерія формує технологічну основу майбутнього рослинництва, орієнтованого на точне управління біологічними процесами.

1.2.3. Молекулярні маркери та діагностика

Використання молекулярних маркерів є одним із найбільш динамічних напрямів сучасної біотехнології, що дозволяє здійснювати ідентифікацію генетичних особливостей рослин на ранніх етапах їх розвитку [21].

Методи маркер-асоційованої селекції (MAS) забезпечують можливість відбору рослин із бажаними ознаками без необхідності тривалих польових випробувань. Найбільш поширеними є маркери типу SSR, SNP та AFLP, які використовуються для аналізу генетичної різноманітності, картування генів і контролю якості насіннєвого матеріалу [16].

Важливим напрямом є також молекулярна діагностика фітопатогенів. Застосування ПЛР-технологій дозволяє швидко виявляти вірусні, бактеріальні та грибові захворювання, що суттєво підвищує ефективність систем захисту рослин. За результатами досліджень українських науковців (НУБіП України, 2024 р.), впровадження молекулярної діагностики дозволяє знизити втрати врожаю до 15–20 % [3].

Таким чином, молекулярні маркери виступають інструментом підвищення точності селекції та ефективності управління фітосанітарним станом агроecosистем.

1.2.4. Біопрепарати та екологічні технології

Сучасний розвиток біотехнологій у рослинництві характеризується зростанням ролі екологічно орієнтованих підходів, зокрема використання

біопрепаратів. До них належать біодобрива, біопестициди, біостимулятори росту та мікробні інокулянти [4].

У 2020–2025 рр. спостерігається активне зростання ринку біопрепаратів, що зумовлено посиленням екологічних вимог та переходом до сталого сільського господарства. За даними Європейської Комісії (2023 р.), використання біопрепаратів дозволяє зменшити застосування хімічних засобів захисту рослин на 20–30 % [29].

В Україні розвиток цього напрямку пов'язаний із використанням азотфіксуючих, фосформобілізуючих та антагоністичних мікроорганізмів. Дослідження Інституту мікробіології і вірусології НАН України (2022–2024 р.р.) підтверджують, що застосування біопрепаратів сприяє підвищенню врожайності зернових культур на 10–15 % та покращенню родючості ґрунтів.

Екологічні біотехнології також включають біоремедіацію, яка дозволяє відновлювати забруднені ґрунти, та використання біологічних методів захисту рослин, що знижує негативний вплив на довкілля [16].

Аналіз ключових напрямів біотехнологій у рослинництві свідчить про їх комплексний і взаємодоповнюючий характер. Клітинна інженерія забезпечує швидке відтворення та збереження генетичних ресурсів, генетична інженерія відкриває можливості цілеспрямованого формування нових ознак, молекулярні маркери підвищують точність селекційних процесів, а біопрепарати формують екологічно безпечну модель агровиробництва [2].

Синергія цих напрямів створює передумови для формування високоефективного, стійкого та екологічно орієнтованого рослинництва. У перспективі саме інтеграція біотехнологій із цифровими та агроекологічними рішеннями визначатиме конкурентоспроможність аграрного сектору та його здатність адаптуватися до глобальних викликів.

1.3. Класифікації світового ринку біотехнологій

Світовий ринок біотехнологій характеризується складною багаторівневою структурою, що відображає міжгалузеву природу цієї сфери. У сучасній науковій та аналітичній літературі (зокрема OECD, European Commission, OECD Biotechnology Statistics 2022–2024) класифікація біотехнологій здійснюється за кількома ключовими ознаками: галузевою спрямованістю, технологічними підходами, типом продукції та рівнем комерціалізації. Такий підхід дозволяє комплексно оцінити структуру ринку та визначити його ключові драйвери розвитку [17].

Таблиця 1.2

Класифікації світового ринку біотехнологій

№	Категорія біотехнологій	Характеристика напряму	Основні сфери застосування та приклади практичної реалізації
1	2	3	4
1	Морські (блакитні) біотехнології	Охоплюють використання морських і водних біоресурсів, мікроорганізмів, водоростей та біологічно активних речовин для вирішення екологічних, енергетичних і виробничих завдань. Значна увага приділяється відновленню екосистем та очищенню довкілля.	Біоочищення забруднених водойм; створення біодобрих на основі водоростей; отримання ферментів із морських мікроорганізмів; виробництво біопалива; застосування бактерій для нейтралізації нафтових забруднень та токсичних речовин у ґрунтах і воді.
2	Промислові (білі) біотехнології	Передбачають застосування клітинних культур, ферментів і біокаталізаторів у промисловому виробництві з метою зниження витрат ресурсів, підвищення екологічності та ефективності технологічних процесів.	Виготовлення фармацевтичної сировини та антибіотиків; виробництво ферментів і харчових добавок; біосинтез органічних кислот; створення біорозкладних матеріалів; використання ферментації у харчовій і хімічній промисловості.

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
3	Аграрні (зелені) біотехнології	Спрямовані на вдосконалення сільськогосподарського виробництва шляхом використання генетичних технологій, селекції та біологічних методів захисту рослин. Основна мета – підвищення врожайності та стійкості культур до несприятливих факторів.	Створення генетично модифікованих сортів рослин; вирощування культур із підвищеною посухостійкістю; біологічний захист рослин від шкідників і хвороб; використання біостимуляторів росту; розробка екологічно безпечних агротехнологій.
4	Медичні (червоні) біотехнології	Об'єднують біомедичні та генетичні технології, спрямовані на профілактику, діагностику та лікування захворювань. Важливу роль відіграють методи генної інженерії та клітинної терапії.	Виробництво інсуліну та вакцин; генна терапія спадкових захворювань; створення моноклональних антитіл; розробка персоналізованих лікарських засобів; використання стовбурових клітин у регенеративній медицині.
5	Екологічні (сірі) біотехнології	Орієнтовані на захист навколишнього середовища та відновлення природних ресурсів за допомогою біологічних методів і технологій.	Очищення стічних вод біологічними методами; переробка органічних відходів; біодеградація токсичних речовин; відновлення деградованих екосистем; утилізація промислових забруднень із використанням мікроорганізмів.
6	Харчові (жовті) біотехнології	Пов'язані з виробництвом продуктів харчування та вдосконаленням технологій їх зберігання, безпеки й поживної цінності.	Виробництво кисломолочної продукції; використання пробіотиків; ферментація напоїв і харчових продуктів; створення функціонального харчування; підвищення термінів зберігання продуктів завдяки біотехнологічним методам.
7	Біоінформаційні (золоті) біотехнології	Поєднують біотехнології з інформаційними системами та цифровими технологіями для аналізу генетичних і біологічних даних.	Розшифрування геномів; створення біоінформаційних баз даних; комп'ютерне моделювання лікарських препаратів; аналіз ДНК; використання штучного інтелекту у біомедичних дослідженнях.

Джерело: складено автором на основі [4; 5; 9]

Отже, сучасний ринок біотехнологій у сфері рослинництва характеризується високим рівнем диференціації, інноваційності та міжгалузевої інтеграції. Представлена класифікація свідчить про те, що біотехнологічні рішення охоплюють не лише безпосередньо аграрне виробництво, а й суміжні напрями – медицину, екологію, промисловість, цифрові технології та харчову безпеку. Це формує комплексний підхід до розвитку аграрного сектору, у якому рослинництво виступає однією з ключових сфер впровадження біотехнологічних інновацій [4].

Центральне місце у структурі сучасного ринку займають зелені біотехнології, оскільки саме вони безпосередньо орієнтовані на підвищення ефективності рослинництва. Їх розвиток обумовлений необхідністю забезпечення продовольчої безпеки, адаптації сільського господарства до змін клімату, скорочення втрат урожаю та зниження залежності від хімічних засобів захисту рослин. Використання генетично модифікованих культур, біостимуляторів, біодобрих та біологічних засобів захисту дає змогу підвищувати врожайність, покращувати якість продукції та забезпечувати стійкість рослин до шкідників, посухи й хвороб [8].

Водночас розвиток ринку біотехнологій у рослинництві дедалі більше залежить від інтеграції з іншими біотехнологічними напрямками. Зокрема, білі біотехнології забезпечують створення сучасних ферментних і мікробіологічних препаратів для аграрного виробництва, а сірі біотехнології сприяють відновленню родючості ґрунтів, очищенню агроєкосистем та екологізації виробничих процесів. Важливе значення мають також золоті біотехнології, які забезпечують цифровізацію галузі, генетичний аналіз культур та застосування біоінформатики для селекції нових сортів рослин [4].

Аналіз класифікації дозволяє зробити висновок, що сучасний ринок біотехнологій у рослинництві поступово переходить від традиційних агротехнологій до інноваційної моделі розвитку, заснованої на наукових дослідженнях, генній інженерії, автоматизації та принципах сталого розвитку. Особливо актуальним це є в умовах глобального зростання попиту на

продовольство, погіршення екологічного стану ґрунтів та необхідності мінімізації негативного впливу аграрного виробництва на довкілля.

Крім того, сучасний ринок біотехнологій у рослинництві демонструє тенденцію до зростання ролі екологічно безпечних та ресурсозберігаючих технологій. Все більшого поширення набувають органічні біопрепарати, мікробіологічні засоби підвищення родючості ґрунтів, технології точного землеробства та біологічні системи контролю шкідників. Це свідчить про формування нової моделі аграрного виробництва, де ключовими пріоритетами стають екологічність, економічна ефективність та довгострокова стійкість агросистем [5].

Таким чином, класифікація сучасного ринку біотехнологій підтверджує, що біотехнології в рослинництві є одним із найбільш перспективних та стратегічно важливих напрямів розвитку аграрної економіки. Їх подальше впровадження сприятиме модернізації сільського господарства, підвищенню конкурентоспроможності аграрної продукції, забезпеченню продовольчої безпеки та формуванню інноваційної моделі розвитку агропромислового комплексу [6].

Класифікація світового ринку біотехнологій свідчить про його багатовимірний і динамічний характер. Найбільш важливим є те, що різні підходи до класифікації не існують ізольовано, а взаємодіють між собою, формуючи цілісну систему глобальної біоекономіки.

Домінування медичного сектору визначає фінансову структуру ринку, тоді як аграрні та промислові біотехнології формують його довгостроковий потенціал. Технологічні інновації, зокрема геномне редагування та синтетична біологія, виступають ключовими драйверами майбутнього зростання [5].

Регіональні диспропорції поступово зменшуються, що свідчить про глобалізацію біотехнологій і розширення їх використання у світі. Водночас високий рівень наукоємності та капіталомісткості галузі зумовлює її концентрацію в економічно розвинених країнах [2].

Таким чином, сучасний світовий ринок біотехнологій є складною інноваційною системою, розвиток якої визначає формування нової технологічної парадигми глобальної економіки [6].

1.4. Структура та динаміка світового ринку біотехнологій

Інтенсивне впровадження аграрних біотехнологій, яке розпочалося наприкінці ХХ століття, упродовж останніх років трансформувалося у системний фактор економічного розвитку як розвинених, так і країн, що розвиваються. Якщо в період 1996–2016 рр. сукупна площа комерційного вирощування біотехнологічних культур перевищила 2,1 млрд гектарів, то у 2020–2025 рр. цей процес перейшов у фазу структурної стабілізації та якісного ускладнення технологій. Зокрема, домінування традиційних ГМ-культур (соя, кукурудза, бавовник, ріпак) доповнюється активним розвитком геномного редагування, біофортificaції та кліматично адаптованих сортів [8].

Світовий ринок агробіотехнологій відзначається значною концентрацією, у межах якої домінуючі позиції займають транснаціональні компанії (Bayer AG, Cortev, ChemChina, ADAMA Ltd, KWS SAAT SE & Co. KgaA, Limagrain). Саме вони задають основні напрями технологічного розвитку, зокрема у сферах біоінженерії, геномного редагування та поєднання біотехнологій із цифровими аграрними системами [15].

Таким чином, сучасний етап розвитку агробіотехнологій (2020–2025 рр.) характеризується переходом від кількісного зростання до якісної трансформації. Збільшення площ використання біотехнологічних культур супроводжується ускладненням їх генетичних характеристик і розширенням сфер застосування [12].

Розвинені країни залишаються лідерами інновацій, формуючи технологічну базу галузі, тоді як країни, що розвиваються, виступають основними драйверами масштабування. Зростання економічної ефективності, зниження екологічного навантаження та підвищення продовольчої безпеки підтверджують стратегічну роль біотехнологій у глобальній економіці [15].

Таким чином, агробіотехнології не лише забезпечують підвищення продуктивності сільського господарства, але й формують нову модель сталого розвитку, яка поєднує економічну ефективність, екологічну відповідальність та соціальну значущість.

1.5. Перспективи розвитку біоекономіки на основі біотехнологій

У сучасних умовах глобальної трансформації економічних систем біоекономіка формується як один із ключових напрямів забезпечення сталого розвитку, поєднуючи інноваційні біотехнології, ресурсоефективне виробництво та екологічну безпеку. За визначенням міжнародних організацій, біоекономіка охоплює використання біологічних ресурсів, процесів і принципів для виробництва товарів і послуг у різних секторах - від аграрного виробництва до промисловості, енергетики та медицини [2].

Біотехнології виступають ключовим ядром біоекономіки, забезпечуючи створення нових продуктів і процесів на основі використання живих організмів. Особливо значущими є такі напрями:

- синтетична біологія, що дозволяє створювати нові біосистеми;
- промислова біотехнологія, яка знижує залежність від викопних ресурсів;
- біоенергетика та біопаливо;
- медичні біотехнології [4].

Зокрема, розвиток синтетичної біології розглядається як фактор, що здатен суттєво змінити економічну структуру виробництва та забезпечити технологічний прорив у найближчі десятиліття [5].

Біоекономіка відіграє важливу роль у вирішенні глобальних викликів:

- скорочення викидів парникових газів;
- зменшення залежності від викопних ресурсів;
- підвищення продовольчої безпеки;
- створення нових робочих місць [3].

Наприклад, у країнах ЄС біоекономічні сектори забезпечують понад 17 млн робочих місць (майже 8% зайнятості) [15].

Попри значний потенціал, розвиток біоекономіки супроводжується низкою проблем:

- нерівномірність інвестицій між регіонами ;
- складність регуляторних процедур;
- обмеженість біоресурсів;
- труднощі вимірювання економічного ефекту біоекономіки [2].

Дослідження також вказують, що не всі технології біоекономіки автоматично забезпечують екологічний ефект, що потребує більш комплексного підходу до оцінки їх впливу .

1.6 Висновок до огляду літератури

Отже, сучасний ринок біотехнологій демонструє стрімкий перехід від вузькоспеціалізованої наукової сфери до глобальної інноваційної системи, яка визначає розвиток аграрного виробництва, медицини, промисловості, екології та цифрової економіки. Упродовж 2020–2025 років ключовими тенденціями стали інтеграція біотехнологій із цифровими рішеннями, розвиток геномного редагування, клітинної інженерії, молекулярної діагностики та екологічно безпечних біопрепаратів. Це свідчить про формування нової технологічної парадигми, орієнтованої на підвищення продуктивності, ресурсоефективності та екологічної стійкості виробництва.

Особливе значення у структурі світового ринку мають аграрні (зелені) біотехнології, які забезпечують адаптацію сільського господарства до кліматичних змін, підвищення врожайності та продовольчої безпеки. Водночас розвиток галузі дедалі більше залежить від міжгалузевої взаємодії: поєднання агробіотехнологій із біоінформатикою, промисловими, екологічними та медичними біотехнологіями. Така синергія сприяє

формуванню комплексної моделі біоекономіки, у якій біотехнології стають ключовим інструментом сталого розвитку.

Для України ринок біотехнологій характеризується поступовим переходом від фундаментальних досліджень до прикладних рішень, орієнтованих на модернізацію аграрного сектору. Незважаючи на обмежене фінансування, недостатню матеріально-технічну базу та низький рівень комерціалізації, українські науковці демонструють високий потенціал у сферах клітинної інженерії, молекулярної біології, біотехнологій захисту рослин і стресової фізіології. Важливим фактором розвитку стає міжнародна співпраця, яка забезпечує інтеграцію української науки у світовий інноваційний простір та підвищує конкурентоспроможність досліджень.

Світовий ринок біотехнологій водночас характеризується високою концентрацією капіталу та домінуванням транснаціональних компаній, які формують основні напрями технологічного розвитку. Однак поступова глобалізація біотехнологій і поширення інновацій у країнах, що розвиваються, свідчать про розширення доступу до сучасних технологій та зростання ролі біоекономіки у світовому господарстві.

У перспективі подальший розвиток ринку біотехнологій визначатиметься рівнем інвестицій у науку, швидкістю комерціалізації інновацій, інтеграцією штучного інтелекту та біоінформатики, а також здатністю держав і бізнесу забезпечити баланс між економічною ефективністю, екологічною безпекою та соціальною відповідальністю. За таких умов біотехнології стають одним із головних драйверів формування нової моделі глобальної економіки та сталого розвитку суспільства.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкти досліджень

Об'єктом дослідження є світовий ринок біотехнологій у рослинництві як система, що поєднує сукупність біологічних систем, технологічних рішень і ринкових продуктів, спрямованих на підвищення продуктивності рослинництва, адаптацію агроценозів до кліматичних змін, а також покращення якісних характеристик продукції. У межах об'єкту дослідження виділимо ключові елементи:

Генетично модифіковані культури, що мають нові сформовані властивості стійкості до гербіцидів, шкідників та патогенів, а також до абіотичних стресів – саме цей сегмент формує основу комерційного ринку агробіотехнологій.

Біологічні засоби захисту рослин – біопестициди та біодобрива, що базуються на використанні мікроорганізмів, ферментів і біологічно активних сполук. Їх застосування підвищує кількісні показники виробленої продукції і впливає на стійкість культур, відповідно підвищуючи рентабельність.

Клітинні та тканинні технології *in vitro* – застосування калюсних культур, протопластів і мікроклонального розмноження, що необхідні для оздоровлення посадкового матеріалу, прискореного розмноження сортів та створення нових генотипів.

Молекулярно-генетичні інструменти, зокрема CRISPR-CAS, що дозволяє отримувати рослин з кращими якісними характеристиками, а також маркер-асоційована селекція (MAS), яка дозволяє суттєво скоротити терміни виведення нових сортів.

Предметом дослідження є закономірності формування, функціонування та трансформації світового ринку біотехнологій у рослинництві, процеси впровадження й поширення біотехнологічних інновацій, оцінка ефективності використання біологічних ресурсів, а також

вплив галузі на забезпечення сталого розвитку та модернізацію аграрного сектору.

2.2. Методи досліджень

Теоретико-методологічною основою роботи виступають фундаментальні положення сучасної економічної теорії, концепції інноваційного розвитку, циклічності ринків та теорії біоекономіки. Для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань використано комплекс наукових методів, що дозволяють охопити як технологічні, так і економічні аспекти досліджуваного ринку:

Метод наукової абстракції та теоретичного узагальнення – для формування категоріального апарату роботи та уточнення сутності сучасних біотехнологічних процесів в агропромисловому комплексі.

Системний аналіз – дозволив розглянути світовий ринок агробіотехнологій як складну багаторівневу систему, що охоплює ланцюг від фундаментальних наукових розробок і регуляторного середовища до безпосереднього виробництва та комерціалізації продуктів.

Порівняльний та історико-логічний аналіз – використано для виявлення регіональних та інституційних особливостей розвитку ринку, визначення відмінностей у стратегіях впровадження технологій країнами з різним рівнем економічного розвитку, а також для оцінки динаміки ринкових трансформацій.

Статистичні та економіко-математичні методи – використано для кількісної оцінки економічної ефективності використання біотехнологій, їхнього безпосереднього впливу на рівень урожайності, структуру витрат виробництва та екологічні показники галузі.

Табличний та графічний методи – застосовано для наочного представлення та візуалізації результатів дослідження, зокрема структури ринку, обсягів інвестицій та динаміки глобальних площ під біотехнологічними культурами.

Інформаційною та емпіричною базою дослідження слугували офіційні дані та аналітичні матеріали Міжнародної служби з моніторингу застосування агробіотехнологій (ISAAA) [26]. Щорічні звіти цієї організації, започатковані Клайвом Джеймсом [27; 28], є найбільш авторитетним джерелом систематизованої інформації щодо географії поширення геномодифікованих культур, структури посівних площ, темпів упровадження інновацій та нормативно-правового регулювання у різних країнах світу. Додатково опрацьовано статистичні масиви та звітність Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), а також профільні наукові публікації та періодичні галузеві огляди [24].

Використання зазначеного методологічного інструментарію дозволило відійти від суто описового трактування ринкових тенденцій і сформуванню системне бачення ролі біотехнологій як провідного чинника технологічного оновлення, капіталізації та екологізації сучасного світового сільського господарства.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За даними міжнародних аналітичних організацій (ISAAA, FAO, OECD), у період 2020–2024 років спостерігається стабільне зростання площ під біотехнологічними культурами, що підтверджує їх стратегічну роль у світовій економіці.

Таблиця 3.1

Динаміка площ біотехнологічних культур у світі

Рік	Площа, млн га	Темп зростання, %	Кількість країн	Кількість фермерів, млн
2020	190	–	29	17
2021	197	+3.7	29	18
2022	202	+2.5	30	18.5
2023	206	+2.0	30	19
2024	210	+1.9	31	19.5

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Аналіз динаміки свідчить про поступове насичення ринку біотехнологічних культур у розвинених країнах та одночасне активне зростання у країнах, що розвиваються. Це підтверджує гіпотезу про глобальну дифузію біотехнологій як інструменту підвищення ефективності аграрного виробництва. Сучасна структура посівів демонструє домінування чотирьох ключових культур: сої, кукурудзи, бавовнику та ріпаку. Водночас відбувається активне впровадження нових технологій, включаючи багатогенові модифікації та редагування геному.

Таблиця 3.2

Структура біотехнологічних культур у світі (2024 р.)

№	Культура	Частка у загальній площі, %	Основна ознака
1	Соя	48	Стійкість до гербіцидів
2	Кукурудза	32	Стійкість до шкідників + комбіновані ознаки
3	Бавовник	13	Вт-технології
4	Ріпак	7	Стійкість до гербіцидів

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Домінування сої та кукурудзи пояснюється їх стратегічною роллю у продовольчому та кормовому балансі. Зростання частки культур із комбінованими ознаками свідчить про перехід до більш складних біотехнологічних рішень, орієнтованих на комплексну оптимізацію агровиробництва.

Біотехнології демонструють значний економічний ефект за рахунок одночасного зниження витрат і підвищення врожайності. У період 2020–2024 років цей ефект посилюється завдяки розвитку цифрового землеробства та точного агроменеджменту.

Таблиця 3.3

Економічні показники використання біотехнологій

№	Показник	2020	2022	2024	2025
1	Додатковий дохід фермерів, млрд \$	18	22	27	29
2	Зниження витрат на пестициди, %	10	12	14	15
3	Приріст врожайності, %	15	17	19	24
4	Скорочення викидів CO ₂ , млн т	25	30	34	36

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Економічний ефект від впровадження біотехнологій має мультиплікативний характер: одночасне зростання продуктивності та зниження витрат забезпечує підвищення рентабельності аграрного сектору. Додатково спостерігається позитивний екологічний ефект, що є критично важливим для сталого розвитку.

Розвинені країни залишаються ключовими центрами інновацій у сфері біотехнологій, формуючи глобальні тренди розвитку (табл. 3.4).

Розвинені країни, зокрема США та Канада, виступають технологічними лідерами, тоді як країни, що розвиваються (Бразилія, Індія), демонструють

найвищі темпи зростання. Це підтверджує глобальний характер біотехнологічної трансформації економіки.

Таблиця 3.4

Лідери впровадження біотехнологій (2024 р.)

№	Країна	Площа, млн га	Частка глобального ринку, %
1	США	72	34
2	Бразилія	54	26
3	Аргентина	24	11
4	Канада	12	6
5	Індія	13	6

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Сучасний етап розвитку біотехнологій характеризується:

- активним впровадженням CRISPR/Cas технологій;
- створенням кліматично стійких культур;
- розвитком біофортифікації (збагачення поживними речовинами);
- інтеграцією біотехнологій із цифровими системами управління.

Стійке зростання площ біотехнологічних культур, збільшення економічного ефекту та розширення географії впровадження свідчать про формування нової технологічної парадигми. Водночас ключовими викликами залишаються регуляторні обмеження, суспільне сприйняття та необхідність забезпечення біобезпеки. Таким чином, у період 2020–2025 років біотехнології остаточно закріпилися як стратегічний інструмент підвищення ефективності економіки різних країн, забезпечення сталого розвитку та вирішення глобальних проблем людства.

Найбільш поширеною є класифікація за секторами економіки, яка базується на функціональному використанні біотехнологій (табл.3.5).

Таблиця 3.5

Структура світового ринку біотехнологій за секторами (2024 р.)

№	Сектор біотехнологій	Частка ринку, %	Основні напрями застосування
1	Медичні (червоні)	50–55	Вакцини, генна терапія, біофармацевтика

2	Сільськогосподарські (зелені)	15–20	ГМ-культури, біодобрива, селекція
3	Промислові (білі)	15–18	Біоматеріали, ферменти, біопаливо
4	Морські (сині)	3–5	Аквакультура, морські біоресурси
5	Екологічні (сірі)	5–7	Біоре mediaція, очищення середовища

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Домінування медичних біотехнологій пояснюється високою доданою вартістю продукції та значними інвестиціями у фармацевтичний сектор. Водночас аграрні та промислові біотехнології демонструють стабільне зростання, що пов'язано з глобальними викликами продовольчої безпеки та декарбонізації економіки.

З точки зору технологічної бази, біотехнології поділяються залежно від використовуваних наукових підходів і методів (табл.3.6).

Таблиця 3.6

Ключові технологічні сегменти біотехнологій

№	Напрямок	Характеристика	Рівень розвитку
1	Генетична інженерія	Редагування геному (CRISPR/Cas)	Високий
2	Клітинні технології	Культура клітин, тканин	Високий
3	Синтетична біологія	Конструювання нових біосистем	Дуже високий
4	Біоінформатика	Аналіз геномних даних	Високий
5	Нанобіотехнології	Біосенсиори, наноматеріали	Середній–високий

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Найбільш динамічними є напрями, пов'язані з геномним редагуванням та синтетичною біологією, які формують основу так званої «четвертої біотехнологічної революції». Водночас біоінформатика виступає інфраструктурною складовою, що забезпечує обробку великих масивів біологічних даних.

Світовий ринок біотехнологій також поділяється залежно від кінцевого результату виробництва (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Класифікація біотехнологічної продукції

№	Тип продукції	Приклади
1	Біофармацевтика	Вакцини, антитіла, інсулін
2	Аграрна продукція	Насіння, біодобрива
3	Промислова продукція	Біопластики, ферменти
4	Енергетичні ресурси	Біоетанол, біодизель
5	Екологічні рішення	Біофільтри, мікроорганізми для очищення

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Ринок зміщується від традиційної біофармацевтики до мультипродуктових біосистем, де одна технологія може створювати різні види продукції. Це підвищує ефективність використання біоресурсів і сприяє розвитку циркулярної економіки.

Таблиця 3.8

Регіональна структура світового ринку біотехнологій (2025 рр.)

Регіон	Частка ринку, %	Характеристика
Північна Америка	35–40	Лідер інновацій та інвестицій
Європа	25–30	Сильне регулювання та сталий розвиток
Азійсько-Тихоокеанський регіон	20–25	Найвищі темпи зростання
Латинська Америка	5–7	Розвиток агробіотехнологій
Африка	2–3	Початковий етап розвитку

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Регіональна структура ринку (табл. 3.8) демонструє концентрацію інновацій у розвинених країнах, однак найбільш динамічне зростання відбувається в країнах Азії, що свідчить про зміну глобальних центрів біотехнологічного розвитку.

Біотехнології також поділяються залежно від стадії їх впровадження (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Класифікація за рівнем комерціалізації

№	Рівень	Характеристика
1	Дослідницькі	Фундаментальні дослідження
2	Пілотні	Тестування технологій
3	Комерційні	Масове виробництво

4	Інноваційні	Новітні технології (CRISPR, синтетична біологія)
---	-------------	--

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Сучасний ринок характеризується швидким переходом технологій із дослідницької стадії до комерційної, що скорочує інноваційний цикл і підвищує конкурентоспроможність компаній.

Сучасний ринок агробіотехнологій охоплює всі ключові регіони світу: Північну Америку, Європу, Азійсько-Тихоокеанський регіон, Латинську Америку, а також країни Близького Сходу та Африки. При цьому саме розвинені країни залишаються центрами генерації інновацій, тоді як країни, що розвиваються, демонструють найвищі темпи розширення площ і масштабів впровадження (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Динаміка площ біотехнологічних культур у світі (2020–2025 рр.)

Рік	Загальна площа, млн га	Темп приросту, %	Частка у світовому землеробстві, %
2020	190	–	12,5
2021	197	+3,7	13,0
2022	202	+2,5	13,3
2023	206	+2,0	13,6
2024	210	+1,9	14,0
2025	214	+1,9	14,3

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Наведена динаміка демонструє поступове уповільнення темпів зростання площ, що свідчить про наближення до стадії зрілості ринку в розвинених країнах. Водночас стабільне розширення підтверджує стійкий попит на біотехнологічні рішення як інструмент підвищення продуктивності та адаптації до кліматичних змін.

Структурні зміни свідчать про поступове зростання ролі кукурудзи як ключової кормової культури, що пов'язано зі зростанням світового попиту на тваринницьку продукцію (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Структура посівів біотехнологічних культур

№	Культура	2020	2022	2024	2025
1	Соя	50%	49%	48%	47%
2	Кукурудза	30%	31%	32%	33%
3	Бавовник	14%	13%	13%	13%
4	Ріпак	6%	7%	7%	7%

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Водночас зменшення частки сої не означає скорочення її виробництва, а відображає диверсифікацію біотехнологічного сектору.

Регіональна структура світового ринку агробіотехнологій представлена в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Регіональна структура світового ринку агробіотехнологій

№	Регіон	2020, %	2022, %	2024, %	2025, %
1	Північна Америка	38	37	36	35
2	Латинська Америка	28	29	30	31
3	Азійсько-Тихоокеанський регіон	18	19	20	21
4	Європа	10	9	9	9
5	Африка та Близький Схід	6	6	5	4

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Хоча Північна Америка зберігає лідерство, її частка поступово зменшується через швидке зростання ринків Латинської Америки та Азії. Це свідчить про глобалізацію біотехнологічного сектору та зміщення центрів аграрного виробництва.

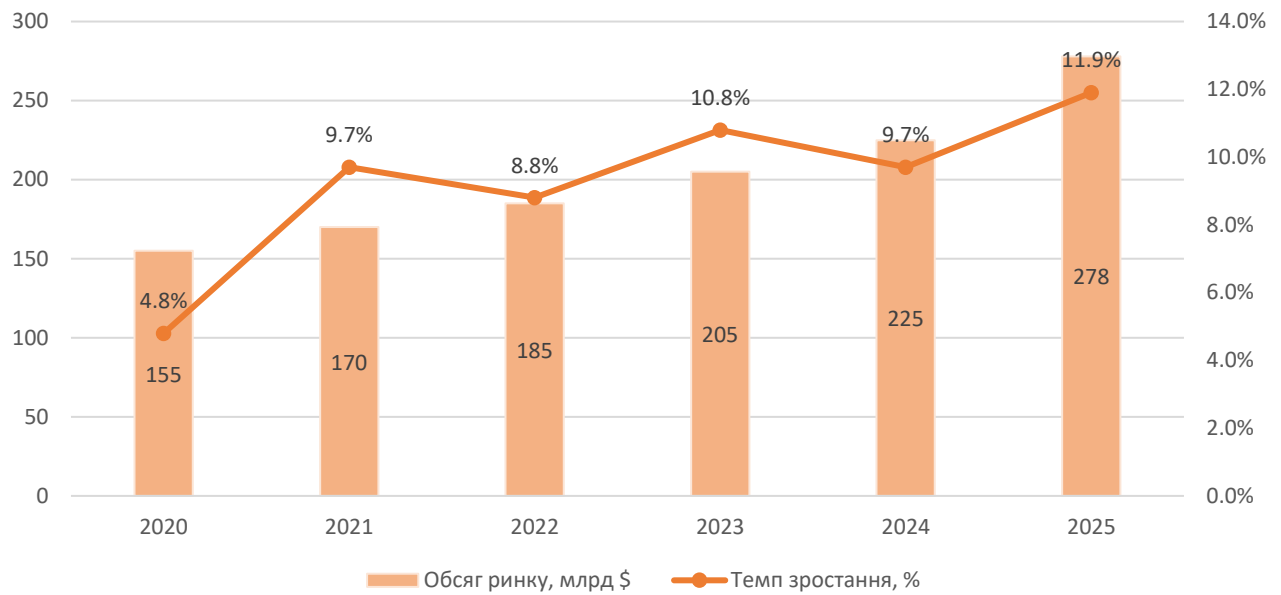


Рис. 3.1. Динаміка світового ринку агробіотехнологій

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 29; 35]

Як видно з даних рисунку, ринок агробіотехнологій демонструє стабільне зростання на рівні 8–11% щорічно, що значно перевищує середні темпи зростання світової економіки. Це підтверджує його стратегічну роль як одного з ключових секторів майбутнього. Біотехнології стають одним із ключових секторів нової економіки знань, забезпечуючи мультиплікативний ефект для суміжних галузей.

Отже, результати проведеного аналізу підтверджують, що біотехнології є одним із пріоритетних напрямів економічного розвитку розвинених країн світу. Їх значення виходить далеко за межі аграрного сектору, охоплюючи питання продовольчої безпеки, екології та глобальної стабільності.

Кожен із сучасних напрямів біотехнологій відіграє важливу роль у розвитку глобального аграрного сектору та формуванні світового ринку біотехнологічної продукції. Різні категорії біотехнологій мають власні функціональні особливості, сфери застосування та інноваційний потенціал, що дозволяє використовувати їх для вирішення широкого спектра економічних, продовольчих, екологічних і соціальних проблем. Для більш глибокого розуміння структури сучасного біотехнологічного ринку доцільно

розглядати кожен напрям крізь призму його впливу на розвиток рослинництва, підвищення продуктивності аграрного виробництва та забезпечення глобальної продовольчої безпеки [26].

На сучасному етапі саме аграрний сектор є одним із найбільших споживачів біотехнологічних інновацій у світі. Особливо активно біотехнології впроваджуються у сфері рослинництва, де їх застосування спрямоване на підвищення врожайності культур, адаптацію рослин до змін клімату, покращення якості продукції та зниження виробничих ризиків. Причиною стрімкого розвитку цього сегмента є зростання світового попиту на продовольство, обмеженість земельних ресурсів, деградація ґрунтів та необхідність екологізації сільського господарства.

Світовий ринок біотехнологій у рослинництві формується під впливом декількох ключових тенденцій. Однією з найбільш вагомих є активне використання генетично модифікованих культур і сучасних методів селекції. Біотехнологічні підходи дозволяють створювати сорти рослин із підвищеною стійкістю до шкідників, вірусів, посухи та температурних коливань, що особливо актуально в умовах глобальних кліматичних змін. Завдяки цьому аграрні виробники отримують можливість зменшувати втрати врожаю та підвищувати стабільність виробництва.

У 2020–2025 рр. світовий ринок ГМ-культур демонстрував стабільне зростання, що підтверджується розширенням площ їх вирощування та збільшенням інвестицій у геномне редагування. Найбільшими виробниками біотехнологічних культур залишаються США, Бразилія, Аргентина, Канада та Індія. Водночас у ЄС активізувалися дослідження CRISPR/Cas-технологій для створення кліматично стійких сортів пшениці та кукурудзи. В Україні дослідження у сфері молекулярної селекції проводяться установами Національна академія наук України та Національний університет біоресурсів і природокористування України, де розробляються адаптивні сорти зернових культур для умов посухи та температурних стресів.

Таблиця 3.13

Динаміка розвитку біотехнологічних культур у світі (2020–2025 рр.)

Рік	Площа ГМ-культур у світі, млн га	Кількість країн-виробників	Частка сої ГМ у світовому виробництві, %	Приклади технологій
2020	191	29	79	CRISPR-соє у США
2021	193	29	80	ГМ-кукурудза стійка до посухи
2022	202	30	81	Геномне редагування рису
2023	206	31	82	Кліматично адаптивна пшениця
2024	211	32	83	AI-селекція рослин
2025	218	33	84	Інтеграція CRISPR та Big Data

Джерело: складено автором на основі [27; 29; 35]

Важливим напрямом розвитку світового ринку біотехнологій є використання біологічних засобів захисту рослин і біодобрив. У сучасному рослинництві дедалі більше уваги приділяється скороченню застосування хімічних пестицидів і мінеральних добрив, які негативно впливають на екологічний стан ґрунтів і безпечність харчової продукції. У зв'язку з цим значного поширення набувають мікробіологічні препарати, біостимулятори росту, ферментні комплекси та технології біологічної фіксації азоту. Такі рішення забезпечують підвищення родючості ґрунтів і сприяють переходу до моделей сталого аграрного виробництва.

У країнах ЄС у межах стратегії «Farm to Fork» активно впроваджуються біопрепарати для скорочення використання пестицидів на 50% до 2030 року. Компанії Bayer AG, Syngenta та Corteva Agriscience інвестують у виробництво біофунгіцидів і мікробіологічних добрив [26]. В Україні біологічні препарати активно застосовуються у вирощуванні кукурудзи, соняшнику та пшениці, зокрема в агрохолдингах МХП та Kernel [36].

Таблиця 3.14

Світовий ринок біодобрих та біопрепаратів у рослинництві (2020–2025 рр.)

Рік	Обсяг світового ринку біодобрих, млрд дол.	Скорочення використання хімічних пестицидів у ЄС, %	Частка біопрепаратів у рослинництві, %	Приклади впровадження
2020	10,4	8	12	Біофунгіциди в Німеччині
2021	11,6	10	14	Азотфіксуючі бактерії в Бразилії
2022	13,1	13	16	Біостимулятори в Іспанії
2023	14,8	16	18	Біодобрива для кукурудзи
2024	16,5	18	20	Органічні інокулянти
2025	18,2	20	23	AI-контроль мікробіому ґрунту

Джерело: складено автором на основі [25; 27; 35]

Окреме місце у структурі світового біотехнологічного ринку займають технології переробки рослинної сировини та виробництва біопалива. Використання мікроорганізмів і ферментативних процесів дозволяє ефективно перетворювати рослинну біомасу на етанол, біогаз, органічні кислоти та інші види біопродукції. Це сприяє диверсифікації аграрного виробництва та формуванню нових сегментів біоекономіки.

Лідерами ринку біоetanолу залишаються США та Бразилія, де біопаливо виробляється переважно з кукурудзи та цукрової тростини. У країнах ЄС активно розвиваються технології біогазу на основі агровідходів. В Україні сектор біоенергетики розвивають компанії Астарт-Київ та МХП, які використовують аграрну біомасу для виробництва біогазу та електроенергії.

Таблиця 3.15

Розвиток ринку біопалива та біоекономіки (2020–2025 рр.)

Рік	Світове виробництво біоетанолу, млрд л	Частка біопалива в енергобалансі ЄС, %	Обсяг ринку біоекономіки, трлн дол.	Приклади
2020	111	6,8	4,1	Біоетанол США
2021	114	7,1	4,3	Біогаз Німеччини
2022	118	7,5	4,6	Біопереробка відходів
2023	123	8,0	4,9	Біополімери ЄС
2024	129	8,6	5,3	Біоенергетика України
2025	136	9,2	5,7	Біоекономічні кластери

Джерело: складено автором на основі [27; 29; 30; 35]

Суттєвою тенденцією сучасного етапу є інтеграція біотехнологій із цифровими технологіями та системами точного землеробства. Використання біоінформатики, геномного аналізу, штучного інтелекту та автоматизованих систем моніторингу створює передумови для переходу до інноваційної моделі управління рослинницьким виробництвом. Такі технології дозволяють прогнозувати врожайність, контролювати стан посівів та оптимізувати використання ресурсів.

У США, Канаді та країнах ЄС активно використовуються AI-платформи для аналізу стану посівів, супутникового моніторингу та управління внесенням добрив. Компанії John Deere, BASF та Climate Corporation інтегрують штучний інтелект у системи точного землеробства. В Україні цифрові агротехнології впроваджують Kernel, НІБУЛОН та Астарта-Київ, використовуючи GPS-моніторинг, агродрони та аналітику великих даних.

Таблиця 3.16

Інтеграція біотехнологій і цифрового землеробства (2020–2025 рр.)

Рік	Обсяг ринку AgriTech, млрд дол.	Частка господарств із точним землеробством, %	Використання AI у рослинництві, %	Приклади технологій
2020	13,5	18	6	GPS-моніторинг
2021	15,2	21	8	AI-аналіз ґрунтів
2022	17,9	24	11	Геномна аналітика
2023	20,8	28	15	Дрони для моніторингу
2024	24,6	33	19	Big Data у селекції
2025	29,4	38	24	AI-системи прогнозування

Джерело: складено автором на основі [25; 28; 34;35]

Біотехнології сьогодні розглядаються як одні з ключових напрямів трансформації глобальної економіки в умовах переходу до моделі сталого розвитку. Активне впровадження біотехнологічних інновацій потребує значних інвестицій у науково-дослідну та дослідно-конструкторську діяльність (НДДКР), оскільки саме рівень фінансування досліджень визначає конкурентоспроможність країн на світовому ринку біотехнологій.

Таблиця 3.17

Витрати на науково-дослідну діяльність у сфері біотехнологій у бізнес-секторі країн G7 у 2019–2025 рр., млрд дол. США (за ПКС)

Країна	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
США	48,7	52,4	58,9	64,3	69,8	75,6	81,4
Канада	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
Франція	4,6	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7	7,1
Німеччина	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8
Італія	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
Японія	6,3	6,7	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0
Велика Британія	3,8	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3

Джерело: складено автором на основі [24; 25; 29; 30]

Провідні держави світу систематично наращують витрати на розвиток біотехнологічного сектору, розглядаючи його як стратегічну основу майбутнього економічного зростання, продовольчої безпеки та екологічної стабільності.

Аналіз наведених даних свідчить про стійке зростання обсягів фінансування біотехнологічних досліджень у більшості розвинених країн світу. Найбільші інвестиції традиційно здійснюють США, які залишаються глобальним лідером у сфері біоекономіки та біотехнологічних інновацій. Упродовж 2019–2025 років обсяг американських витрат на НДДКР у біотехнологічному секторі зріс більш ніж у 1,6 раза. Така тенденція пояснюється високою концентрацією біотехнологічних корпорацій, активною державною підтримкою інновацій та масштабними інвестиціями у фармацевтичний, аграрний і біоенергетичний напрями.

Водночас країни Європейського Союзу також демонструють стабільне наращування фінансування біотехнологій. Франція та Німеччина послідовно збільшують інвестиції у розвиток агробіотехнологій, генетичних досліджень, екологічних технологій і виробництва біологічно активних речовин. Значну увагу приділяють розвитку тих напрямків, які орієнтовані на раціональне використання ресурсів, скорочення викидів CO₂ та формування екологічно безпечного виробництва.

Сучасна динаміка світового ринку біотехнологій у рослинництві формується під впливом глобальних викликів: зміни клімату, зростання чисельності населення, дефіциту продовольства та деградації природних ресурсів. У цих умовах біотехнології стають одним із ключових інструментів забезпечення стабільності аграрного виробництва та підвищення його ефективності.

Важливим фактором розвитку світового ринку є активна цифровізація біотехнологічного сектору. Використання штучного інтелекту, геномного аналізу, автоматизованих систем моніторингу та технологій точного землеробства сприяє підвищенню продуктивності аграрного виробництва та

оптимізації використання ресурсів. Це формує новий етап розвитку біоекономіки, у якому біотехнології поєднуються з цифровими інноваціями.

Таблиця 3.18

Основні тенденції розвитку світового ринку біотехнологій у рослинництві у 2019–2025 рр.

№	Напрямок розвитку	Характеристика тенденції	Вплив на світовий ринок
1	Розширення ринку ГМО-культур	Зростання площ вирощування генетично модифікованих рослин	Підвищення врожайності та скорочення втрат від шкідників
2	Біологізація рослинництва	Активне використання біодобрив і біозасобів захисту рослин	Зменшення використання агрохімікатів
3	Цифровізація аграрного сектору	Інтеграція біотехнологій із системами точного землеробства	Оптимізація виробничих процесів
4	Розвиток кліматично стійких культур	Створення сортів, адаптованих до посухи та температурних змін	Підвищення продовольчої безпеки
5	Розширення інвестицій у біоекономіку	Збільшення державного та приватного фінансування	Формування нових біотехнологічних ринків
6	Екологізація виробництва	Орієнтація на скорочення негативного впливу на довкілля	Зростання попиту на органічну продукцію

Джерело: складено автором на основі [24; 25; 29; 30]

Суттєвий вплив на розвиток біотехнологій має також державна політика. США, ЄС, Японія та Канада активно впроваджують довгострокові стратегії підтримки біоекономіки, які передбачають стимулювання наукових досліджень, підтримку стартапів, розвиток екологічно безпечних виробництв та залучення приватних інвестицій. Біоекономіка розглядається як основа майбутнього економічного зростання, створення нових робочих місць і забезпечення енергетичної та продовольчої безпеки.

Отже, сучасний світовий ринок біотехнологій у рослинництві характеризується високою інноваційною активністю, стійкою позитивною

динамікою та масштабним зростанням інвестицій у наукові дослідження. Провідні країни світу розглядають біотехнології як стратегічний ресурс формування конкурентоспроможної економіки та інструмент забезпечення сталого розвитку. Водночас ключовими тенденціями ринку залишаються екологізація аграрного виробництва, цифровізація біотехнологічних процесів, розвиток кліматично стійких культур.

Таким чином, подальший розвиток світового ринку біотехнологій у рослинництві буде визначатися масштабами інвестицій у НДДКР, швидкістю впровадження інновацій, ефективністю міжнародного співробітництва та здатністю держав інтегрувати біотехнології у власні стратегії економічного й екологічного розвитку

Динаміка світового ринку біотехнологій у рослинництві свідчить про його стабільне зростання. Провідні позиції у розвитку біотехнологічних інновацій займають США, Китай, країни Європейського Союзу, Бразилія та Індія. Саме ці держави активно інвестують у наукові дослідження, створення нових сортів культур, розвиток біотехнологічних компаній та вдосконалення систем аграрного виробництва. Одночасно зростає роль міжнародного співробітництва у сфері біотехнологій, що сприяє поширенню сучасних технологій на глобальному рівні.

Важливою особливістю сучасного ринку є його орієнтація на екологічну безпеку та принципи сталого розвитку. Біотехнології розглядаються не лише як інструмент підвищення економічної ефективності аграрного виробництва, а і як засіб збереження природних ресурсів, відновлення екосистем та мінімізації негативного впливу сільського господарства на довкілля. Застосування біотехнологічних рішень дозволяє скоротити обсяги використання агрохімікатів, знизити рівень забруднення ґрунтів і водних ресурсів та підвищити екологічність аграрної продукції.

Таким чином, сучасний світовий ринок біотехнологій у рослинництві характеризується високою динамічністю, інноваційною спрямованістю та значним потенціалом подальшого розвитку. Формування цього ринку

відбувається під впливом глобальних викликів – зростання населення світу, зміни клімату, продовольчої нестабільності та необхідності переходу до екологічно орієнтованої моделі економіки. Біотехнології стають стратегічним інструментом модернізації аграрного сектору, забезпечення продовольчої безпеки та формування нової системи, заснованої на знаннях, інноваціях і принципах сталого розвитку.

Разом із тим подальший розвиток біотехнологій у рослинництві потребує належного нормативно-правового регулювання, дотримання етичних принципів використання генетичних технологій та забезпечення рівного доступу до інновацій для країн із різним рівнем економічного розвитку. Особливого значення набуває підтримка міжнародних наукових досліджень, розвиток екологічної відповідальності та стимулювання впровадження біотехнологічних інновацій у глобальну аграрну практику.

ВИСНОВКИ

1. Біотехнології рослинництва в Україні перебувають на етапі переходу від фундаментальних досліджень до прикладних рішень, однак розвиток галузі стримується недостатнім фінансуванням та низьким рівнем комерціалізації, що частково компенсується зростанням міжнародної співпраці.

2. Встановлено, що технології мікроклонального розмноження та соматичної ембріогенезії підвищують продуктивність елітного посадкового матеріалу на 20–30%, а клітинна селекція на стійкість до абіотичних стресів формує адаптивний потенціал аграрного виробництва в умовах кліматичних змін.

3. Перехід до CRISPR/Cas-систем скорочує цикл створення нових сортів у 2–3 рази, проте в Україні цей напрям розвивається переважно на рівні наукових досліджень через регуляторні обмеження щодо комерційного використання ГМО.

4. Обґрунтовано, що впровадження молекулярних маркерів і ПЛР-діагностики фітопатогенів дозволяє знизити втрати врожаю на 15–20 % та суттєво прискорити селекційний процес без тривалих польових випробувань.

5. Застосування біопрепаратів скорочує використання хімічних засобів захисту рослин на 20–30% і підвищує врожайність зернових в Україні на 10–15%, формуючи екологічно безпечну модель агровиробництва.

6. Доведено, що світовий ринок біотехнологій охоплює сім взаємопов'язаних категорій, які у сукупності формують цілісну систему глобальної біоекономіки з чіткою тенденцією до зростання ролі екологічно безпечних та ресурсозберігаючих технологій.

7. Проаналізовано, що у 2020–2025 рр. світовий ринок агробіотехнологій перейшов від кількісного зростання до якісної трансформації, що характеризується розвитком геномного редагування та інтеграцією з цифровими аграрними системами.

9. Доведено диверсифікацію структури посівів біотехнологічних культур: частка кукурудзи зростає з 30% до 33% на фоні поступового скорочення частки сої, що відображає зростання світового попиту на кормову продукцію.

10. Встановлено мультиплікативний характер економічного ефекту від впровадження біотехнологій: додатковий дохід фермерів зростає із 18 до 29 млрд дол., приріст врожайності - з 15% до 24%, а скорочення викидів CO₂ досягло 36 млн т у 2025 р.

11. США залишаються абсолютним лідером із часткою 34% глобального ринку, однак частка Північної Америки поступово скорочується на користь Латинської Америки та Азійсько-Тихоокеанського регіону.

14. Встановлено, що ринок біотехнологій в рослинництві зріс із 13,5 до 29,4 млрд дол., а інтеграція біотехнологій зі штучним інтелектом і супутниковим моніторингом формує нову модель управління рослинницьким виробництвом.

15. Проведений комплексний аналіз світового ринку біотехнологій у рослинництві підтвердив, що у період 2020–2025 рр. галузь остаточно закріпилась як стратегічний пріоритет глобальної економіки, демонструючи стабільне розширення площ біотехнологічних культур, зростання інвестицій у НДДКР та активну диверсифікацію технологічних напрямів від геномного редагування і біопрепаратів до цифрового землеробства і біоенергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Башлай С. В., Коваленко В. М. Проектування біотехнологічних процесів в аграрній сфері України. *World scientific and technical trends*. 2024. Вип. 12. С. 41-44. DOI: <https://doi.org/30890/2709-1783.2024-36-00-030>.
2. Бугайчук В.В., Грабчук І.Ф. Біоекономіка та її роль у розвитку сучасного суспільства. *Економіка АПК. Проблеми економічної теорії*. 2018. №5. URL: https://eapk.com.ua/web/uploads/pdf/eapk_2018_05_p_5_122-110-116.pdf
3. Вакулич А. М. Перспективи розвитку інноваційних біотехнологій. *Theoretical and Practical Aspects of Economics and Intellectual Property*. Вип. 1(10). Т. 1. С. 114-119. URL: https://journals.uran.ua/tpa_pstu/article/view/35489/31676.
4. Галузі сучасної біотехнології: підручник / Дігтяр С. В., Єлізаров М. О., та ін. Кременчук: ПП Щербатих О.В.. Кременчук, 2021. 184 с. <https://ru.scribd.com/document/593051866/%D0%93%D0%A1%D0%91-21-1>
5. Голей Ю.М., Стасюк Ю.М., Крупський О.П. Дослідження світових тенденцій розвитку біотехнологій. *Інноваційна економіка*. 2022. №1. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2022.1.2>
6. Давиденко О.О. Перспективи розвитку інноваційних біотехнологій. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5147/1/studentresearchjournal17_10_12.pdf
7. Жиліна В. О. Сучасні біотехнології та правове регулювання їх використання в умовах глобалізації. *Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. Правознавство*. 2019. Т. 24. Вип. 2 (35). С. 136-144. DOI: [https://doi.org/10.18524/2304-1587.2019.2\(35\).186666](https://doi.org/10.18524/2304-1587.2019.2(35).186666).
8. Кваша Т. К., Паладченко О.Ф. Розвиток біотехнології як пріоритетного напрямку української економіки. *Науково-технічна інформація*. 2010. № 3. С. 14-17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2010_3_6.

9. Коваленко Є., Волкова Н. Сучасні напрямки біотехнології. *Біологія та біотехнології*. 2025. №19. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/1724>
10. Крамаренко І. С., Бойко Є. О., Іщенко О. А., Бойко О. С., Хігазі Ю. В. Біотехнології як стратегічний напрям інноваційного розвитку економіки. *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права*. 08.04.2025. DOI: <https://doi.org/10.36887/2524-0455-2025-2-28>
11. Літвак О. А. Біоекономічний підхід у розвитку аграрного сектора економіки: теоретикометодичні та практичні аспекти. Миколаїв : МНАУ, 2015. 88 с.
12. Мартусенко І.В. Біоекономічні засади формування пріоритеті економічного зростання в Україні. *Економіка і суспільство*. 2017. №13. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/41.pdf
13. Моргун В.В., Дубровна О.В., Моргун Б.В. Сучасні біотехнології отримання стійких до стресів рослин пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 3. URL: <https://www.frg.org.ua/articles/48030196a.pdf>
14. Олешко А. А., Ольшанська О. В., Будякова О. Ю., Бебко С. В. Напрями розвитку біоекономіки в перспективі післявоєнного відновлення України. *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*. 2022. № 28. С. 19-28. DOI: <http://doi.org/10.33813/2224-1213.28.2022.2>.
15. Олешко А. А., Ольшанська О. В., Будякова О. Ю., Бебко С. В. Розвиток стійкої біоекономіки: досвід Європейського Союзу та можливості для України. *Агросвіт*. 2022. № 3. С. 64–69. DOI: <http://doi.org/10.32702/2306-6792.2022.3.64>
16. Петричук С. І. Концептуальні основи інтеграції принципів біоекономіки в управлінську практику підприємств: теоретико-методологічний дискурс. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. Вип. 2 (98). С. 9-14. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2024.2>

17. Проблеми та досягнення сучасної біотехнології : матеріали І міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Харків, 25 берез. 2021 р. Харків : НФаУ, 2021. 364 с. URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/25697>
18. Талавирия М., Газуда Л., Газуда М. Перспективи розвитку біоекономіки замкнутого циклу в Україні. *Геополітика України: історія і сучасність*. 2021. № 2(27). С. 128-138. DOI: [https://doi.org/10.24144/2078-1431.2021.2\(27\).128-138](https://doi.org/10.24144/2078-1431.2021.2(27).128-138)
19. Ткаленко, С. І. Біоекономіка як пріоритетний напрям сталого розвитку. *Вчені записки Університету «КРОК»* 2018. №49. С.48–54. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2018-49-48-54>
20. Федина С., Ковальов Б., Ігнатченко В. Біоекономіка: сутність поняття, стратегії, стан та перспективи розвитку підприємницьких форм в Україні. *Mechanism of an Economic Regulation*. 2019. №3(85). С. 16-27. DOI: <https://doi.org/10.32782/10.21272/mer.2019.85.02>
21. Цуман Н.В. Теоретичні основи біотехнологій в рослинництві. URL: <http://repozitory.zhatk.zt.ua/bitstream/123456789/746/1/%D0%A2%D0%95%D0%9E%D0%A0%D0%95%D0%A2%D0%98%D0%A7%D0%9D%D0%86%20%D0%9E%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%98%20%D0%91%D0%86%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%99.pdf>
22. Чіков І.А., Тітов Д.В. Екологічна збалансованість та інновації: роль біотехнологій у сучасних реаліях. *Агросвіт*. 2023. №14. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.14.37>
23. Швиданенко О., Черницька Т., Пономаренко О. Сучасна диспозиція України на глобальному ринку технологій. *Економіка та суспільство*. 2024. №66. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-57>.
24. Agricultural productivity and innovation. URL: <https://www.oecd.org/en/topics/agricultural-productivity-and-innovation.html>
25. Biotechnology Market Size to Surpass US\$ 1,683.52 Bn by 2030. *Precedence Research*. 2022. URL: <https://www.globenewswire.com/news->

[release/2022/01/18/2368681/0/en/Biotechnology-Market-Size-to-Surpass-US-1-683-52-Bn-by-2030.html](https://www.researchandmarkets.com/2022/01/18/2368681/0/en/Biotechnology-Market-Size-to-Surpass-US-1-683-52-Bn-by-2030.html).

26. EU Commission Food Safety campaign 2026. URL: https://food.ec.europa.eu/food-safety_en

27. Food and agriculture data. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

28. Global economic indicators – statistics & facts. URL: <https://www.statista.com/topics/5442/global-economic-indicators/>

29. Infinium Global Research. Biotechnology Market: Global Industry Analysis, Trends, Market Size, and Forecasts up to 2027. URL: <http://surl.li/cdbdn>

30. International Energy Agency Bioenergy. URL: <https://www.iea.org/analysis?type=report>

31. ISAAA Briefs, FAO Statistical Reports. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/>

32. James C. BRIEF 34: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2005. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/34/download/isaaa-brief-34-2005.pdf>

33. James C. Brief 51: 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/51/>

34. Nasdaq. The Nasdaq Biotechnology Index: A True Benchmark for Technology-Driven Healthcare Innovation. URL: <https://www.nasdaq.com/articles/the-nasdaq-biotechnology-index%3A-a-true-benchmarkfor-technology-driven-healthcare>

35. Statista. Value of the NASDAQ Biotechnology Index. URL: <https://www.statista.com/statistics/189752/nasdaq-biotech-index-closing-year-end-values-since-2000/>

36. WINWIN | BioTech: Біотехнології для сталого розвитку та економічного зростання. Прес-офіс Міністерства цифрової трансформації України. 20 лют.

2025. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/technologies/winwin-biotech-biotekhnologii-dlya-stalogo-rozvitku-ta-ekonomichnogo-zrostannya>

ДОДАТКИ

Додаток А

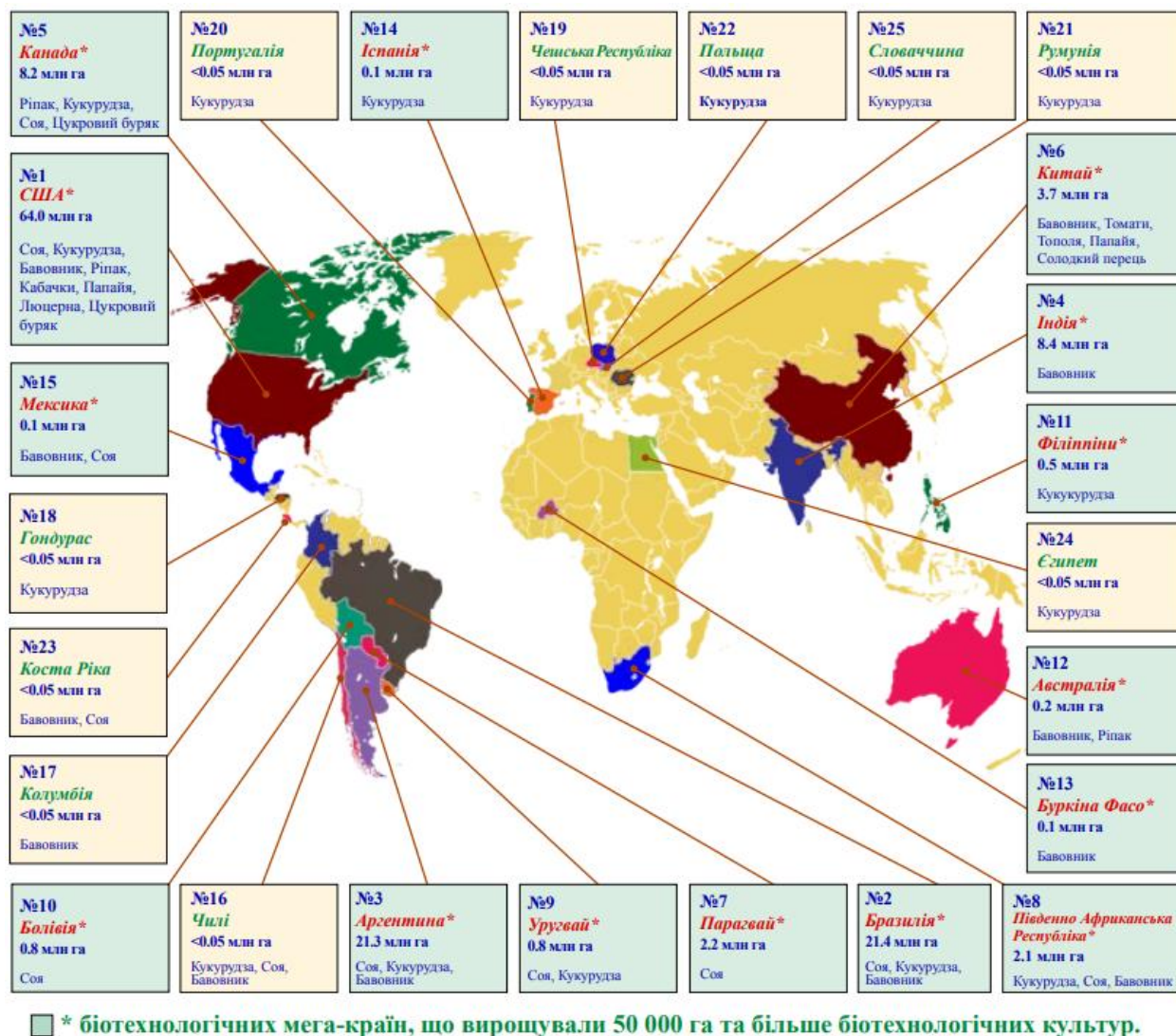


Рис. А.1. Країни, які вирощували біотехнологічні культури, 2025

Джерело: [26]

Додаток Б

Площа під біотехнологічними культурами у світі в 2025 році (млн га)

Місце	Країна	Площа (млн га)	Біотехнологічні культури
1*	США*	64.0	Соя, кукурудза, бавовник, ріпак, кабачки, папайя, люцерна, цукровий буряк
2*	Бразилія*	21.4	Соя, кукурудза, бавовник
3*	Аргентина*	21.3	Соя, кукурудза, бавовник
4*	Індія*	8.4	Бавовник
5*	Канада*	8.2	Ріпак, кукурудза, соя, цукровий буряк
6*	Китай*	3.7	Бавовник, томати, тополя, папайя, солодкий перець
7*	Парагвай*	2.2	Соя
8*	Південно Африканська Республіка*	2.1	Кукурудза, соя, бавовник
9*	Уругвай*	0.8	Соя, кукурудза
10*	Болівія*	0.8	Соя
11*	Філіппіни*	0.5	Кукурудза
12*	Австралія*	0.2	Бавовник, ріпак,
13*	Буркіна Фасо*	0.1	Бавовник
14*	Іспанія*	0.1	Кукурудза
15*	Мексика*	0.1	Бавовник, соя
16	Чилі	<0.1	Кукурудза, соя, ріпак
17	Колумбія	<0.1	Бавовник
18	Гондурас	<0.1	Кукурудза
19	Чеська Республіка	<0.1	Кукурудза
20	Португалія	<0.1	Кукурудза
21	Румунія	<0.1	Кукурудза
22	Польща	<0.1	Кукурудза
23	Коста Ріка	<0.1	Бавовник, соя
24	Єгипет	<0.1	Кукурудза
25	Словаччина	<0.1	Кукурудза

* 15 біотехнологічних мега-країн, що вирощували 50 000 га та більше біотехнологічних культур

Джерело: [26]

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

З МАТЕРІАЛАМИ VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

15 ТРАВНЯ 2026 РІК

М. ЧЕРНІВЦІ, УКРАЇНА

**«ІННОВАЦІЙНА НАУКА: ПОШУК ВІДПОВІДЕЙ
НА ВИКЛИКИ СУЧАСНОСТІ»**

**СЕКЦІЯ XI.
БІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ**

СТРУКТУРА ТА ДИНАМІКА СВІТОВОГО РИНКУ БІОТЕХНОЛОГІЇ У РОСЛИННИЦТВІ
Малярєнко А. О., Ткаченко Т. А.307

СЕКЦІЯ XI. БІОЛОГІЯ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ

СТРУКТУРА ТА ДИНАМІКА СВІТОВОГО РИНКУ БІОТЕХНОЛОГІЇ У РОСЛИННИЦТВІ

Маляренко Андрій Олександрович

Студент факультету захисту рослин, біотехнологій та екології
Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна

Ткаченко Тетяна Анатоліївна

канд. біол. наук, доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики
Національний університет біоресурсів і природокористування, Україна

Протягом останніх п'яти років впровадження біотехнологій у агрономічну галузь перейшло від кількісного нарощування показників виробленої продукції, як у 1990-х роках, до високотехнологічних рішень, що мають на меті створення культур із покращеними характеристиками: підвищеною промисловою та харчовою цінністю; високою стресостійкістю; мінімальним рівнем негативного впливу на екосистеми. За такої динаміки спостерігається постійне підвищення практично усіх показників ринку агробіотехнологій – від продуктивності до рентабельності.

Метою роботи було проаналізувати структуру ринку біотехнологій у 2020-2025 роках та встановити основні тенденції його розвитку.

Проведений аналіз показав, що вже зараз спостерігається мультиплікативний характер впровадження біотехнологій. Згідно даних Precedence Research [1, 4] з 2020 по 2025 рік додатковий дохід фермерів зріс з 18 до 29 млрд \$ з постійною тенденцією на підвищення, витрати на пестициди зменшились з 10 до 15 %, врожайність мала приріст з 15 до 24 %, викиди CO₂ скоротились на 11 % (з 25 до 36 %). Лідерами у впровадженні біотехнологій на глобальному ринку є США (частка становить 34 %), Бразилія (26 %), Аргентина (11 %), Канада (6 %) та Індія (6 %).

За регіональною структурою ринку можна визначити, що концентрація інновацій присутня у розвинених країнах, натомість

найдинамічніше зростання помітне у країнах Азії, і зміщення до них центрів біотехнологічного розвитку. І хоча Північна Америка зберігає лідерство, її частка на ринку поступово зменшується зі швидким розвитком ринків Латинської Америки та Азії [2, 4]. Згідно даних ISAAA, Північна Америка зменшила свою частку ринку з 38 % до 35 %, натомість Латинська Америка збільшила від 28 % до 31 %, а Азія з 18 % до 21 % [3,4].

При тому що ринок агробіотехнологій охоплює практично усі регіони світу, країни, що розвиваються, демонструють найвищі показники збільшення площ і масштабів упровадження. Згідно даних ISAAA, загальна площа біотехнологічних культур зросла від 190 млн га у 2020 до 214 млн га у 2025, з темпом +1,9 % - +3,7 % щорічно. Нині частка цих культур у світовому землеробстві складає 14,3 % [3].

Таким чином, основними напрямками розвитку світового ринку біотехнологій на сьогодні є: розширення ринку ГМО-культур та збільшення площ їх вирощування; активне використання біозасобів захисту рослин і біодобрив; цифровізація аграрного сектору для оптимізації процесів; створення і розвиток кліматично стійких культур; збільшення інвестицій у біоекономіку, а також загальна екологізація виробництва.

Список використаних джерел:

1. Biotechnology Market Size to Surpass US\$ 1,683.52 Bn by 2030. Precedence Research. 2022. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/01/18/2368681/0/en/Biotechnology-Market-Size-to-Surpass-US-1-683-52-Bn-by-2030.html>
2. Infinium Global Research. Biotechnology Market: Global Industry Analysis, Trends, Market Size, and Forecasts up to 2027. URL: <http://surl.li/cdbdn>
3. ISAAA Briefs, FAO Statistical Reports. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/>
4. Statista. Value of the NASDAQ Biotechnology Index. URL: <https://www.statista.com/statistics/189752/nasdaq-biotech-index-closing-year-end-values-since-2000/>