

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

**ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗОВОЇ СИТУАЦІЇ
«ГМ-ПРОДУКТИ – РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ»
МЕТОДОМ КЕЙСІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять та самостійних робіт**

**із дисциплін
«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ»,
«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ», «ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ»,
«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА ЕРГОНОМІКА»**

Харків 2025

Методичні вказівки до практичних занять розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього середовища 24 квітня 2025 р., протокол № 8.

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти всіх форм здобуття першого (бакалаврського) рівня.

Укладачі:

старш. викл. Є. С. Григор'єва,

доценти Б. К. Гармаш,

Л. А. Катковнікова

Рецензент

проф. А. А. Пługін

ЗМІСТ

1 ВВЕДЕННЯ ДО ЕКОЛОГІЇ.....	5
2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПИСЬМОВОГО ЗВІТУ	
3 РОЗВ'ЯЗАННЯ СИТУАТИВНОГО ПРИКЛАДУ	8
2.1 Метод ситуативних вправ.....	8
2.1.1 Вихідні дані для складання кейсу.....	9
2.1.2 Що таке кейс (ситуативний приклад) і як його написати.....	9
2.1.3 Види кейсів за форматом.....	9
2.1.4 Складання письмового звіту про розв'язання кейсу.....	10
3 УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ:	
НЕБЕЗПЕКИ В ХАРЧОВОМУ ЛАНЦЮЖКУ ЛЮДИНИ.....	11
3.1 Законодавство України з проблеми генетично модифікованих об'єктів.....	13
4 ЕКОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКОМБІНАНТНОЇ ДНК.....	18
4.1 Продукти, одержані з ГМ-культур.....	19
4.1.1 Виробництво ГМ-папаї.....	19
4.1.2 Впровадження ГМ-картоплі та ГМ-кабачків.....	20
4.1.3 Рослинна олія з вихідних ГМ-культур.....	20
4.1.4 Про виготовлення ГМ-цукру.....	22
4.2 Кількісне визначення ГМ-організмів у харчових продуктах.....	23
4.3 Вживання ГМ-продуктів: переваги та недоліки.....	25
4.4 Тести безпеки комерційних ГМ-культур.....	27
4.4.1 ГМ-помідори.....	27
4.4.2 ГМ-кукурудза.....	27
4.4.3 ГМ-соя – тести безпеки.....	28
4.4.4 ГМ-картопля.....	29
4.4.5 ГМ-рис.....	29

4.4.6 ГМ-бавовна.....	30
4.4.7 ГМ-горох.....	30
4.5 Дослідження алергенності ГМ-продуктів.....	31
5 СИТУАТИВНИЙ ПРИКЛАД:	
ГМ-ПРОДУКТИ – РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ.....	33
5.1 Ризики «втручання в матір-природу».....	33
5.1.1 Небезпека виникнення супербур'янів.....	34
5.1.2 Ризики для здоров'я, пов'язані з вживанням ГМ-продуктів.....	35
5.1.3 Ризики надходження «чужих білків» до харчового ланцюжка людини.....	37
5.2 Громадські побоювання.....	38
5.2.1 Дослідження щодо відношення споживачів до ГМ-продуктів...	40
5.3 Розповсюдження ГМ-продуктів з метою отримання надприбутків...	41
5.4 Застосування технології відстеження ГМ-організмів у ланцюжку виробництва продуктів харчування.....	43
5.4.1 Питання, пов'язані з виявленням і відстеженням ГМ-організмів.....	43
5.4.2 Проблеми у сфері торгівлі та регулювання щодо маркування та відстеження ГМ-організмів.....	44
5.4.3 Маркування, розміщення на ринку, моніторинг, перевезення, зберігання, утилізація ГМ-організмів та ГМ-продукції в Україні.....	45
5.5 Дослідження впливу ГМ-продуктів на людей-добровольцях.....	47
5.6 Майбутні розробки – подальші дослідження.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	50
ДОДАТОК А.....	57
ДОДАТОК Б.....	63

1 ВВЕДЕННЯ ДО ЕКОЛОГІЇ

Екологія є фундаментальною наукою, що визначає основні принципи взаємодії людини та природи. Вона охоплює широкий спектр питань – від діагностики стану екосистем до розроблення інноваційних екотехнологій. Вивчення екології та впровадження екологічно безпечних технологій є важливими кроками на шляху до сталого розвитку людства та збереження природи для майбутніх поколінь [1].

Вивчення сутності законів функціонування всіх без виключення рівнів екологічних систем в умовах діяльності людини, а також створення стратегій взаємодії людства в цілому з навколишнім середовищем є основною метою опанування екології. Дослідження екологічних закономірностей допомагає не лише краще зрозуміти природні процеси, але й забезпечити сталий розвиток суспільства без завдання шкоди навколишньому середовищу.

Відповідно до означеної мети доцільно визначити певні завдання екології, які спрямовані на вирішення актуальних екологічних проблем та забезпечення гармонійної взаємодії людини з природою:

- ✓ діагностика екологічного стану планети та її ресурсів, включаючи оцінку рівня забруднення, змін клімату та стану біорізноманіття;
- ✓ визначення порогів витривалості екосистем від антропогенного навантаження, що дає змогу встановити безпечні межі людського впливу;
- ✓ виокремлення критеріїв, які створюють умови для оптимального функціонування екологічних систем та їхнього відновлення;
- ✓ вивчення шляхів зворотності й методів відновлення наслідків антропогенного впливу на екосистеми;
- ✓ розроблення прогнозів щодо майбутніх змін у навколишньому середовищі за різними сценаріями політичного, економічного та соціального розвитку людства;

✓ формування екологічної ідеології, спрямованої на екологізацію освіти, промисловості, економіки та повсякденного життя суспільства.

Для вирішення зазначених завдань екологія поділяється на різні напрями, що вивчають різні аспекти взаємодії живих організмів із навколишнім середовищем.

Загальна екологія – це наука, що досліджує фундаментальні закони формування, еволюції та функціонування екологічних систем. Вона базується на аналізі продуктивності біосфери, кругообігу речовин і стійкості екосистем.

Біоекологія – вивчає вплив середовища на живі організми та їхні адаптаційні механізми. Вона поділяється на кілька напрямів:

аутекологія – досліджує взаємозв'язки окремих видів організмів із середовищем;

популяційна екологія – аналізує структуру та динаміку популяцій живих організмів;

синєкологія – вивчає взаємодію між видами в екосистемах.

Геоєкологія – досліджує взаємодію біосфери із земною поверхнею, поділяється:

- на екологію середовищ (екологія суходолу, водних екосистем);
- екологію природно-кліматичних зон (вивчення тундр, степів).

Прикладна екологія – охоплює дисципліни, що безпосередньо пов'язані з практичною діяльністю людини:

інженерна екологія – розроблення технологій і технічних рішень, що сприяють зменшенню негативного впливу на довкілля;

сільськогосподарська екологія – досліджує вплив агротехнічних методів на навколишнє середовище;

біоресурсна екологія – займається збереженням і раціональним використанням природних ресурсів;

урбоекологія – аналізує екологічні проблеми міст і промислових центрів.

Екологія людини – вивчає вплив навколишнього середовища на здоров'я та життєдіяльність людей.

Для забезпечення стійкого розвитку та збереження природи необхідні комплексні заходи з охорони довкілля. Вони поділяються:

- на охорону природи – контроль використання природних ресурсів та запобігання порушенням природних процесів;
- охорону навколишнього середовища – заходи, спрямовані на запобігання забрудненню повітря, води, ґрунтів і підтримку екологічної безпеки.

Поставлена мета обумовлює виникнення такого наукового спрямування як екологізація.

Під **екологізацією** розуміють поступовий процес проникнення ідей екології у різні галузі науки і техніки. У широкому трактуванні екологізація є науково обґрунтованою людською діяльністю, за допомогою якої здійснюється розумне наукове управління взаємодією між суспільством, технікою, виробництвом і природою.

Екологізація освіти стає можливою завдяки екологізації всіх сфер людської діяльності, в тому числі і виробництва, що функціонує завдяки повторному використанню сировинних ресурсів. Унаслідок грамотної екологізації створюються умови для виникнення екологічної свідомості, а згодом і нової екологічної культури, на формування яких і спрямована національна освіта.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПИСЬМОВОГО ЗВІТУ З РОЗВ'ЯЗАННЯ СИТУАТИВНОГО ПРИКЛАДУ

Розв'язання запропонованого у методичних вказівках ситуативного прикладу на основі методу кейсів сформує у здобувачів дбайливе ставлення до природи, підвищить екологічну грамотність, допоможе створювати та впроваджувати екологічні проєкти для збереження навколишнього середовища. До того ж, позитивний досвід розв'язання екологічних ситуативних прикладів забезпечить майбутніх спеціалістів основами екологічних знань, виробить у них екологічну культуру, сприятиме дбайливому відношенню до використання природних ресурсів планети.

Під час опанування матеріалу теоретичної та практичної частини методичних вказівок здобувач висвітлює для себе і оточуючих причини виникнення глобальної екологічної кризи на нашій планеті, яка загрожує подальшому існуванню людства на Землі. Розв'язання екологічних ситуативних прикладів дасть змогу полегшити процес віднайдення шляхів виходу з цієї кризи.

2.1 Метод ситуативних вправ

Основні етапи застосування методу ситуативних вправ (прикладів чи кейсів) складаються з таких пунктів: процесу дослідження запропонованої теми для розв'язання, її аналізу, обговорення, пошуку оптимального рішення. Для прикладів обрано найбільш розповсюджені екологічні проблеми. У такий спосіб здобувачі навчаються управлінню екологічними ризиками.

2.1.1 Вихідні дані для складання кейсу

В якості вихідного матеріалу для складання кейсу використовується опис реальних проблемних екоситуацій, а в якості інструменту для вирішення проблеми здобувачам запропоновано підходи та методи, що вивчались на лекційних заняттях. Формою рішення кейсів є: публічне обговорення (дебати, дискусії), письмовий звіт (есе).

2.1.2 Що таке кейс (ситуативний приклад) і як його написати

Кейс – це стислий огляд того, як саме вирішується завдання замовника (клієнта, цільової аудиторії тощо). Наприклад, клієнтові потрібні послуги з *перевірки контрагентів*. *Перевірка контрагента* – це відомий термін, що означає збирання та подальший аналіз інформації про будь-яку юридичну (фізичну) особу, яка займається підприємницькою діяльністю. Перевірка контрагента дає змогу за пунктами зробити правильні висновки щодо перспектив співпраці. Добротний результат складання кейсу матиме прояв у подальшому взаємовигідному укладанні договору.

2.1.3 Види кейсів за форматом

За форматом застосування існують три види кейсів:

- executive-кейси, загальний обсяг яких – до 2 сторінок, вони використовуються для підсилення теоретичного матеріалу, а також для перевірки спеціалізованих навичок;
- тематичні кейси, загальним обсягом до 3–5 сторінок, на сьогодні частіше за інші використовуються під час здобуття освіти, вирішення безпекових питань в установах та організаціях;

- повноформатні (гарвардські) кейси, об'єм яких може сягати 20–25 сторінок і більше, найчастіше застосовуються у сфері надання юридичних, правових, економічних послуг та в якості супроводжувального матеріалу в сучасному діловодстві.

2.1.4 Складання письмового звіту про розв'язання кейсу

За форматом використання під час вивчення екологічних проблем обираємо тематичний кейс.

Письмовий звіт з розв'язання екологічної проблемної ситуації має у собі містити:

- дослідження запропонованої ситуації (кейсу);
- збір та аналіз недостатньої інформації (використовуються матеріали з п. 4 теоретичної частини цих методичних вказівок, обов'язково – матеріали самостійного пошуку інформації на задану тему);
- обговорення можливих варіантів вирішення проблеми (відбувається на занятті під керівництвом викладача);
- пошук найкращого рішення.

3 УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ: НЕБЕЗПЕКИ В ХАРЧОВОМУ ЛАНЦЮЖКУ ЛЮДИНИ

Біологічна безпека – стан, при якому дія біологічних об'єктів або їхніх компонентів, отриманих з них речовин не викликають генетичних, біохімічних змін в організмі [2].

Біологічна безпека пов'язана із загальним і соціально-екологічним станом довкілля.

Традиційним проявом біологічної небезпеки є масові захворювання, епідемії, пандемії серед людей та епізоотії серед тварин [3]. Останнім часом, через стан довкілля хворіють не тільки люди, тварини, але і рослини.

Розроблення методів захисту від біологічної небезпеки стало особливо актуальним тепер, коли з'явилися методи синтезу генів, що не існують в природі – штучних, методи рекомбінації природних генів – **генна інженерія**.

Через надмірну хімізацію навколишнього середовища, збільшення інтенсивності жорсткого ультрафіолетового випромінювання відбуваються спонтанні мутації і передусім в мікроорганізмах. Унаслідок виникають **вірулентні** (лат. – здатні викликати хворобу) мікроорганізми, здатні викликати нові хвороби, небезпечні передусім для людей. Типовим прикладом є віруси СНІДу, пташиного грипу.

Генетична модифікація – це особливий набір генних технологій, що змінює генетичний апарат таких живих організмів, як тварини, рослини чи мікроорганізми. Об'єднання генів різних організмів відоме як технологія рекомбінантної ДНК, а отриманий унаслідок організм називається генетично модифікованим (ГМ), генно-інженерним або трансгенним. Основними трансгенними культурами, що вирощуються в комерційних цілях у польових умовах, є стійкі до гербіцидів та інсектицидів соєві боби,

кукурудза, бавовна та ріпак. Інші культури, що вирощуються в комерційних цілях та тестуються в польових умовах:

- ✓ солодка картопля, стійка до вірусу, який може знищити більшу частину врожаю в Африці;
- ✓ рис із підвищеним вмістом заліза та вітамінів, який може полегшити наслідки хронічного недоїдання в азійських країнах;
- ✓ різні рослини, здатні вижити в екстремальних погодних умовах.

Так само існують вже банани, які виробляють вакцини для людини проти інфекційних захворювань, таких як гепатит В; риба, яка дозріває швидше; фруктові та горіхові дерева, які дають урожай на кілька років раніше, та рослини, які виробляють нові пластмаси з унікальними властивостями [4].

Технології генетичної модифікації продуктів харчування відкривають величезні перспективи на вирішення деяких проблем, що стоять перед 21 століттям. Як і всі нові технології, вони також мають деякі ризики, як відомі, так і невідомі. Суперечки та суспільна стурбованість навколо ГМ-продуктів та культур найчастіше зосереджені на безпеці людини та навколишнього середовища, маркуванні та споживчому виборі, правах інтелектуальної власності, етиці, продовольчій безпеці, скороченні бідності та збереженні навколишнього середовища.

Якими є ризики «втручання в матір-природу» при використанні цієї нової технології маніпуляцій з генами?

Які наслідки цього впливу на навколишнє середовище?

Які проблеми зі здоров'ям, про які потрібно знати споживачам?

І чи справді рекомбінантна технологія корисна?

В методичних вказівках також розглянуті деякі серйозні проблеми, пов'язані з безпекою, біологічними та екологічними ризиками та небезпеками для здоров'я людства, пов'язаними з ГМ-продуктами та рекомбінантними технологіями.

3.1 Законодавство України з проблеми генетично модифікованих об'єктів

В Україні тривалий час було відсутнє окреме законодавство з проблеми генетично модифікованих об'єктів (ГМ-об'єктів), хоча воно є для нашої країни надзвичайно актуальним. Верховна Рада ухвалила Закон про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за обігом генетично модифікованих організмів (ГМ-організмів) і генетично модифікованої продукції (ГМ-продукції) [5].

Законодавство України щодо ГМ-організмів зазнало суттєвих змін у 2023 році. 23 серпня 2023 року Верховна Рада України ухвалила Закон № 3339-IX «Про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за розміщенням на ринку генетично модифікованих організмів і продукції». Цей закон набуде чинності 16 вересня 2026 року, замінивши попередній Закон від 31 травня 2007 року № 1103-V «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» [6]: документ 3339-IX, прийняття від 23.08.2023, остання подія – набрання чинності, яка відбудеться 16.09.2026.

Отже, українське законодавство поки що забороняє виводити ГМ-культури, але існують певні моменти, що потребують додаткового уточнення. Зокрема, [5] дозволяє селекцію ГМ-культур у разі, якщо розробки в цьому напрямі мають науковий інтерес і проводяться на базі лабораторій дослідних інститутів НАНУ.

Основні положення нового закону включають таке:

– визначення термінів: визначаються поняття, зокрема, «генетично модифікований організм (ГМ-організм)» – будь-який організм, окрім людини, у якому генетичний матеріал цілеспрямовано змінений шляхом

перенесення екзогенної нуклеїнової кислоти, що не відбувається природним шляхом;

- створення загальнодержавного реєстру ГМ-організмів: для забезпечення прозорості та контролю за обігом генетично модифікованих організмів;

- передбачено заборону на вирощування певних ГМ-культур: встановлено постійну заборону на вирощування ГМ-кукурудзи, а також лише тимчасову заборону на обіг та вирощування ГМ-ріпаку та ГМ-цукрових буряків строком на 5 років;

- прописано маркування продукції: до українського законодавства введено європейські вимоги щодо маркування продукції, зокрема, використання позначень «без ГМО», «з ГМО» та «вироблено з ГМО-сировини».

Очікується, що наведені зміни гармонізують українське законодавство з європейськими стандартами та забезпечать прозорість в обігу ГМ-продукції. Терміни, що вживаються в Законі, і знадобляться при виконанні кейсу з екологічної кризової ситуації «ГМ-продукти – ризики використання», наведені в додатку А.

Офіційно в Україні немає жодного зареєстрованого ГМ-сортів, проте факту, що ГМ-культури вирощуються, не заперечує ніхто. Відповідно до офіційної позиції головної державної установи з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, це питання все ще потребує вирішення [7].

Сказати офіційно, що ГМ-організм не чинить шкідливий вплив на організм людини, на сьогодні не береться ніхто. Оскільки офіційно і держслужбовці, і науковці вживають визначення «потенційно небезпечні» щодо ГМ-організмів. Станом на сьогодні, науковці викладають лише теорії про наслідки, оскільки людському організму властива інертність і пройшло

замало часу для остаточних висновків. Проте кожна людина має право сама для себе вирішувати вживати чи не вживати їжу, що містить ГМ-організми.

Законом України № 1023-XII «Про захист прав споживачів» визначено [8], що споживач має право на одержання необхідної, доступної, перевіреної та своєчасної інформації про товари (роботи, послуги) і ця інформація має містити крім назви товару, ціни, дати виготовлення та інше, ще й позначку про застосування генної інженерії під час виготовлення товару.

Стаття 6 Закону України № 2639-VIII «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» зобов'язує всіх без винятку виробників маркувати власну продукцію [9], що містить ГМ-організми за прикладом країн Євросоюзу: якщо в харчовому продукті є ГМ-організми, і їхня частка перевищує 0,9 %, відповідно до європейського законодавства виробник зобов'язаний вказати це на упаковці, зробивши позначку «з ГМО».

Оператор ринку харчових продуктів, який відповідає за інформацію про харчовий продукт, за бажанням також може включити до маркування позначку «без ГМО». В такому випадку відсутність ГМ-організмів у харчовому продукті має бути підтвердженою відповідно до вимог чинного законодавства про безпечність та окремі показники якості харчових продуктів. Але відсутність означених даних від постачальників про наявність в інгредієнтах харчового продукту ГМ-організмів на сьогодні вважається достатнім підтвердженням для нанесення такої позначки на харчовий продукт.

З іншого боку, якщо є питання, які можуть становити небезпеку у конкуренції з природою, а їхній вплив недостатньо ретельно вивчений, то потрібно зважувати потенційні небезпеки від такого впливу і наслідки на здоров'я людини, її майбутніх поколінь, а також потенційні небезпеки з боку ГМ-організмів на довкілля. Перші дослідницькі трансгенні рослини було отримано в інституті рослинництва в Кельні у 1983 році. Вперше ГМ-продукти з'явилися на ринку харчової продукції на початку 90-х років

минулого століття. Зараз на законодавчому рівні є дозвіл на використання ГМ-культур у 71 країні. Серед них 29 країн вирощують і 42 країни офіційно імпортують продукцію, що містить в собі ГМ-організми. Є країни, де ГМ-організми широко культивують (наприклад, КНР, Індія, Японія, США), проте в більшості країн світу вони під заборонаю [7].

В країнах ЄС комерційне вирощування ГМ-кукурудзи дозволено лише в Іспанії та Португалії і тільки один сорт. Інші країни поки на законодавчому рівні заборонили, а деякі залишили право на вирощування ГМ-організмів в дослідницьких цілях. Наприклад, в Іспанії почали вирощувати ГМ-організми для боротьби з кукурудзяним жуком (*Diabrotica*), від шкочочинності якого в окремих регіонах постійно страждали місцеві посіви [10]. Унаслідок поїдання жуком трансгенного білка, токсична дія цього ГМ-організму дуже швидко знешкоджувала жука-шкідника. Не зважаючи на те, що лінія ГМ-кукурудзи вирощується з 2012 року, жук-шкідник і досі не знищений. Як виявилось, означений шкідник постійно мутує і сформувалася вже ціла популяція, яка має стійкість до токсичного впливу з боку трансгенного білка ГМ-кукурудзи. Тому було прийняте рішення про розроблення нових генетичних модифікацій. Для нашої держави західний кукурудзяний жук – це не нове явище, оскільки він у карантинних списках України з 1994 року. На боротьбу з жуком-шкідником впроваджені карантинні заходи, яких просто необхідно дотримуватись, а не використовувати ГМ-рослини. Рекомендовано дотримуватись сівозміни: фахівці радять не висівати кукурудзу на полях, де виявлено наявність жука-шкідника, протягом трьох років і правильно протруювати насіння.

У 1992 році в Ріо-де-Жанейро більшість країн світу підписали Конвенцію про біологічну різноманітність [11], частиною якої є єдиний міжнародний документ з регулювання ринку ГМ-організмів у світі: Картахенський протокол з біологічної безпеки. У 2002 році Верховна Рада

України прийняла закон № 152-IV «Про приєднання до Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття» [12].

На сьогодні в Україні на законодавчому рівні заборонено промислове виробництво та введення в обіг ГМ-організмів [6], а також продукції, виробленої із застосуванням ГМ-організмів. Але можливо одержати дозвіл на польові випробування ГМ-рослин (ст. 15). Заборонено ввезення на митну територію України ГМ-організмів, а також продукції, яка вироблена із застосуванням ГМ-організмів, до їхньої державної реєстрації, хоча за винятком таких, що призначені для науково-дослідних цілей або державних апробацій/випробовувань (ст. 16).

Відсутність на українських полях сільськогосподарських культур з генетично модифікованим ДНК (ГМ-ДНК) важлива, оскільки з одержаної сировини виготовляються продукти харчування. Використання сортів сільськогосподарських культур з ГМ-ДНК у відкритих системах є незаконним і їхнє насіння не має потрапити до споживачів. При купівлі насіння, потрібно звертати увагу на те, чи сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин, дозволених для поширення в Україні відповідно до чинного законодавства [13]. Так само необхідно перевіряти наявність Сертифікатів, що засвідчують посівні, та Сертифікатів, які підтверджують сортові якості насіння. Потребує також звіряння даних, які занесені до супровідних документів, з тими даними, що нанесені на етикетки (якими марковано пакування з насінням). Це дасть змогу пересвідчитись хоча б у тому, що насіння, що купляється, не є ГМ-насінням, оскільки дія Закону України «Про насіння і садивний матеріал» не поширюється на обіг насіння і садивного матеріалу генетично модифікованих організмів (рослин), і відповідно, вищеназвані документи, які передбачені цим законом, видаються лише на сорти рослин, які не є генетично модифікованими.

З іншого боку, надійніше встановити «природне» чи трансгенне походження насіння, яке купляється, можна лише за результатами

лабораторного аналізу в лабораторіях, які акредитовані на визначення наявності або відсутності ГМ-організмів. Оскільки навіть видання Сертифіката, що засвідчує посівні якості насіння, не вимагає від суб'єкта насінництва перевіряти насіння, яке пропонується для реалізації, на вміст ГМ-організмів.

4 ЕКОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКОМБІНАНТНОЇ ДНК

Науковці у 1946 році вперше виявили, що ДНК може передаватися поміж організмами [14–15]. Зараз відомо, що існує кілька механізмів перенесення ДНК, і вони зустрічаються у природі у великих масштабах. Прикладом може слугувати основний механізм стійкості до антибіотиків, який виявлений у патогенних бактерій. Перша ГМ-рослина була отримана в 1983 р. з використанням стійкого до антибіотиків рослини тютюну.

У світі КНР була першою країною, яка почала комерціалізувати трансгенну культуру на початку 1990-х років, коли з'явився тютюн, стійкий до вірусів. У 1994 році трансгенний томат «Flavour Saver» був схвалений Управлінням з контролю за продуктами та ліками для продажу в США. Модифікація дала змогу помідорам затримати своє дозрівання одразу після збирання. 1995 року лише кілька трансгенних культур отримали схвалення для продажу, а саме: канولا з модифікованим складом олії, кукурудза, бавовна, стійка до гербіциду бромоксинілу, бавовна Bt Monsanto, стійка до гербіциду гліфосату картопля Monsanto, стійкий до вірусів кабачок Asgrow, помідори з відстроченим дозріванням DNAP, Zeneca/Peto та Monsanto [14]. Загалом до 1996 року було видано вже 35 дозволів на комерційне вирощування 8 трансгенних культур та однієї квіткової культури гвоздик з 8 різними ознаками у 6 країнах світу, до переліку яких входять також країни ЄС [15].

На 2011 рік Сполучені штати очолюють список країн-виробників ГМ-культур. У наш час існує низка видів харчових продуктів, у яких існує генетично модифікована версія [16]. Деякі з ГМ-продуктів, вже доступних на ринку для споживання, включають до себе бавовну, соєві боби, ріпак, картоплю, баклажани, полуницю, кукурудзу, помідори, салат, диню, моркву, а також ліки та вакцини, продукти харчування та їхні окремі інгредієнти, корми та волокна. Пошук потрібних генів, відповідальних за важливі ознаки, наприклад такі, що відповідають за стійкість до комах-шкідників або з наявними необхідними поживними речовинами, є одним із найбільших, найдовших і найскладніших етапів у цьому процесі.

4.1 Продукти, одержані з ГМ-культур

У наш час як джерело їжі використовується кілька ГМ-культур. У деяких випадках продукт безпосередньо споживається, але в більшості випадків ГМ-культури продаються як товари, які далі переробляються в харчові інгредієнти.

4.1.1 Виробництво ГМ-папаї

Папайя була розроблена методом генної інженерії для створення її стійкості до вірусу кільцевої плямистості. У такий спосіб було забезпечено велику врожайність означеного фрукта. Це було конче необхідно, оскільки на початку 1990-х років індустрія виробництва папаї на Гаваях (найбільшому постачальнику цього плоду у світі) зіткнулася з катастрофою через смертельний вірус кільцевої плямистості папаї. Його рятівником-одинаком була порода, створена стійкою до вірусу. Без цього індустрія виробництва папайї в штаті впала б до мінімуму. Сьогодні 80 % гавайської папайї виробляється за допомогою генної інженерії. До того ж, досі не існує

віднайденних традиційних чи органічних методів боротьби з вірусом кільцевої плямистості.

4.1.2 Впровадження ГМ-картоплі та ГМ-кабачків

Картопля NewLeaf, ГМ-продукт, розроблена з використанням бактерій, що зустрічаються в дикій природі й виявлені у ґрунті, відомих як *Bacillus thuringiensis* (Bt), була створена для забезпечення захисту рослин від колорадського жука, що відбирає врожай. Він був виведений на ринок компанією Monsanto наприкінці 1990-х років і розроблений задля ринку швидкого харчування. У 2001 році він був змушений піти з ринку, оскільки роздрібні торговці фаст-фудом не сприйняли його, внаслідок чого переробники харчових продуктів зіткнулися з проблемами експорту. У повідомленнях йдеться, що в наш час трансгенна картопля не продається для споживання людиною. Проте компанія BASF, один із провідних постачальників біотехнологічних рішень для сільського господарства, запросила дозвіл на вирощування та продаж своєї картоплі «Фортуна» як продукт харчування та корми. Ця ГМ-картопля стала стійкою до фітофторозу шляхом додавання двох генів стійкості, *blb1* і *blb2*, які походять від мексиканської дикої картоплі *Solanum Bulbocastanum*. Станом на 2005 рік також близько 13 % кабачків, вирощених у США, є генетично модифікованими, щоб протистояти трьом типам вірусів. ГМ-кабачки також вирощують у Канаді [17].

4.1.3 Рослинна олія з вихідних ГМ-культур

Деякі науковці у власних дослідженнях стверджують те, що в рослинній олії, витягнутій з вихідних ГМ-культур у США, немає або залишилося дуже мало білка або ДНК. Рослинна олія продається

споживачам у вигляді кулінарної олії, маргарину та жиру, а також використовується у готових харчових продуктах. Рослинна олія виготовляється з тригліцеридів, витягнутих з рослин або насіння, а потім рафінованих, і може піддаватися подальшій обробці за допомогою гідрогенізації для перетворення рідких олій на тверді речовини. Заявлено, що у процесі очищення видаляються майже всі інгредієнти, які не містять тригліцеридів [18].

Рослинну олію, маргарин та шортенінг також можна виробляти з декількох культур. Великий відсоток каноли, що виробляється у США, є ГМ-продукцією, яка використовується для виробництва олії [17]. Олія каноли є третьою найбільш широко споживаною рослинною олією у світі. Генетичні модифікації зроблені задля забезпечення стійкості до гербіцидів (гліфосат або глюфосинат), а також для покращення складу олії. Після видалення олії з насіння каноли (близько 43 %) шрот використовувався як високоякісний корм для тварин. Олія каноли є ключовим інгредієнтом багатьох продуктів харчування та продається безпосередньо споживачам у вигляді маргарину або олії. Олія має безліч нехарчових застосувань, зокрема виготовлення губної помади.

Кукурудза, також відома в світі як *кукурудза США*, і кукурудзяне борошно (подрібнена і висушена кукурудза), є основним продуктом харчування у багатьох регіонах світу. Весь вирощуваний з 1997 року у США та Канаді врожай кукурудзи, а з 2010 року – 86 % урожаю кукурудзи у США було генетично модифіковано. До того ж, 32 % світового врожаю кукурудзи у 2011 році було генетично модифікованим [18]. Значна частина зібраного означеного врожаю йде на корм свійським тваринам. Та частина, що залишається, використовується для виробництва та експорту етанолу й кукурудзяного сиропу, оскільки в ньому присутній високий вміст фруктози. Також ГМ-продукція з ГМ-кукурудзи застосовуються для виробництва інших підсолоджувачів, кукурудзяного крохмалю, алкоголю, продуктів

харчування і напоїв для споживання людиною. Кукурудзяна ГМ-олія продається безпосередньо як кулінарна олія, а також для виробництва шортенінгу та маргарину, виробництва вітамінних носіїв, продається як джерело лецитину, як інгредієнт у готових продуктах (таких як майонез, соуси та супи), використовується для смаження картопляних чіпсів та стріт-фуду. Бавовняна ГМ-олія використовується в якості салатної й кулінарної олії всередині країни, а також в промисловості. Майже 93 % врожаю бавовни США (одного з найбільших експортерів такої продукції) є ГМ-бавовною.

4.1.4 Про виготовлення ГМ-цукру

На прикладі найбільших країн-експортерів окремих видів ГМ-продукції можна встановити масштаби розповсюдження ГМ-організмів у світі. Наприклад, США імпортують 10 % цукру з інших країн, а решта 90 % видобуваються з цукрових буряків і цукрової тростини, що вирощуються всередині країни. З цукрових культур, що вирощуються всередині країни, половина цукру, що видобувається, виробляється з цукрових буряків, а інша половина – з цукрової тростини. Після дерегулювання в 2005 році стійкі до гліфосату цукрові буряки (ГМ-буряки) набули широкого поширення в США. У США 95 % площ цукрових буряків були засіяні ГМ-насінням, яке стійке до гліфосату [19]. Цукровий буряк, стійкий до гербіцидів, – тобто ГМ-буряк – був схвалений в Австралії, Канаді, Колумбії, ЄС, Японії, Кореї, Мексиці, Новій Зеландії, Філіппінах, Російській Федерації, Сінгапурі та США. Харчовими продуктами, що виготовляються з таких цукрових ГМ-буряків, є ГМ-цукор-рафінад та ГМ-патока. ГМ-целюлоза, що залишилася в результаті переробки, використовується як корм для свійських тварин. Заявлено, що цукор, виготовлений з ГМ-цукрових буряків, є високорафінованим і не містить ДНК або білка. У сутності це сахароза, нібито така ж сама, як і цукор, виготовлений з не-ГМ-цукрових буряків [20].

4.2 Кількісне визначення ГМ-організмів у харчових продуктах

Тестування на наявність ГМ-організмів у продуктах харчування та кормах для свійських тварин (птиці) найчастіше проводиться з використанням молекулярних методів [4], таких як *мікрочипи ДНК* або *qPCR*. Означені тести засновані на скринінгу генетичних елементів, таких як *p35S*, *tNos*, *pat* або *bar*. Або задля маркерів, специфічних для конкретних виявлень, на наявність офіційно дозволених ГМ-організмів, наприклад, таких як *Mon810*, *Bt11* чи *GT73*. Метод на основі масиву поєднує в собі мультиплексну полімеразну ланцюгову реакцію (*ПЛР*) та технологію масиву для скринінгу зразків на наявність різних потенційних ГМ-організмів, поєднуючи різні підходи, а саме: елементи скринінгу, специфічні для рослин маркери та маркери, специфічні для виявлень [21].

Такий метод (кінцева полімеразна ланцюгова реакція, *КПЛР*) використовується для виявлення конкретних елементів ГМ-організмів шляхом використання спеціальних праймерів для скринінгу елементів або маркерів, специфічних для елементів. Контроль необхідний, щоб уникнути хибнопозитивних або хибнонегативних результатів. Наприклад, тест на *CaMV* використовується саме для того, щоб уникнути хибнопозитивного результату у разі зараження зразка вірусом.

Частина науковців повідомляє про те, що під час досліджень встановлено екстракцію та виявлення ДНК, а також про встановлений повний промисловий ланцюжок переробки соєвої ГМ-олії для моніторингу присутності соєвих ГМ-бобів, готових до використання [16, 19]. Ампліфікацію гена лектину ГМ-сої за допомогою *КПЛР* було досягнуто на всіх етапах процесів екстракції та очищення. Ампліфікацію ГМ-сої за допомогою ПЛР-аналізу з використанням праймерів, специфічних для елементів, також було досягнуто на всіх стадіях екстракції та очищення. Це виключило проміжні етапи переробки, зокрема такі як: нейтралізація,

промивання та відбілювання, – через нестабільність зразка. ПЛР-аналізи в реальному часі з використанням спеціальних зондів підтвердили всі результати та довели, що можна виявити та кількісно оцінити ГМ-організми у повністю рафінованій соєвій олії. Загальний протокол тестування ГМ-організмів ґрунтується на системі ПЛР-детектування, специфічної для промоторної області *35S*, що походить з вірусу мозаїки цвітної капусти [22].

Метод *35S-ПЛР* дає змогу визначати вміст ГМ-організмів у харчових продуктах та сировині в діапазоні 0,01–0,1 %. Розроблення систем кількісного виявлення, таких як кількісна конкурентна ПЛР (*QC-PCR*), ПЛР у реальному часі та системи *ELISA*, призвело до такої переваги: є виживання ДНК у більшості виробничих процесів. В іншому випадку, при використанні *ELISA* під час обробки харчових продуктів може статися денатурація білка. Було виявлено, що міжлабораторні відмінності при *QC-PCR* менші, ніж при кількісній ПЛР. Але при застосуванні означених методів виявлено й недоліки. Головний з яких полягає в тому, що кількість ДНК, яку можна ампліфікувати, залежить від методів обробки харчових продуктів і може змінюватись до п'яти разів. Отже, результати необхідно нормалізувати за допомогою системи *QC-PCR*, специфічної суто для рослин. Окрім того, ДНК, яку неможливо ампліфікувати, вплине на всі системи кількісного виявлення ПЛР. Таке може докорінно змінити результати, спотворивши їх та роблячи їх хибними.

У науковій роботі [23] детально описано застосування методу квантування з використанням інформативних нулів (*QUIZ*) для оцінювання вмісту ГМ-сої *RoundUp Ready* та *Mon810* в оброблених харчових продуктах, що містять один або обидва ГМ-організми. Було встановлено, що кількісне визначення ГМ у зразках можна виконати без використання сертифікованих еталонних матеріалів за допомогою методу *QUIZ*. Результати показали хорошу відповідність між отриманими значеннями та відомою кількістю ГМ-матеріалу та вигідно відрізняються від результатів кількісної ПЛР у

реальному часі. Нещодавно було описано вдалу спробу щодо виявлення ГМ-сої, за допомогою іншого методу – петлевої ізотермічної ампліфікації у поєднанні з вимірювальним щупом з бічним потоком.

4.3 Вживання ГМ-продуктів: переваги та недоліки

Перш ніж ми подумаємо про наявність ГМ-продуктів на нашому столі, важливо знати всі дані про їхні переваги та недоліки, особливо дані, що прямо стосуються їхньої безпеки для організму людини. Так, ГМ-продукти виробляються шляхом вставляння генів інших видів у їхні ДНК. Хоча цей вид генетичної модифікації використовується як у рослин, так і тварин, у перших він зустрічається частіше, ніж у других. Експерти працюють над розробленням ГМ-продуктів харчування, здатних полегшити певні розлади та захворювання. Хоча дослідники та виробники запевняють, що вживання цих трансгенних продуктів має різні переваги, значна частина населення повністю і категорично проти них.

Науковці стверджують, що ГМ-продукти корисні для контролю за виникненням певних захворювань. Модифікуючи систему ДНК цих продуктів, можна успішно усунути властивості, що спричиняють у споживачів алергію. До того ж, ГМ-продукти ростуть швидше, ніж продукти, які вирощуються традиційно. Ймовірно саме тому, що зросла завдяки застосуванню технології рекомбінантної ДНК продуктивність і врожайність, це гарантовано забезпечує населення великою кількістю їжі. Більш того, ці продукти є благом у тих місцях планети, де часто трапляються посухи, де ґрунт непридатний для ведення традиційного сільського господарства. Іноді генно-інженерні продовольчі культури можна вирощувати й у місцях із несприятливими кліматичними умовами. Там нормальний урожай може зрости лише у певний час року або за якихось сприятливих кліматичних умов.

Хоча насіння для таких ГМ-продуктів харчування досить дороге, у підсумку собівартість їхнього виробництва нижча, ніж у традиційних культур, через стійкість до шкідників та комах. Це знижує необхідність піддавати ГМ-культури впливу шкідливих пестицидів та інсектицидів, роблячи ГМ-продукти також вільними від хімікатів та – з такої точки зору – екологічно безпечними.

Встановлено, що ГМ-продукти містять велику кількість поживних речовин і містять більше мінералів і вітамінів, ніж ті, що містяться у традиційно вирощених продуктах. Крім цього, ГМ-продукти вважаються смачнішими. Ще одна причина, через яку люди обирають генно-інженерні продукти, полягає в тому, що вони мають збільшений термін зберігання і, отже, менше побоюються швидкої зіпсованості продуктів [4].

Найбільша загроза, що виходить від ГМ-продуктів, полягає в тому, що вони можуть шкідливо впливати на організм людини. Потенційний ризик від вживання цих генно-інженерних продуктів – вони можуть спричинити розвиток захворювань, несприйнятливих до антибіотиків. Окрім того, оскільки ці продукти є новим винаходом, мало що відомо про їхній довгостроковий вплив на людину. Оскільки вплив на здоров'я невідомий, багато людей вважають за краще триматися подалі від ГМ-продуктів. Виробники не згадують на етикетках, що продукти харчування створені шляхом генетичних маніпуляцій, оскільки вважають, що це вплине на їхній бізнес, а таке не є хорошою практикою. Багато релігійних і культурних спільнот виступають проти таких ГМ-продуктів, оскільки вважають їх неприродним способом виробництва продуктів харчування [24]. Багатьом людям також не подобається ідея перенесення генів тварин у рослини та навпаки. До того ж, цей метод перехресного запилення може завдати шкоди іншим організмам, які процвітають у навколишньому середовищі. Експерти також дотримуються думки, що зі збільшенням кількості таких ГМ-продуктів харчування ті країни, що розвиваються, почнуть більше залежати

від промислово розвинених країн, оскільки цілком імовірно, що в майбутньому виробництво ГМ-продуктів харчування контролюватиметься ними.

4.4 Тести безпеки комерційних ГМ-культур

4.4.1 ГМ-помідори

ГМ-помідори були отримані шляхом впровадження генів *kanr* в томат «антисмисловим» ГМ-методом [25]. Результати показують, що не було жодних істотних змін у загальному вмісті білка, вітамінів і мінералів, а також у токсичних глікоалкалоїдах. Отже, ГМ-помідори та «батьківські» томати були визнані «по суті еквівалентними». У дослідженнях гострої токсичності на щурах-самцях та щурах-самках, яких годували через зонд гомогенізованими ГМ-помідорами, токсичні ефекти були відсутні. Дослідження ГМ-томатів, що експресують токсин *CRYIA B thuringiensis (b)*, було підкреслено імуноцитохімічною демонстрацією *in vitro* зв'язування токсину *Bt* зі сліпою/товстою кишкою у людей і макак. Дослідження ще не завершені.

4.4.2 ГМ-кукурудза

Дві лінії ГМ-кукурудзи *Chardon LL*, стійкої до гербіцидів, що експресують ген фосфіотрицинацетилтрансферази до і після силосування, показали значні відмінності у вмісті жирів та вуглеводів у порівнянні з не-ГМ-кукурудзою. Отже, «батьківські» та ГМ-сорти суттєво відрізнялися один від одного. Тести на токсичність проводилися тільки з кукурудзою, хоча при цьому не можна було продемонструвати або виключити непередбачувані ефекти переносу гена, або вектора, або генної вставки. План цих експериментів також був помилковим через погану засвоюваність та

зниження ефективності перероблення корму з ГМ-кукурудзи. Було опубліковано дослідження про годування курчат-бройлерів раціонами, що містять ГМ-кукурудзу *Bt*, отриману з елементів 176 (*Novartis*) [26]. Але вважається, що результати цього дослідження більше відносяться до комерційних, ніж до академічних наукових досліджень.

4.4.3 ГМ-соя – тести безпеки

Для надання сої стійкості до гербіцидів був використаний ген 5-енолпірувілшкімат-3-фосфатсинтази *Agrobacterium*. Тести на безпеку стверджують, що ГМ-сорт «по суті еквівалентний» звичайним соєвим бобам. Те саме стверджувалося і щодо соєвих ГМ-бобів, стійких до гліфосату, що обприскуються гербіцидом. Водночас було зареєстровано кілька суттєвих відмінностей між ГМ та «батьківськими» контрольними лініями, а дослідження показало статистично значущі зміни у вмісті геністеїну (ізофлавоону), який має значний вплив на здоров'я, та підвищений вміст в інгібітор трипсину [27].

Ще було проведено дослідження щодо поживної цінності та можливої токсичності для щурів, курчат-бройлерів, сомів та молочних корів двох ліній ГМ-сої. Було виявлено, що зростання та ефективність конверсії корму, склад філе сома, маса грудного м'яза та жирових подушечок бройлерів, а також продуктивність молока, рубцева ферментація та засвоюваність у корів виявилися однаковими після вживання ГМ-сортів сої та не-ГМ-сортів. Необхідно додати, що в цих дослідженнях були такі суттєві прогалини:

- не було зазначено індивідуальне споживання корму, маса тіла або органів, а гістологічні дослідження являли собою лише якісну мікроскопію підшлункової залози;

- харчова цінність двох ліній ГМ-сої не була «по суті еквівалентною», оскільки щури та соми зростали на одній з ліній ГМ-сої значно краще, ніж

на інших немодифікованих кормах. До того ж, щури та миші, яким у раціоні давали 30 % підсмажених ГМ-сортів сої та не-ГМ-сортів, не мали суттєвих відмінностей у поживних властивостях, вазі органів, гістопатології та виробленні IgG-антитіл.

4.4.4 ГМ-картопля

У ГМ-картоплі не спостерігалось жодних поліпшень у вмісті білка або амінокислотного профілю. В ході короткого дослідження щодо годування щурів, спрямованого на встановлення безпеки ГМ-картоплі, їх щодня примусово годували 2 г ГМ-картоплі. Жодних відмінностей у зростанні, споживанні корму, кількості та складі клітин крові та масі органів між групами на цьому етапі виявлено не було [28]. Привертає увагу той факт, що споживання картоплі тваринами було надто низьким. Годування мишей ГМ-картоплею, трансформованою *Bacillus thuringiensis var* показало, що ген токсину *kurstaki CryI* або сам токсин викликають гіпертрофію та багатоядерність епітеліальних клітин ворсинок, руйнування мікроворсинок, дегенерацію мітохондрій, збільшення кількості лізосом та аутофагічних вакуолей, та активацію клітин *Панета крипт*. Результати показали, що токсин *CryI* був стабільним у кишечнику миші. А в зростаючих щурів, що отримували ізопротеїнові та ізокалорійні збалансовані дієти, що містять сиру або варену не ГМ-картоплю і ГМ-картоплю з геном лектину *Galanthus nivalis*, був виявлений абсцес крипти кишечника (гостре запалення прямої кишки) щурів, які отримували ГМ-картоплю.

4.4.5 ГМ-рис

Було розроблено вид ГМ-рису, який експресує ген соєвого гліциніну (40-50 мг гліциніну/г білка), про який науковці стверджують як про такий,

що містить на 20 % більше білка. Але потім було встановлено, що підвищений вміст білка ймовірно був виявлений за рахунок зниження вологості кінцевого ГМ-продукту, а не через справжнє збільшення білка [29].

4.4.6 ГМ-бавовна

Декілька ліній ГМ-рослин бавовни було виведено з використанням гена *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki*, що забезпечує підвищений захист від основних лускокрилих-шкідників. У науковій роботі [30] стверджувалося, що ці лінії «по суті еквівалентні» «батьківським» лініям за рівнями макронутрієнтів та держсиполу. Рівні циклопропеноїдних жирних кислот і афлатоксину були меншими, ніж у звичайному насінні. Але через технічну помилку (використання неправильних статистичних даних) у підсумку було сумнівно, чи еквівалентні ГМ-і не-ГМ-лінії бавовни.

4.4.7 ГМ-горох

Харчова цінність раціонів, що містили ГМ-горох, який експресує інгібітор альфа-амілази квасолі, при згодовуванні щурам протягом 10 днів у двох різних дозах, встановив, що лише 30 % і 65 % аналогічні таким у гороху «батьківської» лінії [31]. В той же час, щоб встановити ризики для організму людини при вживанні гороху ГМ-сортів, необхідно додатково провести суворішу оцінку специфічного ризику для декількох ГМ-ліній. Одразу після харчових (токсикологічних) випробувань на лабораторних тваринах були проведені клінічні подвійні сліпі випробування плацебо-типу за участю людей-добровольців.

4.5 Дослідження алергенності ГМ-продуктів

Якщо ген взятий з урожаю з відомою алергенністю, в такому випадку легко встановити, чи є ГМ-продукт алергенним, використовуючи тести *in vitro*, на кшталт *RAST* або *імуноблот*, з використанням сироваток людей, сенсibilізованих до вихідного врожаю [31–32]. Це було продемонстровано на соєвих ГМ-бобах, що експресують 2S-білки бразильського горіха, а також на ГМ-картоплі, що експресує гени білка тріски. Так само відносно легко провести оцінювання того, чи генна інженерія вплинула на активність, наприклад, ендогенних алергенів. Було виявлено, що у сільськогосподарських робітників, які зазнали впливу ГМ *B. thuringiensis*, розвинулася сенсibilізація шкіри і з'явилися антитіла *IgE* до екстракту спорів *Bt*. Отже, тепер за допомогою їхньої сироватки крові можна перевірити алергенний потенціал ГМ-культур, що експресують токсин *Bt*. Це особливо важливо, оскільки достеменно встановлено, що *Bt*-токсин *CryIAc* є потужним оральним (й назальним) антигеном і ад'ювантом – речовиною, яка сприяє більш ефективній роботі основного хімічного агента.

Непрямий підхід по типу дерева рішень, заснований на таких факторах, як розмір і стабільність білка, що трансгенно експресується, є ще більш необґрунтованим при застосуванні, особливо тому, що його стійкість до протеолізу кишечника оцінюється за допомогою *in vitro* (модельованого дослідження) замість тестування *in vivo* (на людині / тварини), і це докорінно неправильно. Уявлення про те, що більшість алергенів є численними білками, може вводити в оману, оскільки, наприклад, *Gad c 1* (основний алерген тріски) не є переважаючим білком. З іншого боку, коли достеменно відомо, що ген є відповідальним за алергенність, (наприклад, ген інгібіторів альфа-амілази/трипсину/алергенів у рисі), тоді процес клонування та секвенування як очікується, призведе до зниження їхнього рівня за допомогою стратегії антисмислової РНК [33].

Відомо, що основними побоюваннями щодо несприятливого впливу ГМ-продуктів на здоров'я людини є передавання в організм стійкості до антибіотиків, а також встановлена токсичність та алергенність самої ГМ-продукції.

Якщо розглянути питання щодо алергії більш ретельно, то тут існує дві проблеми. *Першою проблемою* є сам факт перенесення відомого алергену, який може виникнути із сільськогосподарської культури, у неалергенну цільову культуру та створення неоалергену, при якому у населення виникає сенсibilізація *de novo*. Наприклад, у пацієнтів-добровольців з алергією на бразильські горіхи (а не соєві боби), потім спостерігалася IgE-опосередкована реакція на ГМ-сою [33]. Хоча можна запобігти таким явищам, проводячи дослідження зв'язування IgE і беручи до уваги фізико-хімічні характеристики білків, із зверненням до відомих баз даних алергенів.

Другою проблемою є те, що за можливого сценарію підвищення чутливості *de novo* важко оцінити весь ризик. Оскільки доказів того, що ця технологія, яка використовується для виробництва ГМ-продуктів, сама по собі становитиме загрозу алергії, взагалі відсутні, на відміну від інших методологій, апробовуваних та широко застосовуваних у харчовій промисловості.

5 СИТУАТИВНИЙ ПРИКЛАД: ГМ-ПРОДУКТИ – РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ

5.1 Ризики «втручання в матір-природу»

Існують певні ризики та протиріччя, що виникатимуть, коли широко починають застосовувати ГМ-продукцію.

Навколо ГМ-продуктів вже існують розбіжності на кількох рівнях. У тому числі йдеться про те, чи безпечна їжа, яка вироблена з використанням ГМ-організмів, чи потрібно таку продукцію обов'язково маркувати. І якщо відповідь щодо маркування позитивна, то як, щоб це стало зрозумілою й уніфікованою практикою. А також загальне питання: чи потрібна ця сільськогосподарська біотехнологія для вирішення проблеми світового голоду (зараз чи в майбутньому). Виникає також питання щодо інтелектуальної власності та динаміки ринку, впливу ГМ-культур на навколишнє середовище і ролі ГМ-культур у промисловому сільському господарстві в цілому.

Безліч означених проблем напряду стосуються ризиків «втручання в матір-природу»; потенційних проблем зі здоров'ям, про які повинні знати споживачі; наявних переваг застосування рекомбінантної технології, що полягає у виникненні в рослин стійкості до шкідників та гербіцидів [34]. Ще однією проблемою є еволюція стійких шкідників та бур'янів, відомих під назвою *супербактерії* і *супербур'яни*. Опір з боку громадськості може розвиватися щоразу, коли виборчий тиск стає досить сильним. До того ж, якщо ГМ-сорти висаджувати в комерційних масштабах, в утвореному середовищі існування виникне сильний тиск з боку природного відбору, що може через кілька років викликати еволюцію стійких комах і звести нанівець очікувані ефекти від застосування трансгенних рослин.

За аналогією, якщо обприскування гербіцидами стане більш регулярним через появу нових сортів, у довколишніх бур'янів може розвинути стійкість до гербіцидів. Це призведе до збільшення дози гербіциду або заміни гербіциду на більш шкідливий, а також збільшення кількості та типів гербіцидів на сільськогосподарських рослинах. За іронією долі, рушійною силою цих досліджень є хімічні компанії, що отримують кошти від знищення бур'янів.

5.1.1 Небезпека виникнення супербур'янів

Інша проблема полягає в невпевненості в тому, чи можуть характеристики стійкості цих культур до шкідників передатися їхнім «сміттєвим» родичам, викликаючи збільшення кількості стійких бур'янів [35].

Також імовірно, що якщо стійкі до комах рослини викликають підвищену загибель одного конкретного шкідника, це може знизити конкуренцію загалом і призвести до того, що дрібні шкідники стануть серйозною проблемою для фермерів. Також це може призвести до того, що популяція шкідників переміститься на іншу популяцію рослин, яка ніколи не наражалася на загрозу. Наведені потенційні ефекти можуть поширюватися набагато далі. Дослідження ГМ-культур встановило, що «корисні комахи», які названі так тому, що вони полюють на шкідників сільськогосподарських культур, також зазнають шкідливого впливу з боку ГМ. Не складно спрогнозувати наслідки, коли підвищується імовірність поширення означеного ефекту далі харчовим ланцюгом і впливати на рослини і тварин, споживані людьми. До того ж, з токсикологічної точки зору виникає потреба у подальших дослідженнях, для того щоб визначити, чи можуть залишки ГМ-рослин або ГМ-шкідників завдати шкоди ключовим

групам організмів, таким як бактерії, гриби, нематоди та інші мікроорганізми, що живуть у навколишньому ґрунті [36].

Потенційні ризики, пов'язані зі стійкими до хвороб рослинами, пов'язані переважно з притаманною таким рослинам стійкістю до вірусів. Цілком можливо, що стійкість вірусу може призвести до утворення нових вірусів і, отже, нових захворювань. Відомо, що віруси, які зустрічаються в природі, можуть рекомбінувати з вірусними фрагментами, що вводяться для створення ГМ-рослин, у такий спосіб утворюючи нові віруси. Крім того, потенційно небезпечним є те, що може існувати безліч варіацій цього новоутвореного вірусу.

5.1.2 Ризики для здоров'я, пов'язані з вживанням ГМ-продуктів

Ризики для здоров'я, пов'язані з ГМ-продуктами, насамперед пов'язані з наявними в таких продуктах токсинами, алергенами та будь-якими генетичними небезпеками. Механізми виникнення харчових небезпек можна розділити на три основні категорії [37]. Це *вбудовані гени* та продукти їхньої експресії, *вторинні та плейотропні ефекти* експресії генів та *інсерційний мутагенез*, що виникає в результаті інтеграції генів.

Що стосується першої категорії, то ризик для здоров'я є не від самого перенесеного гена, водночас враховуючи експресію гена та вплив гена. Імовірно можуть бути синтезовані нові білки, коли потенційний ризик спричинення ними непередбачуваних алергенних ефектів є надто високим. Наприклад, рослини квасолі, які потім були генетично модифіковані для збільшення вмісту цистеїну та метіоніну, були викинуті одразу після того, як було виявлено, що експресований білок трансгену є високоалергенним. Належну увагу слід приділяти продуктам, створеним з використанням генів продуктів, які найчастіше викликають алергію: таких як молоко, яйця, горіхи, пшениця, бобові, риба, молюски та ракоподібні. В такому випадку,

оскільки ГМ-продукти ідентифікуються заздалегідь, тоді кількість ГМ-організмів та вплив ГМ-продукту можна оцінити ще до його публічного споживання.

Будь-який потенційний ризик, чи то імунологічний, чи то алергенний, чи токсичний, чи генетично небезпечний, може бути виявлений та оцінений у разі виникнення проблем зі здоров'ям. Доступні бази даних алергенів із докладною інформацією є у вільному доступі [32].

Більше занепокоєння викликають *вторинні та плейотропні ефекти*. Тому що багато трансгенів кодують фермент, що змінює біохімічні шляхи. Це може спричинити збільшення чи зменшення кількості певних біохімічних речовин. Окрім того, присутність нового ферменту може викликати виснаження ферментативного субстрату та подальше накопичення ферментативного продукту. До того ж, нещодавно експресовані ферменти можуть викликати перехід метаболітів з одного вторинного метаболічного шляху на інший [37]. Ці зміни в обміні речовин можуть призвести до *збільшення концентрації токсинів*. Оцінка токсинів є більш складнішим завданням через обмеження наявних піддослідних тварин та важкість проведення самого процесу. Тварини мають суттєві відмінності між експериментальними групами, і важко отримати у тварин відповідні дози ГМ-продуктів, які б забезпечили надійні результати, що можуть бути зіставлені з людьми [38]. Навіть в рослинах біохімічні та регуляторні шляхи погано ще вивчені.

Інсерційний мутагенез може порушити або змінити експресію наявних генів у рослині-хазяїні. Випадкова вставка може спричинити інактивацію ендогенних генів, що призводить до утворення *мутантних рослин*. Більш того, гібридні білки можуть бути отримані як з рослинної ДНК, так із вбудованої ДНК. Багато з цих генів створюють безглузді ГМ-продукти або виключаються при селекції сільськогосподарських культур через неправильний зовнішній вигляд. Але найбільше занепокоєння

викликає активація або посилення генів, що «мовчать» або слабо експресуються. внаслідок виникнення такого явища імовірно активувати гени, які кодують ферменти біохімічних шляхів для виробництва токсичних вторинних сполук. Таке є ще серйознішою проблемою, коли новий білок або токсична сполука експресується в їстівній частині рослини, а сама їжа більше у сутності не дорівнює своєму традиційному, «батьківському» аналогу.

5.1.3 Ризики надходження «чужих білків» до харчового ланцюжка людини

Коли йдеться про ризики, пов'язані із ГМ-продуктами, поки залишається багато чого невідомого. Один науковець прямо заявив, що «іноземні білки, які ніколи не були в харчовому ланцюзі людини, скоро споживатимуться у великих кількостях». Також, «нам знадобилося багато років, щоб усвідомити, що *DNA* може мати естрогенну активність і впливати на людей, але тепер нас просять повірити, що з ГМ-продуктами все гаразд, тому що ми ще не бачили жодного трупа» [39].

Унаслідок зростаючої стурбованості громадськості з приводу ГМ-продуктів, національні уряди активно працюють над регулюванням виробництва та торгівлі ГМ-продуктами [4]. Йдеться про те, що ГМ-культури вирощуються на площі понад 160 млн гектарів у 29 країнах та імпортуються країнами (зокрема європейськими), які їх не вирощують. Майже 300 млн американців, 1350 млн китайців, 280 млн бразильців та мільйони людей в інших країнах регулярно, прямо чи опосередковано їдять ГМ-продукти. Хоча європейці висловлюють великі побоювання щодо ГМ-продуктів, вони дозволяють вирощування ГМ-кукурудзи. До того ж, Європа імпортує ГМ-соєве борошно та ГМ-кукурудзу як корми для свійських

тварин. Мільйони європейців відвідують США та Південну Америку та їдять там ГМ-продукти.

Близько 3 млн індійців стали громадянами США, а ще мільйони їдуть до США з метою туризму та бізнесу: і всі вони будуть споживати ГМ-продукти. Індійські активісти стверджують, що ГМ-продукти за своєю сутністю є небезпечними і їх не можна вирощувати в Індії. Активісти рішуче виступили проти ГМ-бавовни в Індії та опублікували звіти, в яких стверджувалося, що врожай на полях не вдався. У той же час фермери невдовзі на власному досвіді зрозуміли, що ГМ-бавовна дуже прибуткова, і 30 млн людей поспішили опанувати технологію її вирощування [4]. В результаті виробництво бавовни в Індії збільшилось вдвічі, а отже і збільшився експорт, навіть за набагато меншого використання пестицидів.

5.2 Громадські побоювання

Наприкінці 1980-х років виникли серйозні розбіжності щодо питання споживання ГМ-продуктів, навіть коли ГМ-організмів ще не було на ринку, але промислове застосування генної технології досягло рівня виробництва та збуту [4, 15, 18, 32, 38]. Після означених негативних висловлювань щодо ГМ-продукції Європейська комісія гармонізувала національні правила по всій Європі. Занепокоєння громадськості з приводу ГМ-організмів були взяті до уваги, і нормативна база з маркетингових аспектів зазнала доопрацювання. Питання, що стосуються використання ГМ-організмів для споживання людиною, були порушені в 1997 році в Постанові 258/97/ЄС про нові харчові [40]. Цей Регламент регулює правила авторизації та маркування нових харчових продуктів, включаючи ті харчові продукти, що виготовлені з ГМ-організмів. У такий спосіб вперше було визнано право споживача на інформацію та маркування як інструмент для усвідомленого вибору. Зазначимо, що маркування сортів ГМ-кукурудзи та сортів ГМ-сої не

підпадають під дію цього Регламенту. Подальші законодавчі ініціативи вже стосувались переважно питань щодо відстеження та маркування ГМ-організмів, а також дозволу на використання ГМ-організмів у продуктах харчування та кормах.

Початковим результатом реалізації першої європейської директиви здавалося врегулювання конфліктів щодо технологій, пов'язаних із застосуванням генів. До 1996 р. виникла друга міжнародна суперечка з приводу генної технології, яку спровокувала поява ГМ-сої в європейських портах. Соеві ГМ-боби компанії «Монсанто», стійкі до гербіцидів, були першим великомасштабним маркетингом ГМ-продуктів у Європі. Такі події, як поступова комерціалізація ГМ-кукурудзи та інших ГМ-товарів, привернули увагу громадськості до такого наукового спрямування біологічних наук, як застосування генних технологій, а також клонування тварин і людини. Громадські дебати з питань, пов'язаних із ГМ-продуктами, призвели до утворення безлічі неурядових організацій, які виявляли явний інтерес до теми трансгенних організмів. Створився великий попит на участь громадськості в питаннях регулювання такої наукової стратегії. Найчастіше прийняття чи неприйняття ГМ-продуктів мало прояв через рішення про їхню купівлю або споживчі бойкоти по відношенню до ГМ-їжі [24].

Більшість дослідницьких зусиль була присвячена оцінюванню ставлення людей до ГМ-продуктів як до технології. Численні опитування типу «опитування громадської думки» було проведено на національному та міжнаціональному рівнях. Важливими виявились також етичні міркування, пов'язані з тим, що конкретна технологія якимось чином «втрутиться в природу» або ненавмисні наслідки непередбачувані і, отже, невідомі науці [41].

5.2.1 Дослідження щодо відношення споживачів до ГМ-продуктів

Прийняття споживачами ГМ-продукції зумовлене ризиком, який вони сприймають, вводячи до власних звичок споживання продукти харчування, оброблені чи створені за допомогою технологій, які більшість громадськості ледь розуміє. У дослідженні, проведеному в Іспанії, основний висновок полягав у тому, що використання ГМ-продуктів на агропродовольчих ринках має супроводжуватися адекватною політикою, яка і гарантує безпеку споживачів. Було заявлено, що такі дії дадуть змогу знизити ризик, сприйманий споживачами, адже найвпливовішим фактором ризику, пов'язаного зі сприйманням цих продуктів, є турбота про власне здоров'я [42]. З таких дій почалась потужна компанія з «реабілітації» ГМ-продукції.

Водночас було проведено дослідження, спрямоване на виявлення факторів, що впливають на купівельну поведінку споживачів щодо харчових продуктів, що не містять ГМ-організми, у європейському регіоні. Численні інтерв'ю, проведені у випадково обраній вибірці, коли було опитано 337 споживачів у різних містах, були проведені з метою виявлення факторів, що впливають на вибір людей щодо споживання продуктів, які не містять ГМ. Як було встановлено, такими факторами є:

- сертифікація продуктів як таких продуктів, що не містять ГМ-організмів, або окремо органічних продуктів;
- інтерес до захисту навколишнього середовища та харчової цінності;
- питання маркетингу;
- ціна та якість.

Окрім того, ще було виявлено такі дві великі групи споживачів:

- покупці, на кого впливає ціна, якість та маркетингові аспекти продукту;
- покупці, які зацікавлені у сертифікації продукту та захисту навколишнього середовища.

Вивчення 12 довгострокових досліджень (терміном більше 90 днів, тривалістю до 2 років) та 12 досліджень за участю кількох поколінь (від 2 до 5 поколінь) щодо впливу дієт, що містять ГМ-кукурудзу, ГМ-картоплю, ГМ-сою, ГМ-рис. Багато параметрів було вивчено за допомогою біохімічних аналізів, гістологічного дослідження конкретних органів, гематології та виявлення трансгенної ДНК. Результати всіх 24 досліджень не вказували на будь-яку небезпеку для здоров'я, і в цілому не було виявлено статистично значущих відмінностей у параметрах, що спостерігаються. Спостерігались деякі невеликі відмінності, хоча вони знаходилися в межах нормального діапазону зміни параметра, що розглядався, тому було прийняте рішення, що означені відмінності не мали біологічного або токсикологічного значення. Розглянуті дослідження представляли докази того, що ГМ-рослини за поживною цінністю еквівалентні своїм не-ГМ-аналогам і можуть безпечно використовуватись у харчових продуктах та кормах.

5.3 Розповсюдження ГМ-продуктів з метою отримання надприбутків

Серйозною невдачею для прихильників ГМ-технологій у вирощенні сільськогосподарських культур стало те, що у 2012 році Парламентський комітет із сільського господарства звернувся до уряду Індії з проханням припинити всі польові випробування та домогтися заборони на ГМ-харчові культури, такі як ГМ-баклажан. Піднімаючи «етичні аспекти» використання трансгенних речовин у сільськогосподарських культурах, а також вивчаючи довгостроковий вплив на довкілля та хронічну токсикологію, група експертів зазначила, що фермери не отримують суттєвих соціально-економічних вигід.

Такі країни, як Індія, мають серйозні проблеми з харчовою безпекою, водночас існують особливі проблеми для дрібних і маргінальних фермерів

[4]. Індія могла б використовувати вільний від токсинів сорт *Lathyrus sativus*, вирощений там і споживаний дуже бідними верствами населення. ГМ-гірчиця – це сорт, що використовує генний комплекс, який являє собою нестабільну генну конструкцію з можливими небажаними ефектами для отримання чоловічих стерильних ліній, які використовуються для створення гібридних сортів гірчиці. В Індії існують добротні не-ГМ альтернативи для створення чоловічих стерильних ліній для виробництва гібридів, тому сорт *Проагро* малопридатний. Оскільки ГМ-гірчиця є харчовою культурою, її необхідно ретельно вивчити. Навіть якби були вигоди, їх необхідно зіставити з тими потенційними ризиками, пов'язаними зі впливом на здоров'я людини та на довкілля. До того ж, гірчиця є культурою перехресного запилення, і пилок з чужорідними генами обов'язково потрапить до не ГМ-гірчиці та її диких родичів. Ми не знаємо, який вплив це матиме на довкілля у підсумку. Якщо ГМ-технологія буде використовуватися в Індії, вона має бути хоча б спрямована на реальні потреби індійських фермерів. А також на такі культури, як бобові, олійні та кормові культури й на такі характеристики, як стійкість до посухи та засолення.

Рис «Басматі» та чай «Дарджилінг», мабуть, найбільш відомі продукти преміум-класу в Індії в галузі продуктів харчування. Рис «Басматі» високо цінується, його ринки ростуть, і це високоякісний та дорогий продукт на міжнародному ринку. Подібно до шампанського вина і трюфелів з Франції, міжнародні споживачі ставляться до нього як до особливої, розкішної їжі. Оскільки рис є бідним за поживною цінністю злаком, вважається, що додавання заліза та вітаміну А шляхом генетичної модифікації підвищить його поживну цінність. То чи має взагалі сенс розводити ГМ-басматі на зразок ГМ-бавовни? Проте виробники вина преміум-класу категорично відкинули ідею ГМ-вин, які були створені для полегшення похмілля та мали бути «кориснішими для здоров'я». З продуктами преміум-класу, такими як

особливі вина, трюфелі та рис «Басматі», необхідно поводитися особливим, преміальним способом.

5.4 Застосування технології відстеження ГМ-організмів у ланцюжку виробництва продуктів харчування

Системи простежуваності документують історію продукту, і водночас можуть слугувати як маркетинговим цілям, так і задля захисту здоров'я. У цих рамках системи сегрегації та збереження ідентичності дають змогу відокремлювати ГМ-продукти від не-ГМ-продуктів «від ферми до прилавка» [4]. Впровадження цих систем пов'язане з конкретними технічними вимогами кожного конкретного етапу харчового ланцюжка. Крім того, умови для створення систем відстеження залежать від низки факторів, включаючи унікальні ідентифікатори для кожного ГМ-продукту, методи виявлення, допустимі забруднення та фінансові витрати. Досягнуто прогресу в галузі відбору проб, виявленні та відстеженні ГМ-продуктів, проте деякі проблеми ще доведеться вирішити. Успіх багато в чому залежатиме від порогового рівня стороннього забруднення, встановленого законодавством.

5.4.1 Питання, пов'язані з виявленням і відстеженням ГМ-організмів

Питання, пов'язані з виявленням і відстеженням ГМ-організмів, викликають все більший інтерес у всьому світі через глобальне поширення та пов'язані з цим соціально-економічні наслідки. Одночасно зріс інтерес наукової спільноти до аспектів простежуваності. Вирішальними факторами у методологіях відбору проб та виявлення є кількість задіяних ГМ-організмів та міжнародна угода про відстеження. Наявність надійних

стратегій відстеження є дуже важливою, і це може підвищити довіру громадськості до прозорості у питаннях, пов'язаних з ГМ-організмами.

Методи термічної обробки, такі як автоклавування і мікрохвильове нагрівання, можуть пошкодити ДНК і знизити рівень ДНК, що виявляється. Методи, засновані на ПЛР, були стандартизовані для виявлення такої ДНК у ГМ-сої та ГМ-кукурудзі. Молекулярні методи, такі як мультиплексна та ПЛР у реальному часі, були розроблені для виявлення навіть 20 пг геномної ДНК у ГМ-баклажані *EE-1*.

Методи, що ґрунтуються на ДНК та білках, і були прийняті для виявлення та ідентифікації ГМ-організмів, застосовуються у відносно новій сфері діагностики. Продовжують розроблятися нові діагностичні методики, зокрема, методи на основі мікрочипів, які дають змогу одночасно ідентифікувати дедалі більшу кількість ГМ-організмів в одному зразку. Деякі з цих методів також були перевірені щодо виявлення ненавмисних ефектів генетичної модифікації [43]. Для впровадження адекватних систем відстеження потрібно щось більше, ніж просто технічні інструменти: воно пов'язане з обмеженнями, які накладає відповідне маркування. Чим суворіші будуть вимоги до маркування, тим дорожче і складніше буде використовувати відповідні стратегії простежуваності для відповідності означеним вимогам.

5.4.2 Проблеми у сфері торгівлі та регулювання щодо маркування та відстеження ГМ-організмів

І маркування, і відстеження ГМ-організмів є поточними проблемами, що розглядаються у сфері торгівлі та регулювання. В наш час маркування продуктів, що містять трансгенний матеріал, є обов'язковим. Закони також запровадять маркування та систему відстеження, засновані на документації у всій системі виробництва продуктів харчування та кормів. Нормативні

питання аналізу ризиків та маркування нині гармонізовані. Впровадження та дотримання правил вимагає протоколів відбору проб та аналітичних методологій, які дають змогу точно визначати вміст ГМ-організмів у зразках харчових продуктів та кормів. Сучасні методології аналізу ГМ-організмів орієнтовані на одну з двох цілей, а саме: на трансгенну ДНК, вбудовану в ГМ-продукт, й на новий білок(и), що експресується в ГМ-продукті. Для більшості методів виявлення на основі ДНК використовується полімеразна ланцюгова реакція.

Більшість білкових методів використовують імуноферментні аналізи з антитілами, що зв'язують новий білок. Слід враховувати вибір антигену, що зв'язується антитілом, точність, валідацію та вплив матриці. В наш час відбувається валідація методів виявлення для аналізу ГМ-організмів. Крім використання мікрочипів, мас-спектрометрії та поверхневого плазмонного резонансу розробляються нові методології. Проблеми виявлення ГМ-організмів включають виявлення трансгенного матеріалу в матеріалах з різним числом хромосом. Чинні та запропоновані нормативні вимоги ЄС щодо відстеження ГМ-продуктів відповідають ширшій тенденції до відстеження харчових продуктів загалом і, у комерційному відношенні, до продуктів, які можна відрізнити один від одного.

5.4.3 Маркування, розміщення на ринку, моніторинг, перевезення, зберігання, утилізація ГМ-організмів та ГМ-продукції в Україні

У нашій державі маркування ГМ-організмів та ГМ-продукції є наразі обов'язковою процедурою для виробників [5]. ГМ-організми та ГМ-продукція, що розміщуються на ринку як харчові продукти, маркуються відповідно до вимог цього Закону та законодавства щодо надання споживачам інформації про харчові продукти. ГМ-організми та ГМ-

продукція, що розміщуються на ринку в якості кормів, маркуються відповідно до вимог цього Закону та законодавства про корми. ГМ-організми та ГМ-продукція, що розміщуються на ринку та не є харчовими продуктами або кормами, маркуються відповідно до вимог Закону та законодавства про захист прав споживачів. Маркування ГМ-продукції включає до себе інформацію про кожний інгредієнт кінцевого продукту, який містить, складається або вироблений з ГМ-організмів. Якщо будь-який інгредієнт продукту містить, складається або вироблений з ГМ-організмів, маркування такого продукту має обов'язково містити позначку «З ГМО». А задля незапакованого продукту позначка «З ГМО» зазначається у тих документах, що супроводжують означений продукт, або позначка наноситься на окремі елементи пакування такого продукту.

Привертає увагу той факт, що вимоги, які викладені в Законі України [5], *не поширюються на продукцію*, яка містить, складається або вироблена з ГМ-організмів, якщо частка ГМ-організму у продукті, що складається з одного інгредієнта, або в будь-якому інгредієнті продукту, що складається з декількох інгредієнтів, не перевищує 0,9 %, за умови що наявність ГМ-організму є *випадковою* або *технічно неминуchoю*. У такому разі суб'єкт господарювання надає на запит центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері державного контролю за розміщенням на ринку ГМ-організмів та ГМ-продукції, інформацію про вжиті заходи з метою уникнення наявності ГМ-організмів під час виробництва такого продукту.

За умови, коли під час виробництва харчового продукту, який за своїм складом не містить і не складається з ГМ-організмів, використовуються інгредієнти та (або) компоненти, що містили, склалися або вироблені з ГМ-організмів, у маркуванні такого продукту зазначається позначка «Без ГМО».

Так само, вимоги Закону України [5] не поширюються на харчові продукти тваринного походження, виготовлені з частин, окремих органів та/або тканин тварин, для годування яких використовувалися корми, що містять, складаються або вироблені з ГМ-організмів.

Заборонено використання позначки «Без ГМО» у маркуванні продуктів, які за своїм складом не можуть містити ГМ-організми та при виробництві яких використовувалася сировина, яка за своїм складом не може містити ГМ-організми. До того ж, Кабінет Міністрів України встановлює порогові значення частки випадкових та технічно неминучих залишків ГМ-організмів для окремих видів продукції. Такі порогові значення не можуть становити менше 0,1 % та більше 0,9 %.

5.5 Дослідження впливу ГМ-продуктів на людей-добровольцях

Станом на січень 2009 року було проведено лише одне дослідження впливу ГМ-продуктів на людей [4]. У дослідженні взяли участь семеро людей-добровольців, яким раніше видалили товстий кишечник за медичними показаннями. Цим добровольцям давали в їжу ГМ-сою, щоб перевірити, чи ДНК ГМ-сої перейшла до бактерій, які природно живуть у кишковому тракті людини. Було встановлено, що у трьох із семи добровольців трансгени з ГМ-сої були перенесені в бактерії, що живуть у їхньому кишечнику, ще до початку експерименту з годівлі. Оскільки це низькочастотне перенесення не збільшилося після споживання ГМ-сої, дослідники дійшли висновку, що перенесення генів не відбувалося під час експерименту. У добровольців із цілим травним трактом трансген не виживав при проходженні через неушкоджений шлунково-кишковий тракт.

Також було проведено два дослідження можливих наслідків годівлі тварин ГМ-кормами, які показали, що не було суттєвих відмінностей у безпеці та харчовій цінності кормів, що містять матеріали, отримані з ГМ-рослин. Зокрема, дослідження показали, що в жодних зразках органів або

тканин, отриманих від тварин, яких годували ГМ-рослинами, не було виявлено залишків рекомбінантної ДНК або нових білків.

5.6 Майбутні розробки – подальші дослідження

ГМ-продукти імовірно здатні вирішити багато світових проблем голоду та недоїдання, а також допомогти захистити та зберегти довкілля за рахунок збільшення врожайності та зниження залежності від синтетичних пестицидів та гербіцидів. Майбутні завдання лежать у багатьох областях, зокрема, у тестуваннях безпеки, питань щодо регулювання, політики та маркування харчових продуктів. Багато людей вважають, що генна інженерія — це неминуха хвиля майбутнього, і що ми не можемо дозволити собі ігнорувати технологію, яка має такі величезні потенційні переваги [4, 16, 24, 26].

Майбутнє також передбачає, що застосування ГМ-організмів урізноманітниться і включатиме до себе: ГМ-ліки в харчових ГМ-продуктах, ГМ-банани, з яких виробляють вакцини для людини проти інфекційних захворювань, таких як гепатит В, ГМ-рибу, яка зростає швидше, фруктові та горіхові дерева, які дають багаторічний урожай. Хоча їхню практичність і ефективність у комерційному виробництві ще має бути повністю протестовано, у найближчому майбутньому може спостерігатися експоненційне зростання розроблення ГМ-продуктів, оскільки дослідники отримують доступ до геномних ресурсів, що застосовуються до організмів, які виходять за рамки окремих проєктів.

Хоча стверджується, що невеликі відмінності між ГМ-культурами та не-ГМ-культурами не мають великого біологічного значення, все ж таки більшість ГМ-культур та культур батьківської лінії не відповідають визначенню суттєвої еквівалентності.

У будь-якому випадку нам потрібні нові методи та концепції для вивчення композиційних, харчових, токсикологічних та метаболічних відмінностей між ГМ-культурами та звичайними культурами, а також безпеки генетичних методів, що використовуються при розробленні ГМ-культур, якщо ми хочемо поставити цю технологію на належне застосування. наукове обґрунтування та розвіяти побоювання широкому колу споживачів з одного боку, а з іншого – припинити означені технології за достатніх доказів про встановлені ризики застосування ГМ-продуктів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Сидоренко Л. І. Філософія сучасної екології: єдність наукових, етичних і філософських ракурсів. URL : <http://www.philsci.univ.kiev.ua/biblio/sidorenko.html>.

2 Бондар О. І., Новосельська Л. П., Іващенко Т. Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова): навч. посіб. / за заг. наук. ред. Г. Г. Шматкова. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. 372 с.

3 Посібник з освіти в області прав людини. Council of Europe : URL : <https://www.coe.int/uk/web/compass/health>.

4 Bawa A. S., Anilakumar K. R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns. *Journal of Food Science and Technology*, 2013. Vol. 50, P. 1035–1046. URL : <https://doi.10.1007/s13197-012-0899-1>.

5 Про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за розміщенням на ринку генетично модифікованих організмів і продукції: Закон України від 23.08.2023 № 3339-IX. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/3339-20>.

6 Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України від 31.05.2007 № 1103-V. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/1103-16>.

7 Використання сортів сільськогосподарських культур з генетично модифікованим ДНК URL : <https://consumerhm.gov.ua/3270-vikoristannya-sortiv-silskogospodarskikh-kultur-z-genetichno-modifikovanim-dnk>.

8 Про захист прав споживачів : Закон України від 12.05.1991 № 1023-XII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/1023-12>.

9 Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів : Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/2639-19>.

10 Західний кукурудзяний жук (*diabrotica virgifera virgifera* le conte) : URL : <https://dpssko.gov.ua/blog/2022/08/16/%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B6%D1%83%D0%BA-diabrotica-virgifera-virgifera-le-conte/>

11 Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року. Документ 995_030, чинний. URL : https://zakon.rada.gov.ua/go/995_030.

12 Про приєднання до Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття : Закон України від 12.09.2002 № 152-IV. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/go/152-15>.

13 Про насіння і садивний матеріал : Закон України від 26.12.2002 № 411-IV. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15#Text>.

14 Clive J. Global status of commercialized Biotech/GM crops. ISAAA Briefs 43. *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*, 2011. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Global%20status%20of%20commercialized%20Biotech/GM%20crops.%20ISAAA%20Briefs%2043&author=J%20Clive&publication_year=2011&.

15 Conner A. J., Jacobs J. M. E. Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in the human diet. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen. PubMed*, 1999. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10415441/>

16 Clive J. Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants: 1986 to 1995. *The International Service for the Acquisition of Agri-biotech pplications*, 2010. URL : <http://www.isaaa.org/kc/Publications/pdfs/isaaabriefs/Briefs%201.pdf>.

17 Johnson S.R. Quantification of the impacts on US Agriculture of Biotechnology-Derived Crops Planted in 2006. *National Centre for Food and Agricultural Policy*, 2007. URL : [https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Quantification%20of%20the%20impacts%20on%20US%20Agriculture%](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Quantification%20of%20the%20impacts%20on%20US%20Agriculture%20)

20of%20Biotechnology-Derived%20Crops%20Planted%20in%202006&author=SR%20Johnson&publication_year=2008&.

18 Crevel R. W. R., Lerkhof M. A. T., Koning M. M. G. Allergenicity of refined vegetable oils. *PubMed*, 2000. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10722892/>

19 Hamer H., Scuse T. Ntional Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, US Department of Agriculture. *Acreage report*, 2010. URL :<https://www.nass.usda.gov/>

20 Joana C., Isabel M., Joana S.A., Oliveira M. B. P. P. Monitoring genetically modified soybean along the industrial soybean oil extraction and refining processes by polymerase chain reaction techniques. *Food Res*, 2010. URL :https://doi.10.1016/j.foodres.2009.10.003_

21 Олещук О. М., Мудра А. Є., Зозуляк Н. Б. ПЛР-діагностика: принципи, досягнення та перспективи. *Експериментальна і клінічна біохімія*, 2014. С. 97–103. URL :<https://kiev.into-sana.ua/services/polimerazna-lancyugova-reakciya-v-kiyevi/>

22 Deisingh A. K., Badrie N. Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Res*, 2005. URL :https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Food%20Res%20Int&title=Detection%20approaches%20for%20genetically%20modified%20organisms%20in%20foods&author=AK%20Deisingh&author=N%20Badrie&volume=38&publication_year=2005&pages=639-649&doi=10.1016/j.foodres.2005.01.003&.

23 La Mura M., Allnutt T. R., Greenland A., Mackay L. D. Application of QUIZ for GM quantification in food. *Food Chem*, 2011. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Food%20Chem&title=Appli cation%20of%20QUIZ%20for%20GM%20quantification%20in%20food&auth or=M%20La%20Mura&author=TR%20Allnutt&author=A%20Greenland&auth

or=LD%20Mackay&volume=125&publication_year=2011&pages=1340-1344&doi=10.1016/j.foodchem.2010.10.002&.

24 Frewer L. I., Salter B. Public attitudes, scientific advice and the politics of regulatory policy the case of BSE. *Sci Public Policy*, 2002. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Sci%20Public%20Policy&title=Public%20attitudes,%20scientific%20advice%20and%20the%20politics%20of%20regulatory%20policy%20the%20case%20of%20BSE&author=LI%20Frewer&author=B%20Salter&volume=29&publication_year=2002&pages=137-145&doi=10.3152/147154302781781092&.

25 Noteborn H. P. J. M., Bienenmann-Ploum M. E., van den Berg J. H. J., Alink G. M., Zolla L., Raynaerts A., Pensa M., Kuiper H.A. Safety assessment of the *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal protein CRYIA(b) expressed in transgenic tomatoes. In: Engel KH, Takeoka GR, Teranishi R (eds) ACS Symp series 605 Genetically modified foods-safety issues. *American Chemical Society*, 1995. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=ACS%20Symp%20series%20605%20Genetically%20modified%20foods%E2%80%94safety%20issues&author=HPJM%20Noteborn&author=ME%20Bienenmann-Ploum&author=JHJ%20van%20den%20Berg&author=GM%20Alink&author=L%20Zolla&publication_year=1995&.

26 Brake J., Vlachos D. Evaluation of transgenic Event 176 “Bt” corn in broiler chicken. *PubMed*, 1998. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9603350/>

27 Lappe M. A., Bailey E. B., Childress C., Setchell K. D. R. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. *J Med Food*, 1999. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=J%20Med%20Food&title=Alterations%20in%20clinically%20important%20phytoestrogens%20in%20genetically%20modified,%20herbicide-tolerant%20soybeans&author=MA%20Lappe&author=EB%20Bailey&author=C%20Childress&author=KDR%20Setchell&volume=1&publication_year=1999&pages=241-245&doi=10.1089/jmf.1998.1.241&.

28 Hashimoto W., Momma K., Katsube T., Ohkawa Y., Ishige T., Kito M., Utsumi S., Murata K. Safety assessment of genetically engineered potatoes with designed soybean glycinin: compositional analyses of the potato tubers and digestibility of the newly expressed protein in transgenic potatoes. *J Sci Food Agric*, 1999. URL :[https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=J%20Sci%20Food%20Agric&title=Safety%20assessment%20of%20genetically%20engineered%20potatoes%20with%20designed%20soybean%20glycinin:%20compositional%20analyses%20of%20the%20potato%20tubers%20and%20digestibility%20of%20the%20newly%20expressed%20protein%20in%20transgenic%20potatoes&author=W%20Hashimoto&author=K%20Momma&author=T%20Katsube&author=Y%20Ohkawa&author=T%20Ishige&volume=79&publication_year=1999&pages=1607-1612&doi=10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79:12<1607::AID-JSFA408>3.0.CO;2-T&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=J%20Sci%20Food%20Agric&title=Safety%20assessment%20of%20genetically%20engineered%20potatoes%20with%20designed%20soybean%20glycinin:%20compositional%20analyses%20of%20the%20potato%20tubers%20and%20digestibility%20of%20the%20newly%20expressed%20protein%20in%20transgenic%20potatoes&author=W%20Hashimoto&author=K%20Momma&author=T%20Katsube&author=Y%20Ohkawa&author=T%20Ishige&volume=79&publication_year=1999&pages=1607-1612&doi=10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1607::AID-JSFA408>3.0.CO;2-T&)

29 Momma K., Hashimoto W., Ozawa S., Kawai S., Katsube T., Takaiwa F., Kito M., Utsumi S., Murata K. Quality and safety evaluation of genetically engineered rice with soybean glycinin: analyses of the grain composition and digestibility of glycinin in transgenic rice. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1999. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10192912/>

30 Novak W. K., Haslberger A. G. Substantial equivalence of antinutrients and inherent plant toxins in genetically modified novel foods. *Food Chem Toxicol*, 2000. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10828499/>

31 Pusztai A. Safety tests on commercial crops. *American Institute of Biological Sciences*, 2001. URL : <http://www.actionbioscience.org/biotech/pusztai.html>.

32 O'Neil C., Reese G., Lehrer S. B. Allergenic potential of recombinant food proteins. *Allergy Clin Immunol*, 1998. URL : https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Allergy%20Clin%20Immunol%20Int&title=Allergenic%20potential%20of%20recombinant%20food%20pr

oteins&author=C%20O%E2%80%99Neil&author=G%20Reese&author=SB%20Lehrer&volume=10&publication_year=1998&pages=5-9&.

33 Nakamura R., Matsuda T. Rice allergenic protein and molecular-genetic approach for hypoallergenic rice. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1996. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8987539/>

34. Westwood J. H. Proceedings of a workshop on: ecological effects of pest resistance genes in managed ecosystems. *Information Systems for Biotechnology*, 1999. Blacksburg, Virginia, pp 43–48. URL : <http://www.isb.vt.edu>.

35. Louda S. M. Insect Limitation of weedy plants and its ecological implications. In: Traynor PL, Westwood J H. Proceedings of a workshop on: ecological effects of pest resistance genes in managed ecosystems. *Information Systems for Biotechnology*, 1999. Blacksburg, Virginia, pp. 43–48. URL :<http://www.isb.vt.edu/>

36 Allison S., Palma P.M. Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks. *BioScience*, 1997. URL :https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=BioScience&title=Commercialization%20of%20transgenic%20plants:%20potential%20ecological%20risks&author=S%20Allison&author=PM%20Palma&volume=47&publication_year=1997&pages=86-96&doi=10.2307/1313019&.

37 Conner A. J., Jacobs J. M. E. Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in the human diet. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*, 1999. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10415441/>

38 Butler T., Reichhardt T. Long-term effect of GM crops serves up food for thought. *Nature*, 1999. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10227281/>

39 Netherwood T. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nature Biotechnol*, 2004. URL :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14730317/>

40 Eur-lex. URL :<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/1997/258/oj/eng>

41 Miles S., Frewer L.I. Investigating specific concerns about different food hazards—higher and lower order attributes. *Food Qual Prefer*, 2001. URL : [https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Food%20Qual%20Prefer&title=Investigating%20specific%20concerns%20about%20different%20food%20hazards%E2%80%94higher%20and%20lower%20order%20attributes&author=S%20Miles&author=LI%20Frewer&volume=12&publication_year=2001&pages=47-61&doi=10.1016/S0950-3293\(00\)00029-X&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Food%20Qual%20Prefer&title=Investigating%20specific%20concerns%20about%20different%20food%20hazards%E2%80%94higher%20and%20lower%20order%20attributes&author=S%20Miles&author=LI%20Frewer&volume=12&publication_year=2001&pages=47-61&doi=10.1016/S0950-3293(00)00029-X&).

42 Martinez-Poveda A., Molla-Bauza M. B., Gomis F. J. C., Martinez L.M.C. Consumer-perceived risk model for the introduction of genetically modified food in Spain. *Food Policy*, 2009. URL :<https://doi.10.1016/j.foodpol.2009.08.001>.

43 Cellini F., Chesson A., Colquhoun I., Constable A., Davies H. V., Engel K. H., Gatehouse A. M. R., Karenlampi S., Kok E. J., Leguay J. J., Lehasranta S., Noteborn H. P. J. M., Pedersen J., Smith M. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. *Food Chem Toxicol*, 2004. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15123383/>

ДОДАТОК А

Но- мер з/п	Термін	Визначення терміну відповідно до ЗУ «Про державне регулювання генетично- інженерної діяльності та державний контроль за розміщенням на ринку генетично модифікованих організмів і продукції»
1	2	3
1	Біологічна безпека (біобезпека)	система заходів, спрямованих на запобігання та/або усунення незворотного негативного впливу генетично модифікованих організмів на здоров'я людей, інших живих організмів і навколишнє природне середовище
2	Відкрита система	система, що передбачає контакт генетично модифікованих організмів з людьми, іншими живими організмами та навколишнім природним середовищем під час створення, випробування та/або практичного використання, зокрема культивування, у тому числі вирощування, обробки, зберігання, транспортування, знищення або захоронення;
3	Генетична інженерія	сукупність прийомів, методів і технологій одержання рекомбінантних нуклеїнових кислот, виділення генів з організму (клітин), здійснення маніпуляцій з генами і введення їх в організми іншого виду;
4	Генетична безпека	система заходів, спрямованих на запобігання або зменшення можливого негативного впливу генетично модифікованого організму на людський геном або геном будь-якого іншого живого організму;
5	Генетично-інженерна діяльність	науково-технічна діяльність, пов'язана із створенням, дослідженням та випробуванням генетично модифікованих організмів у замкненій системі та/або з дослідженням та випробуванням генетично модифікованих організмів у відкритій системі;
6	Генетично модифікована продукція (ГМ-продукція)	продукція, що містить, складається або вироблена з одного чи декількох генетично модифікованих організмів та призначена для розміщення на ринку

Продовження додатка А

1	2	3
7	ГМ-продукція як корм	корм, що містить, складається або вироблений з одного чи декількох генетично модифікованих організмів
8	ГМ-продукція як харчовий продукт	харчовий продукт, що містить, складається або вироблений з одного чи декількох генетично модифікованих організмів
9	Генетично модифіковане джерело (ГМ-джерело)	лінія генетично модифікованих рослин, тварин, грибів чи мікроорганізмів, що містить: а) певну генетичну модифікацію з конкретною локалізацією у своєму геномі, що була здійснена методами генетичної інженерії; або б) більше однієї генетичної модифікації, що були здійснені методами генетичної інженерії та отримані шляхом: схрещування простих ГМ-джерел, кожне з яких містить вже наявні модифікації; або повторної генетичної модифікації наявного ГМ-джерела; або одночасного введення кількох генів або ознак;
10	Генетично модифікований організм (ГМ-організм)	будь-який організм, крім людини, у якому генетичний матеріал цілеспрямовано змінений внаслідок перенесення в геном організму-реципієнта екзогенної нуклеїнової кислоти у спосіб, який не відбувається природним шляхом, внаслідок схрещування та/або природної рекомбінації
11	ГМ-організм, що використовується для виробництва кормів	ГМ-організм, призначений для годування тварин, або що використовується як сировина чи інгредієнт для виробництва кормів
12	ГМ-організм, що використовується для виробництва харчових продуктів	ГМ-організм, призначений для споживання людиною як харчовий продукт або що використовується як сировина чи інгредієнт для виробництва або приготування харчового продукту
13	Державна реєстрація ГМ-організм	внесення до Державного реєстру ГМ-організм відомостей про ГМ-організм, у тому числі про ГМ-джерело, із зазначенням цілей його використання

Продовження додатка А

1	2	3
14	Державний реєстр ГМ-організмів	єдина державна інформаційна система, що містить відомості про ГМ-організми, які пройшли державну реєстрацію
15	Державний реєстр дозволів на проведення досліджень та випробувань ГМ-організмів у відкритій системі	єдина державна інформаційна система, що містить відомості про видані дозволи на проведення досліджень та випробувань ГМ-організмів у відкритій системі
16	Державний реєстр суб'єктів генетично-інженерної діяльності	єдина державна інформаційна система, що містить відомості про суб'єктів генетично-інженерної діяльності
17	Дослідження та випробування ГМ-організмів у відкритій системі	діяльність, яка призводить до вивільнення ГМ-організму у відкриту систему, що здійснюється до його державної реєстрації для будь-яких цілей, крім розміщення на ринку
18	Замкнена система	система здійснення генетично-інженерної діяльності, у результаті якої генетичні модифікації вносяться в мікроорганізм або такий ГМ-організм культивується, обробляється, зберігається, використовується, транспортується, підлягає знищенню або захороненню із застосуванням захисних заходів
19	Захисні заходи	заходи, що вживаються суб'єктом генетично-інженерної діяльності для запобігання та унеможливлення виникнення ризиків негативного впливу ГМ-організму на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище, у тому числі у разі ненавмисного вивільнення ГМ-організму
20	Мережа післяреєстраційного моніторингу ГМ-організмів	система обліку, що ведеться володільцем державної реєстрації відповідного ГМ-організму, яка містить інформацію про осіб, яким такий володільць безпосередньо передав такий ГМ-організм або ГМ-продукцію, що вироблена, складається або містить відповідний ГМ-організм

Продовження додатку А

1	2	3
21	Мікроорганізм	будь-яке мікробіологічне утворення клітинної або неклітинної будови, здатне до самовідтворення або перенесення генетичного матеріалу, у тому числі віруси, віроїди, а також клітини тваринного або рослинного походження, що культивуються <i>in vitro</i>
22	Навмисне вивільнення ГМ-організмів	будь-яке свідоме та дозволене вивільнення ГМ-організмів в навколишнє природне середовище, що не передбачає застосування захисних заходів
23	Ненавмисне вивільнення ГМ-організмів	будь-яка подія, під час якої відбувається випадкове вивільнення ГМ-організмів, що може становити явний або відтермінований негативний вплив на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище
24	Організм	будь-яке біологічне утворення, у тому числі мікроорганізм, здатне до самовідтворення або передавання генетичного матеріалу
25	Оцінювання ризику ГМ-організмів	науково обґрунтований аналіз властивостей ГМ-організмів та/або ГМ-продукції, що здійснюється з метою встановлення можливого безпосереднього або опосередкованого, явного або відтермінованого ризику ГМО та його можливого негативного впливу на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище
26	Післяреєстраційний моніторинг ГМ-організмом	моніторинг можливих негативних впливів на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище, що можуть виникнути внаслідок використання ГМ-організму
27	Поводження з ГМ-організмами	будь-яка діяльність, пов'язана з ГМ-організмами, включаючи генетично-інженерну діяльність у замкненій системі, дослідження та випробування ГМ-організмів у відкритій системі, розміщення на ринку ГМ-організмів та ГМ-продукції, будь-які дії, пов'язані з переходом права володіння чи права власності на ГМ-організми

Продовження додатку А

1	2	3
28	Продукція, вироблена з ГМ-організмів	продукція, вироблена (отримана) повністю або частково з ГМ-організмами, але не містить і не складається з ГМ-організмів
29	Продукція, що не містить ГМ-організм	продукція (неперероблена, частково перероблена або перероблена), вироблена (створена) без застосування методів генетичної інженерії, яка не справляє негативного впливу на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище
30	Референсні зразки ГМ-організмів	еталонний матеріал ГМ-організмів, властивості якого є однорідними та придатними для оцінювання методу (методики) визначення ГМ-організмів чи встановлення певних властивостей досліджуваного матеріалу. До референсних зразків належать позитивний зразок (ГМ-джерело або його генетичний матеріал) та негативний зразок (батьківський організм або його генетичний матеріал, використаний для цілей генетичної модифікації)
31	Ризик ГМ-організмів	можливість виникнення будь-яких негативних наслідків та вірогідні масштаби впливу на здоров'я людини та/або навколишнє природне середовище внаслідок поводження з ГМ-організмами
32	Рівні ризику при здійсненні генетично-інженерної діяльності в замкненій системі	ступені потенційної небезпеки ГМ-організмів для здоров'я людини та/або навколишнього природного середовища, що може виникнути при здійсненні генетично-інженерної діяльності в замкненій системі

Продовження додатку А

1	2	3
33	Розміщення ГМ-організмів та ГМ-продукції на ринку	будь-яке володіння ГМ-організмами та ГМ-продукцією з метою реалізації, включаючи пропозицію до реалізації або до будь-якої іншої форми передання права власності на ГМ-організми та ГМ-продукцію на платній основі та/або на інших засадах, у тому числі реалізація, дистрибуція та/або інші форми передання права власності на ГМ-організми та ГМ-продукцію, крім повернення попередньому власнику. Для цілей цього Закону виробництво (вирощування) генетично модифікованих рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів вважається розміщенням на ринку ГМ-організмів та ГМ-продукції
34	Суб'єкт генетично-інженерної діяльності	особа, що здійснює генетично-інженерну діяльність відповідно до цього Закону
35	Транскордонне переміщення ГМ-організмів	будь-яке ввезення на митну територію України, вивезення з митної території України або транзит через митну територію України ГМ-організмів та/або ГМ-продукції

ДОДАТОК Б



Факультет УПП

кафедра ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ЗВІТ

про виконання КЕЙСУ екологічного спрямування

№ ____

з дисципліни « _____ »

Студента групи

(ПІБ)

ХАРКІВ 20__ / __ навч. рр.

(Обсяг звіту – від 3 до 5 сторінок)

СХЕМА виконання звіту

1 Дослідження запропонованої ситуації (кейсу).

2 Збір та аналіз недостатньої інформації (використовуються матеріали самостійного пошуку інформації на задану тему, а також матеріали, що надаються викладачем на занятті).

3 Результати обговорення можливих варіантів вирішення проблеми (відбувається на занятті під керівництвом викладача).

4 Пошук найкращого рішення (використовуються матеріали самостійного пошуку інформації на задану тему, обсягом не менше 3 речень).

ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗОВОЇ СИТУАЦІЇ
«ГМ-ПРОДУКТИ – РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ»
МЕТОДОМ КЕЙСІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять та самостійних робіт

із дисциплін
*«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ»,
«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ», «ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ»,
«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА ЕРГОНОМІКА»*

Відповідальний за випуск Григор'єва Є. С.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 21.05.2025 р.
Умовн. друк. арк. 4,0. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного
транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.