

**Хмара М. П.**  
*к.е.н., доцент кафедри міжнародного бізнесу  
Інституту міжнародних відносин  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка*

**Ватульов А. В.,**  
*к.е.н., Заслужений економіст України,  
Керівник секретаріату Комітету Верховної Ради України  
з питань бюджету*

## **РОЛЬ ГЕННО-МОДИФІКОВАНИХ ПРОДУКТІВ В СУЧАСНОМУ СВІТІ**

**Анотація.** Розвиток світового ринку генетично модифікованих продуктів характеризується швидкими та дещо агресивними темпами зростання. Поширення генетично модифікованої продукції стимулюється їх виробниками – транснаціональними компаніями, які пропагують панацею спасіння людства, особливо країн, що розвиваються, від голоду.

**Ключові слова:** генно-модифіковані продукти, генетично модифікований організм, харчування.

**Аннотация.** Развитие мирового рынка генетически модифицированных продуктов характеризуется быстрыми и несколько агрессивными темпами роста. Распространение генетически модифицированной продукции стимулируется их производителями – транснациональными компаниями, которые пропагандируют панацею спасения человечества, особенно в развивающихся странах, от голода.

**Ключевые слова:** генно-модифицированные продукты, генетически модифицированный организм, питание.

**Abstract.** The development of the world market of genetically modified products is characterised by a rapid and aggressive growth. The spread of genetically modified products is stimulated by their producers – transnational

companies which promote salvation of mankind from hunger, especially in developing countries.

**Keywords:** genetically modified food, genetically modified organism, nutrition.

Проблема нестачі земельних ресурсів з кожним роком все гостріше турбує вчених. Сьогодні наша планета вже не має запасу, здатного прогодувати багатомільярдне населення. Але виручити нашу невелику планету зголосилися виробники ГМО (генетично модифікованих організмів), що обіцяють нагодувати всіх жителів Землі [1].

Останнім часом все більшу популярність набуває тема генетично модифікованих організмів (ГМО). Доцільність застосування генно-модифікованих джерел їжі - актуальне питання сьогодення. Виробництво продуктів з використанням генетично модифікованих організмів (ГМО) зростає у світі величезними темпами. Продукти з ГМО не відрізняються від звичайних ні смаком, ні кольором, ні запахом. Їх використовують для виробництва ковбас, сосисок, сиру, консервів, пива, чіпсів, різних соусів, олій, супів швидкого приготування, шоколаду, сиропів та навіть дитячого харчування [2].

З використанням рекомбінантних (гібридних) ДНК біотехнологія за останню чверть століття перетворилася на унікальний метод дослідження і виробництва сільськогосподарської продукції. Поширення генно-модифікованих (ГМ) рослин стало незворотним процесом. Велику надію вчені покладають на трансгенні рослини, які допоможуть розв'язати продовольчу кризу країн «третього світу». Щоб забезпечити їжею населення планети, яке за прогнозами може досягти 8,5 млрд. до 2025 р., традиційних способів виробництва продукції сільського господарства буде вже недостатньо. Необхідно використати всі наявні розробки генної інженерії [3].

Генетично модифіковані організми — це живі організми, генотипи яких були змінені штучним шляхом на основі методів генної інженерії з метою додання їм деяких корисних властивостей. Так, наприклад, деяким

рослинам прищеплюють ген, відповідальний за стійкість до пестицидів, несприятливих умов зростання, а тваринам вводять ген, що впливає на підвищений вміст білка в молоці чи м'ясі.

Таким чином, генетично модифіковані організми відрізняються цілеспрямованістю зміни генотипу організму на відміну від випадкових змін. Найбільш поширений вид ГМО сьогодні — трансгенні організми. Вперше ці організми були розроблені військовою компанією в США в 80-х роках. Вивчаючи ґрунтові бактерії, що утворюють нарости на стовбурах дерев і чагарників, вчені виявили, що вони переносять фрагмент власної ДНК в ядро рослинної клітини, а там він вбудовується в хромосому і розпізнається як особистий. Дане відкриття і поклало початок генної інженерії.

Генна інженерія – це сукупність прийомів, методів і технологій, які дозволяють змінювати будову генів або вносити до організму чужорідні гени із заданими функціями. При цьому в організм переноситься лише один ген, а решта генотипу залишається незмінною, крім того, ми можемо наділити організм ознаками, які неможливо перенести шляхом схрещування з близькоспорідними видами. А це якраз те, про що завжди мріяли традиційні селекціонери. Заняття це досить дороге і трудомістке.

Завдяки генній інженерії стало можливим створення організмів з новими, раніше не притаманними їм властивостями. Наприклад, невибагливі і дешеві в утриманні бактерії, які, до того ж, надзвичайно швидко розмножуються, можуть синтезувати потрібний білок за допомогою вбудованого в їх генотип чужого гена. Так, з використанням генетично модифікованих (рекомбінантних, трансгенних) бактерій, дешево, швидко і у великих кількостях отримують інтерферон, інсулін і деякі інші лікарські препарати. Генетично модифіковані рослини теж можуть виробляти лікарські речовини. Більшість генних модифікацій сортів направлено на розвиток стійкості до сільськогосподарських шкідників або вірусів, виживання при обробці полів гербіцидами, підвищення смакових і технічних якостей [4].

Звичайно, поліпшення якості та терміну зберігання харчової продукції можна досягти і іншими, традиційними способами - наприклад, рослини вирощують з використанням великої кількості хімічних добрив або рослинних гормонів, або обробляють плоди спеціальними препаратами. В продукти рослинного і тваринного походження додають хімічні речовини - ароматизатори, поліпшувачі смаку і консерванти. Відразу зазначимо - генетичний склад вихідного організму при цьому не змінюється, і до генної інженерії подібні методи не мають ніякого відношення, як іноді здається деяким покупцям. Більше того - іноді недостатньо добре протестовані хімічні речовини, отримані за допомогою ГМО, випускаються на ринок і зарекомендовують себе не кращим чином.

Найбільше занепокоєння як серед вчених, так і серед споживачів викликає безпека споживання ГМ харчових продуктів. Перші трансгенні продукти розробила американська корпорація Monsanto, яка контролює нині 80% світового ринку виробництва ГМО.

У 1987 році були вироблені перші польові випробування генетично модифікованих сільськогосподарських рослин. Як підсумок - помідор, стійкий до вірусних інфекцій. У 1992 р. в Китаї почали вирощувати тютюн, який «не боявся» шкідливих комах. Але початком масового виробництва генетично модифікованих продуктів вважають 1994 р., коли в США з'явилися помідори сорту FlavrSavr, у яких було «відключено» ген полігалактуронідази. Це помідори з відкладеним дозріванням, які зберігаються до півроку при температурі 14-16 градусів, не псуються під час перевезення [5].

У 1995 році американська компанія-гігант Monsanto запустила на ринок ГМ-сою RoundupReady. У ДНК сої був введений чужорідний ген для підвищення здатності культури протистояти бур'янам. Станом на сьогодні трансформовано близько 140 видів різних рослин.

На комерційному ринку в останні роки присутні генетично модифіковані лінії сої, кукурудзи, ріпаку, бавовнику, люцерни, папайї та

гарбуза. Світовим лідером у вирощуванні ГМ рослин протягом усіх років залишаються США, Аргентина, Бразилія, Канада і Китай. Серед країн ЄС найбільша кількість зареєстрованих повідомлень про використання ГМО належить Франції (28 % від загальної кількості по країнам ЄС), Італії (15 %), Іспанії (14 %) та Великобританії (12 %) [6].

Завдяки досягненням генної інженерії з'явилась картопля, яка містить гени земляної бактерії, що вбиває колорадського жука, стійка до посухи пшениця, рис із високим вмістом бета-каротину ("Золотий рис"), кава без кофеїну тощо. Проводяться роботи зі створення ГМ-рослин із заданими амінокислотним (соя, горох, квасоля, картопля, кукурудза) і жирнокислотним складом (ріпак). Так з використанням ГМО, у харчових жирах можна збільшити частку біологічно цінної лінолевої кислоти за рахунок зменшення частки насичених жирних кислот. Найбільша частка ГМ-сировини припадає на сою, з насіння якої, крім олії, виробляють борошно, соєве молоко, масло, кефір. Трансгенну сою додають у ковбасні та хлібобулочні вироби, м'ясні консерви, цукерки, морозиво, шоколад тощо. Усі ці товари є на ринку України і користуються великим попитом переважно серед молоді та дітей різного віку.

Як засвідчили дослідження "Грінпіс", численні компанії зі світовим іменем використовують ГМ сировину для виготовлення своєї продукції. Цікаво, що в різних країнах ці компанії поведуться по-різному, в залежності від законодавства конкретної країни. Наприклад, в США, де виробництво і продаж продукції з ГМ-компонентами ніяк не обмежені, ці компанії в своїй продукції ГМО використовують, а ось, наприклад, в Австрії, що є членом Євросоюзу, де діють досить суворі закони по відношенню до ГМО, то там не використовують ГМО.

Список іноземних компаній, помічених у використанні ГМО:

1. Kellogg's (Келлогс) - виробництво готових сніданків, в тому числі кукурудзяних пластівців.

2. Nestle (Нестле) - виробництво шоколаду, кави, кофейних напоїв, дитячого харчування.
3. Unilever (Юнільвер) - виробництво дитячого харчування, майонезов, соусів і т. д.
4. Heinz Foods (Хайенц Фудс) - виробництво кетчупов, соусів.
5. Hershey's (Хершис) - виробництво шоколаду, безалкогольних напоїв.
6. Coca-Cola (Кока-Кола) - виробництво напоїв Кока-Кола, Спрайт, Фанта, тоник «Кинлі».
7. McDonald's (Макдональдс) - «ресторани» швидкого живлення.
8. Danon (Данон) - виробництво йогуртів, кефіру, сиру, дитячого харчування.
9. Similac (Симілак) - виробництво дитячого харчування.
10. Cadbury (Кедбері) - виробництво шоколаду, какао.
11. Mars (Марс) - виробництво шоколаду Марс, Сникерс, Твікс.
12. PepsiCo (Пепси-Кола) - напої Пепси, Мірінда, Севен-Ап [7].

Отже, основними виробниками ГМ продукції є транснаціональні корпорації, які мають свої представництва в багатьох країнах. Оскільки саме вони спонсорують наукові розробки в галузі генної інженерії, утримують потужні дослідницькі лабораторії, то незалежні дослідження практично не фінансуються. За період з 1995 по 2010 рр. комерційні прибутки від обробітку трансгенних культур зросли більш як у 300 разів.

Експерти вважають, що в Україні трансгенним насінням засівають майже 1 млн. га щороку. Це понад 50% усієї сої, 15-20% кукурудзи і приблизно 20% картоплі, ріпаку та цукрових буряків.

Найбільші площі зайняті під трансгенними культурами в США, Аргентині, Канаді, Китаї. Дві третини всіх ГМ культур в світі вирощуються в США, тому не дивно, що в цій країні самі ліберальні закони у відношенні ГМО. Трансгени в США визнані безпечними, прирівняні до звичайних продуктів, а маркіровка продуктів, вмісних ГМО - необов'язкова. Подібна

ситуація і в Канаді - третьої по обсягах виробництва ГМ-продуктів в світі. У Японії продукти, вмісні ГМО, підлягають обов'язковій маркіровці. У Китаї ГМО-продукти проводяться нелегально, і здійснюється їх збут в інші країни. А ось країни Африки останні 5 років не допускають на свою територію ввезення продуктів з ГМ компонентами.

У країнах Євросоюзу, до якого ми так прагнемо, заборонене виробництво і ввезення на територію дитячого харчування, вмісного ГМО, і продаж продуктів з генами, стійкими до антибіотиків. У 2004 році був знятий мораторій на вирощування ГМ культур, але в той же час дозвіл на вирощування був виданий тільки на один сорт трансгенних рослин. При цьому у кожній країні ЄС сьогодні залишилося право вводити заборону на той або інакший вигляд трансгена. У деяких країнах ЄС діє мораторій на ввезення генетично модифікованої продукції.

Будь-який продукт, вмісний ГМО, перш ніж потрапити на ринок Євросоюзу, повинен пройти єдиний для всього ЄС порядок допуску. Він складається, по суті, з двох рівнів: наукова оцінка безпеки Європейським відомством по безпеці продуктів харчування (EFSA) і його незалежними експертними органами.

Якщо продукт містить ГМ ДНК або білок, про це громадян ЄС повинно інформувати спеціальне позначення на етикетці. Написи «цей продукт містить ГМО» або «ГМ-продукт такий-то» повинні бути як на етикетці продукції, що продається в упаковці, так і для неупакованої продукції в безпосередній близькості до неї на вітрині магазину. Правила наказують вказувати відомості про наявність трансгенів навіть в ресторанному меню. Продукт не маркірується тільки в тому випадку, якщо вміст в ньому ГМО не більше за 0,9% і відповідного виробника може пояснити, що мова йде про випадкові, технічно неминучі домішки ГМО.

### 1.3 Етапи створення ГМО

Основні етапи створення ГМО:

1. Отримання ізольованого гена.
2. Введення гена у ДНК-вектор.
3. Перенесення вектора з геном в організм, що модифікують (процес трансформації).
4. Експресія генів у трансформованій клітині.
5. Відбір (селекція) трансформованого біологічного матеріалу (клону) від нетрансформованого.

Отримати необхідний ген можна як з природного джерела (геному), так і з геномної бібліотеки. Він може бути отриманий і хімічним (за наявності відповідної послідовності нуклеотидів) чи ферментативним (використання механізму зворотної транскрипції) шляхами. На сьогоднішній день процес штучного (хімічного) синтезу генів є рутинною справою. Здійснюється такий процес за допомогою комп'ютеризованих пристроїв, що продукують різні послідовності ДНК довжиною 100 — 140 пар нуклеотидів (олігонуклеотиди). Ще одним методом отримання чи накопичення потрібної послідовності ДНК є ПЛР.

Щоб вбудувати ген у вектор, використовують ферменти — рестриктази та лігази. За допомогою рестриктаз векторна ДНК розрізається в певних ділянках і вбудовується необхідний ген. Зшивається дана конструкція за допомогою лігази.

Техніка введення генів у бактерії була розроблена після того, як Фредерік Гріффіт відкрив явище бактеріальної трансформації. В основі цього явища лежить примітивний статевий процес, який у бактерій супроводжується обміном невеликими фрагментами нехромосомної ДНК, плазмідами. Плазмідні технології лягли в основу введення штучних генів в бактеріальні клітини. Для введення готового гена у спадковий апарат клітин рослин та тварин використовують процес трансфекції [8].

Якщо модифікації піддаються одноклітинні організми або культури клітин багатоклітинних, то на цьому етапі починається клонування, тобто



відбір тих організмів та їхніх нащадків (клонів), які піддалися модифікації. В якості реципієнтів, в геном котрих вбудовують чужорідні гени, використовують ембріональні клітини ссавців, деяких рослин. дрозофіли, протопласти рослин, мікроспори, зародки рослин та ін.

Багато вчених вважають беззастережне введення ГМ-продуктів порушенням прав людини, проведенням над нею експериментів. Адже, якщо нові лікарські препарати перш ніж стати доступними для споживача проходять ретельні дослідження, то ГМ-продукти потрапили на прилавки без необхідних спостережень, на які потрібно як мінімум 50 років. Проте прихильники ГМО вважають, що ці організми абсолютно нешкідливі та їх використання має великі переваги і перспективи:

1. Економічний зиск і підвищення екологічності.

При вирощуванні ГМ-продуктів фермери можуть краще контролювати своє поле: зменшувати збитки від шкідників, перепадів температури й вологості, економити воду й енергію, тим самим знижуючи собівартість продукту. Створювані нові породи тварин відрізняються, зокрема, прискореним зростанням і продуктивністю. Створені сорти і породи, продукти з яких володіють високою поживною цінністю і містять підвищені кількості незамінних амінокислот і вітамінів.

Проходять випробування, генетично модифіковані сорти лісових порід зі значним вмістом целюлози в деревині і швидким зростанням.

Головна мета науковців – створити дешеві продукти, лояльні до будь-якого клімату і з необхідним набором мікроелементів.

2. Продукт із заданими властивостями, збагачення раціону.

Стійкість до шкідників і змін клімату, підвищена врожайність, покращені смакові якості дають можливість нагодувати більше людей за ті ж гроші та якісно змінити харчування людей у бідних країнах.

До прикладу, зерна трансгенного «золотого рису» містять багато бета-каротину і при масовому вирощуванні в Африці й Азії можуть рятувати тисячі дітей від сліпоти і смерті. Також науковці працюють над створенням

«супербананів» з підвищеним вмістом вітаміну А для країн Африки. Традиційні продукти, багаті на цей вітамін, – яйця, сир, йогурт – дефіцитні для жителів континенту. А генетичний гібрид яблука і винограду може забезпечити країни третього світу вітаміном С – більшість грошей на його розробку виділив ЮНІСЕФ.

Ще вчені працюють над «банановими вакцинами». Це коли змінену форму вірусу вводять у молоде бананове дерево і генетичний матеріал вірусу швидко стає частиною клітин рослини. Дерево росте, а його клітини виробляють вірусні білки. Коли людина з'їдає шматок генетично модифікованого банана з вірусними білками, її імунна система створює антитіла й бореться з хворобою. Запускається той самий механізм, що й при звичній вакцинації. Якщо експеримент вдасться, то вакцину від гепатиту В або холери можна буде отримати, просто з'ївши банан. Це дуже зручне й дешеве «транспортування» і «зберігання» вакцини [9].

### 3. «Вирощування ліків на фермі» та нейтралізація збудників хвороб.

Генетично модифіковані організми використовуються в прикладній медицині з 1982 року. Цього року зареєстрований як ліки людський інсулін, одержуваний за допомогою генетично модифікованих бактерій.

Ведуться роботи по створенню генетично модифікованих рослин, які продукують компоненти вакцин і ліків проти небезпечних інфекцій (чуми, ВІЛ). На стадії клінічних випробувань знаходиться проінсулін, отриманий з генетично модифікованого сафлору. Успішно пройшло випробування і схвалено до використання ліки проти тромбозів на основі білка з молока трансгенних кіз.

Науковці навчилися добувати з ГМ-тварин рідкісні або дорогі білки, що використовують у медицині: наприклад, у ДНК вівці чи кози «вбудовують» ген, який кодує необхідний білок, організм тварини його виробляє і виділяє великими порціями разом з молоком. Перший дозвіл на такі ліки з молока трансгенної кози дали у 2009 році – це препарат, що знижує можливість утворення тромбів при хірургічних операціях під час

пологів. У 2011-му біологам вдалося «перенести» людський ген у ДНК корів і отримати молоко з «людськими» властивостями, яким можна догодувати дітей та уникнути шлункових розладів і отруєнь.

За допомогою ГМО досліджуються закономірності розвитку деяких захворювань (хвороба Альцгеймера, рак), вивчається функціонування нервової системи, вирішується ряд інших актуальних проблем біології і медицини. У травні 2015 року стало відомо, що фахівці десяти наукових і лікувальних установ США, Канади і Великобританії успішно випробували ліки від раку шкіри. 400 пацієнтам з швидко прогресуючими формами меланоми вводили ін'єкції модифікованого вірусу герпесу.

Методика лікування, що отримала назву T-VEC, у 25% хворих викликала позитивну динаміку, а у 10% – вдалося досягти ремісії. В середньому, пацієнти, яких лікували за T-VEC, жили майже на 20 місяців довше тих, кого лікували традиційними методами [10].

Також за допомогою ГМ-тварин вивчають механізми розвитку хвороб, процесів старіння і регенерації. У 2009-му вчені змогли «перенести» людський ген у генетичний код приматів і тепер досліджують хвороби Паркінсона, Гантінгтона і аміотрофічний латеральний склероз.

Крім того, генною інженерією науковці намагаються побороти епідемії й масові захворювання. Саме зараз британські вірусологи працюють над виведенням генетично модифікованого комара, потомство якого помиратиме до розмноження. Ці комахи переносять смертельний вірус Зіка, який нещодавно швидко поширився Західною півкулею. Подібний експеримент вдало провели 2015-го поблизу бразильського міста Пірасікаба, різко зменшивши випадки захворювання гарячкою денге. Також нещодавно вчені створили ГМ-бактерії для малярійних комарів, які знищують близько 85-98% збудників малярії людини.

Бурхливо розвивається нова галузь медицини - генотерапія. В її основі лежать принципи створення ГМО, але як об'єкт модифікації виступає геном соматичних клітин людини. Нині генотерапія - один з головних методів

лікування деяких захворювань. Так, вже в 1999 році кожна четверта дитина, що страждає SCID (Severe combined immune deficiency), лікувалась за допомогою генної терапії. Генотерапію, крім використання в лікуванні, пропонують також використовувати для уповільнення процесів старіння.

#### 4. Декоративне використання.

У 2003 році на ринку з'явилася GloFish - перший генетично модифікований організм, створений з естетичними цілями, і перша домашня тварина такого роду. Завдяки генній інженерії популярна акваріумна рибка Даніо реріо отримала кілька яскравих флуоресцентних кольорів.

Паперове дерево з квадратним листям, які після висушування використовують як папір для письма.

У 2009 році вийшли в продаж ГМ-сорт троянди «Aprlause» з квітами синього кольору.

Іноді доводиться чути, що ГМО можуть викликати алергію. Спробуємо спочатку розібратися, що таке алергія. Ми вже знаємо, що вся їжа, яку ми їмо, розкладається в нашому кишечнику до простих складових, основних молекул. Звичайно, чужорідні білки не можуть розщепитися на складові частини миттєво - це відбувається поступово, в міру просування по травному тракту. Деякі великі білки, які містяться в нашій їжі, здатні викликати алергічну реакцію у чутливих до них людей [11].

Алергія - це збій в роботі нашої імунної системи, яка покликана розпізнавати чужорідні білки хвороботворних бактерій і вірусів, а також деякі токсини. Коли в організм потрапляють «чужі» білки (антигени), імунна система реагує на них, в результаті чого антигени нейтралізуються і виводяться з організму - таким чином ми захищаємось від хвороботворних мікроорганізмів і токсинів. Імунна система більшості людей не розпізнає білки, що містяться, припустимо, в їжі, як небезпечні і чужі. Однак у деяких людей імунна система гіперчутлива і відповідає на контакт організму не з хвороботворними організмами, а з білками, які знаходяться в їжі, пилком або

пиллом. Подібна відповідь називається алергією, а якщо вона спровокована прийомом продуктів харчування - харчовою алергією.

Харчову алергію можуть викликати різні продукти, не тільки незнайомі і екзотичні для нашого організму, як, наприклад, завезене до Європи зовсім недавно ківі, але й місцеві - наприклад, дуже популярна в Японії соя, або арахіс в США. Алергія на нього настільки сильна, що якщо на фабриці на одній лінії в різний час виробляються, наприклад, шоколад з арахісом і без, то люди з алергією на арахіс можуть відреагувати і на чистий шоколад. Тому виробник пише на упаковці, що шоколад може містити сліди горіха. Так виробник попереджає людей, гіперчутливих до горіху, про можливу алергію.

Широко відомий випадок, коли алергію викликав ГМО. Компанія Pioneer Hi-Bred International випустила трансгенну сою з вбудованим геном бертолетії високої, більш відомої під назвою «бразильський горіх». Справа в тому, що соя порівняно бідна на амінокислоту метіонін, тому, з метою підвищити її поживні властивості, в неї був вбудований ген багатого на метіонін білка з бертолетії. Цей білок «бразильського горіха» є сильним алергеном, і, синтезований модифікованою соєю, він також викликав алергічні реакції у чутливих до «горіху» людей. І хоча новий сорт сої був призначений для годівлі тварин, виробник зняв рослину з виробництва, побоюючись, що кормову сою можуть переплутати з продовольчою.

Алергія, викликана білком «бразильського горіха» в модифікованій сої, мала такий ж характер, як і алергічна реакція на звичайні «бразильські горіхи». В даному випадку всьому виною був сильний алерген - білок «горіха», і не важливо, якого походження. Те, що він синтезувався в ГМО, а не в рідній бертолетії, для розвитку алергічної реакції не має ніякого значення.

Уникати алергічної реакції - значить уникати продуктів, на які у людини алергія. Але алергік може зустрітися з незнайомим досі білком де завгодно, і в звичайних, не модифікованих продуктах: зараз в нашу країну активно імпортуються екзотичні фрукти, морепродукти тощо.

Всі ГМО, які випускаються на ринок, проходять обов'язкові тести на придатність, в тому числі - тест на алергенність. В цих тестах досліджується максимально доступна кількість білків-алергенів, відомих на даний момент. Варто лише сподіватися, що нові харчові продукти, отримані без застосування генної інженерії, досліджуються настільки ж ретельно.

Противники ГМО люблять наводити приклад з білком «бразильського горіха», представляючи все так, що людині здається, ніби всі ГМО не проходять перевірок і ми можемо зустрітися з невідомими алергенами у продуктах, випущених на ринок. Проте трансгенні продукти не більш небезпечні за звичайні, отримані в результаті селекції, а іноді навіть менш небезпечні - наприклад, показано, що зміст алергену в декількох трансгенних сортах рису був істотно нижчий, ніж у традиційному рисі.

Очевидно, що для алергіка важливо знати білковий склад продукту, а не генетичне походження білків. Ось якби на упаковці з трансгенним продуктом було вказано, які білки там містяться, чи немає серед них нехарактерних. Але ж такого маркування часто не вистачає і на традиційній продукції, отриманій без застосування генної інженерії.

Дуже часто ГМО звинувачують в можливій токсичності. Історії про те, що «100 щурів нагодували трансгенною картоплею і вони померли від раку» переписуються з однієї газети в іншу, при цьому ніяких посилань на наукові дослідження зазвичай не дається. У зв'язку з цим розглянемо історію одержання і безпечність споживання трансгенної картоплі, модифікованої геном ендотоксину (Bt) бактерії *Bacillus thuringiensis*, яка внаслідок модифікації стала стійкою до колорадського жука.

Використання Bt-токсину для боротьби з комахами-шкідниками має довгу історію. Задовго до того, як був клонований відповідний ген та отримана перша модифікована ним картопля, Bt використовувався на полях в розпиленому вигляді. Причому, використовувався не індивідуальний Bt, а цілі клітини бактерії *Bacillus thuringiensis*, які продукували цей токсин. Bt сам по собі не є токсичним для ссавців. Але геном *Bacillus thuringiensis* несе ряд

генів, які продукують інші, потенційно небезпечні для людини, токсини, які здатні викликати діарею, руйнування нирок і печінки.

Крім того, *Bt* у своєму первинному вигляді руйнується на світлі. Тому для забезпечення його інсектицидних властивостей на полях протягом тривалого часу необхідне регулярне розпилювання препарату в значних кількостях. Таким чином, використання цілих клітин *Bacillus thuringiensis* в якості інсектицидного агента несе набагато більшу загрозу для людини, ніж культивування трансгенної картоплі з нетоксичним індивідуальним геном стійкості.

Були проведені експерименти на мишах, яких годували звичайною картоплею, картоплею, вирощеною з обприскуванням *Bacillus thuringiensis*, і картоплею, модифікованою геном *Bt*. Результати показали, що дієта з трансгенної картоплі практично не відрізнялась від дієти зі звичайної картоплі за фізіологічним впливом. В той же час, дієта з картоплі, вирощеної з обприскуванням *Bacillus thuringiensis*, викликала сильні зміни морфології клітин печінки і деякі інші відхилення.

Крім того, генетична конструкція, яка застосовувалась для модифікації рослини, побудована таким чином, що *Bt* після синтезу в клітинах прямує в основному в листя рослини. В бульбах картоплі *Bt* все ж таки присутній, але у невеликій кількості – його концентрація там така, що якби навіть цей білок був токсичним для людини, для того, щоб отримати дозу, достатню для отруєння, одній дорослій людині потрібно було б з'їсти близько 500 кг сирової картоплі за день.

Таким чином, аналіз ситуації із *Bt*-картоплею говорить про перевагу використання цього трансгенного сорту перед традиційними методами.

Трансгенні рослини, модифіковані генами стійкості до комах-шкідників, кілька разів ставали причиною гучних скандалів. Учасником одного з них також стала картопля. У 1998 році британський вчений Арпад Пустай (Arpad Pusztai) виступив в популярній телепередачі. Пустай працював з картоплею, модифікованою геном підсніжника. В телепередачі Пустай

заявив, що він годував щурів цією картоплею і виявив негативні зміни в їх організмі, порушення функцій деяких органів і імунітету, та зробив висновок, що трансгенна їжа небезпечна для здоров'я.

Подібна заява переполюшила громадськість. Люди, які не мають спеціальної освіти, звикли вірити вченим на слово, але ж для того, щоб зробити такий висновок, необхідно спочатку довести, що експеримент був проведений коректно. Дієта, яка складається з сирої картоплі - незвична їжа для гризунів, зміни в організмі можуть бути викликані просто зміною харчового раціону. Крім того, годування сирою картоплею - не найкраща модель для вивчення харчування людей, які в сирому вигляді її не вживають.

Але ж у статті для наукового журналу такі тонкощі, що дозволяють судити про чистоту експерименту, обов'язково повинні бути описані, без цього статтю просто не беруть до друку - строгі рецензенти повертають рукопис авторові з проханням допрацювати.

Арпад Пустай був звільнений з роботи через два дні, його керівництво заявило, що подібна поведінка не личить справжньому вченому. Противники ГМО пояснили звільнення тим, що біотехнологічні компанії вирішили прибрати зі свого шляху борця за правду, і до цих пір в різних посиланнях ГМО-опонентів Пустай проходить як потерпілий герой.

Але скандал розгорівся, і групи з кількох науковців перевірили результати його експериментів. Арпада Пустай звинуватили в поганій підготовці експерименту і недостатній статистиці, а також у відсутності необхідного контролю.

Незабаром відомий медичний британський журнал The Lancet опублікував статтю Арпада Пустай з результатами експериментів. Замість гучних стверджень в ній вказувалось, що при харчуванні трансгенною картоплею у щурів відбулися деякі зміни в травному тракті.

Стаття була піддана жорсткій критиці з боку фахівців. В тому ж журналі були опубліковані рецензії, в яких Пустай звинувачували в поганій підготовці експерименту: харчування щурів, яких годували трансгенною



картоплю, і щурів, яких годували звичайною, не було збалансоване за кількістю споживаного протеїну, а зміни в кишечнику у тварин могли бути викликані переходом на нову дієту, так як замірів подібних змін у контрольній групі не проводилося.

Противники ГМО про це мовчать. Будь-якому поважаючому себе руху, не важливо за що чи проти чого, потрібен свій герой. Тому противники ГМО пишаються вченим, пригнобленим в тяжкій боротьбі з біотехнологічними корпораціями, і звинувачують всіх у тому, що Арпаду не дають працювати, він не може повторити і поліпшити свій експеримент.

Подібних героїв, авторів скандальних заяв про небезпеку ГМО в Інтернеті і популярних виданнях вистачає. У такого роду заявах зазвичай не уточнюється, що перед випуском ГМО на ринок в обов'язковому порядку здійснюється їх тестування на безпечність. Трансгенну картоплю, томати і кукурудзу випробовують на піддослідних щурах і мишах, щоб виявити можливі токсичні ефекти, і це обов'язковий етап при перевірці продукту на харчову придатність.

ГМО, зокрема, рослини, які вирощуються у відкритому ґрунті, поза сумнівом, взаємодіють з оточуючими їх організмами.

Як правило, в першу чергу в нанесенні шкоди навколишньому середовищі звинувачують рослини, які виробляють токсини для захисту від комах-шкідників - наприклад, стійка до колорадського жука трансгенна картопля, яка виробляє Bt-токсин. Гіпотетично можливість нанесення шкоди навколишньому середовищу існує, однак у порівнянні з отрутохімікатами, які використовуються в сільському господарстві, ГМО не тільки менш токсичні, але і володіють значними перевагами.

Слід пам'ятати, що колорадський жук спричинює втрату до 40% усього врожаю картоплі щорічно. Ефективних засобів боротьби з ним не існує. По суті, до 97% всієї картоплі в Україні виробляється приватними господарствами, що передбачає нерівну боротьбу фермерів з жуком, в якій останній незмінно перемагає.

Використання отрутохімікатів в порівнянні з вирощуванням стійких до жука ГМО завдає незрівнянно більше шкоди екологічній рівновазі, оскільки хіміопрепарати, по-перше, застосовуються, як правило, безрецептурно і в гігантських кількостях, по-друге, не відрізняються вибірковістю дії, а, отже, завдають шкоди не тільки рослинам інших видів, а й тваринам, а, в кінцевому підсумку, і людині, і, по-третє, забруднюють ґрунтові води.

Екологічна безпечність іншої трансгенної рослини була доведена в історії з метеликом-монархом. У 1999 році кукурудзу, модифіковану геном Bt-токсину, який захищає рослину від кукурудзяного метелика, звинуватили в скороченні популяції метелика-монарха, личинки якого харчуються листям з пилом трансгенних рослин. Новина, опублікована в авторитетному журналі Nature, швидко рознеслась по світу, біотехнологічним компаніям були завдані збитки, кукурудзу заборонили ввозити до Європи і ввели обмеження на її вирощування в США.

У 2001 році Національна академія наук США опублікувала результати дворічних досліджень ряду університетів США і Канади, проведених під егідою Міністерства сільського господарства США. У висновку було зазначено, що пилок Bt-кукурудзи не є небезпечним для личинок метелика-монарха. А ось від широко вживаного на кукурудзяних полях отрутохімікату цигалотрину їх чисельність дійсно скорочується.

Грінпіс подав судовий позов, але Верховний суд США постановив, що у корисних комах більше шансів вижити на Bt-рослинах, ніж коли поля обробляються пестицидами. Стосовно останніх, кількість інсектицидів, які застосовуються у світі, тільки через вирощування Bt-бавовни скоротилась на 33 тисячі тонн. А всього в 2001 році в США вирощування трансгенних рослин, стійких до гербіцидів і комах, дозволило зменшити використання отрутохімікатів на 20,7 тисячі тонн.

Інша проблема, яка викликає побоювання у противників трансгенних рослин, полягає в теоретичній можливості перенесення змінених генів в близькоспоріднені види диких рослин. Тут потрібно зазначити, що обмін

генною інформацією між культурними сортами, отриманими за допомогою традиційних методів селекції і штучно вирощуваними на полях, і їх дикими родичами відбувається так само давно, як і власне використання самих сортів. Це відбувається при перезапиленні диких рослин пилом споріднених їм культурних видів. Однак, для того, щоб якийсь ген закріпився в популяції і передався нащадкам, необхідно, щоб він забезпечував організму певну селективну перевагу при розмноженні. Ген, який забезпечує, наприклад, виживання рослини на полі при обробці гербіцидом, для виживання в дикій природі цінності не несе і навряд чи закріпиться в популяції. Інші ознаки, такі як стійкість до комах-шкідників, можуть давати генетично модифікованим рослинам перевагу в диких умовах. Але навіть цього можна уникнути. Наприклад, на даний момент методи генної інженерії дозволяють конструювати трансгенні рослини таким чином, що чужорідні гени взагалі не потрапляють в пилок, або пилок ГМО нежиттєздатний в природі.

Застосування ГМО в сільському господарстві може ще й принести користь навколишньому середовищу. Вирощування більш продуктивних і невибагливих трансгенних рослин дозволить збільшити врожайність без територіального розширення полів, зберігаючи тим самим ліси від вирубки під сільськогосподарське і промислове використання.

Однак, потрібно пам'ятати, що при повсюдному впровадженні трансгенних сортів існує небезпека так званої монокультуризації - численні різноманітні сорти сільськогосподарських рослин будуть витиснені з ринку одним або двома покращеними трансгенними. У даному випадку необхідно об'єктивно і з різних точок зору оцінювати переваги і недоліки сортів, перш ніж замінювати одні на інші. Але це проблема загальної селекції, а зовсім не технології виробництва ГМО.

Хотілося б ще звернути увагу на деякі аспекти екологічно безпечних у широкому розумінні технологій виробництва органічної їжі, при якому повністю відмовляються від застосування ГМО, отрутохімікатів, хімічних добрив, а на полях використовується ручна праця.

Органічна продукція виробляється старими, малоефективними методами, що підвищує її вартість у кілька разів у порівнянні з продукцією, яка виробляється із застосуванням сучасних технологій. Такий спосіб вирощування сільськогосподарських рослин доцільний при необхідності отримання порівняно невеликого врожаю на власній грядці або в невеликому приватному фермерському господарстві - однак, якщо потрібно виростити велику кількість рису або кукурудзи, необхідну для того, щоб прогодувати населення Китаю, Індії чи Африки, потужностей органічного сільського господарства явно не вистачить.

Розширення органічного виробництва вимагає збільшення площ розораних під поля земель і знищення лісів, що ніяк не може позитивно позначитися на екологічній ситуації. Відмова від застосування добрив і отрутохімкатів змушує органічних фермерів вдаватися до таких традиційних методів, як угноювання ґрунтів, обробка ґрунтів неорганічними солями міді і обприскування полів продуктами перегонки нафти.

Потрібно мати на увазі, що угноювання ґрунтів може викликати перенесення інфекції та органічне забруднення вод. Неорганічні солі міді токсичні, так само як і продукти перегонки нафти. Це, звичайно, не означає, що органічна їжа «шкідлива» - просто до будь-якого бренду потрібно ставитися спокійно і розсудливо.

Проблеми забезпечення належного захисту від негативного впливу ГМО, а також їх транскордонного переміщення стали причиною розроблення Картахенського протоколу про біобезпеку в рамках Конвенції з біорізноманітності (1996).

Використання у сільськогосподарській, медичній, науково-практичній та інших сферах людської діяльності живих генетично змінених організмів (ЖГЗО) дає можливість розв'язати ряд найгостріших проблем сучасності. Але є побоювання вчених і громадськості, що діяльність, пов'язана з вивільненням живих змінених організмів у довкілля, може призвести до негативних наслідків, серед яких – створення потенційної небезпеки

біологічному різноманіттю внаслідок самосійного поширення живих змінених організмів, а також неконтрольоване утворення нових генетичних конструкцій.

Спочатку передбачалося прийняття Протоколу в лютому 1999 року в колумбійському місті Картахена-де-Індіас (цим пояснюється походження назви документа). Однак через суперечності між деякими учасниками переговорів остаточний варіант Протоколу було прийнято 29 січня 2000 року в м. Монреаль (Канада). Україна стала Стороною Протоколу у вересні 2002 року [12].

Основна мета документа – захистити навколишнє середовище від потенційних ризиків застосування ЖГЗО (поза Протоколом частіше вживають термін «генетично модифіковані організми» – ГМО), одержаних завдяки методам сучасної біотехнології. Картахенський протокол став першим юридично обов'язковим документом, який має на меті регулювання міжнародних перевезень ЖГЗО та гарантування безпеки під час переміщення, переробки ЖГЗО та їх використання і спрямований на захист біорізноманіття і здоров'я людей.

159 країн та Європейський Союз є сторонами Картахенського протоколу про біобезпеку [13]. У 2002 р. Україна приєдналася до Картахенського протоколу (Закон України від 12.09.2002. р. №153-IV) і цим засвідчила свою позицію щодо підтримання нею необхідності вжиття скоординованих заходів задля забезпечення належного рівня захисту в галузі безпечного обігу, транскордонних переміщень і використання ГМО, які отримані внаслідок застосування сучасних біотехнологій і можуть несприятливо впливати на збереження біорізноманітності, з урахуванням високих ризиків для здоров'я людини та непередбачуваних наслідків для майбутніх поколінь.

31 травня 2007 року Верховна Рада прийняла Закон №1103-V “Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів”, який регулює

відносини між органами виконавчої влади, виробниками, постачальниками, розробниками, науковцями і споживачами ГМО з метою гарантування біологічної та генетичної безпеки.

Кабінетом Міністрів України видано Постанову від 1 серпня 2007 року за № 985 “Про питання обігу харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми та/або мікроорганізми”. На виконання Законів України “Про захист прав споживачів” та “Про дитяче харчування” і з метою гармонізації законодавства України з нормами ЄС Кабінет Міністрів постановив: ввезення і реалізація харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми в кількості понад 0,9%, здійснюються за наявності відповідного маркування із зазначенням якісного складу таких продуктів. Забороняється ввезення, виробництво та реалізація харчових продуктів, призначених для дитячого харчування, що містять ГМО.

Порядок етикетування харчових продуктів, які містять ГМО або вироблені з сировини з вмістом ГМО, затверджено постановами Кабінету міністрів, згідно з якими інформація про відсутність ГМО (позначка “Без ГМО”) підлягає перевірці у встановленому Держспоживстандартом порядку. Підтвердженням цього має бути протокол випробувань (або його завірена копія), виданий дослідницькою лабораторією, акредитованою в установленому порядку. Наказом МОЗ України №971 від 09.11.2010 р. затверджено Перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів.

У листопаді 2015 року у Верховній Раді навіть зареєстрували законопроект, який забороняє використання ГМО в Україні, окрім як з науково-дослідною метою.

Генетично модифіковані продукти - великий і перспективний бізнес. У світі вже зараз 60 мільйонів гектарів зайнято під трансгенні культури.

ГМО давно стали абсолютно невід’ємною частиною нашого життя. За ними майбутнє сільського господарства, адже лише генетична інженерія

дозволяє отримати запланований врожай різноманітних за властивостями і зручних в переробці культур.

Якщо оцінювати об'єктивно — усі покращення генетично модифікованих продуктів є кількісними, а не якісними. Позаяк, не варто ставитись до генетично модифікованих продуктів, як до жахливого злочину проти природи та людства. Проте, і захоплюватись надміру ними не варто. Геномодифіковані продукти — ніщо інше, це черговий етап розвитку біотехнології. Звісно, зі своїми перевагами та недоліками. А голосні твердження про велику небезпеку або вражаюче досягнення — або недостатня освіченість у даному питанні, або несуб'єктивність сприйняття, або ж надмірна ангажованість [14].

Отже, ГМО – це не лише інструмент вирішення глобальних проблем, але й предмет дослідження сучасної науки, завданням якої є забезпечення доступу до необхідної інформації для населення з метою всебічного висвітлення властивостей нових генно-інженерних продуктів [15].

Об'єктивна, науково-обґрунтована і прозора інформація дозволить споживачу самому вирішити, чи варто вирощувати у себе на полі сучасні біотехнологічні рослини, купувати генно-модифіковані продукти, заправляти біопаливом; чи слід використовувати ліки, що отримані завдяки генній інженерії, або ж лікуватися за допомогою генної терапії від спадкових хвороб.

Сьогодні суспільство повинне зробити свій вибір - споживати органічні чи трансгенні продукти харчування. Тому необхідно інформувати громадськість щодо потенційних ризиків застосування ГМО на здоров'я людей та навколишнє природне середовище. Основні зусилля слід спрямувати на удосконалення існуючих і розробку нових методів виявлення ГМО у харчових продуктах з метою обмеження несанкціонованого поширення та використання в Україні ГМ-продукції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГМО врятують планету від голоду? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.centrmed.com/news/detail.php?ID=8092>
2. ГМО: дослідження та вплив на живі організми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://molokija.com/good\\_to\\_know/gmodoslidzhennya-ta-vpliv-na-zhivi-organizmi](http://molokija.com/good_to_know/gmodoslidzhennya-ta-vpliv-na-zhivi-organizmi)
3. Використання генно-модифікованих організмів (ГМО) в харчових продуктах – досягнення науки чи небезпека [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/23052/1/85.pdf>
4. ГМО: шкода чи користь? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/gmo-shkoda-chi-korist?page=1>
5. ГМО – перспективне досягнення науки чи потенційна небезпека [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bsmu.edu.ua/uk/news/digest/1252-gmos>
6. Біобезпека застосування ГМО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/studconf/264.pdf>
7. Створення і застосування генетично модифікованих організмів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uawsi.com/21/212042.html>
8. Трансгенні організми. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://studopedia.su/16\\_183362\\_otrimannya.html](http://studopedia.su/16_183362_otrimannya.html)
9. ГМО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://projects.platforma/gmoomnomnom/>
10. ГМО: заборонити не можна дозволити. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://econews.bei.org.ua/2016/02/blog-post\\_0.html](http://econews.bei.org.ua/2016/02/blog-post_0.html)
11. Генетично модифікована їжа. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://obukhivsch1.ucoz.ua/news/genetichno\\_modifikovana\\_jizha\\_shho\\_mi\\_znaemo\\_pro\\_neji/2012-12-09-346-987](http://obukhivsch1.ucoz.ua/news/genetichno_modifikovana_jizha_shho_mi_znaemo_pro_neji/2012-12-09-346-987)
12. Прийняття Картаженського протоколу про біобезпеку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecoleague.net/forumy-konferentsii-kruhlistoly-seminary/ekolohichniy-kalendar/sichen/item/291-pryiniattia-kartakhenskoho-protokolu-pro-biobezpeku-kartakhena-de-indias-kolumbiia-monreal-kanada>



13. Конвенція про біорізноманіття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection6/vykonannya/convencia>

14. Генетично модифіковані продукти - прокляття чи порятунок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harchi.info/articles/genetychno-modyfikovani-produkty-proklyattya-chy-poryatunok>

15. Найбільш поширені міфи про ГМО. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agbiotech.org.ua/ua/vstup-do-biotekhnologiji/biotekhnologiya-dlya-pochatkivtsiv/128-fable-gmo>