Вступ

Населення нашої планети стрімко збільшується. Саме це спонукало вчених та виробників не тільки інтенсифікувати вирощування сільськогосподарських культур і худоби, але і почати пошук принципово нових підходів до розвитку сировинної бази сторіччя, що почалося.

Друга половина ХХ початок ХХІ ст. ознаменувалися бурхливим розвитком біотехнологій та генної інженерії зокрема. Вони стали одним з найважливіших інструментів сучасних наукових досліджень, що мають значний вплив на науку, економіку та суспільство, оскільки дозволяють впливати на еволюційний розвиток усього живого на планеті. Інформаційно закриті системи, якими, наприклад, були колись рослини, уже сьогодні відкриті для обміну генетичною інформацією практично з усіма живими організмами. «Генна революція» відкрила нову еру в розвитку суспільно-економічних відносин. Під її впливом формуються нові ринки товарів та послуг, змінюється їх вартість та способи виробництва, виникають нові та можуть зникати деякі традиційні види діяльності, змінюється структура та напрямок інвестиційних потоків. Уже сьогодні широке використання методів сучасної біотехнології спричинило значні зміни у сільському господарстві, промисловому виробництві, енергетиці, медицині та ветеринарії тощо. Ці процеси стрімко розвиваються і вже мають значний вплив на міжнародну торгівлю, який буде тільки збільшуватися, що призведе в майбутньому до зміни структури світового господарства та національних економік багатьох країн.

Сьогодні є очевидним те, що сучасні біотехнології відкривають перед людством значні перспективи та несуть з собою як переваги, так і можливі невідомі ризики та загрози. Їх використання в багатьох сферах викликає сьогодні значний резонанс у суспільстві, але найбільша увага, прикута до генетично модифікованих організмів. І це природньо, оскільки зростання з року в рік площ сільськогосподарських угідь, засіяних генетично модифікованими культурами, їх широке використання у харчовій промисловості та медицині, створення методами генної інженерії нових сортів рослин та порід тварин із заданими властивостями безпосередньо впливають на людину. Проте, питання про «порушення встановлених природою меж», виникали і раніше, у зв’язку з іншими сільськогосподарськими інноваціями. Органічне сільське господарство можна розглядати як відмову від інновацій, тоді як використання ГМО - вважається найсучаснішим їх проявом. Наскільки використання ГМО перспективне та безпечне - це вже інше питання, на яке сьогодні намагаються дати відповідь науковці, експерти міжнародних та громадських організацій.

Але суспільство бентежить не стільки генетичне модифікування як специфічна технологія, скільки контекст, в якому відбувається розробка ГМО, тому що досить часто методи генної інженерії сприймаються як «втручання у справу Божу». Застережливе ставлення до ГМО пов’язане не тільки із суспільними та політичними цінностями, юридичними та релігійними нормами, а також із питаннями здоров’я нації, економічної безпеки держави та екологічної ситуації на планеті. Уряди багатьох країн, незалежно від того, чи вони виробники, чи тільки імпортери насіння, рослин, продуктів харчування, медичних препаратів, отриманих за допомогою сучасної біотехнології, займаються розробкою правових інструментів та регуляторних систем для попередження можливих ризиків пов’язаних з ГМО. Їх ефективність визначається спроможністю країни оперативно виявляти ці ризики, управляти ними та оперативно сповіщати про потенційну небезпеку. Тому, досвід ЄС та США у створенні регуляторної системи щодо використання ГМО має особливе значення для України.

Першим генно-інженерним продуктом став людський інсулін (продукований бактеріями Е.соli). Також почалося виготовлення ліків, вітамінів, ферментів, вакцин з використанням ГМ-організмів. В той же час енергійно розвивається клітинна інженерія. Особливо великих успіхів вдалося досягти в області мікроклонувального розмноження рослин і одержання рослин з новими властивостями.

Першим, в результаті штучних маніпуляцій з генами, модифікували тютюн, невразливий для шкідників, потім отримали генно-модифікований помідор (в 1994г. фірма Monsanto), кукурудзу, сою, рапс, огірок, картоплю, буряк, яблуко та інші.

ГМО все частіше почали входити до продуктів харчування. В наш час вміст ГМО в продуктах є звичним та прийнятним. Чи варто байдуже ставитися до проблеми ГМ-організмів?

Оскільки ГМО розмножуються, розповсюджуються і еволюціонують, вони викликають проблеми, значно відмінні від проблем, пов'язаних з безпекою використовування продуктів традиційних технологій. На відміну від більшості фізичних і хімічних з'єднань, ГМО, вивільнюючись в навколишнє середовище починають розмножуватися, розповсюджуватися і, можливо, схрещуватися з місцевими організмами, що робить практично неможливим їх виявлення і знищення, а також утрудняє зміну або усунення їх дії.

Справді генну інженерію можна назвати завершальним етапом адаптації до світу машин. Водночас однієї думки про генну інженерію, генетично модифіковані продукти в науковому світі немає.

Більшість науковців вважає, що потрібно все ж брати до уваги можливі ризики від ГМО, вводити мораторії на комерційне використання ГМО, так як ця продукція може спричини незворотню шкоду біологічному різноманіттю екосистем, здров`ю, людей і тварин.

Окрім цього зростає розрив між країнами Західної та Східної Європи у рівнях поінформованості про потенційний ризик випуску ГМО. Цим користуються для експорту на Схід цієї продукції.

Проблема поглиблюється й тим, що люди мають мало достовірної інформації про генетично модифіковані продукти.

Генна інженерія - це розділ молекулярної біології та генетики, метою якого є створення організмів з новими комбінаціями спадкових властивостей, зокрема, таких, що не поширені в природі. Наприклад, глобальне потепління можна буде перемогти, створивши рослини та тварини, генетично змінені так, щоб вони могли протистояти росту температур та посухам.

Генно модифіковані продукти - це трансгенні організми, спадковий матеріал яких змінений методом генної інженерії з метою додання їм бажаних властивостей. Всі продукти, які використовуються в сільському господарстві, вони всі отримані за рахунок технологій, які змінюють генетичний апарат. Це є традиційна селекція, а зараз це є методи генетичної інженерії, які цю селекцію значно пришвидшують. Традиційно селекція дає, наприклад, сорт рослин за 10 - 15 років, а генна інженерія за рік за два. Потреба у генно модифікованих продуктах виникла не так давно, а проблема перенаселення людства спонукала до цього.

Проблема перенаселення Землі, втрата за останні 20 років більше 15% грунтового шару, нестача білка(дефіцит - 35-40 млн. тон/год. та зростає щоденно на 2-3%), тому людина шукає порятунок в ГМ-продукції, так як традиційні способи вже не можуть вирішити цих проблем.

1. Розвиток сучасної біотехнології

Основи біотехнології були закладені людиною в давнину і пов’язані з використанням мікроорганізмів у хлібопекарстві, виноробстві, пивоварінні, приготуванні кисломолочних продуктів, солінні і копченні продуктів, виробленні шкір і таке інше.

Тисячоліттями людство прагнуло поліпшити сорти рослин і породи домашніх тварин за допомогою селективного схрещування. Лише в другій половині 20 століття виник новий напрямок у науці - біотехнологія. Вона дозволяє створювати та перебудовувати екологічні системи, створювати їх з певних елементів, що визначають потрібні людині властивості.

Науковий фундамент біотехнології був закладений у працях засновника сучасної мікробіології, французького вченого Луї Пастера, який у 1857 році не тільки визначив, що всі процеси бродіння є результатом життєдіяльності мікроорганізмів, а і вперше запропонував у 1861 році промислові методи запобігання псуванню вина (пастеризацію), використання бактерій вражаючих комах для боротьби з філоксерою і передбачив можливість промислового отримання та використання антибіотиків як лікарських засобів.

У 1865 році Грегор Мендель оприлюднив результати досліджень щодо спадковості ознак при схрещуванні бобових рослин. Він відкрив гени, які передають ознаки від покоління до покоління та сформулював основні правила спадковості, що пізніше отримали назву законів Менделя. Протягом 1870-1890 років були отримані перші гібриди кукурудзи і бавовника з новими властивостями та розроблені перші зразки добрив з бактеріями, які фіксували азот для підвищення врожайності.

На початку ХХ ст. роботи Г. Менделя знову привернули увагу у зв’язку з дослідженнями Эріха фон Чермака і Гуго Де Фріза з питань гібридизації рослин, у яких були підтверджені основні висновки про незалежне успадкування ознак і про чисельні співвідношення при «розщепленні» ознак у потомстві.

У 1930 році в США був прийнятий закон про патентування продуктів селекції рослин, а вже у 1933 році - отримані перші гібриди кукурудзи, призначені для комерційного використання.

У 20-30 роки минулого ст. великого значення набуває мікро-біологічний метод боротьби з сільськогосподарськими шкідниками і в науковий обіг уводиться термін «біотехнологія». У цей час почалося широке виробництво препаратів на основі спороутворювальних бактерій (Bacillus thuringiensis і Bacillus popilliana). Препарати, отримані з цих видів бактерій, ефективно використовувалися для боротьби з сараною, сибірським шовкопрядом, шкідниками кукурудзи, бавовника та винограду.

У Конвенції про охорону біологічного різноманіття, прийнятій на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро 5 червня 1992 року, біотехнологія визначена як «будь-який вид технології, пов’язаний із використанням біологічних систем, живих організмів або їхніх похідних для виготовлення або зміни продуктів або процесів з метою їх конкретного вживання».

У 1943 році відбулася епохальна подія - у США мікробіологи О. Ейвері, К. Маклеод та М. Маккарті визначили хімічну природу гена та довели, що не білки, а дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) є речовиною, з якої складаються гени. Ученими було доведено, що ДНК, яка присутня в ядрі кожної клітини, є субстанцією, що відповідає за передачу спадкової інформації.

У цьому ж році австрійський учений Е. Шредінгер сформулював основоположні принципи ДНК-технології. Він висунув ідею молекулярного підходу до вивчення генів. Е.Шредінгер, за 20 років до відкриття генетичного коду, розглядав ген та хромосоми як молекулярні носії інформації про живий організм. Зазирнувши всередину клітини та навчившись розшифровувати генетичні коди, вчені з’ясували, що основа будови і функції молекул усього живого на Землі - єдині. Усі організми і навіть віруси, містять одні й ті ж хімічні речовини, які утворюють головну молекулу генетичної пам’яті організму - ДНК. Вона складається з генів, що формують геном, як «книгу життя», написану за допомогою чотирьох «букв» - хімічних сполук аденіну (А), тиміну (Т), гуаніну (G) та цитозину (С).

Таким чином бурхливий розвиток фундаментальних наукових досліджень, тісна інтеграція природничих та інженерних наук у другій половині ХХ та на початку ХХІ ст. спричинили «генну революцію».

Таблиця: Основні етапи генної революції

|  |  |
| --- | --- |
| 1953 рік | Вчені Дж. Уотсон (США) і Ф. Крік (Англія) запропонували модель будови молекули ДНК у вигляді подвійної спіралі, що дозволило дати хімічне пояснення її біологічних властивостей як носія генетичної інформації, за що отримали Нобелівську премію з фізіології та медицини в 1962 році. |
| 1958 рік | Молекула ДНК уперше була синтезована в лабораторних умовах. |
| 1970 рік | Г. Корана (США) вперше синтезував молекулу ДНК, яка включає послідовність із 77 нуклеотидів, і довів, що вона може служити матрицею для побудови аланінової ранспортної РНК. Г. Сміт (США) виділив із клітин ферменти-рестриктази, здатні вибірково розрізати молекули ДНК і РНК на окремі фрагменти. |
| 1972 рік | У лабораторії П. Берга (США) була отримана перша рекомбінантна молекула ДНК. |
| 1973 рік | У лабораторії Г. Бойера і С. Коена (США) була отримана перша функціонально активна молекула рекомбінантної ДНК та відпрацьована методика розрізання та склеювання ДНК, що створило можливості для зміни живих організмів шляхом уживлення в них інших генів. Таким чином, в лабораторних умовах були розроблені основні методи генної інженерії. |
| 1980 рік | П. Бергу, У. Гілберту та Ф. Сенгеру було присуджено Нобелівську премію з хімії за синтез першої рекомбінантної молекули ДНК. |
| 1981 рік | У лабораторії університету Огайо створено перші трансгенні тварини шляхом вбудовування мишам генів інших тварин. |
| 1982 рік | Зареєстровано перші ліки, отримані методами біотехнології, - людський інсулін, синтезований бактеріями. |
| 1983 рік | В інституті рослинництва в Кельні (Німеччина) отримано першу рослину з використанням методів біотехнології - генетично модифікований тютюн. |
| 1984 рік | розроблено метод генетичних «відбитків пальців»; повністю розшифровано геном ВІЛу. |
| 1986 рік | Методами генної інженерії отримана перша вакцина від гепатиту В та інтерферон - перші ліки проти раку. |
| 1987 рік | Дж. Сенфордом (США) було розроблено метод «генної гармати», початок розвитку біобалістики. У США було видано перший дозвіл на польові випробування ГМ рослин. |
| 1990 рік | Розпочато міжнародний науковий проект «Геном людини». |
| 1992 рік | У США видано перший дозвіл на харчовий продукт, отриманий з використанням біотехнологій. Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США (FDA) робить заяву, згідно з якою трансгенні харчові продукти не небезпечні і для їх вживання не потрібна спеціальна регламентація. |
| 1994 рік | Томат FLAVRSAVR - перший генетично модифікований харчовий продукт, схвалений Управлінням з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США. |
| 1995 рік | Уперше отримана повна генетична карта геному бактерії Hemophilus influenzae. Ученими компанії Monsanto (США) виведено перший сорт генетично модифікованої сої. |
| 1996 рік | Уперше складено повну генетичну карту ДНК дріжджової клітини Saccharomyces cerevisiae (6 тис. генів). |
| 1997 рік | У Шотландії вперше клонована тварина - вівця Доллі. Урядом США схвалено 18 сортів генетично модифікованих зернових культур. Початок поширення ГМ культур у світі: кукурудза, соя, бавовник (Австралія, Аргентина, Канада, Китай, Мексика, США), ними засіяно біля 2 млн га. |
| 1998 рік | Вперше складено карту ДНК багатоклітинного організму - плоского черв’яка Caenorhabditis elegans (19 099 генів). |
| 1999 рік | Виведений «золотий» рис, збагачений каротином, для профілактики сліпоти у дітей країн, що розвиваються; ведуться дослідження зі створення повної карти геному рису. |
| 2000 рік | 15 травня на пресконференції у Білому домі керівник компанії «Celera Genomics» Крейг Вентер заявив про розшифровку геному людини. |
| 2001 рік | Отримана перша повна карта геному рису. |
| 2003 рік | Оголошено про повну розшифровку ДНК людини, окрім першої хромосоми. Для цього знадобилося понад 10 років машинних обрахунків, 2,3 млрд дол. США7 та спільна праця декількох тисяч учених із понад 20 країн світу. На ринку Північної Америки з’являється перша трансгенна декоративна тварина - акваріумна рибка GloFish, що світиться червоним в ультрафіолетовому світлі, завдяки вбудованому гену білка коралу. Уперше було клоновано представника вимираючого виду бантенг, а також мулів, коней та оленів. |
| 2006 рік | 17 травня дослідники Wellcome Trust Sanger Іnstіtute разом з амери-канськими та англійськими колегами оголосили про закінчення останнього етапу роботи з розшифровки повного генома людини - секвенування найбільшої, першої хромосоми. |
| 2008 рік | Початок робіт зі створення автоматизованих систем розшифровки геному. Компанія IBM, використовуючи свій досвід у напівпровідниковій сфері та при створенні обчислювальних систем, почала розробку «наносеквенсера ДНК», або чіпа, пристосованого для роботи з ДНК-даними. Метою даного проекту є створення процесора, здатного зчитувати з молекули ДНК генетичну інформацію, перетворювати її в двійникові коди та аналізувати9. Зараз цей проект знаходиться на стадії дослідження та проектування «ДНК-транзистора». |

У 2003 році було оголошено про повну розшифровку ДНК людини, окрім першої хромосоми. Для цього знадобилося понад 10 років машинних обрахунків, 2,3 млрд дол. США та спільна праця декількох тисяч учених із понад 20 країн світу.

На ринку Північної Америки з’являється перша трансгенна декоративна тварина - акваріумна рибка GloFish, що світиться червоним в ультрафіолетовому світлі, завдяки вбудованому гену білка коралу. Уперше було клоновано представника вимираючого виду бантенг, а також мулів, коней та оленів.

рік 17 травня дослідники Wellcome Trust Sanger Іnstіtute разом з американськими та англійськими колегами оголосили про закінчення останнього етапу роботи з розшифровки повного генома людини - секвенування найбільшої, першої хромосоми.

2008 рік початок робіт зі створення автоматизованих систем розшифровки геному. Компанія IBM, використовуючи свій досвід у напівпровідниковій сфері та при створенні обчислювальних систем, почала розробку «наносеквенсера ДНК», або чіпа, пристосованого для роботи з ДНК-даними. Метою даного проекту є створення процесора, здатного зчитувати з молекули ДНК генетичну інформацію, перетворювати її в двійникові коди та аналізувати. Зараз цей проект знаходиться на стадії дослідження та проектування «ДНК-транзистора».

Інформаційно закриті системи, якими були культурні та дикі види рослин, сьогодні відкриті для прямого обміну генетичною інформацією практично з усіма живими організмами, що не мало ще історичного прецеденту. Сучасні інформаційні технології значно полегшують дослідження та створюють безмежні можливості для накопичення, обробки, узагальнення та аналізу інформації з середини клітини, що є емпіричним фундаментом для нових наукових відкриттів.

У Картахенському протоколі про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття сучасну біотехнологію визначено як таку, що використовує методи та технології генної інженерії, що дозволяють ідентифікувати, виділяти і переносити окремі гени та їхні комплекси з клітин організму-донора в клітини організму-реципієнта, з метою створення генетично модифікованих організмів (ГМО) з певними бажаними ознаками, зокрема:

методів клітинної інженерії (in vitro) з культивування, регенерації, розмноження та гібридизації клітин і тканин у штучних умовах з використанням нуклеїнових кислот, включаючи рекомбіновану ДНК і пряму ін’єкцію нуклеїнових кислот в клітини або органели;

методів соматичної гібридизації, заснованих на злитті клітин організмів з різним таксономічним статусом, які дозволяють подолати природні фізіологічні репродуктивні або рекомбінаційні бар’єри.

Методи генної інженерії принципово відрізняються від відомих законів природної еволюції. Загальновідомо, що в процесі еволюції можуть відбуватися зміни на генетичному рівні, що призводять до появи нових ознак лише в межах одного виду. Однією з головних характеристик біологічного виду є репродуктивна ізоляція - можливість схрещування лише в його межах. Генна інженерія дозволяє подолати цей бар’єр, що є прямим втручанням людини в процес еволюції. Метод рекомбінації ДНК є найпоширенішим у сучасній біотехнології. Він дозволяє вбудовувати чужорідні молекули ДНК в геноми рослин, тварин і мікроорганізмів, наділяючи їх властивостями та ознаками, отримання яких неможливе за допомогою традиційних методів селекції.

Підтвердженням цього є те, що сьогодні у світі мільйони гектарів засіяні генетично модифікованими сортами сої, кукурудзи та інших сільськогосподарських культур, уже існують трансгенні «рослини-фармафабрики» із вбудованими вакцинами і вітамінами та рослини, що можуть виробляти цінні фармацевтичні матеріали, а також у лабораторіях створено понад 20 видів генетично модифікованої риби та декілька порід ГМ-тварин.

Слід зауважити, що досягнення фундаментальної науки сягнули настільки далеко, що сьогодні людина стає одним із головних об’єктів генетичних досліджень та генетичних маніпуляцій. Сьогодні експериментальна наука стоїть за крок до створення людини в лабораторних умовах.

Безперечно, сьогодні осягнути всі перспективи, які відкриває «генна революція», неможливо, але з впевненістю можна стверджувати, що подібно до винаходу парового двигуна та відкриття електричної енергії, які свого часу змінили спосіб життя багатьох людей, вона відкрила нову еру. Під її впливом формуються нові ринки товарів та послуг, змінюється їхня вартість та способи виробництва, виникають нові та можуть зникнути деякі традиційні види діяльності, міняється структура та напрямок інвестиційних потоків.

Наступним етапом, на думку вчених, буде поєднання генної революції з агропромисловою. У результаті науково-технічного прогресу та широкого використання новітніх розробок у галузі генної інженерії з’являться нові сектори економіки, які сформують «агроцевтичну систему», де промисловим способом будуть вироблятися ГМ-рослини, ГМ-тварини, продукти харчування, лікарські препарати і таке інше.

Широке використання методів сучасної біотехнології уже спричинило значні зміни в сільському господарстві. Значно прискорився процес отримання нових сортів рослин з бажаними властивостями та нових порід тварин. Міжнародні агропромислові корпорації активно використовують здобутки сучасної біотехнології для вирішення проблеми продовольства у світі.

Окрім сільського господарства, сучасні біотехнології уже широко використовуються в медицині, ветеринарії, енергетиці, хімічній промисловості та в інших сферах.

Використання методів сучасної біотехнології у медицині робить її більш персоналізованою, дозволяє забезпечити діагностику та лікування на якісно новому рівні, а виробництво ліків у майбутньому буде безпосередньо пов’язане із генетичною діагностикою хворих. Лідери світової фармацевтичної індустрії уже ефективно використовують методи сучасної біотехнології для пошуку нових ліків, що припиняють дію небезпечних генів ще до розвитку хвороби. Наступає нова ера, коли ліки будуть проектувати за допомогою генно-інформаційних технологій, а не винаходити емпірично, як це було раніше. Експерти маркетингової фірми Frost&Sullіvan вважають, що незабаром оборот індустрії генного тестування перевищить 1 млрд дол. США.

Технології промислового біосинтезу широко використовуються для виробництва органічних розчинників, амінокислот, кормових білків, ферментів, антибіотиків, вакцин та інших препаратів, які застосовуються в промисловості, виробництві кормів, сільському господарстві, медицині та ветеринарії.

Сучасні біотехнології широко використовуються для вирішення екологічних проблем, зокрема для боротьби із забрудненням навколишнього середовища, наприклад, у технологіях очищення стічних вод та обеззаражуванні промислових відходів.

При поступовому скороченні запасів природних вуглеводнів та постійному погіршенні екологічної ситуації у світі особливе місце зайняла біоенергетика, що базується на технологіях виробництва біопалива, зокрема етанолу, методом мікробіологічної ферментації різноманітної сільськогосподарської сировини. Цей напрямок біотехнології в умовах постійного зростання потреби в енергоресурсах має надзвичайно важливе значення вже сьогодні. Так наприклад, прийнятий Конгресом США у 2007 році Закон про енергетичну незалежність та безпеку, передбачає використання у США до 2022 року 36 млрд галонів етанолу на рік. За прогнозами Міністерства енергетики США до 2030 року Сполучені Штати будуть виробляти до 90 млрд галонів етанолу на рік, що дозволить зменшити споживання автомобільного пального з нафти з 180 до 120 млрд галонів за рік. У 2006 році застосування етанолу в США дозволило скоротити на 8 млн тон викиди парникових газів (у СО2 еквіваленті), що приблизно дорівнює річним викидам 1,21 млн автомобілів. Новою ідеєю біотехнологів є вирощування ГМ-лісів як сировини для біопалива. Експеримент із вирощування ГМ-тополь як джерела біопалива проходить у провінції Квебек(Канада), що викликало масові протести екологів та світової громадськості.

Щоб зрозуміти значення біотехнології для майбутнього людства, потрібен час. Але вже зараз зрозуміло, що в майбутньому її роль зростатиме, а сфера застосування здобутків «генної революції» буде лавиноподібно розширюватися, і цей процес, як і хід наукової думки, зупинити вже неможливо. На жаль, сьогодні здатність людства перетворити отримані знання про гени на розуміння генів мізерна. Тому дослідження генів необхідно продовжувати, щоб, окрім перспектив та переваг, які відкриває для людства генна революція, чітко усвідомлювати можливі її ризики та загрози для людини та екосистеми Землі.

2. Історія виникнення генетично-модифікованих організмів

Під час «холодної війни» США і СРСР покладали великі надії на біологічну зброю нового зразку. Вона мала бути набагато ефективнішою, ніж термоядерна - не знищувала би території та індустрію, а впливала б тільки на населення. До цієї зброї відносились і ГМО - організми, що містили б гени штучно створені, або запозичені в інших організмів. Це відкривало грандіозні перспективи, а саме створення вірусів і рослин, котрі би знижували імунітет людей, несли нові хвороби, від яких не було би ні природного захисту, ні ліків.

Після закінчення «холодної війни» постала проблема з фінасуванням даних програм. Тому групи вчених з обох сторін звернулися до урядів щодо використання цих технологій у мирних цілях. У СРСР ці програми не отримали фінансової допомоги, а у США цю ідею підхопили корпорації, що спеціалізувались на агротехнологіях. Незабаром на світовому ринку з'явилися ГМ сільськогосподарські культури, що були синтезовані шляхом біотехнологічних операцій.

Потім з'явилася інформація про те, що змінені рослини викликають мутацію живих організмів, та харчуються ними. Такі сенсаційні висновки зробив відомий німецький зоолог Ханс-Хайнрих Каац. Проведені ним дослідження, та звіти, які оприлюднені сьогодні в Лондоні, свідчать про наявність величезної потенційної загрози генної інженерії для всього живого на планеті. Вчений встановив, що змінений ген оліїстого турнепсу проникає в бактерії, які живуть у шлунку бджоли, і призводить до їхньої мутації. Тим самим знайдено перший науковий доказ впливу генетично змінених рослин на живі організми. Експерт не виключає, що бактерії в організмі людини також можуть змінюватися під впливом продуктів, що містять модифіковані гени.

Що значить "генетично модифікований ", або "трансгенний"? Генетично модифіковані організми (ГМО) можна визначити як організми, у яких генетичний матеріал (ДНК) змінений таким чином, яким це не відбувається в природних умовах. Цю технологію часто називають "сучасною біотехнологією" або "генною технологією". Вона дозволяє переносити відібрані індивідуальні гени з одного організму в інший, а також між не пов'язаними між собою різновидами. Такі методи використовуються для створення генетично модифікованих рослин, які потім використовуються для вирощування генетично модифікованих харчових культур. Виробляти цю процедуру в широкому масштабі можливо тільки в лабораторіях великих корпорацій.

У результаті такі трансгенні організми здобувають нові "корисні " властивості - наприклад, стають токсичними для комах, однак найчастіше метою генетичної модифікації є одержання суперстійкості сільськогосподарських рослин до величезних кількостей пестицидів виробництва тих самих корпорацій. Які ще властивості, на додачу до «корисних», здобувають ці «дітки франкенштейнів», корпорації воліють не розповідати. Численні дослідження цієї проблеми свідчать, що генетично модифікована їжа може становити серйозну небезпеку для здоров'я людини й для навколишнього середовища. У квітні 1998 року вчений Арпад Пуштаі з науково-дослідного інституту Роуэтт у місті Абирден (Великобританія), необачно заявив по телебаченню, що експерименти виявили незворотні зміни в організмі пацюків, які харчувалися генетично модифікованою картоплею. Він стверджував, що ніколи не буде їсти подібну їжу й, що дуже несправедливо використовувати громадян як піддослідних кроликів. На Пуштаі почалися гоніння. Він був звільнений з роботи.

Однак через якийсь час Британська Медична Асоціація призвала до міжнародної заборони на використання методів генної інженерії в харчовій промисловості й сільському господарстві. Вчені вважають, що ефект впливу компонентів, які, містяться в генетично модифікованих продуктах, неможливо пророчити й перевірити. Російські медики також наполягають на ретельних дослідженнях і забороні використання таких компонентів хоча б у виробництві дитячого харчування. Небезпека для навколишнього середовища, що містить у собі генетично модифіковані організми, обговорюється біологами багатьох країн.

3. Суть генетично змінених організмів

3.1 Що таке модифікація?

Модифікація - це зміна, покращення. Якщо на упаковці вашого улюбленого продукту є позначка «модифікований крохмаль», то це зовсім не значить, що він містить ГМ-огранізми. Крохмалі, що входять до продуктів харчування, модифікуються за допомогою хімічних методів.

Генетична модифікація - це зміни у генетичному коді рослини - геномі. Ще у минулому столітті видатні селекціонери за допомогою схрещування намагалися поліпшити властивості рослин, їхню стійкість до хвороб та шкідників. Легендою стала столітня пшениця, яку можна було б косити кілька разів на рік і сіяти лише раз на сторіччя.

Гени несуть інформацію про всі риси, що їх успадковує будь-який організм - жива істота. Вони складаються з ДНК. Генетична модифікація є результатом зміни ДНК або введення генетичного матеріалу з одного організму до іншого, який може бути різновидом або того самого, або іншого виду. Наприклад, гени можуть бути перенесені з однієї рослини до іншої, з рослини до тварини чи з тварини до рослини. Перенесення генів між рослинами та тваринами є предметом окремої дискусії.

Генетикам насьогодні вдалося висести сорти пшениці, що не приваблює колорадського жука, чи винограду, який не боїться заморзків. Така модифікація - це зміна одного чи кількох генів у геномі, тобто - виведення нових рослин з новими функціями.

Генетична модифікація дозволяє отримувати рослини, тварин та мікроорганізми, зокрема бактерії, зі специфічними властивостями, що дуже важко досягти традиційними методами. Крім того, вона дає змогу переносити гени з одного виду до іншого, для отримання певних ознак, чого взагалі неможливо добитися шляхом традиційної селекції.

Століттями люди розводили тварин та нові види рослин, прагнучи розвивати певні ознаки або ж уникати їх. Серед найяскравіших прикладів - скакові коні, що їх розводили, добиваючись щоразу більшої швидкості та сили, - а також троянди, селекція яких покликана розширити розмаїття їхньої кольорової гами, а також зробити стійкішими до хвороб. Протягом багатьох поколінь, іноді тисяч років, найголовніші у світі сільськогосподарські культури селекціонували, схрещували, намагаючись домогтися від них якнайкращого пристосування до умов вирощування і водночас вдосконалюючи їхні смакові якості.

Так, свійську худобу розводять, виходячи з того, чи це м'ясні чи молочні стада. На сьогодні, більшість особин молочної худоби суттєво відрізняється від тих тварин, яких людина приручила вперше. Роками в селекції молочної свійської худоби основний акцент ставився на збільшенні надоїв молока та поліпшенні його якості.

Однак, якщо традиційні методи включають змішування тисяч генів, то генетична модифікація дозволяє додавати один, окремий ген або невелику кількість генів до генетичної структури рослини чи тварини, і це тягне за собою ті чи інші зміни. За допомогою генетичної модифікації, гени можна „ввімкнути” чи „вимкнути”, міняючи у такий спосіб процес розвитку рослини чи тварини.

Наприклад, гербіциди використовуються для знищення бур'яну на полях, де вирощують сільськогосподарські культури, однак вони можуть зашкодити росту культур, які мають захищати. Використовуючи генетичну модифікацію, ген із окремою властивістю, такою як стійкість до конкретного гербіциду, можна ввести до культурної рослини.

В такому разі гербіцид, яким обприскують поля з метою знищення бур'яну, не перешкоджатиме росту культурних рослин.

В свою чергу, генетичну модифікацію можна використовувати для зменшення кількості внесення пестицидів - відповідні зміни ДНК рослини збільшать її опір шкідникам, певним сільськогосподарським культурам.

З іншого боку, генетична модифікація використовується для того, аби зміцнити імунітет рослини до вірусів або поліпшити її поживну цінність. Це стосується передусім, тварин, яких вирощують задля м'яса, генетична модифікація може потенційно підвищити такі показники, як швидкість росту та кінцевий розмір тварини.

.2 Визначення ГМО

Термін «генетично модифікований організм» законодавчо визначений Директивою ЄС 2001/18/ЄС від 16 грудня 2002 року про навмисний випуск у навколишнє середовище генетично модифікованих організмів. Відповідно до ч. 2 ст. 2 цієї Директиви генетично модифікованим організмом є будь-який організм, окрім людини, у якому генетичний матеріал було змінено у спосіб, неможливий у природних умовах у процесі парування і/або природної рекомбінації. Директива чітко визначає, що люди не розглядаються як організми, та перераховує технології, використання яких дає змогу отримати генетично модифіковані організми.

У Картахенському протоколі про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття використовується термін «живий модифікований організм» (ЖМО). Статтею 3 протоколу ЖМО визначено як будь-який живий організм, що містить нову комбінацію генетичного матеріалу, отриману внаслідок використання сучасної біотехнології, а «живий організм» - як будь-яке біологічне утворення, спроможне до передачі або реплікації генетичного матеріалу, включаючи стерильні організми, віруси і віроїди.

Необхідно звернути увагу на те, що в офіційному перекладі Картахенського протоколу про біобезпеку з англійської мови на українську поняття «living modified organism» перекладено як «живий змінений організм», хоча поняття «genetically modified organism (GMO)» у Директиві ЄС 2001/18/ЄС від 16 грудня 2002 року перекладено як «генетично модифікований організм».

У законі України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» ці обидва поняття об’єднані і визначені як: «генетично модифікований організм, живий змінений організм (ГМО) - будь-який організм, у якому генетичний матеріал був змінений за допомогою штучних прийомів переносу генів, які не відбуваються в природних умовах, а саме:

рекомбінантними методами, які передбачають формування нових комбінацій генетичного матеріалу шляхом внесення молекул нуклеїнової кислоти (вироблених у будь-який спосіб ззовні організму) у будь-який вірус, бактеріальний плазмід або іншу векторну систему та їх включення до організму-господаря, у якому вони зазвичай не трапляються, однак здатні на тривале розмноження;

методами, які передбачають безпосереднє введення в організм спадкового матеріалу, підготовленого ззовні організму, включаючи мікроін’єкції, макроін’єкції та мікроінкапсуляції;

злиття клітин (у тому числі злиття протоплазми) або методами гібридизації, коли живі клітини з новими комбінаціями генетичного матеріалу формуються шляхом злиття двох або більше клітин у спосіб, який не реалізується за природних обставин».

Сьогодні, на жаль, немає універсального визначення поняття ГМО. У науковій літературі та законодавчих актах найчастіше вживають термін «генетично модифікований організм», під яким розуміють будь-який організм, окрім організму людини, який володіє новою комбінацією генетичного матеріалу, що відрізняється від природної та отриманий із застосуванням методів сучасної біотехнології.

Метою генетичного модифікування є досягнення бажаних ознак організму-реципієнта з використанням меншої кількості селекційних поколінь і, відповідно, з набагато меншими тимчасовими витратами, ніж традиційна селекція. Крім того, воно дозволяє проводити точніші маніпуляції над геномом шляхом вибіркового виділення і перенесення гену, що виключно цікавить дослідників. Проте при застосуванні методів, що існують на сьогоднішній день, вбудовування послідовності ДНК у геном господаря часто відбувається випадковим чином, що може мати небажаний вплив на розвиток і фізіологію організму. У той же час, подібні ефекти можуть виявлятися і при використанні традиційних методів селекції. Селекційний процес, що використовується сучасною біотехнологією, спрямований на уникнення подібних небажаних явищ і формування стійких корисних ознак.

.3 Три покоління генетично модифікованих рослин

Перше покоління

Найбільш поширеними генетично модифікованими організмами є сільськогосподарські культури із стійкістю до гербіцидів, комах і вірусів. Вони належать до першого покоління генетично модифікованих культур і вирощуються на комерційній основі з 1996 року. Перше покоління ГМ рослин було створене для того, щоб підвищити якість та ефективність сільськогосподарського виробництва.

З цією метою природні сорти рослин за допомогою біотехнологій були генетично модифіковані та наділені певними необхідними властивостями, зокрема:

стійкість до гербіцидів - ГМ культури містять гени, що скорочують активні інгредієнти в гербіцидах та роблять їх нешкідливими. Ця риса характерна для всіх основних ГМ культур. У 2008 році стійкі до гербіцидів культури (соя, кукурудза, канола (різновид ріпаку), бавовна та люцерна) займали 63 % світової біотехнологічної площі.

стійкість до гербіцидів та протидія скупченню комах - властивості, що закладаються в культуру одночасно протягом одного перетворення шляхом «накладання рис» (trait stacking). У 2008 році такі культури складали 22 % світової площі біотехнологічних культур.

стійкість до комах - ГМ рослини містять чужорідний ген, отриманий з бактерії Bacillus thuringiensis (Bt), наприклад Bt кукурудза чи бавовна. Bt токсини вбивають шкідників, включаючи гусеничних, міль та інших комах, однак ці токсини вважаються шкідливими для людей. Стійкі до комах культури у 2008 році складали 15% світової площі біотехнологічних культур.

стійкість до вірусів. ГМ рослини містять ген, який декодує вірусний «захисний протеїн» (наприклад, папайя та гарбузові). Таким чином, рослина може виробити його до того, як вірус інфікує рослину.

Крім властивостей, описаних вище, сьогодні в біотехнологічних лабораторіях розробляються ГМ культури стійкі до стресів навколишнього середовища, а саме:

культури стійкі до солей - технологія розробляється для бавовни, рису, каноли та томатів. Рослини, для яких необхідні азотні добрива, потребуватимуть їх значно менше, ніж звичайні різновиди (проведені польові дослідження).

культури стійкі до засухи. Перший комерційний різновид кукурудзи такого виду може з’явитися на ринку вже після 2012 року. Австралійські дослідники розробляють стійку до засухи пшеницю і мають значні успіхи в польових випробуваннях. Очікується, що цей різновид ГМ пшениці буде доступний через 5-10 років. У 2004 році американська компанія Monsanto відмовилась від своїх планів виведення ГМ пшениці на ринок через сильну протидію з боку організацій споживачів, а також фермерів США, які боялися втратити ринок ЄС. Однак сьогодні через продовольчу кризу знову виступають за дозвіл на вирощування ГМ пшениці для подолання голоду в країнах, що розвиваються.

Друге покоління

Сьогодні у біотехнологічних лабораторіях ведуться активні роботи щодо розвитку другого покоління ГМ рослин, які безпосередньо споживаються людьми у вигляді продуктів харчування. До другого покоління ГМ рослин належать рослини із вбудованими вакцинами і вітамінами, які повинні, насамперед, сприяти покращенню здоров’я людини. До рослин такого типу відносять як фрукти та овочі, так і зернові, які виробляють більше мінералів і вітамінів та/або наділені певними властивостями, зокрема:

антиалергійні властивості - пшениця для людей з алергією на клейковину - дослідницька програма для неї знаходиться на ранніх стадіях;

збагачені провітамінами рослини - «золотий рис», збагачений провітаміном А уже тестується багато років, але досі не вирощується через скептичне ставлення до можливих ризиків для здоров’я;

фрукти та овочі із затримкою дозрівання та збільшеним терміном зберігання;

фрукти та овочі, що виробляють більшу кількість певних речовин - наприклад, амілопектинова картопля, розроблена з метою отримання більшої кількості крохмалю.

Сільськогосподарські культури стали першими генетично модифікованими рослинами, які були дозволені для масового комерційного поширення та використанння. Але експерименти біотехнологів далеко не обмежуються цим. Сьогодні вже створено ГМ дерева, понад 20 видів генетично модифікованої риби, а також декілька порід ГМ свійських тварин, але вони в основному є надбанням біотехнологічних лабораторій.

Третє покоління

Третє покоління ГМ рослин сьогодні дуже активно досліджується. Воно охоплює генетично модифіковані рослини, які можуть виробляти цінні фармацевтичні матеріали, зокрема: вакцини, гормони зростання, чинники згортання крові, індустріальні ензими, людські антитіла, контрацептивні білки, що пригнічують імунітет, цитокіни і таке інше. Ця технологія вирощування лікарських препаратів у тілі рослин називається біофармінгом. Вона дозволить отримувати природні біорегулятори та біологічно активні речовини, в т.ч. рідкісні та дорогі, промислове виробництво яких для медич-них цілей досить складне.

Цей напрямок розвитку біотехнологій вважається дуже перспективним, оскільки є значний постійний попит, висока ємність ринку, які обумовлені нагальною необхідністю та зростаючим об’ємом споживанням даної продукції. За прогнозами вчених до 2012 року обсяг ринку лікарських препаратів, вироблених трансгенними «рослинами-фармафабриками», може сягнути 12 млрд дол. США.

Сьогодні в США ведеться понад 300 досліджень із вирощування кукурудзи, картоплі, помідорів, рису, тютюну та інших рослин, у які додані людські гени, що здатні боротися з цілою низкою захворювань, починаючи від респіраторних захворювань, герпесу і гепатиту, закінчуючи хворобою Альцгеймера, холерою, раком та СНІДом. Досліди на відкритих полях уже проводяться в США в 14 штатах.

На сьогодні успішно продається вирощений в кукурудзі ензим, який стимулює вироблення інсуліну в крові діабетиків. Для багатьох країн, на думку наукових компаній, що займаються дослідженнями в цій сфері, це може стати справжнім порятунком від епідемій.

Наприклад, близько 900 тис. жителів країн «третього світу» щорічно помирають від гепатиту Б. Цим смертям можна запобігти своєчасною імунізацією, але вартість вакцини є надто високою для багатьох країн Африки та Азії. Фахівці з біотехнології стверджують, що вирощування такої вакцини на полях знизить її вартість з 50 центів до одного цента за дозу.

4. Негативні аспекти ГМО

Сьогодні, перебуваючи в певній ейфорії від здобутків «генної революції», людство, на жаль, не усвідомлює всі можливі її загрози та виклики. Повною мірою їх оцінити сьогодні, мабуть, і неможливо, оскільки в процесі вбудовування певного гена, модифікований організм набуває або може набути цілої низки властивостей, появу та особливості яких передбачити неможливо через недостатню вивченість механізмів функціонування геному рослин. Унаслідок цього при виробництві ГМО, їх комерційному використанні, поширенні та споживанні виникає цілий ряд небажаних явищ та ризиків, які необхідно досліджувати, щоб попередити можливі негативні впливи та прояви ГМО в майбутньому.

Вторгнення в ДНК для науковців є інструментом, що дозволяє змінювати життя, робити його гнучким до вимог технічного середовища. Генетична інженерія дозволяє поводитися із життям як із технікою.

Генну інженерію можна назвати завершальним етапом адаптації до світу машин. Водночас однієї думки про генну інженерію та генетично модифіковані продукти в науковому світі немає. Деякі вчені вважають, що потрібно вводити мораторії на комерційне застосування ГМО, щоб здобути більше знань про всі можливі ризики.

Також існує «інформаційна прірва» між країнами Заходу та Сходу. Цим користуються для експорту на Схід цієї небезпечної технології та небажаної продукції.

Проблема поглиблюється і тим, що люди мало проінформовані на рахунок ГМ-продуктів. А саме поняття «ГМ-продукти» знайоме не кожному.

Генно модифіковані продукти - це продукти, які отримані за рахунок змін генетичного апарату живих організмів. Всі продукти, які використовуються в сільському господарстві, отримані за рахунок технологій, які змінюють генетичний апарат. Це є традиційна селекція, а зараз це є методи генетичної інженерії, які цю селекцію значно пришвидшують. Традиційно селекція дає, наприклад, сорт рослин за 10 - 15 років, а генна інженерія за рік за два.

Чимало людей сьогодні з острахом дивляться на генетично модифіковане майбутнє, на глобалізаційні процеси. Здається, що наш екологічний годинник вже натякає на фініш.

До списку відомих в СНД фірм, продукція яких може містити генетично модифіковані продукти можна віднести продукцію Сoca Cola, Danone, Heinz, Hipp, MacDonalds, Nestle, Stimorol, Wrigleys.

В світі це такі корпорації, чи генетичні гіганти, як ASTRA ZENECA (масштабна компанія посівних культур), DuPont (фармацептична та агрохімічна компанія), MONSANTO, на долю якої припадає 88% всіх ГМ-культур, вирощених в США в 1998 році. Між іншим в 2000 році остання компанія змінила назву на Фармація.

Основні ризики використання ГМО на сьогодні

Харчові ризики ГМО

. Токсична та алергенна дія трансгенних білків ГМО.

При потраплянні трансгенних білків в організм людини можливе виникнення різноманітних алергічних реакцій, метаболічних розладів тощо. Це викликано тим, що внаслідок процесу трансформації генетично модифіковані організми здатні синтезувати токсичні для людини метаболіти, появу яких контролювати практично неможливо. Неможливо також заздалегідь передбачити не тільки їхню хімічну природу, але і сам факт їх акумуляції. Загалом, близько 25 % усіх білків, що активно використовуються для отримання ГМ рослин, мають алергічні властивості. Трансгенні білки, що забезпечують стійкість рослин до різних видів комах-шкідників, грибкових і бактеріальних захворювань, можуть мати алергенну та токсичну дії, в залежності від їх концентрації в продукті.

Порівняльний аналіз частоти захворювань, пов’язаних з якістю продуктів харчування, який був проведений в США і Скандинавських країнах, показав, що населення цих країн має достатньо високий рівень життя, приблизно однаковий споживчий кошик та рівень медичних послуг. Але виявилося, що за декілька останніх років частота харчових захворювань у США в 3-5 разів була вищою, ніж у країнах Скандинавії. Єдиною істотною відмінністю в харчуванні є активне споживання ГМ продуктів населенням США та їх практична відсутність у раціоні населення скандинавських країн.

Для оцінки харчових ризиків необхідно визначити допустиму норму концентрації трансгенних білків у ГМ рослинах. Але зважаючи на той факт, що алергічний потенціал білка в чужорідному оточенні визначається безліччю чинників, використання навіть усіх наявних сьогодні методів тестування алергенності, очевидно, не дозволить дати повної гарантії того, що ГМ продукт не виявиться новим алергеном. Термін вияву дії токсичного білка може займати близько 30 років. Його перетворення з корисного на хвороботворний може бути спричинене навіть найменшими змінами амінокислотного складу.

. Накопичення гербіцидів у стійких до них сортах ГМ рослин.

Стійкість ГМ рослин до дії гербіцидів дає значний економічний ефект, оскільки ручна або машинна обробка рослин замінюється швидкою і порівняно дешевою обробкою хімічними препаратами. ГМ рослини не ушкоджуються високими дозами хімічних отрут, тоді як решта рослин гине. Але необхідно зазначити, що ГМ рослини стійкі до дії гербіцидів, але не до накопичення гербіцидів та їх метаболітів. Практично всі гербіциди є токсичними для людини. Після проникнення в рослини гербіциди, наприклад, гліфосат, практично не розкладаються, а тільки розчиняються в тканинах рослин та певний час зберігаються в них. 70 % всіх ГМ рослин - це рослини, стійкі до гербіциду гліфосату, який випускається компанією «Monsanto» (США) та позиціонується як «низькотоксичний і дружній до навколишнього середовища». Проте науковцями було доведено, що гліфосат є канцерогеном та викликає лімфому. При обробці гліфосатом стійких до нього сортів цукрового буряка, буряк накопичує його токсичні метаболіти.

Тому для оцінки безпеки ГМ культур для здоров’я людини необхідно визначити їх здатність до накопичення отруйних інсектицидів та інших шкідливих речовин або алергенів під дією плейотропного впливу трансгенних конструкцій.

. Негативна дія на здоров’я людини генів стійкості до антибіотиків.

При виробництві ГМО, окрім цільових генів, як маркери використовуються гени стійкості до антибіотиків, які можуть перейти в мікрофлору шлунку людини. Унаслідок цього багато медичних препаратів стають неефективними, а також можуть з’явитися нові стійкі до антибіотиків штами хвороботворних бактерій. Тому при оцінці безпечності ГМ культур та продуктів з вмістом ГМО обов’язково необхідно проводити дослідження на вміст у них генів стійкості до антибіотиків. Ъ

Агентство ООН із харчових стандартів не рекомендує використовувати в комерційних цілях ті сорти ГМ рослин, у яких з технологічних причин присутні гени стійкості до антибіотиків або вірусні промотори.

. Віддалений канцерогенний та мутагенний ефекти.

За даними досліджень британських учених у рамках державного проекту «Оцінка ризику, пов’язаного з використанням ГМО в продуктах харчування для людини», оприлюднених у 2002 році, генно-інженерні конструкції можуть затримуватися в організмі людини і в результаті неконтрольованого горизонтального перенесення генів вбудовуватися в генетичний апарат мікроорганізмів шлунку людини46. Раніше подібна можливість заперечувалася. Ситуація значно ускладнюється тим, що використання принципів, розроблених для оцінки безпеки хімічних речовин і фармацевтичних препаратів, недостатньо для дослідження тривалої дії ГМ продуктів на людину. Традиційне тестування ГМ матеріалу обмежується лише аналізом білків, жирів, вуглеводів та деяких вторинних сполук, що робить його вкрай неефективним із погляду оцінки біобезпеки. Оцінка віддалених мутагенних і канцерогенних наслідків при постійному вживанні ГМО продуктів вимагає багаторічних спостережень із застосуванням детальних генетичних і токсикологічних обстежень тестованого організму на різних стадіях його розвитку.

. Можливий непередбачений вплив ГМО на здоров’я людини.

Непередбачений вплив ГМО на здоров’я людини може бути обумовлений розташуванням вбудованого гена в геномі або пов’язаний із взаємодією продуктів експресії вбудованого гена та ендогенних білків та метаболітів. Це може бути викликано тим, що введення трансгена в геном організму-реципієнта не є точно контрольованим процесом і може приводити до різних результатів щодо інтеграції, експресії і стабільності трансгена в геномі.

Сьогодні вчені обговорюють можливість того, що вбудовування генів в геном, яке відбувається випадковим чином, може призводити до виникнення генетичних і фенотипових нестабільностей. На рівень експресії трансгена сильно впливають умови довкілля. Наприклад, засуха або висока температура, можуть знижувати або навпаки, підвищувати експресію деяких генів. Тому необхідно проводити оцінку потенційних синергічних ефектів при проведенні оцінки ризиків ГМО49. При цьому нагальною є потреба у створенні міжнародних стандартів щодо методів проведення такої оцінки.

Агротехнічні ризики

. Зниження сортової різноманітності сільськогосподарських культур

при масовому застосуванні ГМО, отриманих з обмеженого набору батьківських сортів, унаслідок чого відбувається звуження генетичної бази насінництва, а виробництво та ринок насіння монополізуються декількома транснаціональними компаніями. Так наприклад, компанія «Монсанто» володіє сьогодні 94 % генофонду усіх ГМ рослин, що вирощуються у світі і разом з декількома іншими транснаціональними компаніями контролює 80 % ринку пестицидів, у тому числі, 90 % виробництва та продажу гербіциду раундап. Ці компанії мають намір започаткувати промислове вирощування ГМ пшениці та рису. Таким чином, генофонд культур, які визначають продовольчий потенціал усього населення Землі, може бути зосереджено в руках декількох компаній.

2. Можливість використання виробниками термінаторних технологій

для обмеження тривалості життєздатності насіння для монополізації виробництва насіннєвого матеріалу та фізичного захисту авторських прав для виробників ГМ рослин. Термінаторні технології представляють особливу небезпеку для покупців, оскільки насіння, що продається біотехнологічною фірмою, дає лише один урожай. Спроба використовувати частину урожаю для посіву наступного року призводить до того, що насіння або не проростає,

або гине відразу після проростання. Все це робить будь-якого покупця насіння (фермера, підприємство або державу) абсолютно залежним від компаній, що виробляють насіння ГМ рослин, гербіциди та інсектициди.

3. Ризики відтермінованої зміни властивостей через декілька поколінь, пов’язані з адаптацією нового гену до геному та появою як нових плейотропних властивостей, так і зміною уже існуючих. Наприклад, зниження стійкості до патогенів при зберіганні та стійкості до критичних температур при вегетації у сортів, стійких до комах-шкідників. Спроби захистити картоплю від колорадського жука методами генної інженерії, призводять до зниження їх стійкості до деяких фітопатогенів та значної втрати урожаю в процесі його зберігання. Несподівані прояви виявляються не тільки в експериментальних видах культур, але і в рослин, що вже отримали комерційний статус. Так було виявлено, що у стійкого до гербіцидів виду сої в жарких кліматичних умовах стручки мимоволі розкриваються, що призводить до втрати 40 % урожаю58. Відомі також випадки, коли плоди ГМ рослин істотно втрачали свої смакові якості.

Екологічні ризики

. Негативний вплив на біорізноманітність через ураження токсичними трансгенними білками нецільових комах і ґрунтової мікрофлори підвищеними дозами пестицидів та порушення трофічних ланцюгів. ГМ рослини з генами Bt-токсинів здатні не лише впливати на життєздатність і поведінку багатьох видів комах і кліщів, що харчуються рослинним соком і пилком, але й порушувати біоценотичні стосунки, що склалися шляхом передачі своїх токсинів у цілий ряд інших організмів по трофічному ланцюгу. Незважаючи на те, що вплив трансгенних рослин на функціонування екосистем є найбільш імовірним, всебічно дослідити його дуже важко. Оскільки вичленити вплив певного фактору, навіть такого сильного, як використання трансгенних культур на все різноманіття взаємозв’язків (як прямих так і опосередкованих) абіотичних і біотичних факторів в агроекосистемі, є експериментальним завданням надзвичайної складності.

. Неконтрольоване горизонтальне перенесення конструкцій, що визначають різні типи стійкості до пестицидів, шкідників і хвороб рослин, унаслідок перезапилення із дикими спорідненими видами, що призводить до зниження біорізноманітності диких форм культурних рослин, порушення рівноваги біоценозів і появи бур’янів з підвищеною стійкістю до гербіцидів. Це може призвести також до порушення системи біологічного природного контролю над комахами-шкідниками через негативну дію інсектицидних білків на хижих і паразитичних комах, перш за все Bt-токсинів, що виробляються трансгенними рослинами.

. Швидка поява стійкості до трансгенних токсинів у комах, бактерій, грибів та інших шкідників. У США та Китаї застосування Bt-токсину для отримання стійких до комах рослин призвело до появи несприйнятливих до токсину популяцій шкідників (приклад - метелик Plitela xylyostella).

. Поява нових, більш патогенних штамів фітовірусів у результаті їх взаємодії з трансгенними конструкціями, що проявляють локальну нестабільність у геномі рослини, і тим самим є найбільш вірогідною мішенню для рекомбінації з вірусною ДНК.

Ризики біофармінгу

Особливе занепокоєння викликають ризики, пов’язані з біофармінгом. Учені та незалежні експерти вважають, що неконтрольоване поширення ГМ рослин третього покоління є дуже небезпечними, оскільки існує реальна загроза забруднення нецільових рослин та продуктів харчування біологічно активними речовинами, вживання яких може зашкодити здоров’ю людей. Унаслідок активного обговорення в пресі цих питань у 2003 році виник термін «фармагеддон», що характеризує ризики, пов’язані з синтезуванням фармацевтичних препаратів та біологічно активних речовин ГМ рослинами, що вирощуються та мають харчові аналоги.

У науковій літературі розглядають наступні ризики неконтрольованого використання та поширення ГМ рослин, що несуть у собі біологічно активні речовини:

загроза перезапилення ГМ сортами харчових сортів;

загроза неконтрольованого розповсюдження ГМ сортів;

ризик неконтрольованого експонування харчових вакцин вагітним;

розповсюдження вакцин і біоактивних речовин, що виділяються в природних умовах з рослинних залишків через ґрунтові і поверхневі води.

Підставою для занепокоєння вчених та громадськості є велике число сортів рису, кукурудзи та сої, що несуть біологічно активні речовини та вирощуються на відкритих ґрунтах. Уже сьогодні в США серед харчових сортів рису проводяться відкриті польові випробування цієї культури, що містять людські білки лактоферин та лізозим, які використовуються у фармакології при ензимотерапії. Американська компанія «Епіцит» повідомила про створення сорту кукурудзи, що виробляє людські антитіла до білків сперми, з метою отримання протизаплідних препаратів.

 Неконтрольоване перезапилення такого ГМ сорту з харчовими сортами може призвести до серйозних демографічних наслідків на територіях, де вони вирощуються. Неконтрольоване розповсюдження вакцин у складі харчових продуктів несе велику загрозу. Так наприклад, у ході ембріогенезу імунна система плоду, що формується, «вчиться» розпізнавати «свої» білки, не плутаючи їх в подальшому з «чужими». Білки, що експонуються клітинам імунної системи під час ембріогенезу, запам’ятовуються як «свої». Якщо білок вакцини в цей час потрапить в кровотік ембріона, то дитина, що народиться, не зможе виробити імунітет до даного захворювання, завжди розпізнаватиме дану бактерію або вірус як «свій».

Розглянуті вище ризики стосуються переважно ГМ рослин. Вони свідчать про існування реальних або потенційних загроз при вирощуванні й комерційному використанні ГМ культур та отриманих з них продуктів харчування. Ці ризики є наслідком недосконалості існуючих генних технологій та недостатньо глибокого знання структури, а також механізмів регуляції і функціонування генома рослин. Тому існує гостра необхідність у розвитку сучасних методів дослідження ризиків, пов’язаних з ГМО, які б дозволили попередити їх можливий негативний вплив.

Узагалі, ефекти такого складного явища, як цілеспрямована зміна спадкового матеріалу і пов’язаних із цим змін ознак і властивостей культур, які використовують як продукти харчування та корм для тварин, складно передбачити та проконтролювати. Ще складніше передбачити вплив таких змінених ознак на організм людей або тварин. Тому зараз іще немає точних експериментальних даних, які б чітко ілюстрували певні аспекти небезпеки трансгенних культур. Також не існує експериментальних даних, які б однозначно підтверджували безпечність ГМО продуктів для людини та тварин, особливо віддалені аспекти їх використання. Тому всі ризики, пов’язані зі шкідливим впливом ГМО на здоров’я людини, є більш або менш обґрунтованими гіпотезами, які потребують додаткових експериментальних підтверджень.

Біолог Роберт Манн, старший викладач університету Окленда, вважає, що спроби аналізу ризиків генної інженерії, очевидно, є такими, що ще більше дезорієнтують. Система живої клітини, навіть якщо не має вірусів і домішок чужорідних плазмид, незрівнянно складніша, ніж ядерний реактор, а загроза генних модифікацій переважає навіть загрозу ядерної війни. На думку Р. Манна, «біологія значно складніша за технологію, тому неможливо уявити всі жахливі сценарії, оскільки деякі штучні маніпуляції з генами створюють можливість поломки біосфери на такий тривалий час, що цього не зможе пережити жодна цивілізація»63, тому питання щодо розробки нових методів якомога повного дослідження та оцінки ризиків від поширення ГМ0 стоїть сьогодні надзвичайно гостро.

5. Позитивні аспекти ГМО

5.1 Аргументи прихильників ГМО

Найвагомішим аргументом прихильників поширення ГМО є зростання чисельності населення Землі та збільшення потреби в продовольстві. Згідно з прогнозом Відділу ООН з питань народонаселення «Перспективи світового народонаселення», до 2050 року населення Землі збільшиться на 2,3 млрд чоловік. Унаслідок цього до 2050 року, згідно з прогнозом Продовольчої і сільськогосподарської організації Об’єднаних Націй (ФАО), для того, щоб прогодувати населення планети, необхідно збільшити виробництво продовольства у світі на 70 %.

У доповіді ФАО, підготовленій до форуму «Як прогодувати світ у 2050 році», який відбувся 12-13 жовтня 2009 року в Римі і ібрав 300 провідних експертів з академічних та неурядових кіл, вказано, що збільшення виробництва продовольства потребуватиме різкого зростання інвестицій у розвиток сільського господарства, які повинні бути направлені на дослідження, розробку та впровадження нових технологій, а також методів ведення фермерського господарства та отримання нових сортів сільсько-господарських культур. Експерти ФАО підкреслили, що найбільших урожаїв можна досягнути шляхом підвищення врожайності посівів та інтенсивності обробки орної землі, що вже використовується, а не за рахунок збільшення посівних площ. Згідно з прогнозом на підвищення врожайності та інтенсивності сільського господарства припаде 90 % зростання виробництва і лише 10 % - на розширення площ орних земель. Для країн, що розвиваються, ФАО оцінює це співвідношення як 80:20. Але в країнах з обмеженою кількістю землі практично все зростання виробництва має бути досягнуто за рахунок підвищення врожайності. Попит на продовольство, згідно з прогнозом ФАО, зростатиме й надалі внаслідок збільшення чисельності населення та зростання його доходів.

Попит на зерно сягне близько 3 млрд т у 2050 році. Річне виробництво зерна повинно вирости майже на мільярд тонн (для порівняння: сьогодні виробляється 2.1 млрд т зерна), а виробництво м’яса зросте на 200 млн т та досягне 470 млн т у 2050 році. У залежності від цін на енергоносії, за оцінками ФАО, виробництво біопалива також може сприяти збільшенню попиту на сільськогосподарську продукцію. Незважаючи на те, що 90 % зростання врожайності очікується переважно за рахунок інтенсивнішої обробки земель, площа орної землі повинна збільшитися на 120 млн га у країнах, що розвиваються, здебільшого в Африці, на південь від Сахари та Латинській Америці. Площа орної землі в розвинених країнах, згідно з прогнозом ФАО, зменшиться на 50 млн га, хоча цей показник може змінюватися під впливом попиту на біопаливо. Експерти ФАО вважають, що у світі є достатня кількість земельних ресурсів, щоб прогодувати майбутнє населення світу.

Прихильники широкого використання ГМО заявляють, що всі можливості збільшити продовольчий потенціал у світі фактично вичерпані, тому постає необхідність шукати принципово нові підходи та широко використовувати сучасні біотехнології для поповнення запасів продовольства.

Окрім цього в літературі наводять інші аргументи на користь ГМО:

сучасна біотехнологія дозволяє використовувати потрібні гени живих організмів, а також конструювати нові гени, клонувати їх та вводити різними методами в організм рослини-реципієнта. Таким чином можна створювати нові трансгенні рослини із заданими корисними властивостями в багато разів швидше, ніж це відбувається за традиційної селекції;

шляхом генетичних маніпуляцій можна забезпечити стійкість сільськогосподарських рослин до хвороб, шкідників, пестицидів, складних кліматичних умов, їх краще зберігання, поліпшити їхні агротехнічні властивості, збільшити врожайність, а також уповільнити старіння та підвищити харчову цінність культур;

сучасна біотехнологія дозволяє при створенні нових рослин діяти більш цілеспрямовано, ніж при традиційній гібридизації. Якщо перше покоління генетично модифікованих рослин включало лише додаткові гени стійкості, то вже наступне покоління набуває нових властивостей, які раніше певним рослинам не були властиві.

Американські вчені Б. Глік і Дж. Пастернак виділяють три основні аргументи на користь поширення ГМ рослин:

введення гена (генів) сприяє підвищенню сільськогосподарської цінності та декоративних якостей культурних рослин;

ГМ рослини можуть служити живими біореакторами при маловитратному виробництві важливих білків;

генетична трансформація рослин дозволяє вивчати дію генів у ході розвитку рослини та інших біологічних процесів.

На сучасному етапі розвитку генної інженерії ставиться завдання «навчити» рослину виробляти абсолютно нові речовини, необхідні як для медицини, так і для інших сфер, - особливі кислоти, білки з високим вмістом амінокислот, модифіковані полісахариди, вакцини, антитіла, інтерферони, нові полімери, що не засмічують навколишнє середовище і таке інше. За допомогою генної інженерії можна змінювати структуру жирних кислот рослинних олій. Так, наприклад, у США було створено та перевірено в польових умовах безліч трансгенних сортів каноли, які синтезували масла зі зміненими жирними кислотами. Кожен трансгенний сорт містив один додатковий ген. Успіхи, досягнуті в отриманні трансгенних сортів каноли, дозволяють сподіватися, що в майбутньому цей підхід знайде широке застосування і дозволить створити нові сорти. На думку вчених, переважно представників компаній, що займаються дослідженнями в галузі біотехнологій, біотехнології відкрили перспективи подальшого прогресу сільського господарства та забезпечення населення Землі необхідною кількістю продовольства.

Серед переваг ГМ культур для сільськогосподарських виробників виділяють: біотехнологія модифікований організм

значне зменшення використання пестицидів для обробки рослин, що зменшує їх шкідливий вплив на навколишнє середовище та здоров’я фермерів. З 1996 року у світі використання пестицидів на площах, де вирощуються ГМ культури, зменши-лося на 0,286 млн т, що за підрахунками вчених знизило їх негативний вплив на навколишнє середовище на 15 %;

зменшення кількості необхідної для обробки землі техніки.

У 2002-2005 роках Всесвітня організація охорони здоров’я разом з експертами Продовольчої і сільськогосподарської організації Об’єднаних Націй, Програми ООН з питань навколишнього середовища (UNEP), Організації економічного співробітництва і розвитку (OECD) та інших авторитетних міжнародних організацій провела дослідження безпечності ГМ харчових продуктів, за результатами якого був опублікований звіт «Сучасна харчова біотехнологія, людське здоров’я і розвиток: доказове дослідження».

У звіті ВОЗ зробила висновок, що генетично модифіковані харчові продукти можуть сприяти поліпшенню здоров’я людей та розвитку людства, а вигоди ГМО очевидні - зростання врожайності, покращення якості та різноманітності харчових продуктів, що сприяє підвищенню життєвого рівня.

Але при цьому наголошується на необхідність довгострокових досліджень, так як деякі гени, що використовувались при створенні ГМО, раніше були відсутні в сільськогосподарських рослинах, і слід оцінювати їх потенційний вплив на здоров’я людини, що дозволяє своєчасно виявити будь-які можливі негативні прояви в майбутньому.

Ці зауваження є дуже слушними. Ген - це не автономна одиниця. Властивості та інформаційну складову гена визначає його оточення в геномі та середовище, в якому він перебуває. При якихось змінах змінюється і активність гена. Не можна поняття «організм» зводити до поняття «набір генів», оскільки гени не є стійкими одиницями інформації, які можуть бути перенесені для генної експресії без прив’язки до контексту. Доведено, що молекула ДНК може бути стабільною в пробірці в лабораторних умовах, але виявитися дуже нестабільною в живих організмах, взаємодіючи із своїм оточенням нелінійно. У цьому причина повної непередбачуваності наслідків перенесення гена від одного виду до іншого і саме в цьому найбільша небезпека.

.2. Деякі позитивні моменти в історії використання ГМО

5.2.1 ГМО на службі у медицини

В Англії навчилися розводити трансгенних курей, яйця яких мають важливе медичне значення. Річ у тому, що протеїни яєць таких птахів йдуть на виготовлення препарату, здатного вилікувати злоякісні пухлини. Показово, що ця найважливіша подія відбулася саме в тому дослідницькому закладі, де колись була створена легендарна овечка Долі. З тих пір пройшло тільки десять років. І Долі відкрила цілу епоху в розвитку генетики. На жаль, п'ять років тому Долі не стало, причиною її смерті була пневмонія. Учені з наукового центру, що знаходиться поряд з Едінбургом, оголосили, що в їх центрі живе вже 5 поколінь курей, яйця яких включають велику кількість протеїнів, необхідних для лікування раку. Таке відкриття коштує на порозі розробки принципово нових препаратів. Вони стануть менш дорогими, і виготовлення їх буде простіше, ніж ті препарати, які вже створені. Це відзначив в своїй промові директор даного закладу. Він зупинився на тому, що саме простота і дешевизна виготовлення є основними перевагами такого препарату. Для його виготовлення всього треба мати курник, а з витратних матеріалів тільки комбікорм. На сьогоднішній день в цьому центрі знаходяться близько п'яти сотень клонованих курей. Створення такої кількості піддослідних птахів зайняло півтора десятка років. З яких протягом перших десяти було винайдено засіб для боротьби з пухлинами, який вже пройшов випробування. Ця робота без сумніву стане новою віхою на шляху позбавлення людства від цього страшного захворювання.

.2.2 ГМ-водорості та автомобільне паливо

Майкл Сайберт, співробітник американської лабораторії NREL і його колеги з University Illinois розробляють модифікацію морських водоростей на молекулярному рівні, з метою виробництва ними водню у великих кількостях. До цього учені вже продемонстрували метод виробництва водню за допомогою приручених бактерій. Після потрібної модифікації, вони проводитимуть водень в 10 разів швидше, ніж природні водорості - говорить Сайберт. Як розрахували учені-розробники, на спеціалізованій фермі (або декількох фермах), площею приблизно 20 тис. км2, можна б було проводити водень для всіх легкових автомобілів Сполучених Штатів, навіть якщо б вони всі були обладнані паливними елементами, а не двигунами внутрішнього згоряння.

.2.3 Гм-дерева врятують екологію

Учені вашингтонського Університету вивели сорт ГМО-тополі, яка може деструктуризувати певні промислові отрути, переробляючи їх в нешкідливі речовини.

Використання рослин, що називається фітоочисткою, служить новим і вельми перспективним методом рішення проблеми промислових забруднень. До сьогоднішнього дня фітоочистка виглядала досить сумнівною ідеєю, оскільки отруєні ділянки землі, в основному, покриті не одним, а досить різними отруйливими речовинами. Але розроблений сорт тополь вирішує проблему боротьби з чималою кількістю органохімічних отрут, у тому числі хлороформом, бензолом, трихлоретиленом, переробляючи їх за допомогою органічних перетворень у воду, CO2 і певні солі, що не завдають шкоди.

Лабораторні випробування визначили, що генетично модифіковані тополі в 100 разів ефективніше абсорбують з грунту трихлоретилен, ніж природні тополі. ГМО-дерева також можуть витягати токсини з повітря і переробляти їх в безпечні метаболіти усередині листя. Подальшою стадією випробувань будуть польові дослідження. Перші досліди повинні показати, що генетично модифіковані тополі як такі не можуть принести ніякої шкідливої дії на природу і людей. Учені також збираються продумати певні заходи для уникнення витоку ГМО-рослин в неконтрольоване середовище.

.2.4 ГМ-бактерії знищують злоякісні пухлини

Більшість ракових пухлин має центральну зону, де істотно знижений вміст кисню (область гіпоксії). Ракові клітки в такій області не здатні до безконтрольного розподілу і розростання, але вони і не піддаються дії хіміопрепаратів, «мішенню» яких є клітки, що швидко ростуть. Як альтернатива лікування ракових захворювань генетики запропонували грунтову бактерію Clostridium novyi-NT - мікроорганізм, що мешкає в грунті, і є анаеробним.

Спори бактерій вводяться внутрішньовенно. Вони розповсюджуються з потоком крові до органів і тканин організму, локалізуючись згодом саме в зоні гіпоксії пухлини. Опинившися в сприятливих умовах, спори проростають, бактерії починають конкурувати з клітками пухлини за харчові ресурси, тим самим поступово вбиваючи ракові клітини.

.2.5 Фотокамера із бактерій

Учені каліфорнійського університету в Окленде одержали специфічну фотоплівку з ГМО -бактерій.Scientist пише, що в ході досліджень група учених Кріса Войта, використовувала кишкову паличку (Escherichia coli), якій для виживання не потрібне сонячне світло. Для додання Escherichia coli необхідних властивостей, дослідники вмістили в мембрану клітки кишкової палички генетичний матеріал синьо-зеленої водорості. У результаті Escherichia coli стала реагувати на червоне світло.

Після цього колонію бактерій з генетично модифікованим геномом помістили в середовище із специфічними молекулами-індикаторами. При дії на дану "біофотоплівку" червоним світлом дезактивувався один з генів Escherichia coli, що провокує зміну кольору молекул-індикаторів. У результаті, змінюючи стан мікроорганізмів на конкретних місцях фотоплівки, можна одержати монохромне зображення. При цьому зважаючи на мікроскопічні розміри мікроорганізмів, рисунок має неймовірне розширення - близько 100 000 000 пікселів на дюйм в квадраті. Проте на отримання квадратного дюйма рисунка затрачується близько 4 годин. Вчені вважають, що їх досягнення швидше за все не застосовуватимуться в області звичайної фотографії. Проте дані досліди можуть спровокувати появу нанофактур, здатних створювати які-небудь речовини конкретно на тих ділянках, куди падає світло.

6. Ситуація з ГМО в Україні

6.1 Регуляторна система України

Українська система регулювання ГМО відносно нова і недосконала. Закон України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (далі Закон про біобезпеку) був прийнятий 30 травня 2007 року. Протягом 2008-2009 рр. було врегульовано на законодавчому рівні багато важливих питань, включаючи ключові механізми реєстрації та маркування ГМО.

Необхідно зазначити, що сьогодні в Україні не існує єдиного державного органу, який би займався питаннями ГМО. Відповідно до Закону про біобезпеку повноваження щодо контролю та регулювання розподілені між п’ятьма органами виконавчої влади: Кабінетом Міністрів, Міністерством освіти та науки, Міністерством охорони навколишнього природного середовища, Міністерством охорони здоров’я та Міністерством аграрної політики.

Кабінет Міністрів передусім відповідає за розробку нормативно-правових актів на виконання Закону про біобезпеку. Міністерство освіти та науки регулює діяльність у сфері генетичної інженерії в закритих системах, у той час як Міністерство охорони навколишнього природного середовища регулює випробування ГМО у відкритих системах. Проведення екологічних експертиз ГМО належить до повноважень Міністерства охорони навколишнього природного середовища, у той час як Міністерство охорони здоров’я проводить санітарно-епідеміологічну експертизу ГМО перед прийняттям рішення про їх державну реєстрацію.

Таблиця: Органи влади, що регулюють питання ГМО в Україні

|  |  |
| --- | --- |
| Установа | Повноваження |
| Кабінет Міністрів України | Забезпечує державне регулювання та контроль у сфері поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності; Забезпечує здійснення заходів щодо державної підтримки генетично- інженерної діяльності; Спрямовує і координує роботу центральних органів виконавчої влади та інших органів виконавчої влади в галузі поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності; Організовує міжнародне співробітництво з метою забезпечення безпечного поводження з ГМО та розвитку наукових знань у цій галузі; Затверджує порядок державної реєстрації ГМО та продукції, отриманої з їх використанням; Затверджує порядок ввезення ГМО джерел харчових продуктів, кормів і харчових продуктів та кормів, вироблених із ГМО; Затверджує порядок надання дозволу на транзитне переміщення ГМО через територію України; Затверджує порядок ліцензування генетично-інженерної діяльності в замкненій та відкритій системах; Затверджує порядок проведення державних випробовувань ГМО у відкритій системі та отримання дозволу на їх проведення; Затверджує критерії безпеки поводження з ГМО в замкненій системі. |
| Міністерство освіти та науки України  | Забезпечує розвиток наукового і науково-технічного потенціалу в галузі генетично-інженерної діяльності; Забезпечує захист міжнародних і національних патентів та інших видів інтелектуальної власності в галузі поводження з ГМО; Розробляє критерії безпеки поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності в замкнених системах; Розробляє та вдосконалює систему контролю за дотриманням правил безпеки генетично-інженерної діяльності; Здійснює ліцензування генетично-інженерної діяльності в замкнених системах (наприклад, лаболаторії); Надає дозволи на ввезення незареєстрованих ГМО, якщо вони ви- користовуються виключно для науково-дослідних цілей, а також з метою їх державних випробувань. |
| Міністерство охорони нав- колишнього природного середовища України  | Здійснює державну екологічну експертизу ГМО, призначених для використання у відкритій системі; Розробляє критерії оцінки ризику потенційного впливу ГМО на навколишнє природне середовище; Здійснює державну реєстрацію засобів захисту рослин, отриманих з використанням ГМО; Здійснює державний нагляд і контроль за дотриманням заходів біологічної та генетичної безпеки щодо біологічних об’єктів природного середовища при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО у відкритій системі; Надає дозволи на вивільнення ГМО у відкритій системі. |
| Міністерство охорони здо- ров’я України  | Розробляє критерії оцінки ризику потенційного впливу на здоров’я людини ГМО та продукції, отриманої з використанням ГМО, у тому числі харчових продуктів; Здійснює державну санітарно-епідеміологічну експертизу продукції, отриманої з використанням ГМО; Здійснює державну реєстрацію ГМО для харчового використання (ГМО джерел харчових продуктів), а також державну реєстрацію харчових продуктів, косметичних засобів, лікарських засобів, які містять ГМО або отриманих з їх використанням; Затверджує перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється конт- роль вмісту ГМО та перелік відповідних методик детекції та ідентифікації ГМО; Здійснює моніторинг харчових продуктів, отриманих із застосуванням ГМО, за критерієм наявності в них тільки зареєстрованих ГМО джерел. |
| Міністерство аграрної політики України  | Забезпечує державну апробацію та державну реєстрацію створених на основі ГМО сортів сільськогосподарських рослин, порід тварин, мікробіологічних сільськогосподарських і ветеринарних препаратів; Здійснює державний нагляд і контроль за дотриманням заходів біоло- гічної і генетичної безпеки щодо сільськогосподарських рослин і тварин при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО у відкритих системах на підприємствах, в установах та організаціях агропромислового комплексу незалежно від їх підпорядкування і форми власності; Здійснює державну реєстрацію ГМО для використання кормів (ГМО джерел кормів), а також реєстрацію кормових добавок та ветеринарних препаратів, які містять ГМО або отриманих з їх використанням; Затверджує перелік кормів, у яких здійснюється контроль вмісту ГМО, та перелік відповідних методик детекції та ідентифікації ГМО; Здійснює моніторинг кормів, отриманих із застосуванням ГМО, за криерієм наявності в них тільки зареєстрованих ГМО джерел. |

Загалом є три стадії розвитку та застосування ГМО: дослідження в закритій системі - лабораторії, спеціальній теплиці, випробування - висадження ГМО у відкритому ґрунті в рамках експерименту, а також комерціалізація. Закон про біобезпеку торкається всіх трьох стадій, але багато важливих деталей потребують уточнення в підзаконних актах.

Компанія, що має намір досліджувати та вивчати ГМО в закритій системі в Україні, повинна подати заяву на отримання дозволу до Міністерства освіти та науки України за процедурою, яку визначає Кабінет Міністрів. Згідно зі статтею 12 Закону про біобезпеку кожна компанія, яка здійснює генетично-інженерну діяльність, повинна створити власну комісію для попередньої оцінки ризиків. Тільки після цього компанія може отримати ліцензію на генетично-інженерну діяльність або відмову.

Після отримання ліцензії компанія може звернутись до Міністерства освіти та науки за дозволом на ввезення незареєстрованих ГМО в Україну. Процедура ввозу регулюється Постановою Кабінету Міністрів № 734 від 20 серпня 2008 року «Про затвердження порядку видачі дозволу на ввезення на митну територію України незареєстрованих генетично модифікованих організмів для науково-дослідних цілей або державних апробацій (випробувань)». Дозвіл надається на основі науково-технічної експертизи, а також рекомендації від Міжвідомчої Комісії з біобезпеки при Міністерстві освіти та науки.

У відповідності до даної процедури також можливо отримати дозвіл на ввезення незареєстрованих продуктів ГМО з метою державних випробувань у відкритій системі. Але спочатку необхідно провести екологічну експертизу конкретного ГМО та отримати дозвіл Міністерства охорони навколишнього природного середовища. У дозволі зазначаються конкретні умови та терміни проведення випробування ГМО. Відповідна процедура була затверджена Кабінетом Міністрів у квітні 2009 року. Міністерство охорони навколишнього природного середовища та Міністерства охорони здоров’я контролюють дотримання компанією під час випробування необхідних заходів біологічної та генетичної безпеки.

Якщо результати випробувань у відкритій системі є позитивними, компанія може почати процедуру комерціалізації ГМО в Україні.

Наступним кроком є реєстрація ГМО, що проводиться на основі санітарно-епідеміологічної експертизи Міністерства охорони здоров’я та результатів випробування. Якщо даний ГМО визнається біологічно та генетично безпечним, він може бути зареєстрований в Україні.

Таблиця: ГМО та продукти, які підлягають обов’язковій реєстрації відповідно до Закону про біобезпеку

|  |  |
| --- | --- |
| ГМО та продукти з вмістом ГМО | Установи, що відповідають за реєстрацію |
| Засоби захисту рослин, отримані з вико- ристанням ГМО | Міністерство охорони навколишнього природного середовища та природних ресурсів України (Стаття 9) |
| ГМО джерела харчових продуктів | Міністерство охорони здоров’я України (Стаття 10) |
| Харчові продукти, косметичні засоби, лі- карські засоби, які містять ГМО або отри- мані з їх використанням | Міністерство охорони здоров’я України (Стаття 10) |
| Сорти сільськогосподарських рослин, створені на основі ГМО | Міністерство агарної політики України (Стаття 11) |
| Породи тварин, створені на основі ГМО | Міністерство агарної політики України (Стаття 11) |
| ГМО джерела кормів | Міністерство агарної політики України (Стаття 11) |
| Кормові добавки та ветеринарні препа- рати, що містять ГМО або отримані з їх ви- користанням | Міністерство агарної політики України (Стаття 11) |

Джерело: Закон «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, танспортувані та використанні генетично модифікованих організмів».

Реєстрація ГМО здійснюється міністерствами відповідно до сфери їх застосування чи типу продукту. Внаслідок цього один і той же ГМО має пройти процедуру реєстрації різними міністерствами, наприклад, ГМ джерело харчових продуктів - Міністерством охорони здоров’я, і той самий ГМО, але як джерело кормів - Міністерством аграрної політики. Для спрощення процедур і зменшення витрат, реєстрацію доцільно було б зосередити в одному органі влади, який би отримував консультації та рекомендації від інших органів влади щодо окремих питань, наприклад, від Міністерства аграрної політики щодо насіння генетично модифікованих рослин, від Міністерства охорони навколишнього природного середовища з приводу екологічної експертизи ГМО та від Міністерства охорони здоров’я щодо впливу ГМО на здоров’я людей. Крім цього, доцільно було б прийняти норму, відповідно до якої ГМО, що застосовується як джерело харчових продуктів і як джерело кормів може бути дозволеним тільки для обох сфер використання. Це дозволить уникнути ситуації, коли ГМО, дозволений лише для кормів потрапляє у харчові продукти.

Закон про біобезпеку передбачає, що реєстри ГМО та продуктів з вмістом ГМО повинні бути розміщені на сайті відповідного міністерства, а також регулярно публікуватися в засобах масової інформації. Відповідно до законодавства України не підлягають розголошенню лише конфіденційні дані, але в законі чітко зазначено, що інформація щодо впливу ГМО на здоров’я людини та навколишнє середовище в будь-якому випадку не є конфіденційною. Згідно зі статтею 14 Закону про біобезпеку перша реєстрація ГМО дійсна протягом 5 років і може бути поновлена. Ця стаття передбачає можливість відмови в реєстрації ГМО чи продуктів з вмістом ГМО компетентним органом влади, у разі отримання науково обґрунтованої інформації щодо їх небезпеки для здоров’я людини або навколишнього природного середовища.

Термін розгляду документів для реєстрації ГМО становить 120 днів та 45 днів для відмови чи видачі дозволу на ввезення незареєстрованих ГМО для науково-дослідних цілей у замкненій та відкритій системах, а також з метою проведення їх державних апробацій (випробовувань); на ввезення продукції, отриманої з використанням ГМО, призначеної для науково-дослідних цілей; на транзитне переміщення незареєстрованих в Україні ГМО; на вивільнення ГМО у відкритій системі.

6.2 Процедура розгляду ГМО

18 лютого 2009 року Кабінетом Міністрів було прийнято Постанову №114 «Про затвердження Порядку державної реєстрації генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять такі організми або отримані з їх використанням». Ця постанова застосовується для ГМО - джерел харчових продуктів, а також продуктів харчування косметичних та лікарських засобів, які містять ГМО або вироблені з їх використанням. Міністерство охорони здоров’я відповідає за державну реєстрацію даних продуктів та ведення відповідного реєстру.

Відповідно до постанови для державної реєстрації ГМО подається заява, де зазначається:

загальноприйнята назва продукції;

назва генетично модифікованих організмів мовою держави виробника, англійською та українською мовами;

призначення, види і способи застосування продукції;

дані заявника;

дані виробника.

Заяву потрібно подати до Міністерства охорони здоров’я разом із такими документами:

висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи і за необхідності також державної екологічної експертизи;

відомості про результати експертизи реєстраційних документів на лікарський засіб та контролю його якості, проведених у визначеному Міністерством охорони здоров’я порядку.

У постанові чітко визначено, що Міністерство охорони здоров’я не може вимагати будь-яких інших додаткових документів, які не передбачені постановою.

Термін розгляду документів, поданих для державної реєстрації до Міністерства охорони здоров’я, не повинен перевищувати 120 днів з дати їх надходження, включаючи термін проведення державної екологічної та/або санітарно-епідеміологічної експертизи.

Підставою для відмови в державній реєстрації продукції може бути:

негативний висновок державної екологічної та/або санітарно-епідеміологічної експертизи продукції;

негативний результат експертизи реєстраційних документів на лікарський засіб;

науковообґрунтована інформація щодо небезпеки продукції для здоров’я людини або навколишнього природного середовища.

Постанова набрала чинності 1 червня 2009 року, тобто з цієї дати можлива реєстрація ГМО, вироблених в Україні. Порядок ввезення імпортованих продуктів ще не затверджений Кабінетом Міністрів.

А також не затверджені інші процедури реєстрації, визначені Законом про біопезпеку, а саме реєстарція кормів, кормових добавок та ветеринарних препаратів засобів захисту рослин, що містять ГМО або отримані з їх використанням, сортів порід тварин, створених з використанням сучасних біотехнологій.

Слід зазначити, що в Україні діє процедура реєстрації ГМ рослин. Її затверджено Постановою КМУ № 1304 від 17 серпня 1998 року «Про затвердження Тимчасового порядку ввезення, державного випробування, реєстрації та використання трансгенних сортів рослин в Україні», тобто задовго до набуття чинності Закону про біобезпеку. Постанова передбачає наступну процедуру реєстрації:

для отримання дозволу на ввезення дослідних зразків трансгенних сортів рослин заявник подає Державній комісії з випробування та охорони сортів рослин при Міністерстві аграрної політики (далі - Комісія) заяву, у якій містяться відомості про походження сорту та його характеристика;

комісія з метою проведення експертизи передає заяву Інституту агроекології та біотехнології Української академії аграрних наук;

за наявності позитивного експертного висновку Комісія за погодженням з Міжвідомчою радою з питань регламентації випробування, реєстрації та використання трансгенних сортів рослин надає пропозиції Міністерству аграрної політики щодо дозволу на ввезення;

дозвіл видається Міністерством аграрної політики тільки для ГМО, що отримали позитивний висновок Міжвідомчої комісії з питань біобезпеки при Міністерстві освіти та науки. З цією метою Міжвідомча комісія з питань біобезпеки проводить оцінку ризику;

ГМ сорти рослин включаються до державної програми з випробування сортів рослин;

випробування здійснюється під контролем Державної комісії з випробування та охорони сортів рослин, а також під контролем Міжвідомчої ради з питань регламентаціївипробування, реєстрації та використання трансгенних сортів рослин;

санітарно-гігієнічна експертиза проводиться Науково-дослідним інститутом харчування Міністерства охорони здоров’я;

у разі позитивного висновку трансгенні сорти рослин реєструються та заносяться до спеціального розділу державного Реєстру сортів України.

Процес реєстрації дуже складний та триває 3-4 роки. Загалом, в Україні заяви на реєстрацію п’яти сільськогосподарських культур були подані в 1997-1998 рр.: Bt картопля Монсанто (3 сорти), Bt кукурудза Сінгента та Монсанто, ріпак Байєр та Roundup Ready кукурудза Монсанто. Згадані вище сорти сільськогосподарських рослин пройшли випробування, але жоден з них не отримав остаточного схвалення та незареєстрований в Україні.

6.3 Затверджені ГМO

В Україні ще не зареєстровано жодного ГМО.

.4 Політика маркування

Історію впровадження обов’язкового маркування ГМО в Україні можна прослідкувати від 1991 року, коли було прийнято Закон № 1023-12 «Про захист прав споживачів». Стаття 15 даного закону передбачає право споживачів отримувати повну та достовірну інформацію про продукт, в тому числі про вміст ГМ компонентів. Але Закон має загальний характер і не регламентує, наприклад, пороговий рівень вмісту ГМО та не врегульовує питання маркування ГМО.

Тому Кабінетом Міністрів України було прийнято постанову № 985 від 1 серпня 2007 року «Питання обігу харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми та/або мікроорганізми». Відповідно до цієї постанови продукти харчування, що містять понад 0,9% ГМО, повинні обов’язково маркуватися. Увезення та продаж в Україні продуктів харчування, вміст ГМО в яких перевищує 0,9 %, можливий лише за умов належного маркування. Крім того, постановою введено заборону на ввезення, виробництво та продаж продуктів дитячого харчування, що містять ГМО.

Постанова повинна була набрати чинності 1 листопада 2007 року, але її скасували постановою Кабінету Міністрів № 1330 «Питання маркування сільськогосподарських товарів, вироблених із застосуванням генетично модифікованих організмів» від 21 листопада 2007 року.

Лише 13 травня 2009 року Кабінетом Міністрів України було прийнято Постанову № 468 «Про затвердження порядку етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг».

Відповідно до цієї постанови, всі продукти харчування, що містять ГМО понад 0,1 %, підлягають маркуванню. Крім того, продукти харчування, що не містять ГМО, але були вироблені з використанням сільськогосподарської продукції, що містила понад 0,1 % ГМО теж повинні маркуватися. На практиці це означає, що всі продукти харчування з вмістом ГМО мають бути марковані, оскільки поріг 0,1 % - це похибка вимірювання в лабораторії, що визначає вміст ГМО. Продукти харчування, що не містять ГМО взагалі чи до складу яких входить менше, ніж 0,1 % ГМО можуть бути марковані як «без ГМО».

Продукти харчування з вмістом ГМО немарковані у встановленому порядку повинні бути вилучені з обігу. Постанова набула чинності, як і передбачалося, 1 липня 2009 року. Того ж дня Кабінет Міністрів вніс зміни до постанови, якими підвищив пороговий рівень вмісту ГМО до 0,9 %. Це співпадає із стандартами ЄС щодо граничного вмісту ГМО, при перевищенні якого харчові продукти підлягають обов’язковому маркуванню.

Верховною Радою України 17 грудня 2009 року було прийнято Закон України № 1778-VI «Про внесення змін до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» щодо інформування громадян про наявність у харчових продуктах генетично модифікованих організмів (ГМО)», який набрав чинності з дня його опублікування, тобто з 30 грудня 2009 року та Закон України № 1779-VI «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо надання інформації про вміст у продукції генетично модифікованих компонентів», який набрав чинності з 7 березня 2010 року.

Зазначеними законами передбачено обов’язкове маркування харчових продуктів щодо наявності чи відсутності в них ГМО, що повинно відображатися на етикетці написом «З ГМО» чи «Без ГМО» відповідно.

6.5 Практика

Оскільки жодна ГМ культура в Украні офіційно не зареєстрована, то їх ввезення в Україну та культивація є незаконними. Згідно з інформацією бізнес-інсайдерів, сільське господарство України не є вільним від ГМО. ГМО потрапляє до харчових продуктів в Україні головним чином із сільськогосподарської сировини, що імпортується в Україну та з ГМ культур, вирощених в Україні. Так наприклад, ГМ картопля булла ввезена в Україну для польових досліджень ще у 90-х рр. За умов, що існували в ті роки, неможливо було забезпечити належний контроль за її використанням. І такі приклади не поодинокі. Унаслідок цього, на українських полях безконтрольно вирощуються ГМ рослини. Українські виробники сільськогосподарської продукції є достатньо відкритими щодо сучасних біотехнологій. Вони насамперед бачать переваги ГМО у вищій врожайності. За оцінками експертів від 50 % до 80 % сої, що вирощується в Україні є генетично модифікованою. Офіційні дані з цього приводу відсутні. Експерти пояснюють це тим, що українська соя споживається на внутрішньому ринку, а не експортується. Інакше трейдери, що активні на українському ринку, жорсткіше б контролювали закупівлі. В Україні в значно меншій кількості також вирощується ГМ картопля, кукурудза, ячмінь, а також ГМ бавовна. Очевидно, відсутність ефективних програм нагляду за полями та контролю за насінням, заохочує сільськогосподарських виробників використовувати ГМ культури.

Сьогодні біля 30 % продуктів харчування в Україні містять ГМО. Насамперед це ГМ соя вітчизняного виробництва, яка використовується у харчовій промисловісті як харчова добавка. Унаслідок цього сосиски, консервовані вироби, випічка, шоколад та продукти з шоколаду містять ГМО. Як зазначалось вище, в Україні лише з 1 липня 2009 року продукти харчування з вмістом ГМО підлягають обов’язковому маркуванню. Однак потрібно відмітити, що деякі виробники значно раніше почали маркувати свою продукцію як таку, що не містить ГМО. Першою була компанія Конті, що займаючи 14 % ринку, є одним з найбільших виробників кондитерських виробів в Україні. Процес маркування своєї продукції з надписом «без ГМО» Конті розпочала ще в середині 2008 року, посилаючись на права споживачів на безпечну продукцію та достовірну інформацію про продукт. Це свідчить про те, що питання вмісту ГМО в харчових продуктах є важливим для українських споживачів і виробники хочуть з ними рахуватися.

Сучасний стан дискусії щодо маркування ГМО в Україні стосується перш за все наявності діючих лабораторій та застосування найновіших технологій виявлення ГМО. Сьогодні в Україні аккредитовано до 20 лабораторій, що мають можливість виявити та ідентифікувати ГМО в продуктах харчування та інших продуктах, що є недостатньою кількістю.

Що стосується ГМО насіння, то його широкому розповсюдженню в сільському господарстві перешкоджає низький рівень захисту прав інтелектуальної власності в Україні. Головним чином, це стосується пшениці та ріпаку, а гібридне насіння кукурудзи та сої уже є на ринку.

У країнах Європи, в Росії, Японії продукцію з вмістом ГМО обов’язково маркують, а от США та Канада (найбільші експортери ГМО) вважають: оскільки шкідливість генетично змінених організмів не доведено, то робити відповідні позначки недоцільно. Запровадження обов’язкового маркування ГМО-продукції не вигідне її виробникам. По-перше, ніхто не хоче зайвих затрат на маркування продукції, а по-друге, продукція з ГМО може виявитись неконкурентоспроможною. В Угорщині, Польщі та Чехії уже активно розвивають програми вирощування органічно чистої їжі, оскільки попит на неї в Євросоюзі постійно зростає.

.6 Правове регулювання біобезпеки України

На сьогоднішній день розвиток генетичної інженерії досяг такого рівня, який перетворив її не тільки на реальну продуктивну силу, а й велику загрозу. Одночасно з визнанням економічної доцільності генетично модифікованих організмів (ГМО) виникла проблема безпеки використання їх у сільському господарстві, виробництві, харчовій промисловості та медицині. З одного боку, використання ГМО дає можливість розв'язувати низку проблем, забезпечує переваги впровадження їх, наприклад, у сільському господарстві: підвищення врожайності культурних рослин та уникнення втрат при зберіганні врожаю, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище за рахунок зниження використання гербіцидів, пестицидів, мінеральних добрив та інших агрохімікатів тощо. З іншого, - впровадження ГМО передбачає необхідність гарантувати суспільству, що ці технології не заподіюватимуть шкоди здоров'ю людини та довкіллю. Однією з умов такого гарантування є правове регулювання використання ГМО. Проте, незважаючи на наявність в українському законодавстві близько 90 правових актів, які містять норми щодо таких організмів, вони фактично перебувають за межами правового поля. Чому так сталося? Тому що зазначені акти стосуються, у кращому випадку, лише окремих сторін використання ГМО. Можна навести кілька прикладів за напрямами правового регулювання:

. Інформаційний. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля, ратифікована Законом України №832-14 від 6 липня 1999 р., містить положення про застосування її до рішень щодо видачі дозволів на умисне вивільнення генетично змінених організмів у навколишнє середовище. Є в ній і деякі загальні положення про одержання інформації громадськістю, форми обговорення і погодження рішень тощо. В рамках зобов'язань, взятих на себе нашою державою, мабуть, було б доцільно почати з прийняття відповідної програми інформування населення про ГМО.

. Аналітичний. Постановою Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до Положення про Державну службу з охорони прав на сорти рослин» №301 від 20 травня 2005 р. проведення експертизи сортів рослин в Україні на наявність генетично модифікованих організмів, у тому числі під час сертифікації сортів рослин, які ввозять або вивозять, було віднесено до компетенції цього органу. Відповідні структури МОЗ України здійснюють санітарно-гігієнічну та харчову оцінку. Це означає, що стосовно трансгенних рослин склалися деякі елементи системи біобезпеки. Але ГМО можуть використовувати й у тваринництві, харчовій промисловості та медицині тощо. Система національної біобезпеки має тоді поширюватися й на ці сфери, регулювати компетенцію відповідних органів, порядок проведення ними експертиз, надавати критерії визначення безпеки продукції з ГМО.

. Експортно-імпортний. «Тимчасовий порядок ввезення та випробувань трансгенних сортів рослин», затверджений Постановою Кабінету Міністрів України №1304 від 17 серпня 1998 р., фактично не діє, оскільки не містить розподілу відповідальності міністерств у рамках державного контролю за ГМО в Україні. Досить дієвим актом є Правила ввезення в Україну та вивезення за її межі бджіл і продуктів бджільництва, затверджені Наказом Міністерства аграрної політики України і Української академії аграрних наук №184/82 від 20 вересня 2000 р. Але вони регулюють дуже невелику частину ввозу та вивозу продукції, що містить ГМО. Прийняття потрібних правових актів має врахувати необхідність внесення змін у спеціальне законодавство, зокрема митне, податкове та законодавство, що стосується інформаційної власності.

Торгівля. Правила роздрібної торгівлі продовольчими товарами, затверджені Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України №185 від 11 липня 2003 р. (редакція від 11 листопада 2006 р.), передбачають, що не допускаються до продажу фасовані вітчизняні та імпортні харчові продукти без маркування державною мовою України, яке має містити в доступній для сприйняття покупцем формі інформацію, в тому числі про наявність у харчовому продукті компонентів з генетично модифікованої сировини (у разі, якщо використання таких компонентів передбачено нормативними документами або нормативно-правовими актами на цей харчовий продукт). Подібні норми щодо необхідності маркування є і в деяких інших правових актах, що здебільшого стосуються захисту прав споживачів. Але, як зазначалося вище, реалізацію цих товарів потрібно починати з інформування споживачів про властивості ГМО.

Виготовлення продукції з використанням ГМО. Значна частка у використанні таких організмів припадає на виготовлення продуктів харчування. Стаття 8 Закону України «Про дитяче харчування» №142-16 від 14 вересня 2006 р. передбачає, що сировина, яку використовують у виробництві продуктів дитячого харчування, не може містити гормональних препаратів та генетично модифікованих організмів.

Слід зазначити, що дія Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» № 771/97-ВР від 23 грудня 1997 р. (у редакції від 26 жовтня 2005 р.), який є загальнішим нормативним актом з цих питань, не поширюється на тютюн і тютюнові вироби та спеціальні вимоги до харчових продуктів, пов'язані з наявністю у них генетично модифікованих організмів чи їх компонентів. Ці питання є предметом спеціального законодавства.

Постановою Верховної Ради України №270-ІУ від 28 листопада 2002 р. був прийнятий за основу проект Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні та практичному використанні генетично модифікованих організмів». Проект пройшов громадське обговорення, але не був прийнятий парламентом у першому читанні. Потім він зазнав ряд доопрацювань, аж доки не з'явився у вигляді одноіменного проекту №0922 від 25 травня 2006 р. Цей проект мав визначити правові та організаційні засади регулювання суспільних відносин у галузі генетично-інженерної діяльності з метою безпечного використання генетично модифікованих організмів, забезпечення ними потреб суспільства та запобігання можливому негативному впливові генетично модифікованих організмів на людину і природне середовище. На сьогоднішній день він залишився у статусі проекту. Але навіть за умови його прийняття слід продовжити законодавчу роботу шляхом прийняття доповнень до кількох вже чинних законів або введення в дію нових нормативно-правових актів, що регулювали б безпосередньо маркування ГМО, експорт-імпорт ГМО, права інтелектуальної власності в галузі біотехнології, порядок проведення відповідних експертиз тощо.

Таким чином для налагодження системи біобезпеки в Україні потрібно створити відповідну правову базу, яка має бути структурованою і охоплювати різні аспекти використання ГМО, забезпечувати чіткий розподіл повноважень органів державної влади, максимально наближену до світових стандартів, підпорядковану меті запобігання можливому негативному впливові генетично модифікованих організмів на здоров'я людини та довкілля.

7. Напрямки розвитку та поширення ГМО в Україні і світі

Останнє десятиліття відзначене потужним наступом біотехнологій, що розробляються з використанням генетично модифікованих організмів (ГМО). Економічно розвинуті країни - такі, як США та країни-члени Євросоюзу - значну частину урядового бюджету спрямовують на розробку і впровадження нових біотехнологій. За прогнозами вчених, наступні десятиліття пройдуть під знаком генно-інженерних технологій.

На часі основні напрямки в біотехнологіях є такі:

. Сільське господарство - вдосконалення агротехніки сільськогосподарських культур за рахунок впровадження ГМО стійких до шкідників (Bt-картопля - стійка до колорадського жука та інших шкідників, Bt-кукурудза, бавовна тощо). Розробка та впровадження ГМО з поліпшеним складом зерна (кукурудза з підвищеним вмістом білка, суперквасоля зі зміненим складом білка за рахунок генів горіха, "золотий рис" з генами, здатними синтезувати каротин). Створюються культури, стійкі до певних гербіцидів, як правило, малотоксичних для людей, тварин, комах (соя, стійка до гліфосату), культури, стійкі до посух, засолення грунтів.

. Фармакологія - синтез вакцин, гормонів, знеболювальних засобів та інших фізіологічно-активних речовин. Це має знизити собівартість лікарських засобів і підвищити їхню чистоту та активність.

. Хімія полімерів - використання рослин як екологічно чистих фабрик. Хімічний синтез проводиться у декілька стадій з використанням отруйних органічних розчинників та каталізаторів. 3а сприятливих умов вихід основної речовини складає близько 90%, відходи, органічні розчинники та інші супутні речовини являють собою загрозу довкіллю. Хімічний синтез у рослинах іде під час їх росту. Єдина небезпека у цьому випадку - використання таких рослин не за призначенням.

. Органічна хімія - синтез хіральних речовин та інші стереоспецифічні синтези.

У 2000 році кількість нових біотехнологічних проектів у світі складала близько 50 000. Загальний обсяг інвестицій у цю галузь складав 13,5 млрд. доларів США. У останні роки обсяг інвестицій у біотехнології щороку складає 15 млрд. доларів.

Результати впровадження нових технологій вражають. За 6 років у США ГМ-соя витіснила традиційну. США - лідер у виробництві сої, одного з кращих рослинних джерел білка. У 2001 році ГМ-агрокультури вирощувались на площі 52,6 млн. га у 15 країнах світу. Обсяг реалізації тільки насіння модифікованих агрокультур досяг 3,5 млрд. доларів США.

У США впровадження та використання нових технологій супроводжується прийняттям відповідних заходів безпеки. Використання трансгенів контролюють Агентство з охорони навколишнього середовища, Адміністрація з продовольства та ліків та Міністерство сільського господарства США. Понад дві третини харчових продуктів у цій країні містять ГМ-компоненти і ніяких проявів суспільної недовіри до контролюючих органів не спостерігається.

Під тиском громадськості та засобів масової інформації Директивою ЄС 90/220/ЕЕС у 1990 році в Європі було запроваджено мораторій на використання ГМО. Навіть у найвищих колах однієї з найсильніших у економічному та науковому відношенні Великої Британії існують крайні погляди на використання трансгенів у виробництві харчових продуктів. Принц Чарльз активно виступає за заборону трансгенних продуктів і домігся цього в межах королівської кухні, тоді як прем'єр-міністр Тоні Блер заявив, що він вживає трансгенні продукти щодня. По країнах - членах Євросоюзу прокотилися хвилі демонстрацій під гаслами, що проголошували протест проти використання трансгенних продуктів. Після тривалого протистояння та суперечок Євросоюз Директивою 2001/18/ЕС, яка набула чинності 17.09.2002, дозволив використання ГМО в агрокультурі, фармакології та інших галузях. За даними представника міжнародної спілки споживачів Анни Філдер, уже насичені продукцією з трансгенних рослин і українські ринки. Найінтенсивніше використовують нові біотехнології у США, Європі, Китаї, африканських країнах. Це дає можливість відзначити, що на даний час не помічено ніяких негативних впливів ГМО на здоров'я людини чи стан довкілля. Але деякі невизначеності і ризики закладено вже в самій природі генетичного конструювання: конструкція трансгена включає в себе ген-маркер, яким служить ген стійкості до антибіотика чи гербіциду, а також сильний промотор для активного функціонування введеного гена, наприклад, промотор з вірусу тютюнової мозаїки, і, нарешті, ген-продуцент, заради якого виконувалася вся ця конструкція.

Хоча Всесвітня організація охорони здоров'я ще в 1993 році зробила висновок про відсутність доказів щодо перенесення генів з рослин в мікроорганізми, Євросоюз у вищезгаданій директиві ввів обмеження на використання в генетичних конструкціях генів стійкості до антибіотиків, які використовуються в медицині чи ветеринарії, з повною їх забороною в близькому майбутньому. Ствердження, що шлунково-кишковий тракт - це надпотужний реактор, у якому перетравлюється все до мономерів, теж сумнівне. Надходження в кров дитини з молока матері макромолекул (на прикладі імунних білків) відоме давно, а можливість передачі збудника сказу великої рогатої худоби через корми доведено однозначно.

Поведінку збалансованого генотипу при введенні чужорідних генетичних елементів не завжди можна прогнозувати. Можливі наслідки масованої атаки навколишнього середовища сильними промоторами - такими, як промотор з вірусу тютюнової мозаїки, та генами стійкості до антибіотиків і гербіцидів теж невизначені. Дуже небезпечною для довкілля є можливість передачі ГМ-рослинами генів стійкості до гербіцидів диким родичам (через запилення чи іншим шляхом) Це може привести до появи "супербур'янів", стійких до гербіцидів.

Небезпека - наявність у складі продуктів харчування та кормів для тварин ГМ-рослин, призначених для продукування матеріалів для фармакології, хімічної промисловості тощо.

На якій стадії випробувань перебувають генетично модифіковані продукти в Україні, швидше за все, не може сказати ніхто. У Росії вже створено методичну та нормативну базу контролю ГМ-продуктів. Згідно з Федеральним законом "О государственном регулировании в области генноинженерной деятельности" трансгенна продукція повинна пройти сертифікацію "с указанием полной информации о методах получения й свойствах данного продукта". Дозволено використання в агрокультурі генетичне модифікованих картоплі, сої, кукурудзи та цукрового буряку.

Контроль ГМ-компонентів у харчових продуктах здійснюється за допомогою полімеразної ланцюгової реакції та імуноферментного аналізу. Вартість обладнання складає близько 20 тис. дол. США. Вихід з такого становища може полягати в придбанні аналогічного обладнання російського виробництва, що коштує в кілька раз дешевше. У Росії генетична експертиза продуктів монополізована МОЗ РФ, що не сприяє довірі громадських організацій і засобів масової інформації до результатів досліджень. Випробувальні лабораторії Держспоживстандарту України в своїх внутрішніх нормах функціонування вже заклали принципи відкритості та боротьби за довіру клієнта, яким може бути і громадська організація.

8. Шляхи вирішення проблеми

Складний, тривалий і багатофакторний процес - саме так оцінюємо сьогодні шлях до збалансованого розвитку. Цей процес зачіпає фактично весь комплекс внутрішніх проблем розвитку країни, в тому числі й тих, що стосуються розвитку громадянського суспільства. Якщо біобезпека виходить сьогодні на один рівень з національною безпекою України, то це дуже серйозна проблема, яку слід розв'язувати, а не замовчувати.

Відповідність розвитку території принципам збалансованого розвитку оцінюється через такі складові: економіка, соціальний розвиток, екологія, управління територією, законодавство. Якщо розглянемо їх через призму використання ГМО, накопичення токсичних відходів, радіаційне забруднення, то все це негативно діє на будь-які організми, і на людський в тому числі, й загрожує змінами, хворобами та зникненням. Це, в свою чергу, суперечить принципам збалансованого розвитку.

З огляду на ситуацію, що склалася, слід:

Поширювати інформацію стосовно ГМО. Важлива роль у цьому належить громадським організаціям.

Проводити наукові дослідження у сферах застосування ГМО.

Відмовитися від практики запровадження генетично змінених сортів сільськогосподарських культур.

Контролювати поширення продуктів харчування, які містять ГМО, що мають здійснювати місцеві органи влади.

Законодавчо врегулювати екологічне маркування.

Заборонити на державному рівні ввезення продуктів харчування, які містять ГМО.

Запровадити інші дієві заходи.

Сьогодні місцева влада є відповідальною за такі заходи з охорони довкілля на підвідомчій території: забезпечення жителів якісною питною водою; поводження з твердими відходами; контроль за поширенням небезпечних речовин (у тому числі ГМО); очищення стічних вод; охорона й підтримка зелених зон; планування та контроль за використанням земельних ресурсів; освіта громадян з екологічних питань; контроль за забрудненням атмосферного повітря, викидами зі стаціонарних та пересувних джерел забруднення.

Але часто трапляється так, що представники місцевих органів влади не лише не знають про свою відповідальність, а й грубо порушують природоохоронне законодавство, тим самим ігноруючи інтереси територіальної громади. Активна громадськість здатна перевірити, як місцева влада здійснює контроль за поширенням небезпечних речовин, та поінформувати про це місцеве населення.

В умовах сталого розвитку одну з ключових ролей відіграє територіальна громада, яка сама виявляє екологічні проблеми і розв'язує їх заради свого існування. Важливо, щоб у громаді була людина (лідер) чи група людей (громадська екологічна організація), що допомагає громаді визначити її потреби, владнати конфлікти, дати оцінку реального стану справ у житті громади та вибрати шляхи поліпшення життя.

У складних соціально-економічних умовах основна частина населення не замислюється над корисністю чи шкідливістю продуктів харчування, а лише над тим, щоб можна було їх придбати і при цьому вкластися у скромний сімейний бюджет.

Інформація про ГМО громадськості або невідома, або її надто мало.

Важливим питанням для громади в умовах збалансованого розвитку є одержання, аналіз та використання інформації з екологічних питань. В цьому напрямі є позитивний досвід неурядових організацій, які одним з пріоритетів своєї громадської діяльності обрали екологічне просвітництво населення, представників громад. Через неформальну екологічну освіту населення одержує інформацію про свої екологічні права та обов'язки, про шляхи розв'язання екологічних проблем, про вплив довкілля на здоров'я, про досвід інших громад.

Інформаційно-пропагандистська робота, що здійснюється багатьма НУО відповідно до Оргуської конвенції, спрямована на підвищення обізнаності громадян про екологічні проблеми, причини їх виникнення, наслідки та шляхи подолання. Система інформування населення з екологічних питань з боку держави та державних органів залишає бажати кращого.

Екологічна політика в Україні у сфері інформаційного забезпечення територіальних громад в умовах збалансованого розвитку або зовсім відсутня, або неефективна. Тому необхідно використовувати позитивний досвід громадських організацій екологічного спрямування, зокрема:

Поширення інформації через інші організації («Просвіта», спілка підприємців).

Підготовка інформаційних матеріалів для представників державних органів влади та місцевого самоврядування, для працівників сільського господарства, для працівників закладів освіти і культури.

Підготовка та поширення прес-релізів для ЗМІ та через Інтернет.

Проведення роз'яснювальної та просвітницької роботи серед населення (публічні лекції, просвіта за участю волонтерів з числа активної молоді).

Висновки

В кінці ХХ ст. достатньо чітко викристалізувався ряд тенденцій розвитку людства в третьому тисячолітті. Серед основних тенденцій, що безперечно будуть посилюватись в ХХІ ст., особливо важливе місце займає подальше розгортання генної революції.

Сьогодні складно у повній мірі осягнути її значення для майбутнього людства. На жаль, наші знання про гени ще дуже мізерні. Навіть з фундаментальними науковими відкриттями ми продовжуємо рухатися малими кроками до їх пізнання та осмислення. Разом з цим рівень комерціалізації та швидкість поширення сучасних біотехнологій в умовах глобалізації економіки є вражаючим. Безперечним фактом є і те, що процес розширення сфери застосування сучасних біотехнологій має незворотній характер і буде надалі стрімко розвиватися. І цей процес, як і науковий прогрес, зупинити уже неможливо і ми повинні сприймати його спокійно та виважено.

Вчені розглядають сучасні біотехнології як засіб вирішення глобальних проблем людства, таких як, нестача продовольства, обмеженість природних ресурсів, збереження навколишнього природного середовища та екосистеми Землі, пошук нових джерел енергії тощо. Ряд експертів прогнозує, що відбудеться індустріальне зближення сільськогосподарських, харчових, фармацевтичних, волоконних та енергетичних підприємств, а також компаній з виробництва мікропроцесорів та інформаційних технологій. З’являться нові сектори економіки, які сформують «агроцевтичну систему», де промисловими способами, внаслідок ефективної селекції, будуть вироблятися ГМ-рослини, ГМ-тварини, ГМ-насіння, а також продукти харчування, лікарські препарати і таке інше.

Сьогодні комерціалізовано уже 33 сорти ГМ-культур, найпоширенішими серед яких є соя, кукурудза, ріпак та бавовна. Найчастіше шляхом генетичних маніпуляцій у рослини набувають агрономічно цінні характеристики. Вони й надалі будуть домінувати у нових сортах трансгенних рослин, але поступово буде збільшуватися частка сортів із зміненими поживними властивостями. Незабаром будуть комерціалізовані нові ГМ-культури - картопля, буряк, рис та інші. До 2015 року, за прогнозами експертів, очікується поява на ринку біля 120 нових ГМО, які уже сьогодні знаходяться на різних стадіях польових та лабораторних досліджень для подальшої їх комерціалізації. Наближається до завершення процес створення ГМ-лосося та деяких ГМ-тварин. Існуючі ринки ГМ-культур та ГМ-насіння збережуть у майбутньому тенденцію до зростання, ймовірно також, відбудеться подальше збільшення попиту на органічні продукти харчування, об’єм ринку яких щорічно зростає на 20 %.

Особливо гостро сьогодні стоїть питання можливих ризиків і загроз для здоров’я людини та екосистеми Землі пов’язаних з ГМО. Необхідно зазначити, що в даний час немає точних експериментальних даних, які б чітко вказували шкідливість ГМО. Також не існує експериментальних даних, які б однозначно підтверджували їх безпечність для людини та екології, особливо при тривалому споживанні та культивації. Це пов’язано з тим, що передбачити та оцінити усі можливі ризики пов’язані з ГМО сьогодні практично неможливо, оскільки при вбудовуванні певного гену, модифікований організм у різних умовах, одразу або через певний період часу, може набути цілу низку властивостей, появу та особливості яких заздалегідь передбачити неможливо через недостатню вивченість механізмів функціонування геному. Тому сьогоднішня полеміка щодо безпечності або шкідливого впливу ГМО будується переважно на більш або менш обґрунтованих гіпотезах, які потребують додаткових досліджень та експериментальних підтверджень.

З великою ймовірністю можна стверджувати, що ми всі є учасниками глобального експерименту з ГМО, специфіка та небезпека якого полягає в тому, що у разі виникнення негативних наслідків, які важко передбачати завчасно, його неможливо буде зупинити і тим більше повернути назад.

Список використаної літератури

1. М. Дильовий, кандидат біологічних наук, провідний мікробіолог Івано-Франківського ДЦСМС. Матеріал передрукований з журналу „Стандартизація. Сертифікація. Якість”. www.lol.org.ua

. www.greenparty.ua

. Новини генетики. - К., 2002 Генна інженерія в ХХІ столітті: перемога чи поразка людства? - К., 2003.

. Блюм Я. Б., ГМО - фобія чи ГМО-вакханалія? / Я. Блюм, Б. Сорочинський // Дзеркало тижня. Міжнародний громадсько-політичний тижневик. - 2007. - №48. - 54 с.

. Блюм Я. Б., Негрецький В. А., Ємець А. І. та ін. Огляд стану провадження та дослідження біотехнологій і біобезпеки в Україні та країнах субрегіону. - Проект ЮНЕП-ГЕФ: «Розробка національної рамкової структури біобезпеки для України». - К., 2003. - 82 с.

. За матеріалами, наданими Науково-дослідним центром випробувань продукції та Укрметртестстандарт. Прес-конференція «Маєш знати, що вживати - проблема генетично модифікованих організмів в Україні -реальність сьогодення». К, 2007.