



ДАШЕВСЬКИЙ
Ігор Олександрович,
заступник директора
Вищого державного навчального
закладу «Українська медична
стоматологічна академія»
(м. Полтава)

ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ РОСЛИНИ ТА РИЗИКИ ВИВІЛЬНЕННЯ У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. РОЗВИТОК І ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті висвітлено розвиток і проблеми одного з перспективних напрямів біотехнології – генної інженерії, результатом якої є генетично модифіковані рослини (ГМР). Вивільнення ГМР у навколишнє середовище розпочалось у 1996 р. у США; сьогодні такі рослини вирощуються в багатьох країнах світу і забезпечують толерантність до широкого спектру гербіцидів або резистентність до комах-шкідників.

Автором здійснено узагальнення потенційного ризику вивільнення ГМР у навколишнє середовище: від впливу на здоров'я людини до довгострокових екологічних ефектів. Підтверджено неоднозначність оцінки зазначених ризиків. Наголошено, що «Картахенський протокол з біобезпеки», підписаний у 2000 р. 68-ма країнами Європейського союзу і прийнятий в Україні, спрямований на забезпечення належного рівня захисту, безпечної передачі, переробки та використання ГМО, які можуть негативно вплинути на збереження біологічного різноманіття та здоров'я людини. Зазначено, що українські вчені, не заперечуючи можливого ризику, визнають необхідність генетичного конструювання трансгенних рослин в Україні, дотримуючись усіх правил безпеки.

Ключові слова: *генетично модифіковані рослини, потенційні ризики, здоров'я людини, екологічні ефекти, розвиток досліджень.*

В статті освещены развитие и проблемы одного из перспективных направлений биотехнологии – генной инженерии, результатом которой являются генетически модифицированные растения (ГМР). Внедрение ГМР в окружающую среду началось в 1996 г. в США; сегодня такие растения выращиваются во многих странах мира и обеспечивают толерантность к широкому спектру

гербицидов или резистентность к насекомым-вредителям.

Обсуждена возможность потенциального риска внедрения ГМР в окружающую среду: от влияния на здоровье человека до длительных экологических эффектов. Подтверждена неоднозначность оценки упомянутых рисков. Акцентируется значимость «Картахенского протокола по биобезопасности», подписанного 68-ю странами Евросоюза в 2000 г. и принятого в Украине, направленного на обеспечение надлежащего уровня защиты, безопасной передачи, переработки и использования ГМО, которые могут отрицательно влиять на сохранение биологического разнообразия и здоровье человека. Показано, что украинские ученые, не отрицая возможного риска, признают необходимость генетического конструирования трансгенных растений в Украине, придерживаясь всех правил безопасности.

Ключевые слова: *генетически модифицированные растения, потенциальные риски, здоровье человека, экологические эффекты, развитие исследований.*

The article presents development and problems of one of the promising areas of biotechnology – genetic engineering, its result are genetically modified plants (HMR). Release HMR to the environment began in 1996 in the US, today its grown in many countries. HMP provide a wide range of tolerance to herbicides or resistance to insects.

The author made a generalization potential risk of release of genetically modified plants into the environment from the impact on human health to long-term environmental effects. Analyzing the above facts confirmed ambiguity assessment of those risks. "The Cartagena Protocol on Biosafety," signed 68 countries of the European Union in 2000, aimed at maintaining the security of the safe transfer, processing and use of GMOs that may adversely affect the conservation of biological diversity and human health. It is noted that Ukrainian scientists, while not denying the possible risk of genetic recognize the necessity of constructing transgenic plants in Ukraine, following all safety rules.

Key words: *genetically modified plants, potential risks, human health, environmental effects, development of investigations.*

Постановка проблеми. Починаючи від 90-х рр. ХХ ст. генна інженерія викликала як захват від можливості вирішення глобальних проблем людства, так і острах, чи не ускладнить вона і без того непростих проблем, пов'язаних із екологічними ризиками, а також створенням не підконтрольних людям та природі нових генетичних систем, які, у свою чергу, можуть поставити під сумнів саме існування людства.

Мета публікації полягає в узагальненні потенційного ризику вивільнення генетично модифікованих рослин у навколишнє середовище: від впливу на здоров'я людини до довгострокових екологічних ефектів та обговоренні цього явища українськими вченими.

Аналіз досліджень і виклад основного матеріалу. Результатом сучасних біотехнологій є генетично модифіковані організми (ГМО), насамперед генетично модифіковані рослини (ГМР). Вивільнення у навколишнє середовище живих генетично модифікованих організмів розпочалось у 1996 р. у США. Площі посівів під цими рослинами постійно зростають: якщо в 1996 р. ГМР вирощували на площі 1,7 млн. га, у 1998 р. – 39,9, то у 2002 р. – вже на 58,7 млн. га. Існуючі дані свідчать, що в 2002 р. основні посіви були зосереджені у США (39,3 млн. га), Аргентині (13,5 млн. га) і Канаді (3,5 млн. га). Сьогодні генетично модифіковані рослини вирощуються також в Австралії, Болгарії, Китаї, Мексиці, Іспанії, Франції, Німеччині, Португалії, Румунії та інших країнах. Більшість таких рослин містять у своєму геномі гени мікроорганізмів, які забезпечують толерантність до широкого спектру гербіцидів або резистентність до комах-шкідників. Вже створено ГМР більш ніж для 80 видів рослин, таких як кукурудза, овес, сорго, рис, картопля, бавовник, соя, деякі плодови. Серед генетично модифікованих сільськогосподарських культур найбільші площі у 2002 р. займали посіви сої (36,5 млн. га), кукурудзи (12,4 млн. га), бавовнику (6,8 млн. га), ріпаку (3,0 млн. га)[1, с. 16–17].

Доцільність застосування генетично модифікованих рослин у практиці сільського господарства кожна країна вирішує на підставі власного законодавства та аналізу безпеки для довкілля [4, с. 501].

Вчені встановили, що 12 найрозповсюдженіших сільськогосподарських культур можуть гібридизуватись в певних ареалах поширення із своїми дикими родичами. Тому оцінювання ризику впливу на довкілля від неконтрольованого вивільнення ГМР потребує досконалого вивчення здатності генетично зміненої

сільськогосподарської культури до утворення життєздатних гібридів із своїми родичами. Виникнення гібридів із ГМР може призвести до перенесення нової ознаки у геном диких і культивованих родичів, що може спричинити негативні наслідки, а саме виникнення більш життєздатних шкідливих організмів і витіснення існуючих організмів з їх екологічних ніш [4, с. 502].

Найбільші застереження викликало те, що генна інженерія давала можливість подолання генетичних бар'єрів між організмами (рослинами, тваринами, людьми), які до того не вступали у контакт. Широке застосування нових ефективних способів трансформації організмів різко діяло на довкілля та саму людину. Створювані рекомбінантні молекули ставали новими генетичним системами, властивості яких неможливо було прогнозувати, а наслідки їх діяльності – передбачити., тобто можна було синтезувати форми із абсолютно новими генетичними якостями, які раніше ніколи не зустрічалися на нашій планеті, проти яких людина могла виявитися безсилою. Особливо актуальним це питання поставало при застосуванні генної інженерії до людини, зокрема її природної мікрофлори.

Навіть проста необережність експериментатора чи його некомпетентність могли призвести до незворотних процесів. Хвилювання також викликали питання, пов'язані з можливістю застосування генної інженерії при створенні бактеріологічної зброї, наприклад, “бактеріологічної ядерної бомби” [3, с. 12].

У зв'язку із зростанням громадського занепокоєння щодо можливого шкідливого впливу ГМР на здоров'я людей, з одного боку, та усвідомлення того, що сучасні біотехнології здатні підвищити рівень життя людей, з іншого боку, був розроблений і узгоджений на міжнародній нараді у Монреалі в січні 2000 р. *«Картахенський протокол з біобезпеки»* до конвенції про біологічне різноманіття. Його підписали 68 представників Європейського Союзу, а саме Болгарії, Бельгії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Італії, Литви, Словачії, Чехії, Угорщини та інші. Україна також приєдналась до цього протоколу.

«Картахенський протокол з біобезпеки» спрямований на забезпечення належного рівня захисту в галузі безпечної передачі, переробки та використання ГМО, які можуть негативно вплинути на збереження та стале використання біологічного різноманіття, з урахуванням ризику для здоров'я людини. Цей документ зобов'язує країни забезпечити отримання ГМО, їх переробку, транспортування, використання і виділення у довілля з тим, щоб не допустити можливого ризику порушення біологічного різноманіття та погіршення здоров'я людини. [4, с. 512].

Для детальної оцінки потенційного ризику від використання трансгенних рослин важливо правильно розуміти питання, які хвилюють як науковців-біотехнологів, так і потенційних споживачів з цього приводу. На думку академіка НАНУ Ярослава Борисовича Блюма, у випадку ГМ-рослин варто оцінювати три типи можливого ризику:

- вплив на здоров'я людини;
- передача генів до інших видів живих організмів (мікроорганізмам і диким родичам);
- довгострокові екологічні ефекти [2, с. 69].

З точки зору потенційної дії генетично модифікованих продуктів на здоров'я людей, то згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я оцінюється їх токсичність, канцерогенність та алергічні властивості. На основі проведених досліджень було визначено, що ГМ-продукти не є більш токсичні, ніж їх традиційні аналоги.

Також не викликає питань і відсутність уявної канцерогенності трансгенної їжі. Це і не дивно, адже нові або модифіковані білки, внесені у трансгенні рослини, також як і зміна біохімічного складу традиційних рослин генно-інженерним шляхом (зміна кількості або складу білків, жирів і вуглеводів), не можуть бути фактором канцерогенезу. Тож, виходячи із вищенаведеного, твердження про можливі мутагенні ефекти генетично модифікованої їжі в другому

чи третьому поколінні людини, виглядають необґрунтованими.

Окремо слід прокоментувати питання про начебто можливу алергенність ГМ-продуктів харчування. Теоретично харчова алергія може бути викликана будь-якою їжею. Згідно даних ФАО найбільш сильними харчовими алергенами є риба, соя, арахіс, молоко, яйця, ракоподібні, пшениця і волоські горіхи. Саме ці види їжі викликають більше 90% всіх алергій. Звичайно, зміна кількості і якості білкових компонентів у ГМ-продуктах може посилити алергійний потенціал їжі. Але варто пам'ятати, що до подібних наслідків можуть призвести і методи традиційної селекції.

Стосовно переносу генів від трансгенних рослин до диких родичів чи бур'янів, то цей процес можливий з точки зору генетики, але значно ускладнений і має територіальні особливості. Наприклад, на території України немає диких родичів картоплі, кукурудзи чи сої. Дикий буряк росте в зонах Причорномор'я, де цукровий буряк не культивується, а вивчені гібриди між рапсом і його дикими родичами не дають фертильних плодів навіть у Європі. Окрім цього, ризику таких переносів можна уникнути при дотриманні правильного застосування агротехніки і відповідного сільськогосподарського менеджменту.

Аналізуючи дослідження зі здатності перезапилення для багатьох рослин, бачимо, що воно дійсно має місце як у лабораторних експериментах, так і в природі. Перенесення генетичного матеріалу до споріднених організмів у природних умовах може відбуватись під час розмноження рослин (наприклад, перенесення пилку з однієї рослини на іншу). Однак генетично модифіковані рослини вирощують у теплицях та оранжереях, тому важко передбачити наслідки використання трансгенних рослин у природних умовах [5, с. 150].

Стосовно міжвидових схрещувань варто зазначити, що у реальних природних умовах перенесення генів від одних видів рослин до інших відбувається із дуже малою частотою, оскільки, в протилежному випадку, ми були б свідками постійних еволюційних процесів і виникнення нових видів, що

відбувається досить рідко. У цьому випадку трансгенні рослини нічим не відрізняються від контрольних, не модифікованих рослин. У процесі еволюції природою створено відповідні бар'єри, які мінімізують процес перезаплення багатьом представникам флори. До таких перешкод ми можемо віднести просторову ізоляцію різних популяцій, не одночасне цвітіння, напрямок запилення (походження пилку), спосіб поширення пилку та наявність його переносників, молекулярні системи впізнавання чужорідного пилку, умови зовнішнього середовища, здатність ендосперму підтримувати розвиток гібридного зародку, число та життєздатність гібридного насіння, конкуренція з іншими рослинами за життєвий простір, стійкість до шкідників, фертильність пилку тощо. Усі ці бар'єри мають одну еволюційно сформовану мету – зберегти сталість виду. І, навіть, якщо в результаті перехресних запилень виникли гібриди першого покоління, то вони ніколи не дадуть наступного – другого покоління. Тобто, навіть за умови перенесення генів від генетично модифікованих рослин до нетрансгенів – утворяться їх стерильні нащадки.

Думка про те, що можливе перенесення генів від трансгенних рослин до їх диких родичів автоматично може викликати появу нових супербур'янів, не була підтверджена експериментально. Однак такий висновок не варто розповсюджувати стосовно всіх рослин чи трансгенів. Кожен конкретний випадок має аналізуватися та оцінюватися окремо.

Аналогічні твердження мають місце і при аналізі довгострокових ефектів ГМР на навколишнє середовище. Адже будь-який сільськогосподарський агроценоз – штучна система, яка здатна впливати на екологічний баланс на прилеглій території. Тому завдання вчених – запобігти змінам у екологічному комплексі навколишніх земель

Щодо набуття трансгенними рослинами додаткових мутаційних ознак в наслідок Чорнобильської катастрофи, що мають перетворити їх у монстрів, то це вигадки, які не мають наукового підґрунтя. Навпаки, створення і використання

ГМ-рослин, здатних накопичувати основні радіонукліди або важкі метали, могло б ефективно вирішити проблему ремедіації (очищення) забруднених територій.

Ризики створення і вивільнення генетично модифікованих рослин у навколишнє середовище породжували у суспільстві велику кількість дискусій стосовно небезпеки для життя і здоров'я людини, тварин та довкілля. Однак у багатьох дослідників подібні судження викликали подив, адже факт створення ГМ-мікроорганізмів, який передував появі таких же рослин не зустрів подібної реакції. Хоча порівнюючи ризики, які потенційно несуть мікроорганізми набагато вищі, ніж ті що можуть спричинити рослини. Це обумовлено і практично безмежним поширенням бактерій, і високою швидкістю їх розмноження та мутаціями у їхньому геномі [5, с. 142].

Водночас, ми без всіляких застережень використовуємо для власних потреб рекомбінантний інтерферон та подібні продукти мікробної біотехнології. Цей парадокс викликаний швидше за все психологічними особливостями людей, адже процес одержання штамів мікроорганізмів невидимий для людського ока і відбувається у закритих лабораторіях, тоді як процес створення ГМР доступний для огляду, культивування, використання в їжу. Це створює своєрідну ілюзію й острах побачити кардинально змінену, відому раніше рослину. Зауважимо також, що методи хімічного та радіаційного мутагенезу, які досить активно застосовуються у традиційній селекції, і які проявляють абсолютно непередбачувані зміни у геномі дослідних організмів не викликають такого спротиву, як генно-інженерні технології [5, с. 146].

Аналіз можливих екологічних ризиків базується на двох принципах – усвідомленні та упередженні. Останній відображений у *Картахенському протоколі* та є основою регуляції поширення трансгенних рослин у Європейському Союзі. Перший принцип почали використовувати нещодавно, він має на меті чітке наукове обґрунтування для прийняття рішення стосовно вивільнення ГМР у навколишнє середовище.

Визначаючи можливі екологічні ризики від вивільнення ГМ-рослин, вчені вказують на такі ключові питання: чи можлива окупація трансгенними культурами природних екосистем; чи не витіснять ГМР традиційні рослини; чи не вплинуть вони на інші компоненти екосистем (комахи, тварин); чи не призведе тривале використання модифікованих рослин до підвищення стійкості до пестицидів та інсектицидів серед диких родичів; чи не вплинуть вони на біорізноманіття та сортову чистоту. Деякі дослідження присвячено вивченню цих питань [5, с. 143] .

В останні роки вчені ставлять питання про взаємодію між ґрунтовою мікрофлорою та кореневою системами трансгенних рослин, оскільки ґрунтові мікроорганізми дуже важливі для функціонування різних екосистем. Ґрунтові бактерії формують більше ніж 80% всієї біомаси ґрунту і визначають такі процеси, як кругообіг та розпад поживних сполук. Тож у зв'язку із цим вивчались як прямі, так і опосередковані дії трансгенних культур на ґрунтові мікроорганізми. Прямі впливи визначаються спектром активності трансгенних білків та кількістю білків, що акумулюються у навколишньому середовищі. Опосередковані впливи визначаються тими змінами, що відбувалися у білковому спектрі та у складі корневих виділень, і які є результатом модифікацій метаболізму трансформованої рослини [5, с. 149].

На накопичення трансгенного білку в ґрунті може впливати багато чинників, зокрема вміст білку в рослинних тканинах, стійкість до деградації, фізико-хімічні характеристики ґрунту та фактори зовнішнього середовища, які суттєво впливають на його доступність. Кількість білку, що може потрапити в ґрунт, залежить від того, у якій рослинній тканині і в якому сегменті клітини зазначений білок локалізується та від здатності рослини вивільнювати цей білок у навколишнє середовище.

Професор Б. В. Сорочинський доводить, що додавання у нестерильний ґрунт очищеного *Bt*-токсину (продукується як результат експресії гену для захисту надземної частини рослин від комах) дозволяє зберегти його активність проти

лялечки тютюнової гусені впродовж 234 днів. Також підвищений вміст глини у ґрунті та низькі значення рН дозволяють зберегти активність *Vt*-токсину, який слабо деградує впродовж зимового періоду. Дані результати свідчать про те, що трансгенні білки можуть довго зберігатися у ґрунті. Водночас достеменно не відомо чи призведе постійне культивування ГМ-рослин до збільшення рівня трансгенних білків у ґрунті, невідомо також, який вплив це може мати на ґрунтову флору та мікроорганізми [5, с. 161].

Аналізуючи дані наведених досліджень, приходимо до висновку, що вплив генетично модифікованих рослин на інші організми-компоненти екосистем (комахи, нематоди, гризуни та інші), незначний або повністю відсутній. У всякому разі, для переважної більшості зареєстрованих і вивільнених комерційних ГМ-рослин негативних ефектів для представників фауни та мікрофлори не встановлено. Дискусії з цього приводу науково не обґрунтовані, оскільки для спростування надуманих фактів необхідні вагомі наукові докази, а не домисли некомпетентних осіб.

Особлива увага приділяється також вивченню можливих ризиків при використанні трансгенних рослин у їжу людей. При цьому наукові принципи таких аналізів були ті самі, що використовуються для традиційної їжі – аналіз безпечності окремих компонентів та аналіз цілісного продукту. Але для оцінки безпечності ГМ-продуктів необхідно враховувати додаткові питання, а саме:

- характеристика організму донора та організму до якого перенесено визначений ген;
- опис процесів трансформації та генетичної модифікації;
- стабільність вбудованої конструкції та експресія нової ДНК;
- потенційна токсичність нових, трансгенних білків;
- можливі непередбачувані ефекти;
- токсичні та поживні характеристики продукту;
- потенційна алергенність трансгенних білків та цілісного продукту;

- аналіз можливостей перенесення генів від ГМ-продуктів до мікроорганізмів та мікрофлори людини чи тварини.

Як у випадку оцінки екологічних ризиків, аналіз безпечності генетично модифікованих продуктів необхідно здійснювати в кожному окремому випадку аби у гонитві за подоланням голоду у світі не завдати непоправної шкоди здоров'ю людини та її нащадкам.

Останнім часом у процесі оцінки можливих ризиків від використання ГМ-рослин з'явився ще один важливий аспект – оцінювання ризиків від ГМ інгредієнтів, що мають промислове значення. Зокрема, йдеться про рослинні жири, оскільки вони активно застосовуються в різних технологічних процесах. Трансгенний ріпак, сою, бавовну, льон, жожобу та інші використовують як у легкій промисловості (створення мастильних речовин, пластифікаторів для покрівельних матеріалів, косметики, пластику та інше), так і у харчовій (продукти харчування). Тому оцінка ризиків використання зазначених речовин має бути чіткою і науково обґрунтованою [5, с. 156].

Підсумовуючи проведений вище аналіз досліджень з приводу можливих ризиків вивільнення ГМ-рослин у навколишнє середовище варто зазначити, що авторитетні вчені академіки НАНУ Ю.Ю. Глеба та Я.Б. Блюм, професор Б.В. Сорочинський та інші вважають, що реальних, науково обґрунтованих ризиків для довкілля та здоров'я людини не зареєстровано. Про це свідчать результати вже досить тривалого та масштабного “експерименту”, у якому трансгенні рослини вирощувалися на площі у десятки мільйонів гектарів, а сотні мільйонів людей споживали ГМ продукцію. Хоча, як зазначають дослідники, ці результати не повинні “розслабляти”, оскільки свідчать про надвелику увагу до питань біобезпеки ще перед тим, як рослина вивільняється у навколишнє середовище і потрапляє до харчового раціону людини. Рішення щодо цих питань приймається за результатами різноманітних і тривалих експертиз, а не за узагальненнями окремих експертів, і може тривати 7–10 років, що виключає

помилки чи підкуп експериментаторів. Зауважимо, що мова йде про генно-інженерні маніпуляції із природними генами, а дослідження і перспективи впровадження штучних генів викликають ще більшу увагу суспільства.

Натомість серед науковців існує думка, що трансгени можуть не лише негативно впливати на довкілля чи здоров'я людей, а й загрожувати економічній безпеці держав, які не мають біоіндустрії, а отже, можуть потрапити у залежність від транснаціональних компаній, які вирощують насіння генетично модифікованих сільськогосподарських культур. Ці компанії вкладають величезні інвестиції у виробництво ГМР, а тому прагнуть монополізувати світові ринки харчів з метою отримання надприбутків. Країни, що розвиваються, можуть назавжди прив'язатись до виробників трансгенного насіння під гаслом боротьби із голодом [1, с. 203].

Попри законодавчу базу України щодо розповсюдження ГМО, генетично модифіковані культури та продукти нелегально розповсюджуються у нашій країні, які надходять із-за кордону, і виділити їх у загальному потоці імпорту неможливо, бо їх ніхто не ідентифікує. Спеціалісти стверджують, що ГМ компоненти знаходяться у продукції транснаціональних корпорацій, що працюють в Україні. Зазначені речовини містяться у дитячому харчуванні, крабових паличках, які виробляють із застосуванням модифікованої сої, напоях, косметичі, майонезах, де у складі зазначено модифікований крохмаль.

Існує чимало фактів, коли під виглядом звичайних культур продають трансгенну продукцію. Зокрема, фермери з Вінниччини виростили сою і вирішили продати її за кордон. Але під час обов'язкової перевірки на наявність ГМО, якої вимагають у країнах ЄС, у ній були знайдені чужорідні гени. Звичайно, що фермерів така звістка приголомшила, адже їм без попередження продали трансгенне насіння сої [1, с. 204].

І все ж ГМР – не панацея, стверджують деякі українські вчені-аграрії. Аграрії кожної країни мають ретельно зважувати, використання яких трансгенів

було б для них доцільним, а яких – неприпустимим. Так, трансгенна картопля в Україні втрачає свою стійкість проти колорадського жука значно раніше, ніж це має бути – не на п'ятий рік, а вже на другий-третій, що призводить до застосування інсектицидів у її культивуванні. Україні доцільно звернути увагу на ріпак із підвищеною олійністю для виробництва біодизелю, зазначають вчені. А от чи потрібні в Україні інші трансгенні рослини при наявності традиційних, якісних сільськогосподарських культур, залишається відкритим питанням [1, с. 205].

Як вважають вчені-селекціонери, біотехнологію не можна протиставляти традиційній селекції, оскільки ще далеко не вичерпаний потенціал сільськогосподарських рослин. Потрібно навчитися раціонально використовувати ресурси українських земель і вітчизняних сортів, а не чекати, сумнівної якості, продукцію з-за кордону [1, с. 233].

Безконтрольний імпорт трансгенних продуктів із мовчазної згоди державних установ – на користь іноземним корпораціям. Але перевірка потоку імпорту ГМР – складна і коштовна, бо компетентних лабораторій, що володіють методами та устаткуванням для ідентифікації ГМР – одиниці в Україні. Виявити трансгени у продукції навіть таким лабораторіям не просто, поскільки чим більше удосконалюються ГМО, тим важче їх ідентифікувати.

ВИСНОВКИ. Аналізуючи вищенаведені факти, можемо підтвердити неоднозначність оцінки можливих ризиків від вивільнення генетично модифікованих рослин у навколишнє середовище. Більшість провідних генно-інженерних дослідників нашої країни висловлюються за обов'язкове введення ГМ-рослин у сільськогосподарський обіг. При цьому наводять велику кількість фактів ефективності цього процесу. Інші вчені різко засуджують появу трансгенів на наших полях чи столах, акцентуючи морально-етичну сторону питання, однак прямих науково обґрунтованих фактів шкоди ГМР довкіллю чи здоров'ю людини немає. Так, можливо вони з'являться через 100 років, а може й завтра, але до цього

моменту усі застереження із даного питання виглядають надуманими та необґрунтованими. Тож, скоріш за все, істина знаходиться посередині — не можна нехтувати світовим науково-технічним прогресом, але його результати та новинки мають використовуватись продумано, з обов'язковим урахуванням можливих ризиків від їх вивільнення у навколишнє середовище.

Список використаної літератури

1. *Біотехнологія*. Вступ до фаху : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів, які навчаються за програмами підготовки «Біологія» / К. Т. Гаркава [та ін.] ; Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ, 2012. – 295с.
2. *Блюм Я.* Современные биотехнологии – вызов времени / Я. Блюм, Л. Суржик, Ю. Сиволап. – К. : РА NOVA, 2002. – 102 с.
3. *Левенко Б. А.* Трансгенные растения. Современное состояние. Проблемы. Перспективы / Б. А. Левенко. – К. : Дошкільник, 2000. – 305 с.
4. *Новожилов О. В.* Критерії оцінки екологічного ризику використання трансгенних рослин в Україні / О. В. Новожилов, Я. Б. Блюм // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : у 4 т. / редкол. : В. В. Моргун [та ін.]. – К. : Логос, 2001. – Т. 1. – С.501–519.
5. *Сорочинский Б. В.* Біотехнологічні (генетично модифіковані) рослини. /Б. В. Сорочинский. – К. : КВГУ, 2007. – 220 с.