

## ТРАНСГЕНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Т. В. Вербельчук, к. с.-г. н., доцент

В. М. П'ясківський, к. с.-г. н., доцент

С. П. Вербельчук, к. с.-г. н., доцент

Житомирський національний агроекологічний університет

На сьогодні ГМО є забороненими в Україні. Проте йде масове та безконтрольне використання модифікованого ріпаку, сої, кукурудзи тощо [1, 4, 7].

Трансгени (генетично модифіковані організми – ГМО) – це організми, яким в ДНК організму (тварини, рослини чи мікроорганізми) внесено сторонні гени. Першим ГМО була кишкова паличка.

З 90-х років ХХ століття інтенсивно ведуться роботи зі створення трансгенних рослин. Частіше, це кукурудза, соя, ріпак, бавовник. Створюються трансгенні рослини, стійкі до шкідників, вірусів, гербіцидів, посухи тощо [4]. Це штучні види рослин, які не пройшли селекцію (природну чи штучну), а були створенні шляхом біотехнологічних операцій [5].

Сенсаційні висновки зробив німецький зоолог Ганс Генріх Каац про наявність потенційної загрози ГМО для живого на планеті. Генетично змінені рослини викликають мутації живих організмів. Вчений встановив, що змінений ген олійного турнепсу проникає в організм бактерій, що живуть у шлунку бджоли та призводять до їхньої мутації. Вчений не виключає, що бактерії в організмі людини також можуть змінюватись під впливом продуктів, що містять модифіковані гени [4].

У доповіді на Всесвітньому конгресі ентомологів повідомлялося про токсичність пилку з геномом *Vt* ряду корисних комах, в т. ч. перетинчастокрилих. Так, уже в першому поколінні проходить

зменшення зчеплення крил, до 40 % скорочується тривалість життя та плодючість.

Дослідження університету у м. Галле підтвердили шкідливий вплив пилку генномодифікованих рослин з ендотоксинами на бджіл. Підгодівля бджіл цукровим сиропом з Vt-токсинами збільшувала смертність зимуючих бджіл в порівнянні з контролем [4].

Дослідження в Австрії показали суттєву частку загибелі на полях під дією Vt-ендотоксину метеликів, жуків, ряду перетинчастокрилих тощо. Раніше (1999 р.) вченими університету Корнелла (США) виявлено отруйну дію пилку Vt-кукурудзи на метеликів-монархів.

В геноми трансгенних рослин вбудовано Vt-ген (чи декілька генів), здатних продукувати в рослині на протязі всього періоду вегетації, токсичні білки [16].

Більшість відомих трансгенних рослин, стійких до гербіцидів, здатні акумулювати ці гербіциди [11].

Останні дослідження показали, що фрагменти трансгенної ДНК з ГМ-го корму, здатні не ушкоджуватись в процесі травлення, проникати в кров та геном теплокровних. Це може бути колосальною загрозою здоров'ю людей та тварин [7, 9, 17].

Дослідження зі згодовування генномодифікованої сої хом'якам проведено в Росії. Тривале (2 роки) вживання такої сої призвело до втрати репродуктивної здатності. Подібні результати отримані в США при споживанні свинями ГМ-кукурудзи. А кукурудза Star Zink та ГМ-бавовна здатні викликати алергічні реакції у людей [4].

Дослідженнями у французькому університеті в Саен виявлено канцерогенний вплив трансгенної кукурудзи Roundup Ready на піддослідних тварин [4, 5].

Vt-ендотоксини, проявляють мутагенну дію в мікрофлорі товстого кишківника, порушують метаболічну рівновагу, сприяють розвитку патологічних (*Escherichia coli*) бактерій.

Загроза в тому, що разом зі споживанням трансгенного корму споживаються і вбудовані в нього токсини [4]. У ході лабораторних досліджень встановлено, що ГМ-на соя викликає у тварин патоморфологічні зміни в печінці та підшлунковій залозі. В печінці виникали мікропори та мікроволокна, а підшлункова залоза не виділяє достатню кількість травного ферменту. ГМ-кукурудза (NK 603) викликає гематологічні зміни в крові теплокровних тварин, збільшує вміст гемоглобіну в крові (макроцитоз) [17].

Пацюки, яким згодовували ГМ-сою, стійку до гербіциду, давали неповноцінне наступне покоління, де більше 50 % особин були

нежиттєздатними. Шкодочинний вплив Bt-кукурудзи на людей відмічено на острові Мінданао (Філіппіни), де масово вирощується ця ГМ-культура. Населення почало хворіти респіраторними, кишковими та дерматологічними захворюваннями, лихоманкою. Симптоми проявляються в період цвітіння кукурудзи, коли в повітрі літає багато пилку. Детальні гематологічні дослідження виявили в крові антитіла IgA, IgG та IgM, як результат імунної реакції на пилок Bt-кукурудзи [4].

Такі побоювання не поодинокі. Так, перенесення генів бразилійського горіха в сою, для підвищення вмісту білка, зробило її небезпечною для людей з алергією на горіхи.

Дослідження вчених університету ім. Ф. Шіллера (м. Йена, Німеччина), у дослідгах 2004 року виявили, що бджоли, яким згодувували Bt-пилкок проявляли підвищену чутливість до деяких паразитів.

Поширюються рух зі створення вільних від ГМО зон. У січні 2000 року схвалено Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття. Його чинність – 2003 рік. Він ратифікований більше 50 країнами, в т. ч. Україною (2002 р.). Протокол регламентує правила обробки та використання всіх живих змінених організмів, що можуть мати несприятливий вплив на здоров'я людини [6, 8, 19].

Екологічні організації США (клуб «Сієра») висловлюють стурбованість масовою загибеллю бджіл у країні. Найбільша підозра падає на сорти кукурудзи і бавовнику, яким в геном внесено гени токсинів ґрунтової бактерії Bt (*Bacillus thuringiensis*) [22]. Під цими ГМО-культурами в США зайнято значні площі [4].

Набуває розмаху екологічної кризи генетичне забруднення довкілля, як результат перенесення комахами пилку трансгенних рослин на традиційні [7, 9].

Численні повідомлення свідчать про негативний вплив ГМО на розвиток бджолиних особин, тривалість їх життя, продуктивність. Пилок та перга є основними акумуляторами та транспортерами ГМО. Поширення пилку вітром здатне, через дихання та слизові, прямо впливати на людину [14].

У ряді досліджень та наших публікаціях [3, 6, 7, 10, 14] наголошується на цій небезпеці ГМО для галузі. Контроль ГМО в Європі дуже строгий. Вже одна молекула об'єкта в зразку досліджуваного меду – якісно фіксується. Тобто, одне пилкове зерно ГМО може зупинити експорт партії меду в 20 т. Небезпека ще і в тому, що на «чисту» квітку чи у вулик ГМО може бути занесене і вітром.

Крім вітру, бджоли також можуть переносити трансгенний пилок на інші, в т. ч. і дикі медоноси, створюючи нові, стійкі рослини. Зараз трансгенні кукурудза, соя, бавовник, ріпак і деякі інші культури займають в 29 держав 48 млн. га площі. У ряді держав трансгенні сорти вже переважають над традиційними. Так Аргентина висіває 99 % площ ГМО-сої, 86 % кукурудзи та ін. [10].

Через негативний вплив трансгенного пилку на популяцію бджіл Франція заборонила вирощувати ГМ-соняшник [4].

В ході наукових досліджень на пацюках, яким згодували ГМ-картоплю, відмічалось зниження імунітету. Після споживання ГМ-томатів у тварин знайдено зміни в тканинах шлунку, зменшився об'єм мозку, відмічено токсичне ураження печінки, селезінки, кишкового тракту, статевих залоз тощо.

Лауреат Нобелівської премії в галузі медицини George Wald попереджає, що за прямивання шляхом генної інженерії без ретельних досліджень може мати небезпечні наслідки. Можуть виникнути до цього невідомі хвороби теплокровних тварин та рослин, нові джерела раку та невідомі раніше епідемії [4].

Ілюзією є те, що трансгенні культури нагодують людство. Встановлено, що посіви сої, ріпаку, цукрового буряку у трансгенних видів дали на 5-20 % нижчі врожаї, в порівнянні з традиційними [7, 11, 13, 14].

Вченими встановлено, що причиною цього є відсутність генетичної стабільності у ГМО. Захисний імунний механізм акцепторів призводить до послаблення, а то й знищення генів донора, що й знижує врожай. Стійкі до дії шкідників рослини часто в собі містять значно більше отрут (ендотоксинів), ніж ті, які були оброблені хімічними засобами.

Як альтернативу поширенню ГМО польський генетик Доруховський В. Р. рекомендує ширше використовувати гетерозисні види ( $F_1$ ), отриманні в результаті використання новітніх досягнень генетики та молекулярної біології, при збереженні генетичних законів Менделя. Отримані такими способами рослини можуть бути більш продуктивними, ніж ГМО, з комплексною стійкістю до шкідників та хвороб, толерантними до умов середовища, з вищою поживністю та корисними властивостями.

Гетерозисні гібриди рису (IR68144) отримані на Філіппінах мають підвищений вміст вітаміну А, заліза, цинку, стійкі до вірусів [4].

#### Висновки

1. Трансгенна інженерія, як напрям біотехнології, все ширше проникає в сільськогосподарське виробництво. В Україні ГМО

дозволено лише в наукових цілях, проте про його неконтрольоване поширення свідчать численні повідомлення науковців.

2. Переважаюча більшість досліджень свідчить про негативний вплив ГМО на стан організмів. Тому проблема використання трансгенів вимагає поглибленого напрацювання державного та суспільного контролю.

3. Генетичне забруднення може суттєво та безповоротно вплинути на біорізноманіття природи, якість та безпеку продукції.

4. Пилок квітуючих трансгенних рослин тривалий період знаходиться в повітрі і вітром швидко розноситься на значні відстані, забруднює продукцію бджільництва, респіраторно потрапляє в живі організми, негативно впливаючи на імунітет бджіл.

5. Законодавство ЄС чітко регламентує в продукції наявність трансгенів, зобов'язує їх маркування.

6. Відсутність вимог та контролю дотримання жорсткого законодавства з використання ГМО загрожує популяції бджіл в Україні, може призвести до порушення біорізноманіття в природі, вплинути на імунітет організмів.

7. Неконтрольоване поширення ГМО призведе до втрати перспективи ринку органічного меду в ЄС та інших країнах.

### Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 208 «Про затвердження Детальних правил виробництва органічної продукції (сировини) бджільництва».

2. Завадська Ю. С. Ринок органічної агропродовольчої продукції : методологія становлення та розвитку : монографія / Ю. С. Завадська ; за наук. ред. О. М. Яценко. – Житомир : Полісся, 2015. – 216 с.

3. Милованов Є. В. Органічне сільське господарство : перспективи для України / Є. В. Милованов // Наук.-практ. зб. ун-ту рослин ім. В. Я. Юр'єва. – 2009. – С. 257–260.

4. Метлицька О. Трансгенні рослини – загроза бджільництву ? / О. Метлицька, М. Палькіна, С. Корінний // Пасічник. – 2017. – № 6. – С. 6–9.

5. Пономарев А. Меры по защите пчел и других опылителей рассмотрены в ООН / О. Пономарев // Бджолярський круг. За рентабельну пасіку. – 2017. – № 1. – С. 48.

6. П'ясківський В. М. Через WBP (НПП) до підвищення безпечності та експортного потенціалу продукції бджільництва / В. М.

П'ясківський, С. П. Вербельчук, Т. В. Вербельчук // Вісник СНАУ. Сер. Тваринництво. – 2017. – Вип. 5/2 (32). – С. 123–128.

7. П'ясківський В. М. Загрози та вимоги часу до безпеки продуктів бджільництва / В. М. П'ясківський, Т. В. Вербельчук, С. П. Вербельчук // Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 березня 2017 р. – Дніпропетровськ : ДДАЕУ, 2017. – С. 100–103.

8. П'ясківський В. М. Починаємо рухатись, щоб не наздоганяти (до вимог ЄС та впровадження «належної пасічницької практики») / В. М. П'ясківський // Український пасічник. – 2016. – № 2. – С. 32–35.

9. Шаги к органическому пчеловодству на Житомирщине / В. М. Пясковский, Т. В. Вербельчук, М. Н. Кривой, С. П. Вербельчук // Биотехнологические аспекты развития современного пчеловодства : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 3–4 марта 2015 г. – Киров : НИИСХ Северо-Востока. – 2015. – С. 138–142.

10. Руденко Є. Генномодифіковані рослини і сучасне бджільництво / Є. Руденко // Український пасічник. – 2014. – № 4. – С. 33–35.

11. Руденко Е. Пчеловодство : просто и понятно. Руководство по надлежащей пчеловодческой практике (GBP – Good Beekeeping Practice) / Е. В. Руденко. – Х., 2015. – 75 с.

12. Современные вызовы с химическими токсикозами пчел / В. М. Пясковский, Т. В. Вербельчук, С. П. Вербельчук, М. Н. Кривой // Роль генетического ресурса медоносных пчел среднерусской породы в продовольственной и экологической безопасности России : кол. монография. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2016. – С. 54–61.

13. Сертификация органического сельского хозяйства : современное состояние / Л. Н. Шейграцова, С. А. Кирикович, А. А. Москалев, М. П. Пучка // Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 12–13 трав. 2016 р. – Житомир : О. О. Євенок, 2016. – С. 273–277.

14. Ткачук Г. Ю. Органічне виробництво – запорука забезпечення добробуту нації / Г. Ю. Ткачук // Органічне виробництво і продовольча безпека : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 12–13 трав. 2016 р. – Житомир : О. О. Євенок, 2016. – С. 485–488.

15. Testing Pollen of single and stacked Insect / Harmen P. Hendriksma, Stephan Hartel, Ingolf Steffan-Dewenter // Resistant Bt-Maize an in vitro Reared Honey Bee Zarvea. – PZOS. – Vol 6. – № 12.

16. Chensheng LU. Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder /

Chensheng LU, Kenneth M. WARCHOL, Richard A. CALLAHAN // Bulletin of Insectology. – 2014. – № 67 (1). – P. 125–130.

17. Майлі Ерік. Тварини в органічному господарюванні [Електронний ресурс] / Ерік Майлі // Organic UA. – 2009. – Режим доступу : [http : // organic.ua / uk / lib / 582-tvaryny-v-organichnomu gospodarjuvanni](http://organic.ua/uk/lib/582-tvaryny-v-organichnomu-gospodarjuvanni).

18. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України 1264-ХІІ від 25.06.1991 (зі змінами) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.

19. Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций : утверждена резолюция 55/2 Генеральной ассамблеи от 8 сентября 2000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http : // zakon2. rada. gov. ua / laws / show / 995\\_621](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_621).