

дповідуючі потребам гречки технології виробництва, що призводить до низьких урожаїв. При правильному вирощуванні культури, гречка стає однією з найбільш економічно вигідних культур (особливо при досягання врожайності в 15-20 ц/га). Вже при урожаї 4-5 ц/га вона окупує всі затрати на виробництво.

Спираючись на вище докладений матеріал, сподіваємось, що ми довели доцільність вирощування гречки на півдні України, в тому числі і на Херсонщині.

УДК 575:631.522

**ГЕНЕТИЧНА МОДИФІКАЦІЯ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ:
НЕБЕЗПЕКА І ВИНАГОРОДА
(ОГЛЯД ІНОЗЕМНОЇ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ)**

Л.А.КРИНИЦЬКА – Дослідна станція рису УААН

“Чи може біотехнологія сприяти забезпеченню екологічної чистоти продуктів харчування, безпеки навколишнього середовища і зменшенню рівня бідності у країнах, що розвиваються?” – таку назву мала міжнародна конференція з проблем біотехнології, яку було проведено Національною академією наук США і Консультативною групою міжнародних сільськогосподарських досліджень у Вашингтоні в жовтні 1999 року. Значну частину питань було присвячено активному обговоренню реальних можливостей генної інженерії у контексті громадської думки про генетично-модифіковані сорти сільськогосподарських культур. Повний звіт за матеріалами конференції опубліковано у 2000 році.

Про визначальну роль генетичної інженерії стосовно підвищення потенційної урожайності основних тропічних культур доповів Lipton (2000), вказавши, що це є шансом ліквідувати бідність у двох поколіннях населення в сільській місцевості. Puonti-Kaerlas et al (1999) в короткому звіті підкреслили необхідність збільшення продуктів харчування і в зв'язку з цим позитивну роль генної інженерії, а також повідомили про наукову роботу з генетично-модифікованими (ГМ) рисом та маніокою у Швейцарії. Crawley (1999), Deringer (2000), Hails (2000) прийняли участь у обговоренні екологічних досліджень відносно загрози ГМС і громадської думки, що склалася в Об'єднаному Королівстві. Однак ГМС, як і сорти традиційної селекції, знаходять широке застосування. Звичайно, усі культури зусиллями селекції на протязі тисячоліть проходять генетичну модифікацію, тому генну інженерію не слід вважати

більш неприродною, ніж традиційні методи. Той, хто сприймає ДНК як божественний сакросанкт, забуває той факт, що природа так не вважає: мутації виникають в усіх організмах, рекомбінація є частиною статевого розмноження, а деякі віруси і бактерії, такі як *Agrobacterium tumefaciens* зовсім не тимчасово приєднуються до цього процесу в рослині. Bruhn (1999) доповів, що виробничо-комерційна діяльність щодо ГМС розпочалась у Сполучених Штатах і, дякуючи високому ступеню довіри до Міністерства сільського господарства США, знайшла розуміння серед громадськості, що може стати прикладом для європейських країн. У той же час у Великобританії Міністерство сільського, рибного та лісового господарства (MAFF) не викликає подібної довіри до себе, головним чином, через недавні випадки виникнення коров'ячої енцефалопатії і сумнівність яловичини (Crawley, 1999), а також через те, що MAFF більше співчуває інтересам фермерів, а не споживачів. В результаті вимог великої кількості споживачів відокремити ГМ-продукцію від звичайної відповідними позначками на ярликах, у країнах Європейського союзу виникло безладдя у вільній торгівлі. Маркування сільськогосподарської продукції робиться і у Японії. Споживачі в Австралії також запитують: навіщо ризикувати з ГМ-продукцією, якщо забезпеченість продуктами харчування і без неї аж досить висока? В цілому, в розвинених країнах існує загальне несприйняття продукції генетично-змінених культур. Відношення до неї у країнах, що розвиваються, виглядає дещо інакше: ці країни прагнуть розвитку своїх власних програм і не бажають технологічного тиску міжнародної монополії і вільної торгівлі.

Тому світова громадська думка розділилась у трьох площинах, у такій послідовності: 1) екологічна безпечність ГМ-продукції; 2) вплив ГМ-посівів на навколишнє середовище; 3) використання мультинаціональними компаніями ГМ-виробництва у країнах, що розвиваються (P.L. Mitchel and J.E. Sheehy, 2000).

Здається, що небезпеку дуже легко виявити, але насправді через взаємопов'язаність багатьох чинників це зробити важко. Так, приміром, виявлено негативний вплив пилку ГМ-кукурудзи на гусінь метелика-монарха, яка ним живиться (Losey et al, 1999), але поки що встановлено лиш факт впливу, а чи матиме наслідки цей вплив на популяцію метелика, досі ще невідомо (Bruhn, 1999; Crawley, 1999).

Однак, у традиційній селекції нерідко застосовуються схрещування з дикими родичами, які також можуть нести загрозу у вигляді непрогнозованого гену токсичності чи алергії, але такі лінії з небажаними продовольчими ознаками не мають комерційного майбутнього. Подібний приклад мав місце при створенні для кормових ці-

лей ГМ-сої шляхом введення генів бразильського горіха, але останні внесли токсичні амінокислоти з високим вмістом сірки. В зв'язку з тим, що одержаний білок-алерген визнали загрозливим для здоров'я людини, подальшу селекційну роботу з цією лінією припинили (Jones, 1999). Громадську увагу також привернув метод перенесення вірусних і бактеріальних ДНК, як маркерних ознак на стійкість до антибіотиків. У цьому випадку виникає небезпека подальшого руху цих ДНК або передача їх антибіотичної стійкості через трансгенні культури іншим організмам, наприклад, кишковим бактеріям або ґрунтовій мікрофлорі. Beever and Kemp (2000) довели, що така загроза надто невисока: незначні кількості присутніх у продуктах харчування ДНК підлягають ферментативному бродінню і, таким чином, ДНК перенесеного гену ні в якому разі не може зашкодити здоров'ю. Жодного рослинного гену ще не було знайдено у геномі тварин.

Палкою дискусією характеризувалось також обговорення питання про поширення біотехнологічних методів та ГМ-продукції на територію країн, що розвиваються. Приміром, Monsanto R&D виділила на біотехнологічні дослідження 1,2 млрд. дол., хоча частка фінансувань, що припадає на сільське господарство, становить не більше 10%, а 90% припадає на біомедицину, фармакологію, м'які засоби та ін. В результаті змін, що нещодавно мали місце у світовій сільськогосподарській індустрії через злиття ряду компаній, виникло декілька крупних мультинаціональних компаній, які контролюють ринки насінневого матеріалу, мінеральних добрив, пестицидів у багатьох країнах світу. Агресивний маркетинг у малорозвинені країни і в країни, що розвиваються, може призвести до прихильності з боку бідного фермерства до продукції певної компанії і, таким чином, відмови від традиційних сортів і технологій. Крім того, впровадження ГМ-культур відчинить двері і для вторгнення супутньої продукції, такої як гербіциди та стійкі до них сорти. Тому завжди буде існувати потреба у постійному державному регулюванні комерційної діяльності і, що найважливіше, у врахуванні ефективного розвитку власного сільсько-господарського виробництва (Oxfam, 1999; Christian Aid, 1999).

Значна увага була приділена патентуванню трансгенних організмів і методів, що застосовувались для їх одержання, а також територіальному обмеженню ГМ-посівів і особлива увага - проблемі захисту генетичного матеріалу. Права селекціонерів на інтелектуальну власність у розвинених країнах мають юридичну підтримку і принципово не відрізняються від прав на ліцензійні комп'ютерні програми, де купівля дає право на використання і копіювання, але не на подальше копіювання і розповсюдження. Проте фермери і

городники намагаються у повній мірі і без належної оплати використати урожай і зібране насіння: гібриди F_1 таких культур, як кукурудза і рис, також дворічних (цукровий буряк) або культур, чутливих до вірусної інфекції (картопля і суниця). Роль справедливого методу захисту прав інтелектуальної власності, подібно до антикопіювальних механізмів компактдиску або відео-стрічки, виконує ген “термінатор”, який не дає змоги рослині утворити життєздатне насіння, чим і завоював особливе безчестя. На конференції була зроблена заява про те, що комерційне використання гену “термінатор” переслідуватися не буде (P.L.Mitchell and J.E.Sheehy, 2000).

З іншого боку, глобальне застосування прийнятої у розвинених країнах системи захисту інтелектуальної власності селекціонера не бажане: в малорозвинених країнах генетичний матеріал і сорти повинні вільно розповсюджуватися без обмежень їх використання, як з метою подальшого розмноження, так і у селекційній роботі. Якщо продовжити аналогію із запатентованими комп'ютерними програмами, гермоплазма, наприклад, рису, як і пакет програм, доступна кожному і ця проблема все ще залишається об'єктом подальшого удосконалення. Як вважають Puonti-Kaerlas et al (1999); Ye et al (2000), заслугове поваги той факт, що до майбутніх трансгенних сортів рису, які створюються у Швейцарії, буде вільний доступ, тобто, торгівля ними не буде обмежуватися.

Активне регулювання права власності на сорт розпочалося у 1960-рр., в результаті чого за Міжнародним союзом із захисту нових сортів та рослин більшість країн мала своє національне законодавство, за яким держава виплачувала винагороду селекціонерам і не давала змоги на протязі 15-20 років будь-кому іншому розпоряджатися селекційним матеріалом. Проте у 1972, 1978 і 1991 р.р. законодавчі документи змінились у бік пом'якшення: “виробництво для цілей комерціалізації маркетингу, вільної торгівлі, маркетингу, розмноження та вирощування селекційного матеріалу, сорту”. За останньою версією (1991) подвійного захисту, що мав місце у проголошеному законодавстві від 1978 р. і який забезпечував або патентний захист, або право на сорт (як і на ботанічний вид чи генотип) вже не було. Вчені-біотехнологи, використовуючи нетрадиційні методи паралельно зі звичайними селекційними, одержать обидва типи захисту. Так, за умовами останнього законодавства (1991), селекціонер має ексклюзивне право стосовно селекційного матеріалу: 1) створювати і розмножувати; 2) домовлятися про умови його розповсюдження; 3) пропонувати для продажу; 4) продавати; 5) імпортувати; 6) експортувати; 7) зберігати для вищезгаданих цілей. Термін дії – 25 років для сортів деревних порід та винограду і 20 років – для інших видів.

Більшість країн Азії (Корея, Китай, Бангладеш, Індонезія, Лаос, В'єтнам, Тайланд) вже приєдналися до системи охорони сортів, включаючи ГМ-сортів (у т.ч. рис), інші знаходяться на шляху до приєднання; приватні компанії одержали дозвіл на виробництво, випробування та польову оцінку. Приміром, в Індонезії грошові виплати стосовно нових сортів (будь-якого походження) розподіляються таким чином: від суми, що виділяється компанією по виробництву комерційного насіння, 30% йде у фонд Управління із захисту інтелектуальної власності (насіння та технологій), 40% - селекціонерам і 30% - в установу, де сорт створено. Щодо генетично-модифікованих сортів, вони ще проходять екологічну експертизу і оцінку продовольчих якостей Комісією із захисту ГМ-сортів. Після того, як ці кандидати у сорти пройдуть обидві оцінки, вони проходять польові випробування на адаптацію і продуктивність. Якщо результати виявляються задовільними, Національний комітет з виробництва насіння рекомендує їх Міністерству сільського господарства до вирощування (Michael Blakeney, 1999).

Основою для забезпечення ефективного захисту сортів, як традиційних, так і трансгенних, є їх технічна оцінка за критеріями: чіткість, однорідність і стабільність – DUS-тест; активні дослідження у визначенні та ідентифікації сортів проводяться у США, Великобританії, Японії, Франції, Іспанії та ін. (Sumito Yasuoka, 2000).

Питання генної інженерії у рисівництві в напрямку вдосконалення фізіології рослин рису також викликало певний інтерес і обговорювалось досить детально (Sharkey et al, 2000; Ku et al, 1999; P.L.Mitchell and J.E.Sheehy, 2000). Зміни біохімічних характеристик рослин та їх мутації виникли близько 15 млн. років тому назад, задовго до розвитку людської цивілізації, в умовах порівняно низької концентрації вуглекислого газу в атмосфері, що відбилося на фізіології рослин і дало їм деякі еволюційні переваги. До таких рослин, здатних протистояти більш високим температурам повітря і з широким діапазоном фотосинтетичної здатності (вловлювати вуглець шляхом C_4), відноситься кукурудза; маючи спільне походження з подібною рослинністю, рис має C_3 -тип. Хоча важко припустити, що виникнення мутацій у рису зі здатністю C_4 сприяло б його значному еволюційному розвитку (R.F.Sage, 2000). Але за умов глобальних змін клімату виникає необхідність створення рису C_4 -типу з більш досконалою фотосинтетичною діяльністю, що можливе через перенесення гену кукурудзи у рослину рису або рибулозо-1,5-біфосфат карбоксилази-оксигінази (Rubisco), вилученої з червоних водоростей, з високо-специфічним проявом відносно двоокису вуглецю (Mann, 1999). Рис C_4 -типу принесе користь сотням тисяч бідних і незабезпечених людей шляхом збільшення урожаїв зерна і

значній економії води і мінеральних добрив. Навколишньому середовищу буде дано оцінку на екологічний ризик, а щодо безпечності продуктів харчування, думається, що кукурудзо-подібна фотосинтетична здатність рисової рослини буде не більш шкідливою, ніж суміш рисових чипсів і кукурудзяних пластівців у одній вазі (P.L.Mitchell and J.E.Sheehy, 2000).

В цілому, як палкі прихильники генної інженерії, так і їх опоненти дійшли таких висновків: вважати методи генної інженерії додатковим інструментом селекціонера; вченим-біотехнологам постійно прислухатися до думки громадськості і давати звіт про методи, які вони застосовують, а також екологічну оцінку можливих наслідків, як корисних, так і шкідливих; донорська підтримка у справі розширення досліджень з генної інженерії доцільна у тих країнах, які цього прагнуть; провести найретельніші дослідження потенціалу ГМ-культур і вважати це моральним обов'язком перед людством, яке може зіткнутися з проблемою нестачі продуктів харчування у наступні декілька десятиліть; модифіковане насіння основних с.-г. культур з необхідними характеристиками (головним чином, з високою продуктивністю) не слід замикати авторськими правами, воно потребує вільного розповсюдження.

Учасники конференції виразили також сподівання, що нездорова громадська думка, яка склалася стосовно використання біотехнологічних методів, як і ГМ-продукції, не вплине на фінансову підтримку подальших наукових досліджень.

Список використаних джерел:

1. Beever DE, Kemp CF. 2000. Safety issues associated with the DNA in animal feed derived from genetically modified crops: a review of scientific and regulatory procedures. *Nutr. Abstr. Rev. Ser. A Human Exp.* 70:197-204.
2. Blakeney M., editor. 1999. *Intellectual property aspects of ethnobiology.* London: Sweet and Maxwell.
3. Bruhn CM. 1999. Public communication on the food chain, the foundation of global progress. In: *British Crop Protection Conference-Weeds 1999. The Bawden Lecture, in Proceedings of the BCPC Conference, 16-18 November 1999, Drighton, Sussex.* Farmham, Surrey (UK): British Crop Protection Council.
4. Christian Aid. 1999. *Selling suicide: farming, false promises and genetic engineering in developing countries.* Report, May 1999. London (UK): Christian Aid.
5. Crawley MJ, 1999. Bollworms, genes and ecologists. *Nature* 400:501-502.
6. Hails RS. 2000. Genetically modified plants – the debate continues. *Trends Ecol. Evol.* 15:14-18.
7. Jones L. 1999. Genetically modified foods. *Brit. Med. J.* 318:581-584.

8. Ku MSB, et al. 1999. High level expression of maize phosphoenolpyruvate carboxylase in transgenic rice plants. *Nat. Biotechnol.* 17:76-80.
9. Lipton M. 2000. Reviving global poverty reduction: What role for genetically modified plants? The 1999 Sir John Crawford Memorial Lecture given on 28 October 1999 at Washington, D.C. (USA).
10. Losey JE, Rayor LS, Carter ME. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399:214.
11. Mann CC. 1999. Genetic engineers aim to soup up crop photosynthesis. *Science* 283:314-316.
12. Mitchel PL, Sheehy JE. 2000. Genetic modification and agriculture. Elsevier Science. (IRRI).
13. Oxfam. 1999. Genetically modified crops, world trade and food security. Oxfam GB Position Paper, November 1999. Oxford (UK): Oxfam.
14. Puonti-Kaerlas J, Kloti A, Potricus I. 1999. Biotechnological contributions to food security with cassava and rice. *Plant Biotechnol.* 16:39-48.
15. Sage RF, Li M, Monson RK. 1999. The taxonomic distribution of C₄ photosynthesis. In: *C₄ plant biology*. London (UK): Academic Press.
16. Sumito Yasuoka. 2000. Protection of rice varieties under UPOV system: overview and technical aspects. (IRRI).
17. Ye X, et al. 2000. Engineering the provitamin A (β -carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science* 287:303-305.

УДК 633.631

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ ПОСІВІВ ЛЮЦЕРНИ НАСІННЕВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Г.І.НОВИЦЬКИЙ – викладач, Херсонський ДАУ

Люцерна по відношенню до водоспоживання є типовим мезофітом, проте в умовах посушливого клімату півдня Степу для нормального функціонування процесів життєдіяльності і формування значної біомаси вона потребує велику кількість вологи в ґрунті. За багаторічними даними НДІ зрошуваного землеробства сумарне водоспоживання посівів люцерни 1-го року життя при весняному строці висіву і використанні на насіння коливається в залежності від рівня зволоження вегетаційного періоду від 3500 до 4900 м³/га.

Водний режим посівів люцерни насінневого призначення на протязі 1993-1995 рр. вивчався в господарстві "Космос" Бериславського району Херсонської області. Під час дослідів одержані такі дані.

Посіви 1-го року життя. Фактично водний баланс в досліді складався за рахунок атмосферних опадів і відповідного поливу. У 1992 році за вегетаційний період (IV-IX) насінневого травостою ви-