

Nowe technologie w rolnictwie – inżynieria genetyczna

Inżynieria genetyczna a konwencjonalna uprawa roślin

Jedną z największych zmian w historii światowego rolnictwa było zastosowanie hybryd. Termin “hybryda” oznacza organizm np. roślinny, który pochodzi z krzyżowania w tym wypadku roślin rodzicielskich tego samego lub innego gatunku (Kaltsikis, 1989). Zastosowanie hybryd spowodowało wzrost produkcji, jednocześnie podniosło wzrost wymagań tych upraw na nakłady (nawozy, pestycydy, uprawa mechaniczna). Podstawową cechą hybryd jest to, że aby produkować nasiona hybrydowe, należy wykonać pewne zabiegi, które są możliwe tylko dla naukowców i specjalistów. Ponadto, jeśli nasiona hybrydowe są ponownie użyte powodują ciągłe, radykalne obniżenie produktywności. Dlatego, rolnicy muszą kupować nowe nasiona co roku. Klasyczna metodologia hodowli roślin mieszańcowych opiera się na naturalnych zasadach, gdzie rozwój nowego gatunku roślin następuje przez proces selekcji, zmierzającej do osiągnięcia ekspresji tych genów, które są już obecne w danym gatunku, przy użyciu technik czy procedur, które zachodzą naturalnie w przyrodzie. Produkty hodowli roślin wykazują wiele cech gatunków, które nie są nowe, gdyż istniały przez wieki w zasobach genetycznych tych gatunków z których osiągnęliśmy mieszańce.

Kolejną wielką zmianą w rolnictwie światowym jest ta, której doświadczamy właśnie teraz, jest nią mianowicie stosowanie inżynierii genetycznej. Jak pisze Kaltsikis (1989) «inżynieria genetyczna jest zamierzonym wykorzystywaniem organizmów do produkcji określonych typów, dla korzyści ludzkości». W wypadku genetycznej modyfikacji gen jest wyizolowany i

umieszczony, poprzez szereg skomplikowanych procedur laboratoryjnych, nie tylko w obrębie gatunku lecz także pomiędzy różnymi organizmami np. od bakterii albo owada do rośliny (Tsavtaris, 1997). A więc tworzone są organizmy, które w naturalnych warunkach nigdy nie miałyby szansy powstać. W oparciu o wyżej wymienione fakty, staje się oczywistym, że termin «mutacja» i «genetyczna modyfikacja» nie są niewłaściwe.

Modyfikacja genetyczna

Organizm transgeniczny, modyfikowany genetycznie (GMO) jest żywym organizmem, roślinnym albo zwierzęcym, który powstał na drodze modyfikacji na jego oryginalnych cechach genetycznych poprzez dodanie, odjęcie albo wymianę, co najmniej jednego genu. Tworzenie genetycznie zmienionych organizmów jest możliwe w związku z faktem, że geny we wszystkich organizmach są uniwersalne, zbudowane takiego samego kwasu DNA i funkcjonują w ten sam sposób, (NAGREF (Państwowa Rolnicza Fundacja Badawcza), 2001).

Stosowanie współczesnych technik genetycznej modyfikacji prowadzi do tworzenia nowych typów żywności, "nowoczesnej żywności". Pewne kategorie tych produktów spożywczych jak również stosowanie biotechnologii w sektorze produkcji podstawowej i wytwórczej dają:

1. Żywność, która jest bezpośrednim produktem modyfikacji genetycznej
2. Żywność, która pochodzi z organizmów, które spożywają genetycznie modyfikowane organizmy
3. Żywność w produkcji, której enzymy bakteryjne albo białka są wynikiem genetycznej modyfikacji
4. Żywność, która zawiera dodatki poprawiające ich cechy i wartość odżywczą (NAGREF, 2001).

▪ Przykłady genetycznej modyfikacji roślin

Najważniejsze wśród zastosowań organizmów transgenicznych ma

na celu produkcję nowych genotypów z poprawionymi cechami rolniczymi dla poszerzenia możliwości poprawy przez zastosowanie reguł genetyki klasycznej, dla produkcji nowego gatunku z wykorzystaniem «egzotycznego» materiału genetycznego i przyspieszenie pracochłonnych i długotrwałych procedur konwencjonalnej hodowli roślinnej. Przykłady transformacji genetycznych możemy znaleźć w następujących sektorach:

Przemysł

- Detergenty, plastik, i tym podobne produkty do tworzenia, których używana jest ropa naftowa jako podstawowa substancja. Odkąd jej zasoby kończą się, badania odwróciły się w kierunku biopolimerów, które są całkowicie biodegradowalne
- W tkalnictwie, jest produkowana kolorowa bawełna, która ograniczy wykorzystanie farb

Żywność

- transgeniczne owoce i warzywa, które mogą być przechowane przez dłuższy czas, co ułatwia ich przechowywanie i transport do miejsca spożycia
- produkty o poprawionej jakości, tak że ich przetwarzanie jest łatwiejsze i nie zachodzi potrzeba chemicznych ingerencji.

Medycyna

- Produkcja olbrzymiej ilości ludzkiej insuliny produkowanej przez bakterie, podczas gdy do niedawna insulina była otrzymywana od świń, było ona inna niż ludzka, a jej ilość była niewystarczająca
- Produkcja ludzkiego hormonu wzrostu produkowanego przez bakterie do leczenia karłowatości.

Środowisko

- Mikroorganizmy do oczyszczania wód i gleby, usuwania plam ropy naftowej, przetwarzania odpadów na związki

azotowe, oczyszczanie biologiczne itp.

- Rośliny modyfikowane stosowane są również do oczyszczania gleby z metali ciężkich.

Rolnictwo

- Różnorodność kukurydzy, ziemniaków, bawełny, ryży, tytoniu i innych roślin, które osiągnęły odporność na szkodniki, choroby i zarazki.
- Produkcja zmodyfikowanych roślin z lepszą odpornością na problemy środowiskowe taki jak mróz, susza, zawartość soli itp.

Hodowla

- Wzrost produktywności ras zwierzęcych. Na przykład wzrost produkcji somatotropiny wołowej (STB), która jest odpowiedzialna za produkcję mleka u krowy.
- Produkcja szczepionek przeciwko różnym chorobom zwierząt

Ekonomia rolnicza

- Żywność o wysokiej zawartości witamin, białka i obniżonej zawartości tłuszczu, która ułatwia wybór zdrowszej diety.
- Różnorodności roślin do restrukturyzacji zanieczyszczonej gleby (NAFREF, 2001).
 - Konsekwencje dla zdrowia ludzi

W obecnej sytuacji nie ma żadnych produktów modyfikowanych genetycznie, które są stosowane w rolnictwie i wywołują natychmiastowe skutki dla ludzkiego zdrowia. Inżynieria genetyczna obiecuje produkty o zwiększonej zawartości witamin takich jak A, B i E, oleje o mniej nasyconych tłuszczach, jak również usunięcie szkodliwych substancji, takich jak toksyny i alergenów (Uzogara, 2000).

W próbach zaklasyfikowania niektórych negatywnych konsekwencji stosowania GMO (organizmów transgenicznych) wpływających na zdrowie ludzi, spośród najbardziej istotnych znajdziemy

wprowadzenie alergenów (substancji wywołujących alergię) i tworzenie toksyn, jak również możliwy wzrost oporności mikroorganizmów na antybiotyki.

Niebezpieczne czynniki związane ze stosowaniem i tworzeniem alergenów i toksyn.

▪ Alergie

Od dawna, odkąd alergię zostały rozpoznane, dolegają 1-2% dorosłej populacji i do 6-8% niepełnoletniej części ludności, podczas gdy 90% z nich jest wywoływana przez orzeszki ziemne, soję, orzechy włoskie, mleko, jajka, ryby, pszenicę i małe (Keppler, 2000). Jest niezwykle trudne wykrycie substancji spożywczej powodującej alergię, która jest genetyczną cechą organizmu. Na przykład soja, do której wszczepiono geny z orzecha brazylijskiego wywołała mnóstwo wstrząsów uczuleniowych u osób uczulonych na orzechy, oczywiście nieświadomych, co one w rzeczywistości jedzą. Dopiero po analizie krwi tych ludzi wykryto przeciwciała przeciwko białkom pochodzącym z orzecha, takim jak w ekstraktach z tej modyfikowanej soi.

▪ Toksyny

Zachowanie genów wprowadzonych do organizmu jest właściwie nieprzewidywalne. Mogą one wpływać na produkcję toksyny, jak to zdarzyło się w USA, gdzie w 1989 roku zmodyfikowane dodatki dietetyczne spowodowały śmierć 37 osób i wywołały różne formy upośledzenia u 1500 osób.

Toksyny są obecne w większości uprawianych roślin, ale w bardzo małych ilościach tak, więc nie powodują problemów zdrowotnych, podczas gdy u innych gatunków, jak ziemniak, mogą występować w wysokich stężeniach (zostają zniszczone dopiero w czasie gotowania).

Zastosowanie analiz chemicznych do wykrycia toksyn jest poddane srogiej ocenie, odkąd dane są bardzo rozpowszechnione,

pozwalają nam przyjąć wnioski odnoszące się do biochemicznych i toksycznych konsekwencji spożycia produktu.

Paradoksalne jest to, że nawet jeśli produkty GM są uznawane za „nowe”, aby zostały zaakceptowane jako „nowatroskie” przez przedsiębiorstwa mające do nich prawa autorskie, muszą przejść ocenę. Kryteria bezpieczeństwa są zbiorem zasad, którym podlegają produkty tradycyjne. W rzeczywistości ten wybór jest zrobiony, aby pominąć kontrolę i czas procesów długoterminowych (trwających przynajmniej pięć lat) dopuszczenia do konsumpcji. Ponadto ich oznakowanie nie jest wymuszone prawnie.

- Rozwój odporności na antybiotyki

Wiele z organizmów modyfikowanych genetycznie uprawianych na skalę handlową zawiera geny odporności na antybiotyki, które są stosowane do leczenia chorób wywoływanych zarówno u ludzi jak i u zwierząt. Geny te mają duże szanse obniżać odporność na choroby w organizmach ludzkich i mogą spowodować, że bakterie chorobotwórcze staną się silniejsze. Przykładem na to może być fakt, że genetycznie modyfikowana kukurydza firmy Novartis GM oliwa z genetycznie modyfikowanych oliwek spółki Plant Genetic Systems, zawierają geny oporności na ogromną różnorodność antybiotyków jak ampicylinę, kanamycynę i neomycynę. Cytując doniesienia brytyjskiego Instytutu Medycyny «stosowanie genów silnej odporności na antybiotyki powinno być zabronione, odkąd wzrost oporności na antybiotyki jest jedną z najpoważniejszych gróźb, której ludzkie zdrowie będzie musiało sprostać w XXI wieku» (BMA, 1999).

- Stosowanie roślin modyfikowanych genetycznie dla celów farmaceutycznych

Stosowanie roślin modyfikowanych genetycznie dla celów farmaceutycznych, szczególnie produkcji i podawania szczepionek, jest poza zasięgiem rolnictwa, dlatego nie będziemy tu szczegółowo omawiać tego problemu. Jednak, warto

zwrócić uwagę, że nie warto z tego powodu zmieniać roślin takich jak ryż czy kukurydza, które są przede wszystkim pożywieniem ludzi. Ten fakt stwarza niebezpieczeństwo zakażenia. Bardziej bezpiecznym byłoby zastosowanie roślin, które nie są konsumowane przez ludzi, co pozwoli zredukować ryzyko wystąpienia zagrożenia ludzkiego zdrowia (Ekolog, 2003).

- Konsekwencje dla rolnictwa i środowiska

Głównym celem modyfikacji genetycznej, który bezpośrednio wpływa na rolnictwo jest przede wszystkim poprawa rolniczych cechy i jakości roślin. Wśród cech agronomicznych są, rozwój oporności na pestycydy, owady, wirusy, grzyby, bakterie, jak również odporność na suszę, i wysokie stężenia soli w glebie (Engel, 2002).

- Konsekwencje stosowania roślin modyfikowanych o wysokiej oporności na pestycydy

Rośliny (GM) modyfikowane genetycznie odporne na pestycydy są bardzo

rozpowszechnione. W roku 2002 ich procent wzrósł do 75% z pośród roślin GM w skali światowej (ISAAA, 2003). Ich szeroka akceptacja wynika z dwóch głównych powodów:

1. zdolności walczenia z większością owadów przy zastosowaniu prostszego programu ochrony przy użyciu pestycydów, tak więc wykorzystanie złożonych pestycydów nie jest konieczne
2. są bardziej elastyczne, tak długo jak trwa okres aplikacji i działania, dodając do tego, że opór uprawy na chwasty jest niezależny od etapu jej rozwoju.

Wszystkie z powodów wymienionych powyżej są bardzo ważne, ponieważ rolnicy oszczędzają czas pracy i otrzymują zyski, gdyż system jest bardziej ekonomiczny.

Niestety, jednak stosownie GMO odpornych na środki ochrony

roślin ma również ujemne i niebezpieczne strony:

1. następuje wzrost użycia środków ochrony roślin, jak w przypadku soi odpornej na Glyfosat, gdzie badania wykazały większe zużycie środków chwastobójczych, w porównaniu do konwencjonalnych upraw soi (Benbrook, 2001).
2. dochodzi do pojawienia się bardziej opornych chwastów jako wynik powtórnego użytkowania konkretnych środków chwastobójczych na rozległych obszarach uprawowych. (Yiannopolitis, 1999)
3. pojawianie się efektów na organizmach, które nie wpływają na jakość uprawy, albo tych, które są pożyteczne dla uprawy. Na przykład, bakterioryza z soją modyfikowaną wysoce oporną na Glyfosat, powoduje, że bakterie wiążące azot u soi, *Bradyrhizobium japonicum*, są szczególnie wrażliwe na środki chwastobójcze.
4. Wprowadzenie genów izolowanych spośród innych organizmów może mieć wpływ na przebieg normalnych funkcjach roślin (Benbrook, 2001)
5. Transfer do spokrewnionych gatunków został osiągnięty przez pyłek kwiatowy, uprawiany albo dziki.

Dodatkowy problem z uprawą rośliny modyfikowanych jest kontynuacją marginalizacji, utraty znaczenia i wygaśnięcia tradycyjnych odmian, z ważnymi konsekwencjami dla całej różnorodności genetycznej Ziemi.

Konsekwencje stosowania roślin modyfikowanych o wysokiej oporności na owady

Rośliny modyfikowane w celu uzyskania oporności na owady poza opornymi na pestycydy są już szeroko rozpowszechnionymi na świecie roślinami transgenicznymi. W roku 2002, ich procent doszedł do 17% z pośród roślin GM w skali światowej, podczas gdy zawierających geny odporności na owady i środki

chwastobójcze dochodzi prawie do 25% (ISAAA, 2003).

Ich oporność opiera się na fakcie, że nie potrzebują oprysku przeciwko konkretnemu owadowi. Są szczególnie ważne na obszarach, które są co roku dotknięte konkretnym gatunkiem owadów, i dlatego wymagają dużej liczby oprysków.

Wśród największych niebezpieczeństw ich stosowania jest:

1. Rozwój oporności w kierunku owadów, związany z zastosowaniem rośliny modyfikowanych na jakimś obszarze, przez długi okres czasu, przez co rośliny transgeniczne tracą swoją skuteczność. Niektóre, spośród szczególnych cech roślin modyfikowanych podnoszą ryzyko wystąpienia:
 - rośliny modyfikowane z wprowadzoną pałeczką *Bacillus thuringiensis* produkującą w sposób ciągły D-endoksynę, przez co jedynie owady o najsilniejszej odporności na ten związek są w stanie przeżyć, powoduje to zwiększenie liczby odpornych na ten związek owadów, przez co całe populacje stają się niewrażliwe. W przeciwieństwie do tego, biologiczne produkty zawierające *Bacillus thuringiensis* są używane tylko wtedy, kiedy zajdzie potrzeba i w określonych ramach czasowych dzięki temu są za każdym razem skuteczne działając na odpowiednie stadia rozwojowe owadów.
 - rośliny modyfikowane z wprowadzoną pałeczką *Bacillus thuringiensis* wywołują działanie owadobójcze, wynikające z działania pojedynczej toksyny, powodując rozwój oporności u owadów (McGaughey i Whalon, 1992).
 - zostało zaobserwowane również, że wraz z procesem starzenia się zdolność tych roślin do produkcji endotoksyn, jest redukowana. Dlatego, więcej owadów przeżywa w czasie tego okresu, i jeśli nie będą zwalczane inaczej, owady te ostatecznie doprowadzą do utworzenia odpornych populacji (Yiannopolitis, 1999).

Z powyższych przykładów wynika fakt, że jeśli owady rozwiną

odporność, wtedy skuteczność obecnych metod biologicznych zostanie zniszczona (Yiannopolitis, 1999). Coś takiego miałyby nieodwracalne konsekwencje dla stosujących naturalne metody uprawy w gospodarstwach organicznych, rolników, którzy głównie opierają się na stosowaniu do oprysków tego rodzaju mieszanek, które wiążą się z atakami owadów.

W przypadku roślin modyfikowanych z opornością na chwastobójcze środki ochrony, możemy zauważać efekt wywołany na organizmach nie-docelowych. Najlepiej znanym przykładem adekwatnym dla tego przypadku jest motyl monarcha, *Danaus plexippus*, z Ameryki Północnej. Dwa przypadki eksperymentów pokazały skutki wywołane pyłkiem kwiatowym z genetycznej modyfikacji kukurydzy na te motyle (Hansen i Obrycki, 1999).

Innym niebezpieczeństwem dla organizmów nie-docelowych jest wyciąg endotoksyn roślin modyfikowanych, odpornych na owady. W przypadku modyfikowanego zboża zostało dowiedzione, że D-endotoksyna jest usuwana z korzeni roślin do strefy włośnikowej, gdzie pozostaje aktywna, przez co najmniej 234 dni, do czasu, gdy jest zabsorbowana przez glebę.

1. Przeniesienie genów z innych organizmów do DNA roślin, może w pewnych okolicznościach prowadzić do braku ekspresji genu odporności (tzn. gen odporności znajduje się w roślinie, ale nie jest aktywny). Podobny przypadek został zauważony w 1996 roku, kiedy 80.000 akrowa uprawa bawełny modyfikowanej została zniszczona przez populację różowej gąsienicy w Teksasie.
2. innym ważnym niebezpieczeństwem jest transfer (przeniesienie) genów odporności do spokrewnionego gatunku na obszarze, gdzie może występować roślina uprawowa i jej dziki, naturalny kuzyn.
3. Stosowanie modyfikacji genetycznej do innych cech agronomicznych i jakościowych
4. Odporność na wirusy. Jest osiągnięta przez wprowadzenie do rośliny części materiału genetycznego z wirusów. Odporność na wirusy sprawia, że wrażliwość rośliny na te

wirusy zanika dając zwiększoną produkcję.

W tym konkretnym przypadku jest niebezpieczeństwo ucieczki genów wirusa i oporności na owady, przez co staną się one trudne do zniszczenia, a może też spowodować tworzenie się nowych wirusów.

1. Modyfikacje w celu zmiany innych cech agronomicznych, takich jak odporność na grzyby i bakterie, odporność na suszę i zasolenie (Engel, 2002).
2. Polepszenie cech jakości i ilości, wartości odżywczych. Jest osiągnięte przez modyfikację cech jakościowych i ilościowych takich jak np. zawartość białek, oleju, witamin albo innych mikroelement, które prowadzą do poprawiania wartości odżywczej żywności i mogą przyczyniać się do podwyższenie wysokiej jakości pożywienia i jego trwałości.

Wyżej wymienione genetycznie zmodyfikowane rośliny, wykluczając te z odpornością na wirusy, są jak dotąd intensywnie użytkowane w praktyce rolniczej. Możliwe niebezpieczeństwa, jak przypadki podobne do opisanych wyżej mogą obejmować brak ekspresji genu, transfer pyłku kwiatowego na spokrewnione gatunki, konsekwencje dla organizmów niedocelowych i ograniczenie użytkowania lokalnych odmian.

Nieodwracalne skutki stosowania organizmów modyfikowanych genetycznie (GMO)

Jedną z najważniejszych kwestii dotyczących selekcji GMO przeznaczonych do użytku w rolnictwie, jest wybór, który nie może być odwrócony. W odniesieniu do innymi technik jak np. używanie telefonów komórkowych, różnica jest taka, że mamy do czynienia z żywymi organizmami. Przeniesione geny również mogą pozostawać w środowisku.

To rozprzestrzenianie ledwie może być regulowane w obrębie

ludzkich społeczeństw, a w przypadku, kiedy zauważone zostają szkodliwe efekt dla ludzkiego zdrowia jest zwykle za późno. Ich rozprzestrzenianie powinno, więc być ściśle kontrolowane przez społeczeństwo w przypadku, gdy późniejsze obserwacje pokażą czy są one szkodliwe dla zdrowia, bioróżnorodności i rolnictwa. Wyżej wymienione niebezpieczeństwa są trudne do analizowania tylko na jednym poziomie.

Rośliny modyfikowane genetycznie jako „pasożyty” i „najeźdźcy”

Aby jaśniej opisać i wyjaśnić pojęcie „pasożyt” należy wspomnieć, że termin ten jest używany w praktykach rolniczych, i oznacza jakakolwiek roślinę, która w jakimkolwiek czasie nie jest przydatna dla uprawy. Termin „najeźdźca” będzie używany na określenie rośliny modyfikowanej genetycznie przeniesionej do innych ekosystemów, dając początek nowym organizmom, które wcześniej nie istniały.

Mają również określone cechy takie jak:

1. pozostają w ekosystemach przez długi okres czasu
2. rozpoczynają okres kwitnienia
3. rozprzestrzeniają pyłek kwiatowy przez wiatr lub owady
4. produkują nasiona na wielką skalę i na duże obszary
5. posiadają umiejętność odnowienia wzrostu ze starych roślin
6. stare rośliny są kruche w okolicach gleby i przez to trudne do wykorzenienia
7. mają specjalne mechanizmy, jak rozety, gęste ulistnienie i produkują substancje toksyczne (Baker, 1974).

Wpływ „najeźdźców” na ekosystemy może być szczególnie ważny. Jako przykład może służyć pewnego rodzaju roślina, typ topoli (*Populus spp.*), która była importowana z Australii na Florydę. W ciągu 30 lat rozprzestrzeniła się ona na 1.800.000 akrów. Jest bardzo odpornym gatunkiem, gdy dochodzi do suszy, powodzi, ognia i wysokiego zasolenia a do tego szybko się

rozmnaża. Genetycznie modyfikowane rośliny stosowane dziś mają niektóre z wyżej wymienionych cech.

Dla osób szukających pomocy w pisaniu prac z różnych dziedzin polecamy serwis [pisanie prac](#) z prawa, administracji, zarządzania, marketingu, pedagogiki i wielu innych dziedzin.