

Praktyczne osiągnięcia w zakresie transformacji roślin – stan obecny i perspektywy uprawy odmian transgenicznych

Jerzy Macewicz, Janusz Zimny
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Radzików, 05-870 Bonie

Słowa kluczowe: rośliny transgeniczne, powierzchnia upraw, żywność transgeniczna, GMO

Wprowadzenie

Człowiek zawsze starał się wykorzystywać otaczające go organizmy w celu zaspokojenia swoich potrzeb. Ludzie opracowywali różnorakie technologie, wykorzystując procesy biologiczne, z których istnienia nawet nie zdawali sobie sprawy. Na przykład procesy fermentacji z udziałem drobnoustrojów wykorzystywano w produkcji chleba, wina i piwa, a do produkcji serów używano wyselekcjonowanych szczepów grzybów. Terminu „biotechnologia” po raz pierwszy użył K. Ereky w roku 1919 w celu opisanía interakcji między biologią i techniką.

Swoistą biotechnologią jest też hodowla roślin, która wykorzystuje potencjał biologiczny tkwiący w roślinach w celu ulepszenia plonu i jakości produkowanej żywności. Efektem prac hodowlanych i rozwoju rolnictwa była zmiana naturalnego środowiska, w jakim pierwotnie żył człowiek.

Dzięki rozwojowi genetyki i poznaniu procesów dziedziczenia w dwudziestym wieku odnotowano znaczący postęp w dziedzinie wytwarzania żywności. Kulminacyjnym punktem tego postępu była „zielona rewolucja”, która poprzez upowszechnienie wysokoplennych pszenic i ryżu spowodowała wyeliminowanie klęski głodu w Azji Południowej i Południowo-Wschodniej (Indie, Bangladesz, Filipiny), a jej twórca, amerykański hodowca N.E. Borlaug, otrzymał w roku 1970 Nagrodę Nobla. Inną rośliną, która upowszechniła się na całym świecie dzięki hodowli, jest ziemniak. Dzisiejsze jego odmiany różnią się zasadniczo od swoich dzikich przodków za sprawą celowego przemieszczania genów, które są nośnikami poszczególnych cech organizmów. W konwencjonalnej hodowli całe grupy genów mogą być przenoszone, a przez

to cechy kumulowane, tylko drogą krzyżowania. Krzyżowanie zaś możliwe jest najczęściej w obrębie jednego gatunku.

Pojęcie genu wprowadził W.L. Johansen już w roku 1909, ale dopiero po 44 latach dwóch badaczy, pracujących w Cambridge w Wielkiej Brytanii, Watson i Crick, odkryło strukturę DNA. To odkrycie otworzyło drogę współczesnej inżynierii genetycznej i dlatego zostało również wyróżnione Nagrodą Nobla w roku 1962. Dziś wiadomo, że na podstawie fragmentów kodujących DNA powstają białka, a białka stanowią o budowie i regulacji procesów zachodzących w organizmach żywych.

Komórki różnych gatunków zawierają różne ilości DNA, ale cecha ta jest stała dla danego gatunku. Wśród roślin obserwuje się olbrzymią rozpiętość długości DNA: od 100 mln par zasad u rzodkiewnika do 124 mld u korony cesarskiej. Od odkrycia 50 lat temu struktury DNA nastąpił olbrzymi postęp w badaniach, co zaowocowało możliwością identyfikowania genów, określania, za jaką cechę wybrany gen odpowiada, a także umiejętnością „wycinania” poszczególnych genów. Powstały więc warunki do przenoszenia pojedynczych genów pomiędzy organizmami z sobą niespokrewnionymi.

Po co transformujemy rośliny?

Rośliny transgeniczne tworzy się, aby osiągnąć cele poznawcze oraz praktyczne.

Cele poznawcze:

- zrozumienie funkcji genów;
- poznanie szlaków metabolicznych, mechanizmów obronnych.

Cele praktyczne:

- poprawianie cech związanych z technologią uprawy;
- poprawienie cech jakościowych roślin uprawnych;
- nowe drogi wykorzystania roślin jako biofabryk produktów na potrzeby szeroko rozumianego środowiska człowieka – medycyny, farmacji, przemysłów spożywczych, lekkiego itd.

Jak wprowadza się geny do organizmu biorcy?

Wyizolowanie genu to dopiero połowa drogi do uzyskania rośliny transgenicznej. Trzeba jeszcze znaleźć sposób wprowadzania go do rośliny. Jak dotąd możliwe jest to tylko za pomocą kultur tkankowych. Wymyślono wiele metod umieszczania genów w komórkach roślinnych. Jedną z nich polega na ich wstrzeliwaniu do komórek, a nośnikiem DNA jest wtedy mikroskopijnych rozmiarów złoty śrut. Złoty, bo jest nieaktywny biologicznie i nie wchodzi w reakcje chemiczne ze związkami wytwarzanymi

przez komórkę roślinną. Jeśli już umieścimy gen w jądrze komórkowym, trzeba z takiej komórki zregenerować cały organizm, a to wymaga kunsztu, zwłaszcza w wypadku niektórych „opornych” roślin.

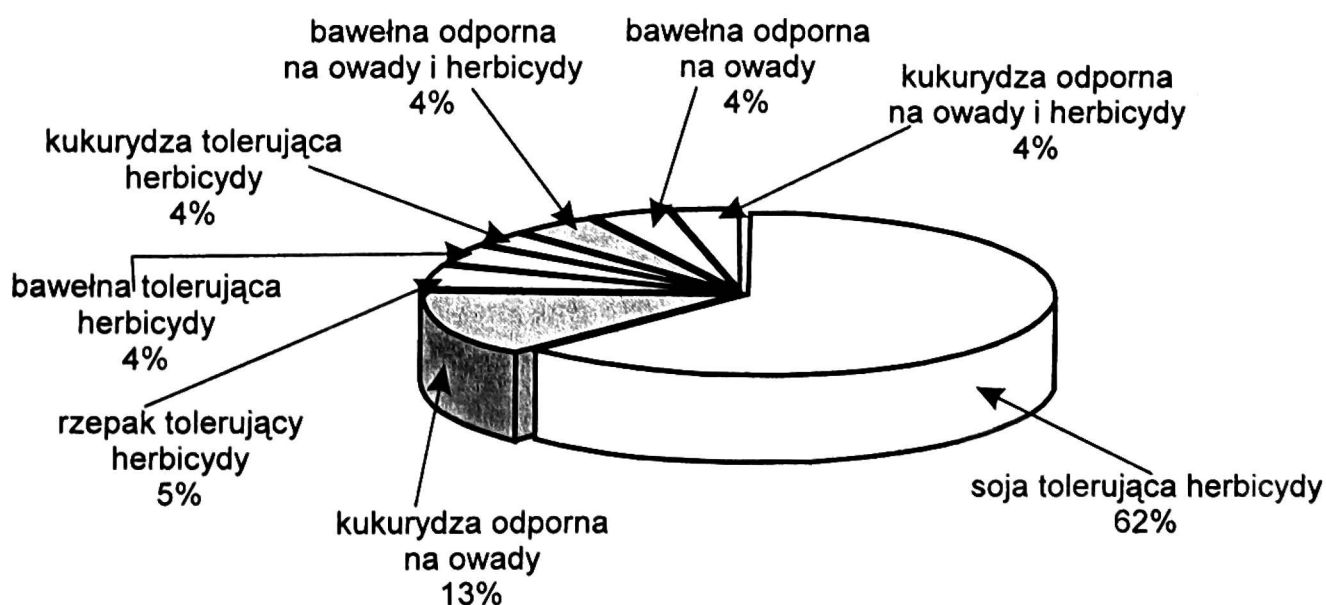
Już w połowie lat osiemdziesiątych udało się zregenerować pierwsze transgeniczne rośliny: był to tytoń, a potem petunia. Pierwszym produktem transgenicznym, jaki zaistniał na rynku, był pomidor o przedłużonej trwałości. Pojawił się w sklepach Stanów Zjednoczonych w roku 1994. Od tego czasu badacze zidentyfikowali setki genów odpowiedzialnych za bardzo różne cechy.

Na szerszą skalę zaczęto uprawiać najpierw rośliny odporne na szkodniki i tolerujące opryskiwanie herbicydami. Uprawa tych roślin jest dziś bardzo rozpowszechniona ze względu na łatwiejsze zabiegi agrotechniczne oraz zmniejszenie nakładów na środki ochrony roślin i siłę roboczą. Jednocześnie z tych samych powodów zyskuje też środowisko naturalne: uprawa np. transgenicznej bawełny odpornej na owady pozwoliła na zmniejszenie zużycia środków owadobójczych o 33000 ton w ciągu roku. To korzyść dla producentów i środowiska.

Na rysunku 1 zestawiono udział wybranych roślin transgenicznych w całkowitym areale upraw takich roślin w roku 2002 [3].

Obecnie naukowcy we wszystkich częściach świata pracują nad rozwojem takich nowych produktów, które przyniosą już bezpośrednie korzyści konsumentom. Przewiduje się, że będą one miały poprawione cechy jakościowe. Ulepszony skład białka, wzbogacony skład witamin czy cukrów, polepszone walory smakowe, a także mniejsza zawartość alergenów – związków powodujących uczulenia, to tylko niektóre z możliwości, jakie oferuje hodowla roślin w powiązaniu z inżynierią genetyczną.

W następnym etapie przewiduje się powstanie roślin transgenicznych trzeciej generacji. Będą one pełniły rolę biofabryk produkujących konkretne substancje, przydatne w wielu dziedzinach życia. Żeby wymienić tylko niektóre: oleje przemysłowe, biodegradowalne polimery – surowiec do produkcji opakowań, surowce do produkcji



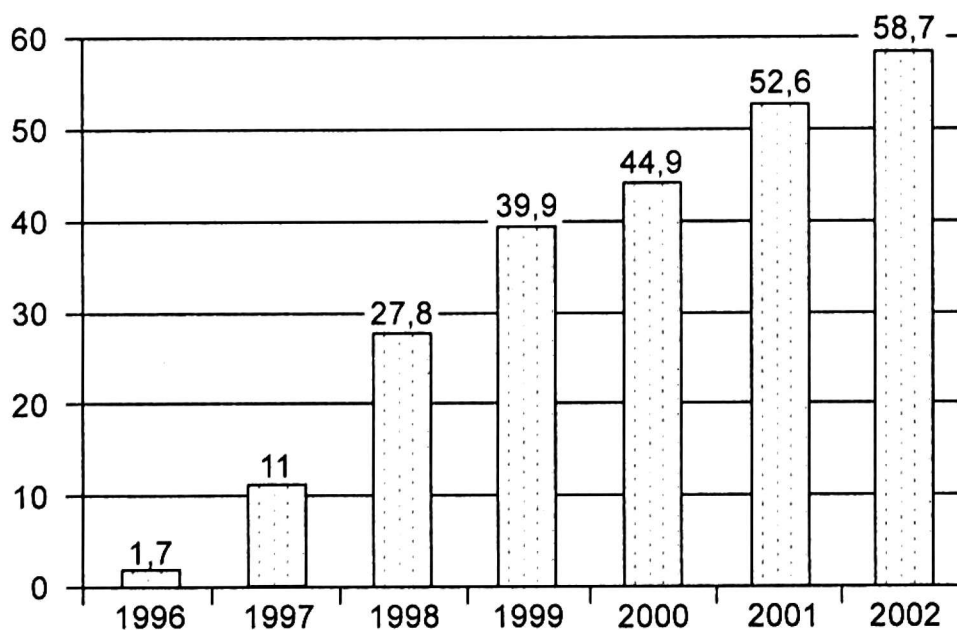
Rysunek 1. Udział wybranych roślin transgenicznych w całkowitym areale upraw takich roślin w roku 2002 [3]

tworzyw sztucznych i tekstyliów, a nawet klej do klejenia złamanych kości. Takich przykładów jest bardzo wiele. Rośliny są także źródłem wielu związków farmakologicznie czynnych. Dzięki transformacji można zmieniać skład tych związków oraz wydajność ich produkcji.

Europa na tle upraw światowych

Rośliny transgeniczne uprawiane są na szerszą skalę od połowy lat dziewięćdziesiątych. W tym okresie powierzchnia ich zasiewów wzrosła z 1,7 mln hektarów w roku 1996 do 58,7 mln hektarów w roku 2002. Powierzchnia uprawy zmodyfikowanej genetycznie soi, kukurydzy, rzepaku i bawełny stanowi 22% powierzchni uprawy tych roślin na świecie [3]. Gdzie uprawia się rośliny transgeniczne? Nie w Europie Zachodniej i nie w Polsce. W Polsce prowadzi się prace badawcze nad ich uzyskaniem. Dziesięć lat temu w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie uzyskano przy współpracy z Uniwersytetem w Hamburgu pierwsze transgeniczne pszenżyta, a w Instytucie Biochemii i Biofizyki PAN – transgeniczne ziemniaki. W międzyczasie badania te rozwinęły się i dziś w kilku ośrodkach w kraju prowadzi się prace nad transgenicznymi roślinami zbóż, rzepaku, roślinami motylkowymi, pomidorami, ogórkami, sałata. Rośliny te nie są jednak użytkowane rolniczo, jak to się dzieje w Stanach Zjednoczonych, gdzie w ubiegłym roku zmodyfikowana soja i kukurydza oraz rzepak rosły na powierzchni 39 mln hektarów, a także w Argentynie i Kanadzie. Powierzchnia upraw rośnie najszybciej w krajach o największym zaludnieniu: w Chinach i Indiach, a także w Afryce Południowej, Meksyku i Urugwaju.

W Chinach w roku 2002 powierzchnia upraw transgenicznej bawełny wzrosła o 40% i osiągnęła 51% powierzchni całkowitej uprawy bawełny. Zysk w postaci 480 dolarów z hektara uprawy odpornej na owady bawełny uzyskało ok. 5 milionów rolników.



Rysunek 2. Wzrost powierzchni [mln ha] upraw roślin modyfikowanych genetycznie [3]

Uprawy roślin transgenicznych w roku 2002 [3] przedstawiały się następująco: świat – 58,7 mln ha; USA – 39 mln ha (66%); Argentyna – 11,5 mln ha (23%); Kanada – 3,5 mln ha (6%); Chiny – 2,1 mln ha (4%).

W krajach, w których dopuszczono do uprawy odmiany modyfikowane genetycznie, żyje ponad połowa populacji świata. W roku 2002 uprawy roślin transgenicznych w 9 krajach rozwijających się stanowiły 27% powierzchni wszystkich upraw roślin transgenicznych w świecie. Obecnie w wymienionych krajach produkuje się głównie soję, która toleruje herbicydy, i kukurydzę odporną na jej głównego szkodnika – omacnicę prosowiankę. Zmodyfikowana soja stanowi 62% wszystkich upraw roślin transgenicznych. Różne gatunki tolerujące herbicydy to 75% wszystkich upraw. Jedy- nym krajem zachodnioeuropejskim, gdzie w celach handlowych uprawia się rośliny transgeniczne, jest Hiszpania (ok. 25 tys. ha). Pojawiły się one również w niektórych krajach Europy Wschodniej. Według prognoz Phippsa i Parka [4], gdyby 50% upraw kukurydzy, rzepaku, buraka cukrowego i bawełny stanowiły rośliny tolerujące herbi- cydy lub odporne na owady to zużycie substancji czynnej tych środków spadłoby w Europie o 4,4 mln kg. Powierzchnia pól opryskiwanych zmniejszyłaby się o 7,5 mln hektarów, co dodatkowo dałoby oszczędność 20,5 miliona litrów oleju napędowego używanego w ciągnikach i maszynach rolniczych.

Czy obok korzyści są też zagrożenia?

Genetycznie zmodyfikowana nowa żywność wywołuje skrajne reakcje: od hurra- optymizmu po zaciekły sprzeciw. Podczas gdy entuzjaści inżynierii genetycznej przedstawiają wielkie możliwości, sceptycy wskazują na zagrożenia dla nas i dla przyszłych pokoleń. Ryzyko związane z genetycznymi manipulacjami w żywności nie jest określone, a skutki manipulacji są trudne do przewidzenia.

Zastrzeżenia przeciwników roślin genetycznie modyfikowanych dotyczą też ich wpływu na środowisko. Pojawiły się obawy, że ich uprawa doprowadzi do powstania „superowadów” i „superchwastów” bądź zmniejszy bioróżnorodność środowiska przyrodniczego. Jednak najważniejsze obawy dotyczą nieodwracalności efektów re- lacji roślin modyfikowanych genetycznie ze środowiskiem. Generalnie, opinia pu- bliczna nie sprzeciwia się stosowaniu metod inżynierii genetycznej w dobrze zabez- pieczonych i izolowanych placówkach. Obawy dotyczą sytuacji, gdy w warunkach naturalnych pyłki roślin modyfikowanych mogłyby zapylać kwiaty pokrewnych ga- tunków roślin występujących w środowisku naturalnym.

Czy zatem żywność, która powstaje dzięki inżynierii genetycznej, powinna być tworzona? Czy powinna być specjalnie oznakowana? Czy konsument powinien mieć prawo wyboru? Czy może być stosowana w zbiorowym żywieniu? Pod naciskiem opinii publicznej Unia Europejska w tworzonem ustawodawstwie dotyczącym nowej

żywności wymaga, aby każda modyfikacja uzyskała indywidualną akceptację Komisji, a tworzone produkty spożywcze były specjalnie oznakowane.

W Stanach Zjednoczonych o wprowadzeniu transgenicznych organizmów do produkcji decyduje się na podstawie naukowej oceny bezpieczeństwa. W ten sposób produkty szybciej przebijają się na rynek, a odpowiedzialność sądowa spoczywa na podmiocie, który wprowadza produkt na rynek. Europa stosuje zasadę przezorności, aby zapobiec nieoczekiwanym konsekwencjom. Decydenci biorą pod uwagę zarówno nastawienie opinii publicznej, jak i dane naukowe.

Prawo genowe

W większości krajów problemy, o których tu mowa, są regulowane odpowiednimi aktami prawnymi. Takie prawo obowiązuje w Unii Europejskiej i jest nowelizowane w miarę potrzeb i zmieniającej się sytuacji. W myśl przepisów – na badania dotyczące roślin modyfikowanych genetycznie jak też na ich uprawę w polu i rejestrację odmiany trzeba mieć zezwolenie ministra środowiska.

W Polsce w roku 2001 weszły w życie: Ustawa o Organizmach Modyfikowanych Genetycznie oraz Ustawa o Warunkach Zdrowotności Żywności i Żywienia. Regulacje te stawiają wobec produktów żywnościowych pochodzących z roślin modyfikowanych genetycznie wymóg przejścia szczegółowych testów i procedur bezpieczeństwa. Żywność taka jest testowana głównie przez porównanie do jej naturalnych odpowiedników. Jednak wiedza na temat ryzyka związanego ze spożywaniem żywności niemodyfikowanej genetycznie jest ograniczona. Wszystkie produkty żywnościowe są analizowane, by uzyskać pewność, że nie zawierają substancji toksycznych lub powodujących reakcje alergiczne. Z oceny stanu przygotowań do wejścia do Unii Europejskiej, opublikowanej 9 czerwca 2003 roku, wynika, że jednym z obszarów wymagających szybkiego nadrobienia zaległości jest w Polsce problem badania produktów pochodzenia rolniczego pod względem zawartości organizmów modyfikowanych genetycznie oraz znakowania tych produktów.

Stan upraw

Obecnie mamy do czynienia z nadprodukcją żywności na świecie. Unia Europejska limituje jej produkcję, Nie jesteśmy w stanie zagospodarować nadwyżki żywności produkowanej metodami tradycyjnymi. Dlaczego zatem jesteśmy świadkami zabiegów mających poszerzyć obszar upraw roślin genetycznie modyfikowanych (GMO) na całym świecie? Upraw modyfikowanych genetycznie jest na świecie coraz więcej, ich rozprzestrzenianie zaczęło się już w 1996 roku. Dziś zajmują około 60 mi-

lionów hektarów, z czego najwięcej w USA, Kanadzie i Argentynie. Jak informują State Public Interest Research Groups (PIRGs) i Genetically Engineered Food Alert, w latach 1987–2000 wydano w USA prawie 29000 tys. zezwoleń na polowe próby z GMO, najwięcej prób przeprowadziło Monsanto (prawie 2000). Stąd rosnąca presja USA, zmierzająca do eksportu GMO na rynki Europy. Tymczasem rynki te odrzucają genetycznie zmodyfikowane nasiona i żywność. W Europie przeprowadzono dotąd tylko około 1700 eksperymentów polowych, w Polsce – 32.

Eurobarometer – Instytucja Europejska zajmująca się badaniem europejskiej opinii publicznej, już w 1999 roku opublikowała wyniki badań przeprowadzonych na 16000 osób. Połowa respondentów skłonna była zapłacić więcej za żywność niezawierającą GMO, 62% odrzuca możliwość zakupu oleju z soi genetycznie zmodyfikowanej. Tylko 19% badanych kupiłoby jaja kurze, wiedząc, że kury były karmione paszą zawierającą genetycznie zmodyfikowaną kukurydzę. Jako najbardziej wiarygodne źródło dla informacji biotechnologicznych respondenci wskazali organizacje konsumenckie (26%), medyczne (24%), rządy swych krajów (3%). Koncerny i firmy rolnicze oraz partie polityczne w ogóle nie znalazły się na tej liście. Najmniejszą rezerwę wobec stosowania inżynierii genetycznej obserwowano we Francji i najuboższych krajach UE.

Dla kogo robimy żywność GM?

Wobec upowszechniania żywności GM świat podzielony jest na dwie strefy: tę – gdzie jest ona produkowana niemal bez ograniczeń, czyli przede wszystkim USA, oraz drugą, która poprzez wprowadzenie moratorium, już od października 1998, nie uprawia roślin transgenicznych – to Unia Europejska. Amerykańskie zrzeszenia producentów rolnych określiły na kilkaset milionów dolarów rocznie [1] swoje straty spowodowane moratorium Europejczyków.

W Europie niezależnie od opinii naukowców, polityków i ekologów – o produkcji żywności transgenicznej ostatecznie rozstrzygnie opinia konsumentów. Ale czy żywność transgeniczną produkuje się tylko dla Europejczyków i Amerykanów? Nadwyżki wyprodukowanej żywności GM przesyłane są drogą morską do krajów rozwijających się. Kraje afrykańskie, na przykład, bardzo jej potrzebują. Mają o wiele gorszy klimat, gorszą glebę i plagi specyficznych dla tego kontynentu szkodników. Dla nich szansą na zwalczenie plagi głodu mogą okazać się właśnie genetycznie zmodyfikowane, uodpornione zboża i warzywa. Farmerzy amerykańscy zainteresowani są eksportem nasion GMO do Afryki. Na przeszkodzie stoi ostry spór, jaki dzieli Europę i USA wobec wpuszczenia na rynek żywności GMO. Unia Europejska sugeruje rządowi afrykańskim ostrożność.

Kto ma rację? Czy należy bać się GMO?

Jak donosi Roger Thurow [5], stawka w tym sporze jest ogromna. Farmerzy USA zaspokoili popyt we własnym kraju i szukają nowych rynków zbytu. Tymczasem Wielka Brytania i inne kraje europejskie zagroziły wstrzymaniem importu żywności z Afryki – jeśli ta sprowadzi na swoje plantacje amerykańską genetycznie zmodyfikowaną bawełnę, ziemniaki czy kukurydzę. Europejczycy twierdzą ponadto, że żywność genetycznie modyfikowana wzbudza obawy związane z długotrwałymi konsekwencjami spożywania produktów GMO. Rząd Zambii odmówił w październiku 2002 roku przyjęcia 20000 ton kukurydzy, pisze *The Wall Street Journal Europe* [5], wskazując, że była ona genetycznie modyfikowana, co stanowiło zagrożenie dla czystości gatunkowej własnych nasion, a co za tym idzie – mogło zagrozić eksportowi, zwłaszcza do Europy. W wielu krajach Afryki podejrzewano, że intencją Amerykanów była pomoc farmerom USA, a nie głodującym Afrykanom.

Rząd amerykański wydaje rocznie około 12 milionów dolarów na badania nad genetycznym modyfikowaniem ziemniaków, tak aby stały się odporne na afrykańskie choroby i szkodniki. Przedstawiciele ugandyjskiego sektora eksportu żywności obawiają się, że wprowadzenie GMO zamknie przed nimi rynek Unii Europejskiej. Prognozują, że transgeniczne uprawy zmieszają się z ich własnymi lub przynajmniej popsują ich wizerunek u konsumentów z Europy – nieufnych wobec żywności GMO.

Jak pisze Nicole Itano [2], rozwiązaniem mogłoby być zmielenie ziarna przed jego dystrybucją. Ale np. władze zambijskie obawiają się, że mielenie jest kosztowne, opóźni dostarczenie pomocy i nie da gwarancji zmieszania upraw. Takiego rozwiązania obawiają się też Stany Zjednoczone. Waszyngton wskazuje, że byłoby to potwierdzeniem szkodliwości żywności GMO. Tymczasem Afrykanie nie mają w swoim języku nawet określeń dla genetycznej modyfikacji. Wiedzą za to dobrze, co to jest głód!

Konkluzje

Względy merytoryczne jak i polityczno-ekonomiczne powodują, że w Europie uprawy roślin transgenicznych prowadzone są w minimalnym zakresie, głównie w ramach doświadczeń polowych. Wydaje się, że trzeba czasu, aby przekonać się o korzyściach i rzeczywistym poziomie zagrożeń związanych z wprowadzaniem roślin modyfikowanych genetycznie do środowiska i konsumpcją pochodzących z nich produktów. Badania socjologiczne wskazują, że akceptacja roślin modyfikowanych genetycznie w krajach rozwiniętych będzie zależała bardziej od uwarunkowań psychologicznych niż od naukowo zdefiniowanej oceny ryzyka, które jest przecież nieodłącznym elementem naszej codzienności.

Literatura

- [1] Bethge P. 2003. Pszenica turbo. FORUM za Der Spiegel, NYT Sydn.
- [2] Itano N. 2002. The Christian Science Monitor 6.08.2002.
- [3] James C. 2002. Preview global status of commercialized crops 2002: ISAAA Briefs.
- [4] Phipps R.H., Park J.R. 2002. Environmental benefits of genetically modified crops, Global and European perspective on their ability to reduce pesticide use. *J. Animal and Feed Sciences* 11.
- [5] Thurow R., Mitchener B., Kilman S. 2002. Zmodyfikowane genetycznie rośliny czekają na zielone światło, The Wall Street Journal Europe.

Practical achievements in plant transformation – actual status and perspectives of commercialised transgenic crops

Key words: transgenic plants, area of cultivation , transgenic food, GMO

Summary

Modern biotechnology will contribute to the progress of plant breeding and food production. At the moment we can distinguish three generations of transgenic plants. The area of transgenic crops increasing from year to year, reached last year nearly 60 mln hectares in the world. At the same time, especially in Europe, we are dealing with increasing concerns about uncontrolled employment of new biotechnology. It seems to be, that time is necessary, in order to estimate the real benefits and risks connected with releasing of modified plants to the environment and using them as a food.