

CLIVE JAMES

*Przewodniczący Rady Nadzorczej ISAAA
International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application*

ŚWIATOWA PRODUKCJA ROŚLIN GM W ROKU 2006*

WPROWADZENIE

W 2006 r., w pierwszym roku drugiej dekady wprowadzenia do uprawy zmodyfikowanych genetycznie roślin (GM) (2006–2015), ich ogólna powierzchnia wykazała dalszy wzrost o 13%, tj. o 12 mln ha (30 mln akrów), zajmując 102 mln ha (252 mln akrów). Jest to historyczny sukces ze względu na przekroczenie tym samym pułapu 100 mln ha upraw GM w skali roku. Aby docenić ten sukces, należy przy ocenie uwzględniać dwie lub trzy cechy, jako „sumujące się wartości” odmian GM, przynoszące wielokrotne korzyści poprzez uprawę jednej tylko odmiany. Biorąc pod uwagę korzyści wynikające z poszczególnej cechy, te 102 mln ha są równoważne korzyściom z uprawy odmian GM na powierzchni 117,7 mln ha, tj. o 15% więcej, niż wynosi rzeczywisty areal tych upraw (Ryc. 1).

Wdrożenie do produkcji genetycznie zmodyfikowanych roślin, określanych również jako biotechnologiczne, przyniosło szereg sukcesów w 2006 r., osiągając powierzchnię uprawy na ponad 100 mln ha, a liczba rolników uprawiających te odmiany po raz pierw-

szy przekroczyła 10 mln i doszła do 10,3 mln. Łączny areal odmian GM wysiewanych pomiędzy 1996 a 2006 r. osiągnął ponad połowę miliarda hektarów, wynosząc 577 mln ha (1,4 miliarda akrów), co stanowi bezprecedensowy, 60-krotny przyrost w tych latach. Takiego tempa wzrostu akceptacji nie odnotowano w przypadku żadnej innej technologii w produkcji roślinnej.

Należy zauważyć, że roczny przyrost arealu upraw tych odmian w wysokości 12 mln ha w 2006 r. jest kolejnym najwyższym wzrostem w ostatnich 5-u lat. Pomimo faktu, że adopcja tej technologii jest już powszechna w USA, kraju będącym głównym udziałowcem upraw GM, w którym soja i bawełna GM stanowią ponad 80% ogólnej powierzchni upraw gatunków zmodyfikowanych genetycznie. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że Indie, w których uprawy bawełny zajmują największą powierzchnię w świecie, zarejestrowały proporcjonalnie najwyższy, prawie 3-krotny wzrost uprawy odmian GM, osiągając 3,6 mln ha pod uprawą bawełny Bt (Ryc. 1).

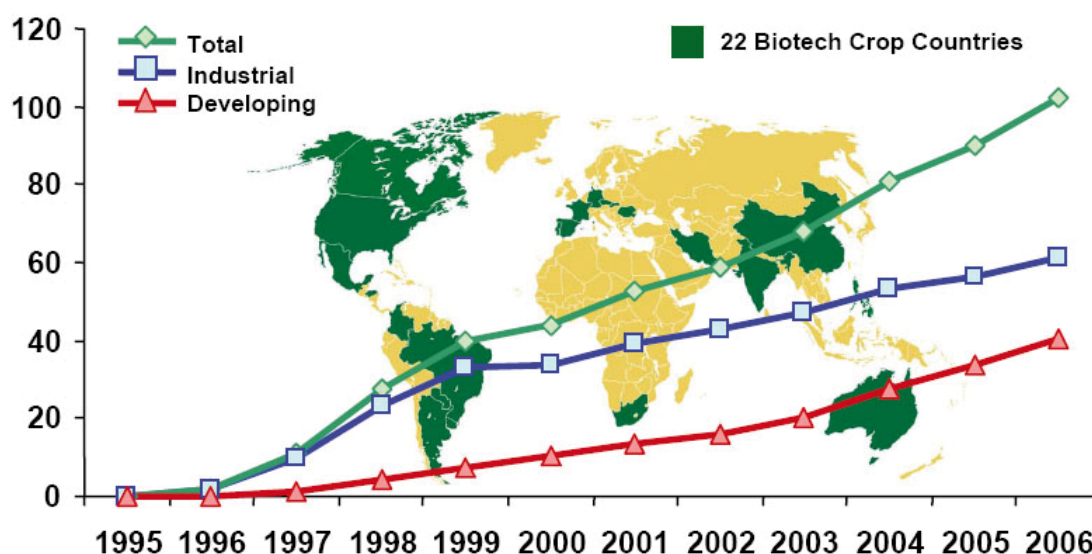
WZROST AREAŁU I ROZSZERZENIE UPRAW GM NA NOWE KRAJE

Liczba krajów, w których uprawiano biotechnologiczne odmiany wzrosła do 22 w 2006 r., włączając Słowację, co spowodowało

wzrost liczby krajów Unii Europejskiej uprawiających odmiany GM z 4 do 6 (na 25 krajów UE). Hiszpania, z arealem uprawy kuku-

*Zgoda Autora na tłumaczenie referatu wygłoszonego w czasie konferencji „Co Polscy rolnicy sądzą o GMO”, zorganizowanej przez Polską Federację Biotechnologii i ISAAA, 28. 02. 2007 r., Pałac Staszica, Warszawa. Oryginalny tekst w j. angielskim jest częścią publikacji: „Global status of commercialized transgenic crops”. ISAAA Briefs 35; ISAAA, Ithaca, NY, USA lub <http://isaaa.org/kc/globalstatus>.

GLOBAL AREA OF BIOTECH CROPS Million Hectares (1996 to 2006)



Increase of 13%, 12 million hectares or 30 million acres, between 2005 and 2006.

Source: Clive James, 2006.

Ryc. 1. Areal upraw biotechnologicznych z podziałem na kraje rozwijające się i uprzemysłowione w okresie 1996–2006 r. (w mln/ha).

Zielony kolor oznacza kraje, które wydały zgodę na uprawę roślin genetycznie zmodyfikowanych. Wykres obrazuje dynamikę wzrostu powierzchni uprawy GM w latach 1996–2006: 13-procentowy (12 mln/ha) wzrost areálu w 2006, w stosunku do 2005 r.

rydzy Bt na obszarze 60 000 ha w 2006 r., jest nadal krajem wiodącym w Unii Europejskiej.

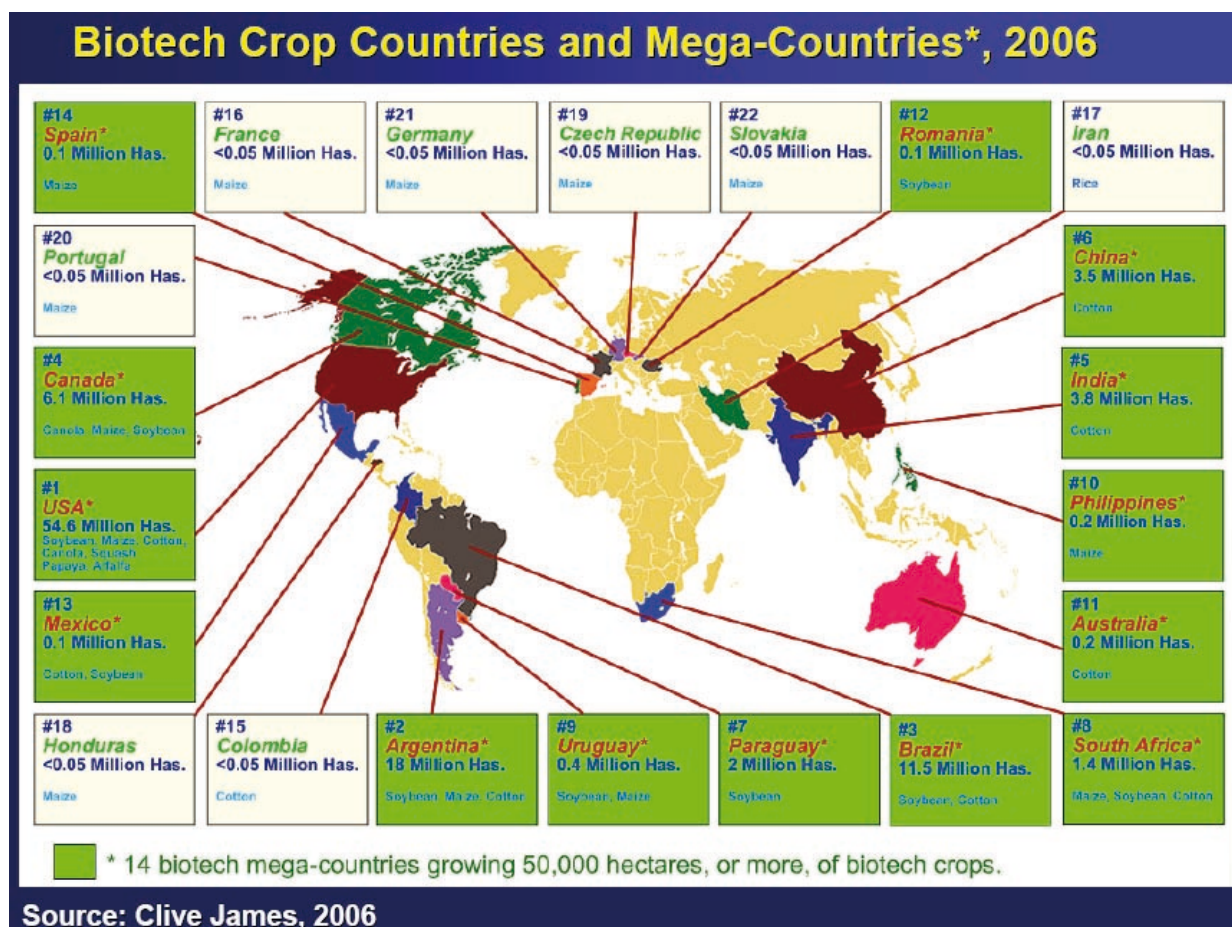
Dużego znaczenia nabiera fakt, że łączny areál zajmowany pod uprawę kukurydzy Bt w pozostałych 5-u krajach (Francja, Republika Czech, Portugalia, Niemcy i Słowacja) wzrosła 5-krotnie z ok. 1 500 ha w 2005 r., do ok. 8 500 ha (Ryc. 1). Pomimo, że jest to wciąż areál niewielki, przewiduje się dalszy wzrost w tych 5-u krajach w kolejnych latach.

Obserwowano również wzrost liczby rolników uprawiających odmiany GM w 2006 r. z 8,5 mln w 2005 r. do 10,3 mln, w 22 krajach. Spośród 10,3 mln rolników 90% (czyli 9,3 mln – istotny wzrost z 7,7 mln w 2005 r.), to drobni rolnicy w krajach rozwijających się. Szczególnie bawełna Bt została przez nich chętnie zaakceptowana do uprawy, i tak w Chinach przez 6,8 mln, w Indiach – 2,3 mln, na Filipinach – 100 000, a przez kilka tysięcy w Południowej Afryce. Tym samym biotechniczne uprawy wnoszą swój skromny wkład w planowane osiągnięcie re-

dukcyj ubóstwa o 50% do 2015 r., w ramach Milenijnego Planu Rozwoju 2006–2015.

W 2006 r. w USA wprowadzono po raz pierwszy nową komercyjną odmianę lucerny tolerującą herbicydy. Lucerna RR® jest pierwszą komercyjnie dostępną rośliną wieloletnią poddaną genetycznej modyfikacji. Wysiano ją na powierzchni 80 000 ha, co stanowi 5% ogólnego areálu 1,3 mln ha lucerny w USA w 2006 r. Nowa odmiana bawełny RR®Flex, z pojedynczą cechą tolerancji na herbicydy, zajęła w pierwszym roku powierzchnię 800 000 ha, jednak odmiany łączące cechę tolerancji na herbicydy z ekspresją genów Bt zajmują nadal większość areálu uprawy bawełny. Tę nową odmianę bawełny wysiewano głównie w USA i na niewielkim areale w Australii. Na uwagę zasługuje fakt wytworzenia lokalnej odmiany papai (melonowca właściwego) odpornej na wirusy, zalecanej pod koniec 2006 r. do uprawy.

W 2006 r. z 22 krajów, w których uprawiano rośliny GM, na kraje rozwijające się przypadało 11 i 11 uprzemysłowionych w następującej kolejności pod względem areálu:



Ryc. 2. Ilustrowany wykaz państw i roślin GM uprawianych w 2006 r. w skali światowej.

USA, Argentyna, Brazylia, Kanada, Indie, Chiny, Paragwaj, Południowa Afryka, Urugwaj, Filipiny, Australia, Rumunia, Meksyk, Hiszpania, Kolumbia, Francja, Iran, Honduras, Republika Czech, Portugalia, Niemcy i Słowenia. W każdym z ośmiu pierwszych państw uprawiano odmiany GM na powierzchni ponad 1 mln ha, co stwarza solidne podstawy do dalszego wzrostu wykorzystania roślin GM w skali światowej.

Po raz pierwszy w 2006 r. Indie wprowadziły bawełnę Bt do uprawy na większą skalę (3,8 mln ha) niż Chiny (3,5 mln ha), przeskakując o 2 miejsca w rankingu światowym, na pozycję 5-tą, wyprzedzając Chiny i Paragwaj.

Podkreślić należy fakt, że ponad połowa (55% tj. 3,6 miliarda) światowej populacji ludzi wynoszącej 6,5 miliarda, żyje obecnie w 22 krajach, w których dopuszczono przynoszące znaczne i wielorakie korzyści rośliny GM do uprawy. W tych krajach znajduje się ponad połowa (52% tj. 776 mln ha) z 1,5 miliarda ha pod produkcją roślinną w świecie.

USA, a następnie Argentyna, Brazylia, Kanada, Indie i Chiny były głównymi krajami akceptującymi odmiany biotechniczne; w

USA spośród 54,6 mln ha (53% światowego arealu), ok. 28% uprawianych roślin zawierało genetycznie zmodyfikowane dwie cechy. Wprowadzenie obecnie do produkcji odmian o 2-3 cechach w USA, Kanadzie, Australii, Meksyku, Południowej Afryce i na Filipinach, stanowi ważny i przyszłościowy kierunek w rolnictwie, wychodzącym naprzeciw potrzebom rolników, których uprawy podlegają działaniu czynnikom stresowym.

Największy absolutny wzrost arealu upraw GM w świecie zanotowano w 2006 r. w USA, gdzie jest on oceniany na 4,7 mln ha, następnie w Indiach – 2,5 mln ha, Brazylii – 2,1 mln ha, Argentynie i Południowej Afryce po 0,9 mln ha. Największy procentowy przyrost nastąpił w Indiach i wynosił 192%, co odpowiada prawie 3-krotnemu wzrostowi z 1,3 mln ha w 2005 r. do 3,8 mln ha w 2006 r. Następnym krajem była Afryka Południowa przy imponującym wzroście o 180%, zarówno uprawy odmian kukurydzy o nasionach białych i żółtych, następnie na Filipinach przy 100% wzroście, również w wyniku istotnego wzrostu uprawy odmian kukurydzy GM.

Uprawy biotechnologicznej soi w 2006 r. nadal stanowiły największą część upraw zmodyfikowanych genetycznie roślin, zajmując areał 58,6 mln ha (57% ogólnej powierzchni upraw GM), wyprzedzając kukurydzę (25,2 mln ha, zajmujące 25%), bawełnę (13,4 mln ha przy 13%) i rzepak jary (4,8 mln ha – 5% ogółu upraw GM w świecie).

Analiza dynamiki komercjalizacji roślin GM w latach 1996–2006 wskazuje na dominację odmian z cechą tolerancji na herbicydy, wyprzedzając odmiany z cechą odporności na owady i odmiany łączące obie te cechy. W 2006 r. odmiany tolerujące herbicydy takich gatunków jak: soja, kukurydza, rzepak jary, bawełna i lucerna zajmowały 68%, stanowiąc równowartość 69,9 mln ha w globalnej produkcji na 102 mln ha, w tym 19,0 mln ha (19%) upraw bawełny Bt i 13,1 mln ha (13%) cech łączonych – tolerancji na herbicydy i geny Bt. Odmiany o obu tych cechach pomiędzy 2005 a 2006 r. były grupą wykazującą najwyższą dynamikę wzrostu, w porównaniu do odmian jedynie z cechą odporności na owady (17%) i odmian z cechą tolerancji na herbicydy (10%).

W okresie 1996–2006, udział upraw roślin biotechnologicznych w krajach rozwijających się wykazywał stały wzrost, w stosunku do światowego areału tych upraw. Czterdzieści procent globalnej powierzchni upraw

GM w 2006 r. (równym 40,9 mln ha) znajdowało się w krajach rozwijających się, w których wzrost ten pomiędzy 2005 a 2006 r. był znacznie większy (7,0 mln ha, czyli 21% wzrostu) niż w krajach uprzemysłowionych (5,0 mln ha przy 9% wzroście). Biorąc pod uwagę ogólną powierzchnię upraw GM w najważniejszych krajach rozwijających się, jak: Indie, Chiny, Argentyna, Brazylia i Południowa Afryka, reprezentujących trzy kontynenty: Azję, Amerykę Łacińską i Afrykę, ten stały trend będzie miał w przyszłości znaczny wpływ na adopcję i akceptację upraw GM w skali światowej.

Szeroki zakres stosowania tych roślin wskazuje na zadowolenie farmerów z biotechnologii i jej produktów, dzięki takim korzyściom jak: udogodnienia i większą elastyczność w prowadzeniu zabiegów uprawowych, niższe koszty produkcji, wyższe plony i tym samym większy zysk z hektara, ale również korzyści zdrowotne i socjalne, takie jak: czystsze środowisko (w wyniku mniejszego zużycia chemicznych środków ochrony roślin) i system produkcji bardziej zbliżony do systemu zrównoważonego rolnictwa. Systematyczny wzrost stosowania upraw GM odzwierciedla znaczny postęp zarówno w gospodarstwach wielkoobszarowych, jak i u drobnych rolników, w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się.

SPOŁECZNE KORZYŚCI Z UPRAW ODMIAN GM

Przeprowadzone ostatnio badania dotyczące globalnego oddziaływaniem upraw GM w ciągu dekady 1966–2005 pozwoliły na określenie całkowitych zysków, jakie odnoszą rolnicy; wynosiły one 5,6 miliarda \$ w 2005 r., a 27 miliardów \$ łącznego zysku w czasie dekady (w tym 13 miliardów w krajach rozwijających się i 14 miliardów w uprzemysłowionych). Obliczenia te obejmują też korzyści uzyskiwane z możliwości uprawy soi przez dwa sezony w ciągu roku w Argentynie. Łączny spadek zużycia pestycydów w ciągu dekady 1996–2005 wyceniono na 224 300 t aktywnych składników, co odpowiada 15-to procentowemu spadkowi przeliczeniowego wskaźnika efektu środowiskowego pestycydów stosowanych w tych uprawach, mierzonego Ilorazem Środowiskowego Wpływu (ang. Environmental Impact Quotient). Jest to łączny wskaźnik uwzględniający różne czynniki wpływające na udział poszczególnych składników aktywnych na wartość środowiska.

Poważne i wymagające szybkiego działania wątpliwości dotyczące środowiska, podkreślone w Raporcie Sterna, który dotyczy zmian klimatycznych (STERN 2006) mogą mieć implikacje dla upraw GM ze względu na ich potencjalny udział w redukcji emisji gazów cieplarnianych i następowała zmian klimatycznych poprzez trzy główne oddziaływania. Po pierwsze, stałe obniżenie poziomu emisji dwutlenku węgla poprzez mniejsze zużycie paliw kopalnianych, wynikające ze stosowania mniejszej ilości insektycydów i herbicydów; w 2005 r. wyniosło ono ok. 962 mln kg CO₂, co odpowiada usunięciu 0,43 mln samochodów z ruchu drogowego. Po drugie, uprawa bezorkowa lub redukcja zabiegów uprawowych prowadzących do zmniejszenia erozji (możliwa dla roślin tolerujących herbicydy) w uprawach odmian przeznaczonych do produkcji żywności, paszy i włókien, pozwoliło na redukcję uwalniania organicznego węgla z gleby równemu 8 053 mln kg CO₂

w 2005 r., porównywalnemu do usunięciu 3,6 mln samochodów z dróg. Tym samym łączne dodatkowe obniżenie emisji wyniosło 9 000 mln kg CO₂ w 2005 r., co odpowiada usunięciu 4 mln samochodów z dróg. Po trzecie, znaczne powiększenie w przyszłości arealu upraw energetycznych służących do produkcji etanolu i bioropy, z jednej strony zastąpi paliwa kopalniane, a z drugiej strony, spowoduje bezpieczniejsze wykorzystanie węgla dla środowiska. Ostatnie badania wskazują, że szersze zastosowanie biopaliw może prowadzić do 65 procentowych oszczędności w zasobach źródeł energii. Zakładając, że uprawy energetyczne zajmą w przyszłości duże obszary, znaczenie upraw energetycznych GM dla zmian klimatycznych może być istotne.

Podczas gdy w 2006 r. krajach uprawiano komercyjnie rośliny GM w 22, w 29 innych krajach od 1996 r. wprowadzono rozporządzenia dotyczące zgody na import roślin GM przeznaczonych do spożycia i na pasze, a

także na wprowadzenie ich do środowiska. Łącznie zatwierdzono 539 wniosków dla 107 cech w 21 gatunkach roślin uprawnych. Tym samym biotechnologiczne rośliny zostały zaakceptowane w ramach importu żywności i pasz w 29 krajach, włączając w to kraje będące głównymi importerami żywności, jak Japonia, gdzie nie uprawia się roślin GM. Z 51 krajów, które wyraziły zgodę na uprawy GM, USA jest na czele listy, następnie Japonia, Kanada, Południowa Korea, Australia, Filipiny, Meksyk, Nowa Zelandia, Unia Europejska i Chiny. Największą liczbę cech GM (35) zaakceptowano w kukurydzy, następnie bawełnie (19), rzepaku jarym (14) i soi (7). Najczęściej akceptowaną cechą w skali globalnej była cecha GTS-40-3-2 tolerancji na herbicydy (21 akceptacji) (UE = 25, liczona jako 1 akceptacja), następnie odporna na owady kukurydza (MON 810) i kukurydza tolerująca herbicydy (NK603) (obie rośliny po 18 akceptacji oraz odporna na owady bawełna (MON 5321/1076) (16 akceptacji).

UPRAWY ODMIAN ROŚLIN GM DO PRODUKCJI BIOPALIW NIE STANOWIĄ ZAGROŻENIA DLA PRODUKCJI ŻYWNOSCI

Omawiając tematykę biopaliw w tym opracowaniu, pragnę zwrócić uwagę na nową problematykę i podkreślić implikacje wzrastającego zainteresowania biopaliwami i inwestowania w nie w odniesieniu do dwóch zagadnień: biotechnologii i krajów rozwijających się. Jest oczywiste, że biotechnologia oferuje znaczne korzyści w zwiększeniu efektywności produkcji biopaliw zarówno w krajach przemysłowych, jak i rozwijających się. Przewiduje się, że biotechnologia i inne ulepszenia pozwolą krajom uprzemysłowionym, takim jak np. USA, wciąż produkować nadmiar żywności, pasz i włókien, a osiągając dodatkowo ambitny cel w produkcji biopaliw w bliskiej przyszłości. Inwestowanie w uprawy przeznaczone do produkcji żywności, ale także służące jako materiał na biopaliwa, nie muszą powodować zagrożenia dla produkcji żywności w krajach rozwijających się, ale mogą uzupełniać istniejące narodowe programy bezpieczeństwa zapewnienia żywności, pasz i włókien. Każdy program przygotowany dla rozwoju biopaliw musi opierać

się na zrównoważonym gospodarowaniu w rolnictwie i leśnictwie, uwzględniając dobro środowiska i ekosystemów, a szczególnie na odpowiedzialnym i efektywnym wykorzystaniu wody. Większość krajów rozwijających się, z wyjątkiem Brazylii, która jest już teraz liderem w produkcji biopaliw, powinno odnieść znaczne korzyści poprzez nawiązanie strategicznego partnerstwa z instytucjami publicznymi i sektorem prywatnym, zarówno z krajów uprzemysłowionych, jak i bardziej zaawansowanych w rozwoju krajów trzecich, które mają wiedzę i doświadczenie w produkcji, dystrybucji i zastosowaniu biopaliw. Biopaliwa nie powinny jedynie przynosić korzyści ekonomicznych dla danego kraju rozwijającego się, ale też przynieść korzyści dla najbardziej potrzebującej grupy ludności tych krajów, mieszkających z reguły na terenach wiejskich. Grupa ta obejmuje drobnych rolników produkujących na swoje potrzeby i robotników bezrolnych, których utrzymanie zależy głównie od rolnictwa i lasu.

PROGNOZA NA PRZYSZŁOŚĆ

Przyszłość upraw GM wygląda obiecująco biorąc pod uwagę wzrastającą liczbę krajów wdrażających do uprawy obecnie dostępne cztery gatunki roślin uprawnych, przewidywane rozszerzenie na inne kraje i ogólny wzrost areалу upraw GM. Przewiduje się też wzrost liczby rolników uprawiających rośliny GM, ponieważ pierwsza generacja upraw GM została szeroko zaakceptowana, a wkrótce będzie można korzystać z roślin drugiej generacji z dwiema cechami. Perspektywicznie, w drugiej dekadzie komercjalizacji przewiduje się dalszy wzrost areálu upraw biotechnologicznych do 200 mln ha, uprawianych przez przynajmniej 20 mln farmerów oraz zwiększenie pod koniec 2015 r. liczby krajów stosujących biotechnologię do 40 lub więcej. Przewiduje się również w latach 2010–2011 praktyczne wykorzystanie roślin zawierających geny warunkujące tolerancję na suszę, co powinno mieć istotne znaczenie zwłaszcza dla krajów rozwijających się. Kraje te szczególnie cierpią z powodu suszy, najczęściej występujący i najważniejszy z czynników ograniczających produkcję roślinną w skali światowej. Druga dekada komercjalizacji w latach 2006–2015 będzie najprawdopodobniej świadkiem istotnego wzrostu upraw GM w Azji, w porównaniu z poprzednią dekadą, która należała do obu Ameryk, z dużym wzrostem areálu odmian z wieloma cechami w Ameryce Północnej i ze szczególnie silnym jego wzrostem w Brazylii. W nowych odmianach kombinacja genów będzie bogatsza o geny warunkujące cechy jakościowe produktów, co może zwiększyć akceptację roślin GM, szczególnie w Europie. Badania wykonane w 2006 r. przez Międzynarodową Radę Informacji o Żywności (ang. Internatio-

nal Food Information Council, IFIC) w USA potwierdziły, że znaczna część społeczeństwa wierzy w bezpieczeństwo żywności dostarczanej na rynek i wyraża albo tylko niewielkie zastrzeżenia lub pełne zaufanie do żywności GM i biotechnologii rolniczej. Ludzie będą więc selektywnie podejmować decyzje o zakupie produktów GM, np. charakteryzujących się wysoką zawartością oleju omega-3. Inne produkty biotechniczne, włączając w to produkty farmaceutyczne, szczepionki doustne i inne specyficzne produkty, będą odgrywały większą rolę. Jednak najważniejszy, potencjalny wpływ upraw GM będzie dotyczył aspektów humanitarnego Milenijnego Planu Rozwoju (MDG), przewidującego ograniczenie do 2015 r. poziomu ubóstwa i głodu do 50%. Wykorzystanie biotechnologii do zwiększenia efektywności pierwszej generacji upraw GM dla produkcji żywności i pasze oraz drugiej generacji upraw energetycznych dla produkcji paliw, będzie miało niewątpliwie duże znaczenie gospodarcze, ale niesie ono także poważne wyzwania. Nie-roztropne wykorzystanie gatunków roślin uprawnych przeznaczonych dotychczas do produkcji żywności i pasz, takich jak: trzcina cukrowa, kasawa (maniók) i kukurydza, a obecnie coraz częściej wykorzystywanych do produkcji biopaliw, może spowodować braki żywności i narazić na niebezpieczeństwo narodowe programy dotyczące bezpieczeństwa wyżywienia ludności w krajach rozwijających się. Wymaga to poprawienia efektywności produkcji tych roślin metodami biotechnologicznymi i innymi, aby docelowo zapewnić zrównoważone pokrycie zapotrzebowania na żywność, pasze i paliwa.

UWAGI KOŃCOWE

Przestrzeganie dobrych praktyk rolniczych przy uprawie odmian GM, takich jak płodozmian i zapobieganie przełamywaniu odporności roślin (w wyniku powstawania populacji szkodników odpornych na działanie toksyny w wyniku presji selekcyjnej), nadal będzie priorytetem, podobnie jak w

pierwszej dekadzie. Odpowiedzialne stanowisko rządów musi być kontynuowane, szczególnie w krajach Południa, w których przede wszystkim będzie miało miejsce wdrażanie upraw biotechnologicznych w trakcie drugiej dekady (2006–2015) komercjalizacji roślin GM.

GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS: 2006

Summary

Several milestones of biotech crops achieved in 2006 are presented with emphasises on the progress made in some European countries and especially in developing countries. In 2006, for the first year of the second decade of commercialization of biotech crops 2006–2015, the global area of biotech crops continues to climb for the tenth consecutive year at a sustained double – digit growth rate of 13% or 12 milion hectares, reaching 102 milion hectares. 10.3 milion farmers from 22 countries planted biotech crops in 2006, up from 8.5 milion farmers in 2005. The 22 countries growing GM crops comprises 11 developing and 11 industrial countries. For the first time, India grew more Bt cotton (3.8 milion ha) than China (3.5 mln ha) and moved up the world ranking by two places to number 5 in the world, overtaking

both China and Paraguay. The use of biotechnology to increase efficiency of first generation food/feed crops and second-generation energy crops for biofuels will have high impact and present both oportunities and challenges. Injudicious use of the food/feed crops, sugarcane, cassava and maize for biofuels in food insecure developing countries could jeopardize food security goals if the efficiency of these crops cannot be increased through biotechnology and other means, so that food, feed and fuel goals can all be met. Continues responsible stewardship must be practiced, particularly by the countries of the South, which will be the major new deployers of biotech crops in the second decade of commercialization of GM crops, 2006 to 2015.

LITERATURA

STERN N., 2006. *Stern report on the economics of climate change.*, UK, www.sternreview.org.uk