

JERZY REMBEZA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB
Radzików

EKONOMICZNE UWARUNKOWANIA UPRAWY ROŚLIN ZMODYFIKOWANYCH GENETYCZNIE

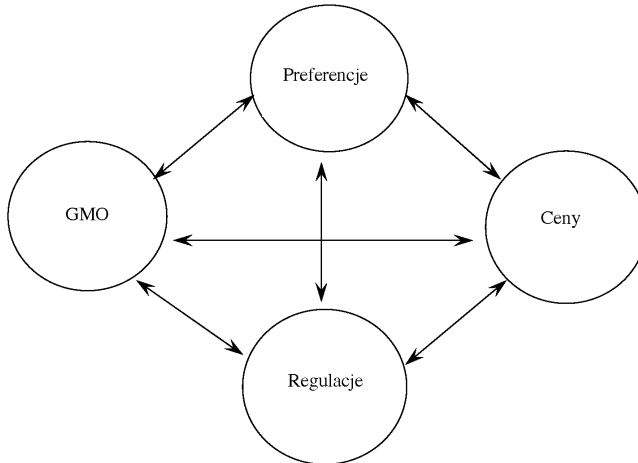
Wstęp

Postęp hodowlany jest jednym z najważniejszych czynników wzrostu efektywności produkcji rolniczej. W okresie po II wojnie światowej najbardziej spektakularnym przejawem zmian była tzw. zielona rewolucja, której jednym z elementów było wprowadzanie do uprawy nowych odmian. Odmiany te w warunkach wyższego nawożenia mineralnego, nawadniania, intensywniejszej ochrony dawały znacznie wyższe plony aniżeli odmiany tradycyjne. Wzrost zużycia nawozów mineralnych oraz pestycydów był jednak jedną z przesłanek krytyki założeń i efektów realizacji idei zielonej rewolucji [16].

Lata 90. XX wieku zapoczątkowały nowy etap w produkcji rolniczej, związany z wprowadzaniem do praktyki odmian zmodyfikowanych genetycznie. Kontrowersje na tle produkcji organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO) są nieporównanie większe aniżeli w przypadku odmian wprowadzanych w ramach zielonej rewolucji. Źródłem kontrowersji jest przede wszystkim niedoskonała wiedza co do skutków wprowadzania GMO do środowiska naturalnego. W tej sytuacji jako podstawę polityki regulacyjnej odnośnie GMO proponuje się zasadę przezornościową (ang. *precautionary principle*). Zasada ta jest jednak rozmaicie interpretowana i w poszczególnych krajach stosowane są odmienne regulacje rynku produktów zmodyfikowanych genetycznie. W konsekwencji rozpowszechnienie odmian genetycznie zmodyfikowanych (GM) w uprawie jest bardzo nierównomierne. Wyrażna linia podziału przebiega przede wszystkim pomiędzy USA oraz Unią Europejską.

OGólny model, w ramach którego można rozpatrywać uwarunkowania uprawy GMO, przedstawiono na rysunku 1. Opisuje on dwustronne interakcje zachodzące pomiędzy uprawą GMO a regulacjami uprawy i obrotu produktami zmodyfikowanymi genetycznie, preferencjami konsumentów oraz cenami produktów rolnych. Uczestnikami całego procesu decyzyjnego dotyczącego produkcji GMO są więc, obok branży związanej z produkcją GMO (producenci rolni, firmy hodowlano-nasienne, sektor badawczy pracujący na rzecz branży), konsumenci, państwo oraz rynki, w tym również rynki międzynarodowe. Uprawa GMO może wpływać na ceny produktów rolnych, ale też zmiana cen na rynkach rolnych może

wpływać na istotne dla uprawy GMO regulacje państwowe oraz na poziom akceptacji produktów modyfikowanych genetycznie przez konsumentów. Preferencje konsumentów wpływają na uprawę GMO oraz na wprowadzanie regulacji administracyjnych w tym zakresie, a z kolei regulacje te mogą wpływać na zachowania konsumentów.



Rys. 1. Model uwarunkowań produkcji GMO

W niniejszym artykule przedstawiono ekonomiczną perspektywę podejmowania decyzji regulacyjnych względem GMO. Przedstawiono również istniejące i proponowane regulacje dotyczące rynku produktów zmodyfikowanych genetycznie w krajach Unii Europejskiej oraz w USA. Na tym tle scharakteryzowano zmiany w powierzchni uprawy oraz rozprzestrzenieniu upraw GMO.

Tendencje zmian w powierzchni uprawy GMO

Prace dotyczące wyhodowania odmian zmodyfikowanych genetycznie zostały na szerszą skalę podjęte w latach 80. ubiegłego wieku. W 1986 r. w USA uzyskano pierwszy patent na genetycznie zmodyfikowaną odmianę, a w 1990 r. patent na genetycznie zmodyfikowaną odmianę do produkcji żywności [11]. Pierwsza połowa lat 90. stanowiła okres wprowadzania tych odmian do uprawy. Druga połowa lat 90. rozpoczęła natomiast okres szybkiego upowszechniania się odmian GM. O ile w 1996 r. światowa powierzchnia uprawy tych odmian wynosiła 1,7 mln ha, to w 2000 r. już około 48 mln ha. W 2009 r., według szacunków ISAAA, powierzchnia ta wzrosła do 134 mln ha. Należy zwrócić jednak uwagę, że powyższe dane nie są w pełni ścisłe z uwagi na brak rzetelnej ewidencji uprawy odmian GM w niektórych krajach.

Przy dużej dynamice wzrostu uprawa odmian GM dotyczy wciąż relatywnie niewielu odmian roślin uprawnych oraz koncentruje się w kilku krajach. Zdecydowana większość powierzchni odmian GM przypada na cztery uprawy: soję, bawełnę, kukurydzę i rzepak. W 2009 r. stanowiły one około 99,5% całkowitej po-

wierzchni uprawy odmian GM. Największe znaczenie ma uprawa soi GM, która w 2009 r. zajmowała 70 mln ha, co stanowiło około 70% światowej powierzchni uprawy tej rośliny. Drugie miejsce pod względem powierzchni zajmowała kukurydza, chociaż wyższym udziałem odmian GM w całości uprawy charakteryzowała się bawełna. W ostatnich latach zaczęła wzrastać uprawa zmodyfikowanych genetycznie buraków cukrowych. W 2009 r. ich powierzchnia wynosiła około 0,5 mln ha, czyli 11,6% światowej powierzchni uprawy, ale w dwóch krajach, USA i Kanadzie, stanowiła niemal całość powierzchni uprawy tej rośliny.

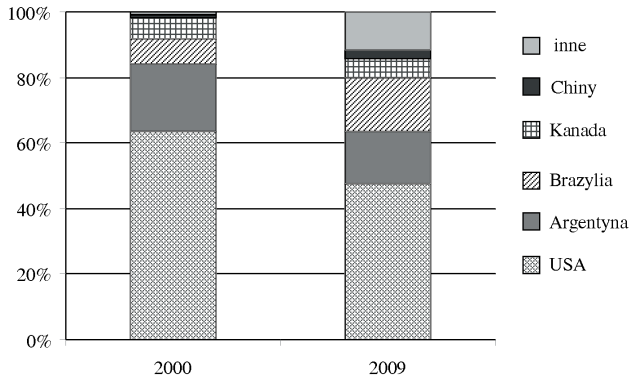
Uprawa odmian GM wykazuje również bardzo silną koncentrację przestrzenną. W 2009 r. prawie 80% całkowitej powierzchni uprawy odmian GM przypadało na trzy kraje: USA, Argentynę i Brazylię. Znaczącą powierzchnią uprawy charakteryzuje się jeszcze Kanada, Chiny, Indie, Paragwaj i RPA. W latach 2000-2009 koncentracja przestrzenna uprawy odmian GM co prawda spadła, ale zmiana nie była duża. Minimalne znaczenie ma uprawa odmian GM w grupie dużych producentów: Unii Europejskiej, Rosji oraz Australii. W latach 2005-2009 nastąpił regres uprawy odmian GM w UE. W części krajów, m.in. we Francji i Bułgarii, wprowadzono moratorium na uprawę takich odmian. W Rumunii w wyniku polityki regulacyjnej powierzchnia soi GM spadła ze 110 tys. ha w 2005 r. do 3,3 tys. ha w 2009 r. Jedynym obecnie krajem UE, gdzie uprawa odmian GM ma większe znaczenie, jest Hiszpania, w której w 2009 r. uprawiano 76 tys. ha kukurydzy GM.

Tabela 1

Zmiany w globalnej powierzchni uprawy roślin zmodyfikowanych genetycznie

Lata	Powierzchnia w mln ha				Udział w łącznej powierzchni uprawy %			
	soja	bawełna	kukurydza	rzepak	soja	bawełna	kukurydza	rzepak
1996	0,5	0,8	0,3	0,1	0,8	2,3	0,2	0,5
1998	14,5	2,5	8,3	2,4	20,4	7,6	6,0	9,3
2000	25,8	5,3	10,3	2,8	34,7	16,6	7,5	10,9
2002	36,5	6,8	12,4	3,0	46,2	21,8	9,0	13,1
2004	48,4	9,0	19,3	4,3	52,8	26,8	13,1	17,0
2006	58,6	13,4	25,2	4,8	61,6	38,5	16,9	17,5
2008	65,8	15,5	38,2	5,8	68,4	46,3	23,7	18,8
2009	69,0	16,0	42,0	6,4	69,8	48,5	26,3	20,6

Źródło: ISAAA, FAO.



Rys. 2. Udział poszczególnych krajów w globalnej powierzchni uprawy roślin zmodyfikowanych genetycznie (lata 2000 i 2009)

Zasada przecznościowa w świetle teorii ekonomii

Wprowadzenie do uprawy odmian zmodyfikowanych genetycznie zapoczątkowało szeroką dyskusję społeczną dotyczącą warunków i ograniczeń wprowadzania odmian GM do środowiska oraz kontroli produkcji i obrotu produktów zmodyfikowanych genetycznie. Dyskusje obejmują więc szeroką grupę regulacji *ex ante* oraz regulacji *ex post* i łączą w sobie argumenty o charakterze społecznym, etycznym, ekologicznym i ekonomicznym. Z uwagi na wagę podejmowanych w odniesieniu do GMO decyzji nie są one wolne od nacisków różnych grup interesów.

Regulacje dotyczące produkcji i obrotu GMO opierają się zazwyczaj na zasadzie przeczności (*precautionary principle*). Zasada ta jest, co prawda, dość powszechnie akceptowana, jednak bardzo różnie interpretowana [17, 22]. Opierają się na niej m.in. Deklaracja z Rio i Deklaracja z Bergen. Różnice w szczegółowych zapisach tych deklaracji obrazują niejednoznaczność interpretacji zasady przeczności. Deklaracja z Rio w Zasadzie 15 mówi, że w przypadku, gdy istnieje groźba poważnej lub nieodwracalnej szkody, brak pełnej naukowej pewności nie może być podstawą odrzucania miar kosztów-efektów dla powstrzymania degradacji środowiska. Deklaracja z Rio, bazując na wazieniu kosztów i korzyści, stanowi miękką wersję zasady przeczności i jest bliska optyce ekonomicznej. Analiza kosztów-korzyści jest traktowana w literaturze ekonomicznej jako adekwatna odpowiedź na decyzje mające konsekwencje dla środowiska, zdrowia i bezpieczeństwa [1]. Deklaracja z Bergen obliguje natomiast do stosowania miar, wskaźników i w konsekwencji działań, które antycypowałyby i zapobiegały przypadkom degradacji środowiska, a brak naukowej pewności nie może być podstawą do odrzucania takich miar. Deklaracja z Bergen jest więc mocną wersją zasady przeczności i jest bliska optyce ekologicznej [3].

Podejście oparte na analizie kosztów-korzyści wywodzi się z założeń ekonomii dobrobytu. Funkcją celu jest maksymalizacja społecznego dobrobytu. Przez pryzmat tak sformułowanego celu należałoby więc – stojąc na gruncie czysto eko-

nomicznej analizy – oceniać regulacje dotyczące GMO. Problem decyzyjny jest jednak szczególnie złożony i to nie tylko w warstwie praktycznej, ale i teoretycznej. Złożoność ta wynika z dwóch cech decyzji dotyczących GMO: niepewności oraz nieodwracalności. Niepewność związana jest z niedoskonałą wiedzą naukową co do pełnych skutków wprowadzenia GMO do środowiska. Nieodwracalność decyzji w sensie ekonomicznym dotyczy natomiast sytuacji, w których koszty wycofania się z podjętej decyzji przewyższają oczekiwane z tego tytułu korzyści. Pod tym względem działania dotyczące GMO nie różnią się od innych działań, które potencjalnie mają istotne skutki środowiskowe, np. budowy zapór wodnych, elektrowni jądrowych itp. Konsekwencje podjętych decyzji są zazwyczaj złożone, a ich efekty, często niewielkie w skali pojedynczych podokresów, mogą się w dłuższym okresie czasu kumulować.

W pracach ekonomicznych warunki niepewności i nieodwracalności zaczęto uwzględniać już w latach 70. [2, 12]. Uwzględniono w nich proces sekwencyjnego podejmowania decyzji oraz wartość opcji czekania, określającej koszt alternatywny decyzji. Wartość opcji $F(V)$ to maksymalna oczekiwana wartość wynikająca z możliwości podjęcia decyzji, przy danych stochastycznych w swej charakterystyce korzyściach oraz związanych z tą decyzją nieodwracalnych kosztach. Problemem decyzyjnym jest termin t podjęcia decyzji odnośnie danej działalności, wynikający z formuły [7]:

$$F_t(V) = \max E(V_t - C)e^{-rt}$$

gdzie: V oznacza odpowiednio wartość bieżącą korzyści (podlega geometrycznemu ruchowi Browna z dryfem), C – wartość bieżącą kosztów, natomiast r – społeczną stopę dyskontującą, odzwierciedlającą rozkład preferencji w czasie.

Przedstawione podejście zastosowano m.in. w modelu FERET dla oceny kosztów-korzyści z regulacji emisji zanieczyszczeń do atmosfery [7].

Na nieco dokładniejszą analizę ekonomicznych aspektów zasady przezornościowej pozwala następujący model, opisujący skutki określonego reżimu regulacyjnego θ dla oczekiwanego społecznego dobrobytu $E(W)$ [24]:

$$E(W) = [P(\theta, t) w_1(\theta, T) + (1 - P(\theta, t) w_0(\theta, t)]e^{-rt} - C_0(\theta)$$

gdzie: $P(\theta, t)$ – prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia, $w_1(\theta, T)$ – przyszły dobrobyt w warunkach reżimu regulacyjnego θ , gdy przyszłe niebezpieczne zdarzenie wystąpi w przyszłym terminie T , $w_0(\theta, t)$ – dobrobyt, który wystąpiłby w bieżącym terminie.

Korzyści z zasady przezornościowej zostaną zrealizowane w przeszłości, dlatego są dyskontowane stopą r .

Choć przedstawione powyżej modele nie są szczególnie złożone, ich wykorzystanie dla celów oceny i wskazania optymalnej polityki regulacji rynku GMO jest, jeśli nie niemożliwe, to co najmniej bardzo trudne.

Składa się na to szereg przyczyn, m.in.:

- określenie mierzonych poziomem dobrobytu społecznego efektów określonej polityki względem GMO. Konsekwencje z tego tytułu są złożone, efekty mogą się kumulować w czasie. Ponadto część efektów może mieć charakter nieintencjonalny. Nieintencjonalne konsekwencje mogą np. dotyczyć wpływu na poziom dobrobytu w innych krajach;
- waloryzacja efektów środowiskowych, które często nie poddają się prostej analizie ekonomicznej. Standardowa analiza efektów zewnętrznych może być w tym przypadku niewystarczająca. Analiza skutków może być przeprowadzona poprzez opisanie środowiska jako koszyka produktów o potencjalnej wartości rynkowej¹. W waloryzacji tej muszą być określone preferencje jednostek, a te mogą ulegać zmianie w zależności od tego, czy jednostki wyrażają je jako indywidualni konsumenci, czy jako obywatele [19];
- problemy z określeniem właściwej stopy dyskontującej r . Określa ona stopę, według której dyskontowane są korzyści z wdrożenia zasady przezroczystości i czekania dopóki nie zostaną usunięte naukowe wątpliwości odnośnie GMO. Nie jest to więc proste odzwierciedlenie stopy dyskontującej z rynków finansowych. Poszczególne grupy społeczne oraz poszczególne kraje mogą się pod tym względem bardzo różnić. W bogatych społeczeństwach, gdzie głód nie jest problemem społecznym, stopa r byłaby relatywnie niska. W społeczeństwach biednych, w których głód jest poważnym problemem społecznym, a uprawa GMO może znacząco zwiększyć produkcję żywności i obniżyć jej ceny, skłonność do oczekiwania jest znacznie mniejsza, więc stopa r byłaby znacznie większa niż w krajach bogatych;
- wybór estymatorów dla parametrów zmienności w modelu ekonomicznym.

Warunkiem niezbędnym do sporządzania rachunków kosztów-korzyści jest też wyraźne sprecyzowanie praw stron będących przedmiotem procesu decyzyjnego. Niezależnie od przedstawionych problemów, przeprowadzanie analizy kosztów-korzyści dla poszczególnych wariantów polityki regulacyjnej jest głęboko uzasadnione. Nie musi oznaczać automatycznego wyboru wariantu, który w świetle analizy ekonomicznej wydaje się być najlepszym. Pozwala jednak na możliwe pełną ocenę skutków ekonomicznych określonej polityki regulacyjnej.

Regulacje produkcji i rynku GMO

Produkcja i obrót produktami zmodyfikowanymi genetycznie podlegają regulacjom prawnym. Regulacje te nie są jednak zunifikowane w poszczególnych krajach. Dwie odmienne filozofie regulacji charakteryzują zwłaszcza USA oraz Unię Europejską. Regulacje amerykańskie można określić jako ukierunkowane na produkt, natomiast unijne – ukierunkowane na proces. W pierwszym przypadku uznaje się więc, że jeśli produkt zmodyfikowany genetycznie nie różni się istotnie od tradycyjnego, nie ma powodów, by poddawać jego produkcję i obrót szczególnym regulacjom. W Unii Europejskiej natomiast nawet produkty pozbawione DNA

¹ Takie podejście proponuje m.in. koncepcja „natura economica” [23].

(np. olej roślinny) są traktowane inaczej, jeżeli zostały wytworzone z odmian zmodyfikowanych genetycznie. W większości krajów regulacje są sumą decyzji podjętych na szczeblu międzynarodowym (porozumienia międzynarodowe, decyzje na poziomie Unii Europejskiej), krajowym oraz lokalnym.

Regulacje dotyczące produkcji i obrotu GMO obejmują trzy obszary: autoryzację, koegzystencję oraz znakowanie. Łącznie określają one uwarunkowania prawne produkcji GMO oraz ostatecznie decyzje producentów. Wpływają bowiem nie tylko na prawne możliwości uprawy GMO, ale także na ponoszone z tego tytułu dodatkowe koszty. Biorąc pod uwagę charakter tych kosztów, można mówić o regulacjach *ex ante* oraz zobowiązaniach *ex post*. Pierwsze wyznaczają możliwości i warunki uprawy GMO, drugie określają zobowiązania względem innych producentów, którzy ponieśli straty na skutek uprawy na sąsiednich polach odmiany GM. Straty te mogą wynikać np. z przekrzyżowania, zamieszania, powodując, że zebrany plon bądź jest sprzedany po niższej cenie, bądź musi ulec zniszczeniu. Z punktu widzenia rolnika, podjęcie uprawy odmiany GM jest uzasadnione, jeżeli korzyści z tego wynikające nie przekraczają oczekiwanych kosztów regulacji *ex ante* oraz zobowiązań *ex post*, zgodnie z poniższym [4]:

$$V_{GM} - V_{NGM} > C_{ea} + C_{ep}$$

$$V_{GM} - V_{NGM} > C_{ea} + \mu(\theta)d(\theta)j(\theta)$$

gdzie: V_{GM} i V_{NGM} to odpowiednio marża brutto z uprawy GM i NGM, C_{ea} – koszty *ex ante*, natomiast C_{ep} to zobowiązania *ex post* zależne od prawdopodobieństwa d stwierdzenia strat u sąsiednich rolników, ich wysokości pieniężnej μ , przy danym instytucjonalnym otoczeniu prawnym j i reżimie regulacyjnym θ .

Powyższy model można rozszerzyć do postaci uwzględniającej niepewność co do wysokości marż oraz kosztów regulacji². W związku z tą niepewnością, nadwyżka korzyści z uprawy GMO nad kosztami regulacji musi osiągnąć określony poziom progowy. Koszty *ex ante* i zobowiązania *ex post* wpływają w tym samym kierunku na wielkość tej nadwyżki. Równocześnie jednak wzrost kosztów regulacji *ex ante* może i powinien ograniczać koszty zobowiązań *ex post*. Nie można więc z góry określić kierunku wpływu wzrostu zakresu regulacji *ex ante* na ostateczne efekty ekonomiczne uprawy GMO. Zależy to od konkretnej odmiany, technologii, zestawu regulacji, uwarunkowań ekonomicznych. Koszty regulacji *ex ante* zależą też od wielkości pól. Wraz z jej spadkiem, koszty te w przeliczeniu na jednostkę powierzchni wyraźnie rosną.

W krajach UE autoryzacja produkcji i obrotu GMO oparta jest na dwóch dyrektywach: 2001/18 oraz 1829/2003. Pierwsza dotyczy komercyjnego użycia roślin genetycznie zmodyfikowanych, które można reprodukować, druga – żywności oraz pasz wytworzonych z/lub zawierającej rośliny genetycznie zmodyfiko-

² Niepewność odnośnie marż i kosztów regulacji *ex ante* może być modelowana kombinowanym ruchem Browna, natomiast koszty zobowiązań *ex post* procesem Poissona [4].

wane. Zgodnie z wymogami autoryzacji uprawy, produkty GM nie mogą w świetle dostępnej wiedzy powodować zakłóceń w środowisku. Powinny być tak samo bezpieczne dla zdrowia człowieka jak produkty konwencjonalne. Autoryzacja nie oznacza jednak swobody uprawy odmian GM na obszarze UE. Na poziomie krajowym bądź regionalnym mogą być bowiem podejmowane decyzje zabraniające uprawy określonych bądź wszystkich odmian GM. Przykładem jest kukurydza MON 810, która przeszła pomyślnie procedurę akredytacyjną, mimo to nie została dopuszczona do uprawy w kilku krajach UE (Austria, Francja, Grecja, Niemcy, Luksemburg, Węgry). Władze regionalne poszczególnych krajów mogą ponadto na ich obszarze wprowadzać strefy wolne od GMO. Regulacje te nie mogą jednak naruszać międzynarodowych zobowiązań UE, dotyczących np. handlu produktami GM. Z tendencjami tworzenia odrębnych regulacji regionalnych mamy do czynienia również w USA, gdzie część stanów wprowadziła własne, bardziej restrykcyjne niż na poziomie federalnym, przepisy.

W odniesieniu do obrotu produktami GM, największe znaczenie ma wymóg ich znakowania. Podstawą prawną jest dyrektywa 1830/2003. Wymóg znakowania pociąga za sobą duże konsekwencje dla produkcji i obrotu GMO. Według szacunków przeprowadzonych dla USA, w przypadku wprowadzenia wymogu segregacji i znakowania koszty z tego tytułu równoważyłyby korzyści osiągnane na etapie produkcji [9]. Wprowadzenie tego wymogu jest więc przedmiotem zrozumiałych kontrowersji.

Spory dotyczące znakowania GMO prowadzone są także na poziomie instytucji międzynarodowych [20]. Analizy teoretyczne wskazują, że rozbieżne stanowiska poszczególnych krajów w tym zakresie mogą być wytłumaczone odmiennymi uwarunkowaniami krajowymi. Kierując się kryterium równowagi Nasha, kraje byłyby bardziej skłonne wprowadzać wymóg etykietowania w warunkach wyższej awersji konsumentów do produktów GM, niskich kosztów segregacji i etykietowania, niskiej siły rynkowej branży biotechnologicznej, wysokiej kosztowej przewagi produkcji GM oraz słabszych praw własności intelektualnej [25]. Część opracowań teoretycznych zawiera opinie, że z punktu widzenia dobrobytu społecznego korzystniejszy jest system dobrowolnego znakowania produktów zawierających i wolnych od GMO [14]. Z kolei w innych pracach sugeruje się, że obligatoryjne znakowanie produktów zawierających GMO powinno być wprowadzane tam, gdzie proporcja konsumentów wykazujących awersję do takich produktów jest wysoka w relacji do konsumentów neutralnych względem produktów GM [6].

Szczegółowe regulacje dotyczące koegzystencji upraw tradycyjnych oraz GM dotyczą między innymi zasad rejestracji upraw GM, powiadamiania i uzgadniania z sąsiadami takiej uprawy, konieczności zachowania izolacji przestrzennej oraz wysiewania pasów izolacyjnych. Wywierają one znaczący wpływ na efekty ekonomiczne uprawy roślin GM. Obowiązek opracowania tych regulacji został scedowany w UE na poszczególne kraje członkowskie. W konsekwencji, propozycje krajowe wykazują duże, a nawet bardzo duże różnice. Przykładem są propozycje wymogów przestrzennej izolacji upraw GM od upraw tradycyjnych (tab. 2). Szczególnie wysokie wymagania zawiera polski projekt rozporządzenia w spra-

wie szczegółowych warunków uprawy roślin genetycznie zmodyfikowanych. Bardzo wysokie progi dotyczą zwłaszcza przestrzennej izolacji w stosunku do upraw konwencjonalnych. Przekraczają one też znacznie wielkości proponowane przez European Coexistence Bureau³.

Tabela 2

Proponowane wymogi przestrzennej izolacji uprawy odmian GM w wybranych krajach UE (odległość od upraw NGMO w metrach)^a

Kraj	Kukurydza	Rzepak	Burak cukrowy	Ziemniak
Holandia	25-250		1,5-3	3-10
Polska	500-1000	1000-2500	100-100	50-100
Czechy	70-200			10-20
Niemcy	150-300			
Dania	50-200		50	20
Szwecja	15-50			2
Słowacja	200-300	400-600	50	20

^a Niższe wielkości dotyczą izolacji względem upraw konwencjonalnych, wyższe względem upraw ekologicznych.

Wzrost wymogów odnośnie izolacji wpływa na wzrost kosztów ponoszonych przez rolników uprawiających odmiany GM. Wzrost ten może przekraczać osiągnięte przez producentów korzyści z uprawy odmian GM [18]. Zależy to m.in. od wielkości pól, płodozmianu, struktury produkcji. Zróżnicowanie uwarunkowań przyrodniczych, klimatycznych, technologii produkcji sprawia, że nie jest możliwa ani celowa unifikacja zasad izolacji przestrzennej. Trudno jednak w tej sytuacji uniknąć decyzji wynikających z nacisków różnych grup, będących zwoleńnikami bądź przeciwnikami upraw GM.

Wzrost kosztów *ex ante* powinien powodować spadek zobowiązań *ex post* z racji wypłaty odszkodowań za straty innych rolników, wynikające z zamieszania lub przekrzyżowania. Odszkodowania te mogą być wypłacane z różnych środków, co samo w sobie podlega regulacjom krajowym. Odpowiedzialność finansową mogą więc ponosić bezpośrednio rolnicy uprawiający odmiany GM, instytucje ubezpieczające te uprawy oraz instytucje publiczne, ściągające opłaty od rolników za uprawę odmiany GM.

GMO a ceny produktów rolnych

Powiązania pomiędzy cenami a uprawą odmian GM mają dwustronny charakter. Z jednej strony, uprawa takich odmian powinna wywierać wpływ na ceny poprzez efekt podaży. Z drugiej strony, ogólne uwarunkowania cenowe na ryn-

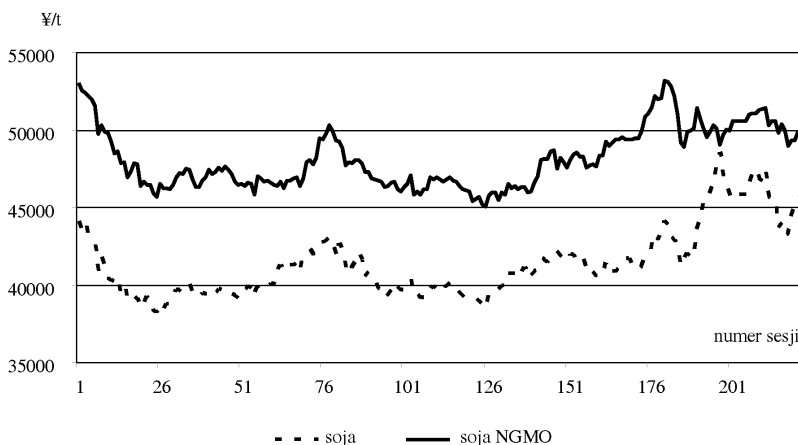
³ ECB proponuje dla kukurydzy na ziarno izolację 15-25 m w przypadku utrzymania domieszki GM w produkcie konwencjonalnym na poziomie 0,9%, oraz 18-180 m przy utrzymaniu domieszki poniżej 0,2%. Dystans ten można zmniejszyć o połowę w przypadku wysiewu na plantacjach GM pasów izolacyjnych z odmiany NGM.

ku produktów rolnych powinny wpływać na zachowania konsumentów oraz regulacje dotyczące rynku produktów GM. W warunkach rosnących cen produktów rolnych trudniej wprowadzać i utrzymywać silne restrykcje względem odmian GM, o ile uprawa tych odmian dawałaby wyraźne dodatnie efekty podażowe wpływając ujemnie na poziom cen.

Lata 1990-2009 określane są jako pierwsza generacja GMO. W okresie tym upowszechnieniu uległy przede wszystkim odmiany, w przypadku których dokonano modyfikacji cech mających znaczenie dla nakładów i kosztów produkcji (ang. *input properties*) [15]. Dotyczyły one przede wszystkim tolerancji na określony pestycyd (zazwyczaj Roundup), odporności na szkodniki lub obu tych cech łącznie. Odmiany o tego typu cechach stanowią niemal całość powierzchni upraw GM [13].

Wprowadzenie genów odporności na określony herbicyd miało na celu obniżenie kosztów ochrony poprzez wykorzystanie tańszych herbicydów. Konsekwencje produkcyjne innowacji drugiego typu są bardziej zróżnicowane i zależą m.in. od uwarunkowań ekonomicznych oraz przyrodniczych [26]. W wysoko rozwiniętych krajach strefy umiarkowanej wprowadzenie odmian z genem odporności na szkodniki spowodowało znaczący spadek zużycia środków ochrony roślin [8]. W uboższych krajach rozwijających się strefy tropikalnej i subtropikalnej spowodowało natomiast istotny wzrost plonów [21].

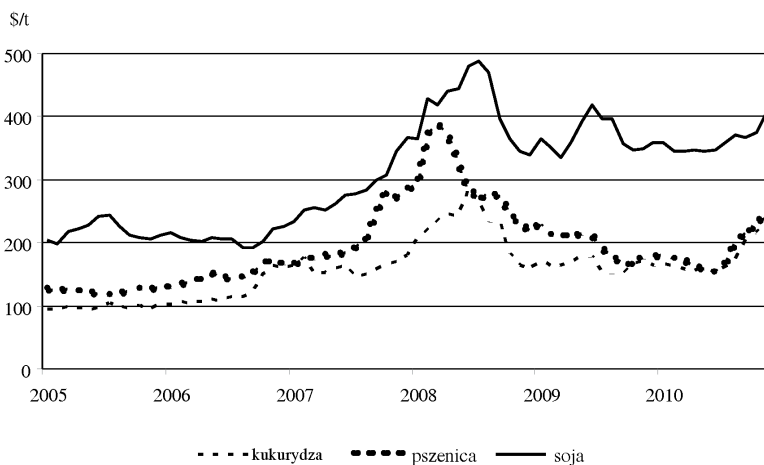
Konsekwencje cenowe upowszechnienia się odmian GM pierwszej generacji są jednoznacznie ujemne. Wynika to z nałożenia się dodatniego efektu podażowego i w najlepszym przypadku neutralnego, a zazwyczaj ujemnego efektu popytowego. Siła efektu popytowego jest zależna od bardzo odmiennych w różnych krajach preferencji konsumentów względem produktów zmodyfikowanych genetycznie i tradycyjnych [5]. Sugestie o ujemnym wpływie GMO pierwszej generacji na poziom cen potwierdzają dane rynkowe. Na przykład, na giełdzie Tokyo Grain Exchange ceny soi w kontraktach standardowych (obejmujących soję GM, a także nie segregowaną) są przeciętnie o kilkanaście procent niższe aniżeli ceny soi NGMO (rys. 3).



Rys. 3. Ceny soi w kontraktach terminowych na grudzień 2010 (notowania w 2010 r.)

Istotne zmiany, także w preferencjach konsumentów, może przynieść druga generacja GMO. W przypadku tej kategorii GMO modyfikacje dotyczą cech jakościowych produktu (ang. *output properties*). Nowe zmodyfikowane genetycznie odmiany mogą być więc pozbawione substancji szkodliwych dla zdrowia, a wzbogacone substancjami o wysokiej wartości mogą charakteryzować się przedłużoną trwałością (istotne np. w przypadku warzyw i owoców). Wyniki badań wskazują, że na rynkach, gdzie dotąd konsumenci wykazywali wysoki poziom awersji względem produktów zmodyfikowanych genetycznie, wprowadzenie GMO drugiej generacji może wyraźnie zwiększyć poziom akceptacji takich produktów [15].

Jeszcze większe zmiany wykraczające poza sferę tradycyjnej produkcji rolniczej powinna przynieść trzecia generacja GMO. Dotyczyć ma ona wytwarzania, w oparciu o zmodyfikowane genetycznie organizmy, produktów na potrzeby innych niż przemysł rolno-spożywczy branż. Przedmiotem zainteresowania jest m.in. produkcja – na bazie zmodyfikowanych roślin – enzymów i leków (*PMIPs – plant-made industrial products, PMPs – plant-made pharmaceutical*).



Rys. 4. Ceny eksportowe na rynku USA

Decyzje co do uprawy GMO mogą być uwarunkowane także tendencjami cenowymi na rynku produktów rolnych. W przeszłości obserwowano długookresowy spadkowy trend cen surowców rolnych. Po roku 2005r. ceny produktów rolnych zaczęły wyraźnie rosnać (rys. 4). Wzrost ten uwarunkowany jest wielorako. W części przyczyny leżą poza tym rynkiem i związane są z ogólną sytuacją makroekonomiczną, odpowiedzialną za wzrost cen wielu surowców. Jednak za wzrost ten odpowiedzialne są również wewnętrzne zmiany na międzynarodowych rynkach rolnych. Należy tu przede wszystkim wymienić wzrost popytu, wynikający ze wzrostu dochodów w krajach rozwijających się oraz rosnącej produkcji biopaliw. Kwestią dyskusyjną jest, czy i na ile wzrost cen utrzyma się w przyszłości. W warunkach rosnących cen produktów rolnych, ograniczenia wprowa-

dzane na produkcję GMO mogą być kwestionowane. Problem ten dotyczy nie tylko krajów o niskim poziomie dochodów, ale również krajów bogatych. Regulacje wprowadzane przez kraje bogate wpływają bowiem także na produkcję GMO w krajach ubogich, będących często eksporterami produktów rolnych.

Podsumowanie

Upowszechnianie się uprawy odmian zmodyfikowanych genetycznie jest jedną z najważniejszych innowacji w produkcji rolnej ostatniego dwudziestolecia. Skutki tej innowacji są wielorakie i bardzo trudne do precyzyjnego określenia. Przesłanki uprawy GMO są obecnie uwarunkowane czynnikami podażowymi, co może skłaniać do zbyt wczesnego wprowadzania takich odmian do praktyki. W związku z tym naturalne są decyzje poddania produkcji oraz obrotu produktami genetycznie zmodyfikowanymi regulacjom administracyjnym.

Obok preferencji konsumentów, regulacje wpływają w decydujący sposób na możliwości rozwoju rynku produktów zmodyfikowanych genetycznie. Wykorzystanie modeli ekonomicznych na potrzeby polityki regulacyjnej jest trudne, stwarza jednak możliwości określenia ekonomicznych skutków określonych decyzji.

Nacjonalizacja polityki regulacyjnej w krajach UE powoduje, że w ramach ogólnych regulacji unijnych poszczególne kraje podejmują własne szczegółowe regulacje. Dla takich krajów jak Polska, będąca relatywnie małym rynkiem, nie mającym istotnego wpływu na poziom cen międzynarodowych, stanowi to dodatkowe wyzwanie. Podejście bardziej liberalne niż w innych krajach może być utrudnione przez eksport produktów rolno-spożywczych oraz opór konsumentów, podejście nadmiernie restrykcyjne może obniżyć konkurencyjność krajowej produkcji oraz dobrobyt konsumentów. Silne przestrzenne zróżnicowanie polskiego rolnictwa utrudnia podejmowanie decyzji. W procesie decyzyjnym powinny być wykorzystywane analizy proponowane przez modele ekonomiczne, a przedmiotem badań powinno być możliwie dokładne oszacowanie parametrów wchodzących w skład tych modeli.

Literatura:

1. Arrow K.J., Cropper M.L., Eads G.C., Hahn R.W., Lave L.B., Noll R.G., Portney P.R., Russell M., Schalensee R., Smith V.K., Stavins R.N.: Benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation. American Enterprise Institute. The Annapolis Center. Resource for the Future, 1996.
2. Arrow K.J., Fisher A.: Environmental preservation, uncertainty, and irreversibility. Quarterly Journal of Economics, No 88, 1974.
3. Aslaksen I., Myhr A.I.: The Worth of a wildflower: precautionary perspectives on the environmental risk of GMOs. Ecological Economics, No 60, 2007.
4. Beckmann V., Soregaroli C., Wessler J.: Coexistence rules and regulations in the EU. American Journal of Agricultural Economics, No 88, 2006.
5. Bredahl L.: Determinants of consumer attitudes and purchase intentions with regard to genetically modified food. Results of a cross-national survey. Journal of Consumer Policy, No 24, 2002.

6. Crespi J.M., Marette S.: "Does contain" vs. "does not contain": does it matter which GMO label is used? *European Journal of Law and Economics*, No 16, 2003.
7. Farrow S.: Using risk assessment, benefit-cost analysis, and real options to implement precautionary principle. *Risk Analysis*, No 24, 2004.
8. Frisvold G.B., Sullivan J., Ranese A.: Genetic improvement in major US crops: the size and distribution of benefits. *Agricultural Economics*, No 28, 2003.
9. Furtan W.H., Gray R.S., Holzman J.J.: The optimal time to license a biotech lemon. *Contemporary Economic Policy*, No 21, 2003.
10. Gollier C., Streich N.: Decision-making under scientific uncertainty: the economics of the precautionary principle. *The Journal of Risk and Uncertainty*, No 27, 2003.
11. Harhoff D., Regibeau P., Rockett K.: Genetically modified food. Evaluating the economic risks. *Economic Policy*, October, 2001.
12. Henry C.: Investment decisions under uncertainty: the irreversibility effect. *American Economic Review*, 64, 1974.
13. James C.: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2006. ISAAA, No 35.
14. Lapan H.E., Moschini G.: Innovation and trade with endogenous market failure: the case of genetically modified products. *American Journal of Agricultural Economics*, No 86, 2004.
15. Le Marre K.N., Witte C.L., Burkink T.J., Grunhagen M., Wells G.J.: A second generation of genetically modified food: American versus French perspectives. *Journal of Food Products Marketing*, No 13, 2007.
16. Lipton M.: Plant breeding and poverty: can transgenic seeds replicate the "green revolution" as a source of gains for the poor? *Journal of Development Studies*, No 43, 2007.
17. Mayer S., Stirling A.: Finding a precautionary approach to technological developments? Lessons from evaluation of GM crops. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, No 15, 2002.
18. Messean A., Angevin F., Gomez-Barbera M., Menrad K., Rodriguez-Cerezo E.: New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture. European Commission. Joint Research Centre. 2006.
19. O'Neill J., Spash C.L.: Conceptions of value in environmental decision-making. *Environmental Values*, No 9, 2000.
20. Post D.L.: The precautionary principle and risk assessment in international food safety: how the World Trade Organization influences standards. *Risk Analysis*, No 5, 2006.
21. Quaim M., Zilberman D.: Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science*, No 299, 2003.
22. Sandin P.: Dimensions of the precautionary principle. *Human and Ecological Risk Assessment*, No 5, 1999.
23. Soma K.: *Natura economica* in environmental valuation. *Environmental Values*, No 15, 2006.
24. Turvey C.G., Mojduszka E.M.: The precautionary principle and the law of unintended consequences. *Food Policy*, No 30, 2005.
25. Veysièrè L., Giannakas K.: Strategic labeling and trade of GMOs. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, vol. 4, art. 1, 2006.
26. Zilberman D., Ameden H., Graff G., Quaim M.: Agricultural biotechnology: productivity, biodiversity, and intellectual property rights. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, vol. 2, art. 3, 2004.

