

Lukasz Abramczuk, Magdalena Czulowska

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie

PORÓWNANIE OPŁACALNOŚCI PRODUKCJI KUKURYDZY GENETYCZNIE ZMODYFIKOWANEJ I KONWENCJONALNEJ

COMPARISON OF PROFITABILITY OF GENETICALLY MODIFIED CORN AND CONVENTIONAL

Słowa kluczowe: kukurydza zmodyfikowana genetycznie, koszty, nadwyżka bezpośrednia

Key words: genetically modified corn, costs, gross margin

Abstrakt. Przeanalizowano dane z ośrodków naukowych w USA i Ministerstwa Rolnictwa Kanady o kosztach uprawy kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie (Roundup Ready) oraz wyniki badań przeprowadzonych w Hiszpanii nad uprawą kukurydzy z genem Bt. Oszacowano, że kukurydza Bt w polskich warunkach może dać nadwyżkę bezpośrednią o około 17% wyższą od kukurydzy konwencjonalnej.

Wstęp

Organizmy genetycznie zmodyfikowane (GMO) to organizmy, w których materiał genetyczny został zmieniony przez człowieka w celowy sposób, przez krzyżowanie lub naturalną rekombinację dowolnego genu pochodzącego z innego organizmu, z genomem modyfikowanego organizmu (Ustawa z 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie modyfikowanych... 2001).

Postępujący w zawrotnym tempie rozwój upraw zmodyfikowanych genetycznie, stał się w ostatnim dziesięcioleciu jedną z najważniejszych innowacji technologicznych światowego rolnictwa. Pierwszą roślinę genetycznie zmodyfikowaną wprowadzono do obrotu w 1996 r. Od tego czasu systematycznie powiększa się powierzchnia ich uprawy. W ciągu pierwszych 10 lat, areal uprawy tych roślin wzrósł do 500 mln ha, a już w 2010 roku wynosił 1 mld ha. W 2010 r. rośliny transgeniczne były uprawiane w 29 krajach. Liderem były Stany Zjednoczone, gdzie na powierzchni 66,8 mln ha uprawiano aż osiem gatunków: kukurydzę, dynię, bawełnę, soję, buraki cukrowe, lucernę, rzepak i papaję [International Service... 2010].

Jednym z powodów szybkiego upowszechnienia się upraw transgenicznych była ich wyższa dochodowość. Według ankiety USDA (*United States Department of Agriculture*) przeprowadzonej w 1997 r., na którą powołuje się Komisja Europejska (KE) [EC Directorate-General for Agriculture 2000], 50-75% rolników jako podstawowy powód uprawy roślin zmodyfikowanych genetycznie wymieniało wzrost plonów, natomiast dla 20-40% respondentów drugim ważnym powodem była redukcja kosztów. Według badań KE za najważniejsze korzyści z uprawy GMO należy uznać wzrost plonowania, zmniejszenie liczby zabiegów ochronnych oraz mniejszą pracochłonność uprawy, szczególnie w przypadku odmian odpornych na herbicydy. W średnioterminowej perspektywie sytuacja ta powinna skutkować spadkiem kosztów pracy oraz wzrostem jej wydajności, natomiast w dłuższej perspektywie może mieć wpływ na restrukturyzację gospodarstw.

Badania roślin GM na świecie nie są zbyt rozpowszechnione, a faktyczna opłacalność ich uprawy – w porównaniu do odmian konwencjonalnych – może być właściwie oceniona na podstawie kilku lat komercyjnej uprawy. Wynika to m.in. z faktu, że na poziom opłacalności wpływ ma wiele czynników, szczególnie roczne wahania plonów i cen, znaczny wpływ może wywierać także popyt na te produkty.

Celem badań była ocena opłacalności uprawy kukurydzy genetycznie zmodyfikowanej i konwencjonalnej w warunkach polskich. Pokazano poziom i kierunek zmiany kosztów bezpośrednich oraz uzyskanej nadwyżki bezpośredniej.

Material i metodyka badań

W pracy wykorzystano dane pochodzące z Uniwersytetu Missouri i Uniwersytetu Clemson w USA. Ośrodki te prowadzą badania i co roku publikują informacje o kosztach uprawy organizmów GM jak i konwencjonalnych. Podobne badania przeprowadzono także w Kanadzie przez Ministerstwo Rolnictwa, Żywności i Spraw Wsi. Gatunkiem najczęściej badanym była kukurydza GM, o typie modyfikacji *Roundup Ready* (tzn. miała odporność na herbicydy).

W Unii Europejskiej (UE) do obrotu została wprowadzona również kukurydza Bt (*Bacillus thuringiensis*), którą objęto badaniami w Hiszpanii, na zlecenie Dyrekcji Generalnej ds. Rolnictwa KE. Ze względu na rozpowszechnienie uprawy kukurydzy w Polsce, dużą wartość poznawczą mają tendencje, które zaobserwowano przez porównanie wyników uprawy kukurydzy GM względem uprawy konwencjonalnej w tych ośrodkach. Ponadto, wykorzystując wskaźniki zmian zaobserwowane w Hiszpanii (porównując kukurydzę Bt do konwencjonalnej) oszacowano wyniki dla kukurydzy Bt w polskich warunkach. Badania te przeprowadzono na podstawie danych o kukurydzy zebranych w 2008 r. w ramach systemu Zbierania Danych o Produktach Rolniczych AGROKOSZTY.

Wyniki badań

Liderem w dziedzinie uprawy i różnych badań roślin GM są Stany Zjednoczone. W UE badania rzadko koncentrują się na klimatyczno-przyrodniczych i ekonomicznych aspektach uprawy GMO. Najwięcej badań przeprowadza się w Hiszpanii, skupiają się one głównie na kukurydzy i stanowią ok. 2/3 wszystkich przeprowadzanych. W Polsce badania dotyczące GMO są prowadzone na małą skalę [Sere-mak-Bulge i in. 2006].

W tabeli 1 pokazano poziom wybranych kosztów uprawy kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie odpornej na herbicydy (*Roundup Ready*) oraz kukurydzy konwencjonalnej. Obliczenia wykonano na podstawie danych prezentowanych przez jednostki naukowe ze Stanów Zjednoczonych oraz Ministerstwo Rolnictwa w Kanadzie. Prezentowane dane wskazują, że koszt materiału siewnego kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie w porównaniu do kukurydzy konwencjonalnej jest znacznie wyższy. Różnica wynosiła od 11,6% w Kanadzie do 36,8% według badań Uniwersytetu Missouri w USA. Znacznie wyższy koszt materiału siewnego kukurydzy GM wynika głównie z technologicznego ulepszenia nasion. Dodatkowym czynnikiem podnoszącym koszt materiału siewnego jest brak wspólnego rynku nasion GM i konwencjonalnych. Należy przypuszczać, że znaczny wpływ na koszt nasion GM ma również fakt ich opatentowania, w związku z tym rolnicy mają małe możliwości wyboru kontrahentów, u których mogliby kupić nasiona.

Warto zauważyć, że koszt nawozów zarówno przy uprawie kukurydzy GM, jak i konwencjonalnej kształtował się na takim samym poziomie. Znaczącej zmianie i to różnokierunkowej podlegał zaś koszt herbicydów. W przypadku kukurydzy GM – według badań Uniwersytetu w Missouri i Ministerstwa Rolnictwa Kanady – był on niższy w porównaniu do kukurydzy konwencjonalnej odpowiednio o 35,1 i 76,5%. Natomiast badania przeprowadzone przez Uniwersytet Clemson wskazują na wzrost kosztów o 81,1%.

Koszty zmienne ogółem w tych trzech ośrodkach podlegały niewielkim wahaniom. W Stanach Zjednoczonych koszty kukurydzy GM w porównaniu do konwencjonalnej były nieznacznie wyższe (o 1,8 i 5,3%), natomiast w Kanadzie niższe (o 6,3%). W związku z tym trudno jednoznacznie stwierdzić, czy uprawa kukurydzy GM wiąże się z niższymi kosztami i wyższą opłacalnością.

Tabela 1. Wybrane składniki kosztów i koszty zmienne ogółem uprawy kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie i konwencjonalnej w Stanach Zjednoczonych w roku 2010 i 2011 oraz w Kanadzie w 2010 r.

Table 1. Selected production costs and total variable cost of genetically modified and conventional corn in the United States in 2010 and 2011 and in Canada in 2010

Wyszczególnienie/ Specification	Koszty uprawy kukurydzy GM [USD/akr]/Costs of GM [USD/acr]								
	Uniwersytet Missouri – USA/ University of Missouri (2011)			Uniwersytet Clemson – USA/ Clemson University (2010)			Ministerstwo Rolnictwa, Żywności i Spraw Wsi – Kanada/Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ontario, Canada		
	kukurydza/ corn		relacja A/B/A/B ratio [%]	kukurydza/ corn		relacja A/B/A/B ratio [%]	kukurydza/ corn		relacja A/B/A/B ratio [%]
	A*	B		A	B		A	B	
Materiał siewny/Seed	78,00	57,00	136,8	76,68	67,08	114,3	89,30	80,00	111,6
Nawozy/Fertilizer	170,00	170,00	100,0	157,40	157,40	100,0	97,00	97,00	100,0
Herbicydy/Herbicides	24,00	37,00	64,9	30,70	16,95	181,1	11,00	46,90	23,5
Ogółem koszty zmienne/ Total variable cost	468,75	460,51	101,8	420,36	399,38	105,3	404,20	431,25	93,7

* A – kukurydza GM *Roundup Ready*/GM Corn *Roundup Ready*, B – kukurydza konwencjonalna/*conventional corn*

Źródło: opracowanie własne na podstawie [University of Missouri 2012a,b, Clemson University 2011a,b, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2010]

Source: own study on the basis of [University of Missouri 2012a,b, Clemson University 2011a,b, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2010]

Podobne badania mające na celu porównanie wyników kukurydzy GM i konwencjonalnej prowadzone są również w UE. W tabeli 2 na podstawie badań przeprowadzonych w Hiszpanii przedstawiono średni plon kukurydzy z genem odporności na szkodniki (Bt) oraz kukurydzy konwencjonalnej. Relacja tych dwóch wielkości wyrażona w procentach wskazuje na niewielką przewagę kukurydzy Bt, średnio w latach badań (2002-2004) o 4,7%. Natomiast jeśli rozpatrywać osobno każdy rok to trzeba zauważyć, że plon kukurydzy Bt przewyższał poziom plonu odmiany konwencjonalnej od 4,0 do 5,4%.

Znacznie większe zróżnicowanie widoczne jest, jeżeli podda się ocenie poziom plonu w trzech prowincjach Hiszpanii (tab. 3). W 2003 r. w prowincji Albacete plon kukurydzy Bt był nawet niższy od odmiany konwencjonalnej o 1,3%. W pozostałych analizowanych przypadkach wyniki produkcyjne kukurydzy Bt były korzystniejsze (od 0,5 do 12,1%). Uwagę zwracają wyniki w prowincji Saragossa, w której nadwyżka plonu kukurydzy Bt nad konwencjonalną była najwyższa, wynosiła od 10,9 do 12,1%. Zmienność wyników pomiędzy prowincjami mogła być spowodowana np.: różnicą w technice uprawy, specyficznymi warunkami klimatycznymi i glebowymi. Powodem mogło być także większe nasilenie występowania szkodników, co przyczyniło się do spadku plonu kukurydzy konwencjonalnej.

W tabeli 4 zaprezentowano wyniki obliczeń, które bardziej precyzyjnie charakteryzują uprawę kukurydzy Bt w porównaniu do tej konwencjonalnej. Odzwierciedlają one średni poziom badanych zmiennych w Hiszpanii oraz w trzech prowincjach.

Z przeprowadzonego badania wynika, że w Hiszpanii wartość produkcji towarowej kukurydzy Bt – w porównaniu do tej konwencjonalnej – była średnio o 101,52 euro/ha wyższa. Jednak różnice te wahają się w zależności od prowincji. Najniższy wzrost zanotowano w Albacete (o 4,77 euro/ha), natomiast najwyższy w Saragossie (o 142,71 euro/ha). Najprawdopodobniej przyczyniła się do tego wyższa cena sprzedaży, a w prowincji Saragossa również największy wzrost plonu (o 1,1 dt/ha).

Mimo iż liczba producentów i dostawców nasion roślin GM jest ograniczona, to koszt materiału siewnego wykazuje znaczne zróżnicowanie pomiędzy prowincjami. Najwyższy wzrost zaobserwowano w Saragossie (gdzie kukurydza Bt dawała również największy wzrost plonowania), a najniższy w Albacete (gdzie wzrost plonu był najniższy).

Tabela 4. Koszty, wartość produkcji i nadwyżka bezpośrednia z uprawy kukurydzy Bt w porównaniu do konwencjonalnej w Hiszpanii oraz trzech jej prowincjach w latach 2002-2004

Table 4. The comparison of costs, sales, and gross margin for Bt corn and conventional corn using the 2002-2004 weighted average for Spain and its three provinces

Wyszczególnienie/Specification	Średnia ważona dla kraju/ National weighted average	Albacete	Lleida	Saragossa
Wzrost plonowania/Yield increase [t/ha]	0,78	0,04	0,73	1,10
Wzrost produkcji towarowej/ Sales increase [EUR/ha]	101,52	4,77	95,23	142,71
Wzrost kosztu materiału siewnego/ Seed cost increase [EUR/ha]	29,17	6,96	28,79	37,79
Spadek kosztu pestycydów/ Pesticide cost saving [EUR/ha]	12,50	9,50	4,50	20,05
Wzrost nadwyżki bezpośredniej/ Gross margin increase [EUR/ha]	84,84	7,28	70,90	124,90

Źródło/Source: Gómez-Barbero, Rodríguez-Cerezo 2007

Tabela 2. Średni plon kukurydzy GM-Bt i konwencjonalnej w Hiszpanii w latach 2002-2004
Table 2. The average yield of GM-Bt and conventional corn in Spain in 2002-2004

Rok/Year	Plon kukurydzy/ Yield of corn [t/ha]		Relacja C/D/C/D ratio [%]
	GM-Bt (C)	Konwencjonalna/ Conventional (D)	
2002	11,67	11,07	105,4
2003	11,14	10,64	104,7
2004	11,48	11,04	104,0
Średnio/ Average w 2002-2004/	11,43	10,92	104,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Gómez-Barbero, Rodríguez-Cerezo 2007]

Source: own study based on [Gómez-Barbero, Rodríguez-Cerezo 2007]

Tabela 3. Relacja plonu kukurydzy GM-Bt do konwencjonalnej w trzech prowincjach Hiszpanii w latach 2002-2004

Table 3. The relationship of GM-Bt corn and conventional corn yield in three provinces of Spain in 2002-2004

Rok/Year	Albacete	Lleida	Saragossa
2002	101,8	110,0	112,1
2003	98,7	104,3	110,9
2004	100,5	103,7	111,6

Źródło/Source: Gómez-Barbero i in. 2008

Tabela 5. Szacunek nadwyżki bezpośredniej dla uprawy kukurydzy Bt i konwencjonalnej w warunkach polskich na podstawie danych z 2008 r.**Table 5. Estimation of gross margin for Bt and conventional corn in Polish conditions based on data from 2008**

Wyszczególnienie/Specification	GM-Bt F	Konwencjonalna/ Conventional G	Relacja F/G/ F/G ratio [%]
Plon/Yield [t/ha]	7,71	7,37	104,6
Materiał siewny/Seed [EUR/ha]	129	113	114,1
Nawożenie/Fertilizers [EUR/ha]	242	242	100,0
Środki ochrony roślin/Crop protection [EUR/ha]	14	43	31,8
Razem koszty bezpośrednie/Total direct costs [EUR/ha]	511	524	97,5
Nadwyżka bezpośrednia/Gross margin [EUR/ha]	361	309	116,9

* do przeliczenia zł na euro zastosowano średni kurs w 2008 r. według Europejskiego Banku Centralnego, 1 euro = 3,5121 PLN/ 1 EUR = 3,5121 PLN according to European Central Bank

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Jedną z zalet badanej odmiany kukurydzy GM jest zwiększona odporność na szkodniki, co skutkuje niższymi kosztami ochrony. Jednak badania wykazały, że wpływ tej cechy jest bardzo zróżnicowany. W Saragossie koszt pestycydów był niższy w porównaniu do kukurydzy konwencjonalnej o 20,05 euro/ha, natomiast w prowincji Lleida tylko o 4,5 euro/ha.

Powyższe czynniki miały duży wpływ na poziom nadwyżki bezpośredniej. Średnio w Hiszpanii nadwyżka z kukurydzy Bt przewyższała poziom uzyskany z kukurydzy konwencjonalnej o 84,84 euro/ha. Należy jednak zauważyć, że podobnie jak w przypadku wcześniej analizowanych wyników, wzrost ten różnił się w prowincjach. Najwyższy wzrost zanotowano w Saragossie (o 124,90 €/ha), a najniższy w Albacete (o 7,28 euro/ha).

W Polsce dotychczas nie zostały przeprowadzone badania polowe mające na celu określenie wyników ekonomicznych uprawy roślin GM. Dlatego wykorzystano wyniki badań w Hiszpanii. Po zastosowaniu określonych wskaźników zmian charakteryzujących uprawę kukurydzy Bt w odniesieniu do uprawy konwencjonalnej, wykonano kalkulację prezentującą wyniki uprawy kukurydzy Bt w polskich warunkach (tab. 5). Rachunek ten wykonano na podstawie danych charakteryzujących uprawę kukurydzy w 53 gospodarstwach celowo wybranych do badań. Średnia powierzchnia uprawy kukurydzy wynosiła 23,64 ha.

Z tabeli 5 wynika, że z uprawy kukurydzy Bt w porównaniu do kukurydzy konwencjonalnej uzyskano plon o 4,6% wyższy. Natomiast koszty bezpośrednie były niższe o 2,5%, co wynikało ze spadku o 68,2% kosztu środków ochrony roślin. Pomimo tak dużej redukcji, ich wpływ na poziom kosztów bezpośrednich był niewielki, ponieważ w strukturze stanowiły tylko 8,2%. W rezultacie nadwyżka bezpośrednia uzyskana z kukurydzy Bt w porównaniu do konwencjonalnej była wyższa o 16,9%, przy założeniu, że cena ziarna była jednakowa. Należy jednak nadmienić, że przedstawione w tabeli 5 wyniki dla kukurydzy Bt i konwencjonalnej są jedynie szacunkowe, a celem badań było pokazanie kierunku zmian.

Podobne badania, chociaż dotyczące kukurydzy z innym typem modyfikacji (*Roundup Ready*), przeprowadzili Brooks i Anioł [2005]. Na ich wyniki powołują się także Seremak-Bulge i współautorzy [2006]. Z badań tych wynika, że w Polsce w przypadku uprawy kukurydzy *Roundup Ready* nadwyżka bezpośrednia może wzrosnąć o około 37%. Jest to wynik wzrostu plonu o około 3% oraz obniżenia kosztów środków ochrony roślin o około 20%.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że odmiany kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie, zarówno Bt, jak i *Roundup Ready*, dają wyższe plony w porównaniu z kukurydzą konwencjonalną. Koszty bezpośrednie uprawy kukurydzy GM były na podobnym poziomie. W zależności od ośrodka, w którym przeprowadzano badania, były one wyższe lub niższe od uprawy odmian konwencjonalnych. Na poziomie nadwyżki bezpośredniej lepsze wyniki daje uprawa kukurydzy GM, głównie dzięki wyższemu plonom, które stymulują wzrost wartości produkcji. W polskich warunkach przy uprawie kukurydzy Bt można się spodziewać wzrostu plonu o około 5%, redukcji kosztów bezpośrednich ogółem o około 3%, w tym spadku o około 68% kosztów poniesionych na ochronę roślin. Nadwyżka bezpośrednia może wzrosnąć o prawie 17%. Podobne wnioski wyciągnął Zieliński [2009] na temat opłacalności uprawy GMO w gospodarstwach zbożowych. W opracowanym przez niego modelu tradycyjne gospodarstwo osiągało gorsze wyniki ekonomiczne w porównaniu z gospodarstwem uprawiającym rośliny GM. Jednak różnica w wartości nadwyżki bezpośredniej nie była znaczna i wynosiła około 3% w przypadku uprawy kukurydzy i około 2% przy uprawie rzepaku.

Wyniki przeprowadzonych badań nie są jednoznaczne i powinno się je traktować z pewną dozą ostrożności. Pokazują możliwy kierunek zmian, jednak dynamika zmian może być różna w zależności od specyficznych warunków, w jakich prowadzona jest uprawa.

Literatura

- Brooks G., Aniol A.** 2005: Wpływ użytkowania roślin genetycznie zmodyfikowanych na produkcję roślinną w Polsce. *Biotechnologia*, 1.
- Clemson University 2011a: [www.clemson.edu/extension/aes/budgets/agronomy/cornrr.pdf], odczyt 02.01.2012.
- Clemson University 2011b: [www.clemson.edu/extension/aes/budgets/agronomy/cornno.pdf], odczyt 02.01.2012.
- European Commission Directorate-General for Agriculture. 2000: Economic Impacts of Genetically Modified Crops on the Agri-Food Sector. [www.ec.europa.eu/agriculture/publi/gmo/cover.htm], odczyt 15.12.2011.
- Gómez-Barbero M., Berbel J., Rodríguez-Cerezo E.** 2008: Adoption and performance of the first GM crop introduced in EU agriculture: Bt maize in Spain, European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies.
- Gómez-Barbero M., Rodríguez-Cerezo E.** 2007: GM crops in EU agriculture Case study for the BIO4EU project, EUROPEAN COMMISSION DG JRC Institute for Prospective Technological Studies Sustainability in Agriculture, Food and Health Unit.
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications 2010: [www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp], odczyt 17.06.2011.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 2010: Field crop budgets, Publication 60, Onatrio, [www.ontra.on.ca/library/repository/ser/64081/2010.pdf], odczyt 15.12.2011.
- Seremak-Bulge J., Hryszko K., Józwiak W., Urban R.** 2006: Rośliny genetycznie zmodyfikowane uwarunkowania ekonomiczne i prawne w Polsce. Izba Gospodarcza Handlowców, Przetwórców Zbóż i Producentów Pasz, Warszawa, 25-29.
- University of Missouri 2012a: [www.extension.missouri.edu/seregion/Crop_Budgets_PDF&Excell/NonGMO_Corn.pdf], odczyt 02.01.2012.
- University of Missouri 2012b: [www.extension.missouri.edu/seregion/Crop_Budgets_PDF&Excell/GMO_Corn.pdf], odczyt 02.01.2012.
- Ustawa z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych. Dz.U. z 2001 r. Nr 76, poz. 811 z późn. zm.
- Zieliński M.** 2009: Ekonomiczne skutki zakazu uprawy roślin genetycznie zmodyfikowanych w gospodarstwach zbożowych. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 4, IERiGŻ-PIB, Warszawa, 126-135.

Summary

Results lead to the conclusion that genetically modified corn, both Bt and Roundup Ready yield higher than the conventional corn. Direct costs of genetically modified and conventional corn are similar. Depending on the research report they are either higher or lower: Growing genetically modified corn generates higher gross margin, mainly due to higher yields per hectare, and, therefore, increases the value of production. Zieliński draws similar conclusions about the profitability of GM crops on grain farms. According to the model results, the conventional farm performed worse in economic terms than a farm growing GM crops.

Adres do korespondencji:

mgr Łukasz Abramczuk, mgr Magdalena Czułowska
Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB
ul. Świętokrzyska 20
00-002 Warszawa
tel. (22) 505 44 72, (22) 505 45 87
e-mail: magdalena.czulowska@ierigz.waw.pl, lukasz.abramczuk@ierigz.waw.pl