

Zastosowanie pasz z roślin genetycznie modyfikowanych w żywieniu świń

Ewa Hanczakowska

*Instytut Zootechniki – PIB, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
32-083 Balice k. Krakowa*

Od tysięcy lat człowiek ulepszał uprawiane przez siebie gatunki roślin, starając się na drodze selekcji otrzymać odmiany wydajniejsze w uprawie, odporne na niesprzyjające warunki klimatyczne i dające lepsze plony. Był to proces powolny i w miarę naturalny, bez bezpośredniej ingerencji w materiał genetyczny.

Rozwój inżynierii genetycznej, poprzez ingerencję w genotyp roślin, umożliwił zmianę ich odporności na różnorodne zagrożenia, a także modyfikację wartości użytkowej otrzymanych produktów. Jednakże, zdaniem znawców ochrony środowiska, oprócz tych pozytywnych zmian działania takie niosą ze sobą realne zagrożenia. Wymienia się tu m.in. oddziaływanie toksyczne na pożyteczne owady, niekorzystny wpływ na ekosystem glebowy, spadek bioróżnorodności i inne (Greenpeace, 2005).

Ponieważ genetycznie modyfikowane rośliny są stosowane od niedawna, a równocześnie problem ten pośrednio i bezpośrednio dotyczy produktów spożywczych dla ludzi, wszelkie prace dotyczące tego tematu budzą gwałtowne kontrowersje. W dyskusjach często fakty przedstawiane są w sposób stronniczy. Tak np., cytowane przez wspomniany wyżej raport Greenpeace wyniki Lappégo i in. (1999), wskazujące na obniżony poziom fitoestrogenów w nasionach genetycznie modyfikowanej soi Roundup Ready, skomentowano jako spadek zawartości substancji, w przypadku których sądzi się, „że mają pozytywny efekt zdrowotny”. Tymczasem, choć prawdopodobnie mogą one przeciwdziałać pewnym formom nowotworów, od dawna znany jest fakt, że powodują poważne zakłócenia w rozrodzie zwierząt i ludzi (Salunkhe i in., 1989).

Należy również zdać sobie sprawę z faktu, że przy normalnym żywieniu spożycie zmodyfikowanego DNA przez zwierzęta gospodarskie jest niewielkie. Obliczono, że krowa mleczna o wadze 600 kg, otrzymująca zmodyfikowaną kukurydzę Bt w ilości 40% dawki jako ziarno, a 20% jako kiszonkę, pobiera dziennie około 600 mg roślinnego DNA, w tym mniej niż 3 µg stanowi DNA transgeniczne (Beever i Kemp, 2000). W przypadku świń ilość ta musi być znacznie mniejsza.

Według Jonasa i in. (2001), nawet jeśli w przyszłości po zastosowaniu niedostępnych dziś metod uda się stwierdzić w produktach zwierzęcych pozostałości wprowadzonego zmodyfikowanego DNA, to nie będzie się on zasadniczo różnił od kwasów nukleinowych już obecnych w żywieniu, a które najwyraźniej są bezpieczne.

Celem tego artykułu jest omówienie przeprowadzonych dotychczas eksperymentów na trzodzie chlewnej z udziałem pasz zawierających produkty roślinne GMO, a mających na celu określenie parametrów produkcyjnych, zdrowotności zwierząt, ewentualnego zagrożenia dla środowiska oraz jakości otrzymanego produktu.

Przy wprowadzaniu nowych pasz dla trzody chlewnej często przeprowadza się wstępne testy na szczurach laboratoryjnych. Próby takie są mniej kosztowne, a mogą być źródłem porównywalnych danych, jeśli chodzi o wartość pokarmową paszy i zdrowie zwierząt. Badania takie przeprowadzili Hammond i in. (2004) na 400 szczurach, wprowadzając do dawek doświadczalnych 11 lub 30% kukurydzy zmodyfikowanej w kierunku odporności na popularny herbicyd Roundap (kukurydza Roundap Ready).

Ogólne zdrowie, spożycie paszy, przyrosty, wskaźniki kliniczne – hematologia i badanie moczu, masa oraz makroskopowa i mikroskopowa analiza poszczególnych organów i tkanek były porównywalne u zwierząt doświadczalnych i kontrolnych, żywionych kukurydzą standardową. Na tej podstawie autorzy wnioskują, że zmodyfikowana kukurydza jest równie bezpieczna i ma taką samą wartość odżywczą jak odmiany handlowe.

Inną odmianę zmodyfikowanej kukurydzy o wprowadzonym z *Bacillus thuringiensis* (Bt) genie odpowiadającym za wytwarzanie toksyny przeciw omacnicy prosowiance (*Ostrinia nubilalis*) testowali na świniach Reuter i in. (2002). Paszowa dawka kontrolna oparta była na ziarnie linii rodzicielskiej. W obu liniach oznaczano podstawowy skład chemiczny, zawartość skrobi, cukrów, polisacharydów nieskrobiowych, aminokwasów, kwasów tłuszczowych i wybranych związków mineralnych w ziarnie. Dla uzyskania wyraźnego efektu dawki zawierały 70% obydwu rodzajów kukurydzy. Wszystkie mierzone parametry były niemal identyczne dla obu linii (np. zawartość białka 11,59 i 11,06%, a jego strawność 85,8 i 86,1%; zawartość energii metabolicznej 15,7 i 15,8 MJ/kg s.m.). Zdaniem autorów, z żywieniowego punktu widzenia zmodyfikowana kukurydza była w pełni porównywalna z linią rodzicielską.

Tę samą linię zmodyfikowanej kukurydzy (Bt) porównywano z linią konwencjonalną w doświadczeniu żywieniowym na świniach (Klotz i in., 2004). Oznaczano degradację DNA paszy w treści żołądka oraz w jelicie cienkim, a następnie możliwość transferu genów z chloroplastów, genów specyficznych dla kukurydzy i genu specyficznego dla linii Bt do różnych organów zwierząt (krwi, mięśni, wątroby, śledziony i węzłów chłonnych). Krótkie fragmenty DNA chloroplastów wykrywano w treści jelitowej do 12 godzin po ostatnim karmieniu. Jednak, ani DNA specyficznego dla chloroplastów, ani fragmentów genów specyficznych dla zmodyfikowanej kukurydzy nie znaleziono w żadnym z badanych organów.

Nieco odmienne wyniki uzyskano we Włoszech. Mazza i in. (2005) oznaczali zawartość roślinnego DNA we krwi, śledzionie, wątrobie, nerkach i mięśniach prosiąt karmionych kukurydzą konwencjonalną lub genetycznie zmo-

dyfikowaną (MON810). We wszystkich badanych próbkach, z wyjątkiem mięśni, znaleziono fragmenty specyficznych genów kukurydzy. U zwierząt otrzymujących kukurydzę transgeniczną wykryto małe fragmenty zmodyfikowanego genu we krwi, wątrobie, śledzionie i nerkach. W żadnej z tkanek nie stwierdzono natomiast obecności nienaruszonego genu. Analiza statystyczna nie wykazała różnic w częstotliwości występowania roślinnego DNA w tkankach pomiędzy zwierzętami otrzymującymi kukurydzę konwencjonalną a zwierzętami otrzymującymi transgeniczną, co zdaniem autorów wskazuje, że transfer DNA może zachodzić niezależnie od źródła i typu genu. Wydaje się więc nieprawdopodobne, by transfer genetyczny w tkankach zwierząt był w przypadku roślin GM wyższy niż w przypadku roślin konwencjonalnych.

W doświadczeniu Reutera i Aulrich (2003) przeprowadzonym na 48 tucznikach żywionych zmodyfikowaną kukurydzą Bt (od 24 do 108 kg masy ciała) stwierdzono obecność rekombinowanego DNA w treści jelita w czasie do 48. godziny po ostatnim karmieniu. Nie wykryto go jednak w żadnej z badanych tkanek.

Żadnych różnic we wskaźnikach produkcyjnych świń nie stwierdzili także Paterson i in. (2003), porównując w dawce pokarmowej konwencjonalną i zmodyfikowaną (RR) pszenicę.

Soja jest najważniejszym źródłem białka w żywieniu świń. Już w roku 2001 około 70% soi uprawianej w Stanach Zjednoczonych stanowiła zmodyfikowana genetycznie linia Roundap Ready (Faust, 2002). Jest to równocześnie najbardziej rozpowszechniona na świecie roślina uprawna zmodyfikowana genetycznie (Chen i in., 2005). Linia ta posiada wbudowany do genomu gen pochodzący z *Agrobacterium* sp., kodujący enzym powodujący odporność na Roundap. Enzym ten jest szybko rozkładany *in vitro* w warunkach symulujących te, które panują w przewodzie pokarmowym (Harrison i in., 1996).

Badania modelowe na szczurach (Zhu i in., 2004), którym zadawano dawki zawierające do 90% zmodyfikowanej soi RR, nie wykazały żadnych zmian we wskaźnikach hematologicznych zwierząt. Nie wykryto również pozostałości zmodyfikowanego genu w mięśniach zwierząt.

Doświadczenie na 50 świniach o początkowej masie ciała 24 kg przeprowadzili Jennings

i in. (2003). Dawki zawierały 24, 19 lub 14% soi RR (a w grupach kontrolnych soi konwencjonalnej) dla świń w przedziałach wagowych odpowiednio: 24-55, 55-87 i 87-111 kg. Po zakończeniu doświadczenia pobrane próbki mięśnia najdłuższego poddano analizie na obecność fragmentów transgenicznego DNA i białka. Pomimo użycia bardzo czułych metod nie wykryto w mięsie śladów transgenicznego DNA ani białka, co autorzy wiążą z faktem, że tak duże cząsteczki ulegają szybkiemu rozkładowi w przewodzie pokarmowym (Beever i Kemp, 2000).

Taką samą zmodyfikowaną odmianę soi (RR) porównywali z niemal izogeniczną odmianą konwencjonalną Cromwell i in. (2002). Obie odmiany uprawiano w takich sa-

mych warunkach agronomicznych, z tym że soję RR spryskano herbicydem Roundap. Obie były też przerabiane na tych samych urządzeniach. Doświadczenie przeprowadzono na 100 świńkach o początkowej masie ciała około 24 kg. Zwierzęta nie dostawały żadnych środków antybakteryjnych. Przy wadze żywej około 100 kg zwierzęta ubito, a tusze poddano dyssekcji. Oceniano wskaźniki produkcyjne, jakość tuszy i skład chemiczny mięśnia najdłuższego. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną mięsa. Wyniki oceny tusz (tab. 1) obu grup nie różniły się, natomiast mięsień najdłuższy świń otrzymujących soję konwencjonalną zawierał nieco mniej tłuszczu ($P = 0,06$). Zawartość wody, białka i popiołu była podobna (tab. 2).

Tabela 1. Wyniki tuczu świń żywionych mieszanką zawierającą konwencjonalną śrutę sojową lub śrutę sojową modyfikowaną genetycznie (RR) (Cromwell i in., 2002)

Table 1. Fattening results of pigs fed a mixture containing conventional or genetically modified (Roundup Ready) soybean meal (Cromwell et al., 2002)

Poekstrakcyjna śruta sojowa <i>Soybean meal</i>	Płeć - Sex				Średnio - Average		SEM
	wieprzki - <i>barrows</i>		loszki - <i>gilts</i>		K*	RR**	
	K*	RR**	K*	RR**			
Początkowa m.c. - <i>Initial b.w.</i>	24,1	24,2	23,3	23,4	23,7	23,8	0,95
Końcowa m.c. - <i>Final b.w.</i>	110,8	113,7	108,6	110,2	109,7	112,0	3,34
Średnie przyrosty dzienne - <i>Mean daily gains</i> (kg)	0,85	0,88	0,82	0,83	0,83	0,85	4,96
Dzienne pobranie paszy - <i>Daily feed intake</i> (kg)	2,64	2,76	2,43	2,52	2,53	2,64	6,11
Wykorzystanie paszy - <i>Feed conversion</i> (kg/kg ⁻¹)	3,10	3,14	2,98	3,04	3,04	3,09	3,80
Masa ciała przy skanowaniu - <i>Body weight at scan</i> (kg)	108,6	111,6	104,1	105,5	106,3	108,5	3,98
Grubość słoniny - <i>Backfat thickness</i> (cm)	2,03	2,08	1,73	1,73	1,88	1,91	7,66
Wysokość oka połędwicy - <i>Loin eye height</i> (cm)	4,95	4,73	5,33	5,17	5,14	4,95	3,94
Powierzchnia oka połędwicy - <i>Loin eye area</i> (cm ²)	33,8	32,5	36,1	35,1	34,9	33,8	3,46
Mięsność tuszy - <i>Carcass meatiness</i>	51,7	51,2	54,1	53,8	52,9	52,5	2,08

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy zastosowanymi dietami - *No statistically significant differences found between the diets.*

* K- konwencjonalna – *conventional.*

** RR – *GMO.*

Tabela 2. Skład chemiczny połędwicy wieprzków żywionych mieszanką zawierającą konwencjonalną śrutę sojową lub śrutę sojową modyfikowaną genetycznie (RR) (Cromwell i in., 2002)

Table 2. Chemical composition of loin of barrows fed a mixture containing conventional or genetically modified (Roundup Ready) soybean meal (Cromwell et al., 2002)

Wyszczególnienie - <i>Item</i>	Poekstrakcyjna śruta sojowa - <i>Soybean meal</i>		SEM
	K*	RR**	
Woda - <i>Water</i> (%)	72,83	72,50	0,30
Białko - <i>Protein</i> (%)	23,43	23,31	2,18
Tłuszcz - <i>Fat</i> (%)	3,01 a	3,40 a	5,58 a
Popiół - <i>Ash</i> (%)	1,05	1,05	3,40

a - istotne różnice potwierdzono dla $P = 0,06$ – *Significant differences at $P = 0.06$.*

* K- konwencjonalna – *conventional;* ** RR – *GMO.*

Również analiza sensoryczna wykazała podobieństwo mięsa zwierząt z obu grup. We wnioskach autorzy stwierdzają, że skład i wartość pokarmowa soi zmodyfikowanej (RR) i konwencjonalnej są takie same.

Testy sensoryczne jakości mięsa przeprowadzili również Armstrong i in. (2001) po zakończeniu dużego doświadczenia na 100 świniami o wadze żywej 24-111 kg, również nie stwierdzając żadnych różnic pomiędzy trans- i izogeniczną odmianą soi.

Dokładne badania nad właściwościami zmodyfikowanej odmiany soi przeprowadza się również z tego względu, że na Dalekim Wschodzie, a także w Stanach Zjednoczonych, soja stanowi ważny surowiec do wyrobu produktów spożywczych dla ludzi. Jak stwierdzili Netherwood i in. (2004), zmodyfikowane geny ulegają całkowitemu zniszczeniu przy przechodzeniu pokarmów zawierających transgeniczną soję przez przewód pokarmowy człowieka.

Ponadto, jak wynika z doświadczeń

Chena i in. (2005), zmodyfikowany gen transgenicznej soi RR (tak samo zresztą jak i inne geny) ulega znacznej degradacji w czasie przerobu soi takimi metodami, jak mielenie i suszenie rozpyłowe.

Przeprowadzono dotąd niewiele badań dotyczących żywienia świń transgenicznym rzepakiem. Sharma i in. (2006) podawali świniom zmodyfikowany rzepak RR w ilości 6,5 lub 13% dawki. Stwierdzili oni, że wprowadzony wraz z paszą DNA rzepaku zmodyfikowanego lub konwencjonalnego dociera do końcowych odcinków przewodu pokarmowego świń, a w nielicznych przypadkach przenika do nabłonka jelit.

Czytelników zainteresowanych szczegółowymi danymi dotyczącymi wykorzystania zmodyfikowanych genetycznie roślin w żywieniu zwierząt, a zwłaszcza stosowanymi testami bezpieczeństwa, odsyłamy do obszernej pracy przeglądowej, którą opublikowali niedawno Flachowsky i in. (2005).

Literatura

- Armstrong C.L., Mikel W.B., Cromwell G.L. (2001). Sensory evaluation of pork *longissimus* muscle from swine fed soybean meal from Roundup Ready or conventional soybean. *J. Anim. Sci.*, 79, (Suppl. 1): 374, Abstr. 1550.
- Beever D.E., Kemp C.F. (2000). Safety issues associated with the DNA in animal feed derived from genetically modified crops. A review of scientific and regulatory procedures. *Nutr. Abstr. Rev.*, ser. B, *Livest. Feeds Feeding*, 70: 175-182.
- Chen Y., Wang Y., Ge Y., Xu B. (2005). Degradation of endogenous and exogenous genes of roundup-ready soybean during food processing. *J. Agric. Food Chem.*, 53:10239-10243.
- Cromwell G.L., Lindemann M.D., Randolph J.H., Parker G.R., Coffey R.D., Laurent K.M., Armstrong C.L., Mikel W.B., Stanisiewski E.P., Hartnell G.F. (2002). Soybean meal from Roundup Ready or conventional soybeans in diets for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 80: 708-715.
- Faust M.A. (2002). New feeds from genetically modified plants: The U.S. approach to safety for animals and the food chain. *Livest. Prod. Sci.*, 74: 239-254.
- Flachowsky G., Chesson A., Aulrich K. (2005). Animal nutrition with feeds from genetically modified plants. *Arch. Animal Nutr.*, 59: 1-40.
- Greenpeace (2005). Problemy ekologiczne i zdrowotne związane z modyfikowaną genetycznie (GM) paszą dla zwierząt. Raport nt. inżynierii genetycznej, wrzesień 2005, www.greenpeace.pl/images_var/feed_raport.doc, ss. 1-7.
- Hammond B., Dudek R., Lemen J., Nemeth M. (2004). Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn. *Food Chem. Toxicol.*, 42: 1003-1014.
- Harrison L.A., Bailey M.R., Naylor M.W., Ream J.E., Hammond B.G., Nida D.L., Burnette B.L., Nickson T.E., Mitsky T.A., Taylor M.E., Fuchs R.L., Padgett S.R. (1996). The expressed protein in glyphosate-tolerant soybean, 5-enolpyruvylshikimate-3 phosphate synthase from *Agrobacterium sp.* Strain CP4, is rapidly digested *in vitro* and is not toxic to acutely gavaged mice. *J. Nutr.*, 126: 728-740.
- Jennings J.C., Kolwyck D.C., Kays S.B., Whetsell A.J., Surber J.B., Cromwell G.L., Lirette R.P., Glenn K.C. (2003). Determining whether transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein are detectable in muscle from swine fed Roundup Ready

soybean meal. *J. Anim. Sci.*, 81: 1447-1455.

Klotz A., Mayer J., Einspanier R. (2004). Degradation and possible carry over of feed DANN monitored in pigs and poultry. *Eur. Food Res. Technol.* 214: 271-275.

Lappé M.A., Bailey E.B., Childress C.C., Setchell K.D. (1999). Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. *J. Med. Food*, 1: 241-245.

Mazza R., Soave M., Morlacchini M., Piva G., Marocco A. (2005). Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues. *Transgenic Res.*, 14: 775-784.

Netherwood T., Martin-Orue S.M., O'Donnell A.G., Gockling S., Graham J., Mathers J.C., Gilbert H.J. (2004). Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nat. Biotechnol.*, 22: 204-209.

Paterson B.A., Hyun Y., Stanisiewski E.P., Hartnell G.F., Ellis M. (2003). A comparison of swine performance when fed diets containing Roundup Ready® wheat (event MON 71800) and conventional wheat varieties. *J. Anim. Sci.*, 81 (Suppl. 1): 207-208, Abstr. M120.

Reuter T., Aulrich K. (2003). Investigations on genetically modified maize (Bt-maize) in pig nutrition: fate of feed-ingested foreign DNA in pig bodies. *Eur. Food Res. Technol.*, 216: 185-192.

Reuter T., Aulrich K., Berk A., Flachowsky G. (2002). Investigations on genetically modified maize (Bt-maize) in pig nutrition: chemical composition and nutritional evaluation. *Arch. Tierernähr.*, 56: 23-31.

Salunkhe D.K., Adsule R.N., Bhonsle K.I. (1989). Antifertility agents of plant origin. W: Cheeke P.R. (ed.), *Toxicants of Plant Origin*, CRC Press, Boca Raton, Florida, vol. IV, pp. 53-81.

Sharma R., Damgaard D., Alexander T.W., Dugan M.E., Aalhus J.L., Stanford K., McAllister T.A. (2006). Detection of transgenic and endogenous plant DNA in digesta and tissues of sheep and pigs fed Roundup Ready canola meal. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 1699-1709.

Zhu Y., Li D., Wang F., Yin J., Jin H. (2004). Nutritional assessment and fate of DNA of soybean meal from roundup ready or conventional soybeans using rats. *Arch. Anim. Nutr.*, 58: 295-310.

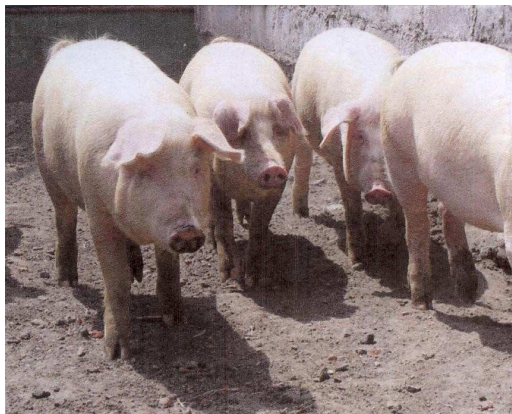
THE USE OF FEEDS FROM GENETICALLY MODIFIED PLANTS (GMP) IN PIG NUTRITION

Summary

The development of genetic engineering has enabled researchers to influence the genotype of plants (and thus their resistance to various threats) and to modify the productive value of the products obtained. However, environmentalists say that in addition to positive changes, these activities pose real threats such as a toxic effect on beneficial insects, an unfavourable effect on the soil ecosystem, and a decrease in biodiversity.

Because GMP have been used only recently and this problem is directly and indirectly relevant to food products for humans, the subject is a source of intense controversy.

The objective of the present paper is to discuss pig experiments that used feeds containing GMP products and were aimed to determine production parameters, animal health, possible environmental threats and quality of the products obtained.



fot. M. Szyndler-Nędza