

THE EFFECTS OF GENETICALLY MODIFIED MAIZE SILAGE ON THE CONTENTS OF FATTY ACIDS IN BODY TISSUES OF LAMBS

WPŁYW GENETYCZNIE MODYFIKOWANEJ KISZONKI Z KUKURYDZY NA ZAWARTOŚĆ KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W TKANKACH JAGNIĄT

Ewa SIMINSKA^{1*}, Henryka BERNACKA¹, Małgorzata GRABOWICZ² and Iwona SUCHARSKA²

¹University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Animal Breeding and Biology, Department of Biology of Small Ruminants, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland, Phone (+) 48 52 374 97 63; *Correspondence: peter.ewa@utp.edu.pl

²University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Animal Breeding and Biology, Department of Animal Nutrition and Feed Management, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland, Phone (+) 48 52 374 97 32,

ABSTRACT

The aim of this work was the evaluation of fatty acids contents in meat and selected offal in lambs fed a diet containing silage of whole plants of genetically modified maize (Bt) MON 810 line. The material consisted of 14 Polish Merino lambs of mean start body weight 24 kg. There were two feeding groups selected of 7 lambs each. In the control group (K) the lambs were fed isogenic maize silage, which in the second group (GMO) was substituted with the modified maize silage (Bt) MON 810 line. After 70 days of feeding (feed portions were standardised according to the DLG system) the lambs were slaughtered and dissected. The results were evaluated statistically and the significance of differences was calculated with the two factor variation analysis (nutrition, tissue).

Feeding genetically modified maize silage did not change, in a statistically significant way, the contents of any main fatty acids in the pool of all acids nor the contents of the totals and their proportions, while the factor causing clear differences was the tissue. Differences for the majority of the results were statistically significant. Statistically significant interactions noted (nutrition x tissue) are probably due to different values of these traits in the analysed tissues.

Keywords: fatty acids, lambs, loin, offal

STRESZCZENIE

Celem pracy była ocena zawartości kwasów tłuszczowych w mięsie i wybranych podrobach jagniąt tuczonych dawkami z udziałem kiszonki z całych roślin genetycznie modyfikowanej kukurydzy (Bt) linii MON 810. Materiał badawczy stanowiło 14 jagniąt rasy merynos polski o średniej początkowej masie ciała 24 kg, spośród których wydzielono dwie grupy żywieniowe po 7 sztuk w każdej. W grupie kontrolnej (K) jagnięta żywiono kiszonką z kukurydzy izogenicznej, którą w grupie drugiej (GMO) zastąpiono kiszonką z modyfikowanej genetycznie kukurydzy (Bt) linii MON 810. Po 70 dniach tuczu (dawki znormalizowano według systemu DLG) jagnięta poddano ubojowi i dysekcji. Wyniki opracowano statystycznie, a istotność różnic między badanymi grupami określono za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (żywienie, tkanka).

Żywienie zmodyfikowaną genetycznie kiszonką z kukurydzy nie różnicowało w sposób istotny statystycznie procentowego udziału głównych kwasów tłuszczowych w puli wszystkich kwasów oraz zawartości sum i ich wzajemnych proporcji, a czynnikiem wyraźnie różnicującym okazała tkanka. Dla większości wyników różnice były istotne statystycznie. Odnotowane statystycznie istotne interakcje (żywienie x tkanka) są prawdopodobnie uwarunkowane odmiennym kształtowaniem się wartości tych cech w obrębie analizowanych tkanek.

Słowa kluczowe: kwasy tłuszczowe, jagnięta, polędwica, podroby

DETAILED ABSTRACT

Dyskutując o zdrowotności człowieka zwraca się uwagę na szereg różnych czynników. Obecnie wiele kontrowersji wzbudza stosowanie w rolnictwie transgenicznych odmian roślin uprawnych (GMO). Przykładem takiej rośliny jest kukurydza odporna na owady (Bt) linii MON 810, dopuszczona do uprawy przez Komisję Europejską. Problem może być bardzo istotny, ponieważ jest to surowiec powszechnie wykorzystywany do produkcji kiszonek w żywieniu przeżuwaczy. Dla owiec dobrej jakości kiszonka z kukurydzy jest najtańszą paszą w okresie żywienia zimowego. Zdając sobie sprawę, iż mięso owcze zaliczane jest do produktów spożywczych o wysokiej wartości odżywczej w pracy poddano ocenie zawartość kwasów tłuszczowych w mięsie i wybranych podrobach jagniąt tuczonych dawkami z udziałem kiszonki z całych roślin genetycznie modyfikowanej kukurydzy (Bt) linii MON 810.

Materiał badawczy stanowiło 14 jagniąt rasy merynos polski o średniej początkowej masie ciała 24 kg, spośród których wydzielono dwie grupy żywieniowe po 7 sztuk w każdej. W grupie kontrolnej (K) jagnięta żywiono kiszonką z kukurydzy izogenicznej, którą w grupie drugiej (GMO) zastąpiono kiszonką z modyfikowanej genetycznie kukurydzy (Bt) linii MON 810. Po 70 dniach tuczu (dawki znormalizowano według systemu DLG) jagnięta poddano ubojowi i dysekcji. W analizowanych tkankach (mięsień najdłuższy grzbietu, wątroba, serce i nerki) oznaczono zawartość kwasów tłuszczowych, ich sumy oraz wzajemne proporcje między nimi. Wyniki opracowano statystycznie, a istotność różnic między badanymi grupami określono za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (żywienie, tkanka).

Żywienie zmodyfikowaną genetycznie kiszonką z kukurydzy nie różnicowało w sposób istotny statystycznie procentowego udziału głównych kwasów tłuszczowych w puli wszystkich kwasów. Spośród ocenianych kwasów dla obu grup żywieniowych najwyższą procentową zawartość stwierdzono dla kwasu oleinowego C_{18:1}. Na kolejnym miejscu były kwasy nasycone: stearynowy C_{18:0} i palmitynowy C_{16:0}. Tkanka wyraźnie różnicowała zawartość szeregu kwasów tłuszczowych. Dla większości wyników różnice okazały się istotne statystycznie ($p \leq 0.05$). Najwyższy udział procentowy w analizowanych tkankach, podobnie jak w przypadku grup żywieniowych, odnotowano dla kwasu C_{18:1}, C_{16:0} i C_{18:0}. W mięśniu najdłuższym grzbietu (połędwicy) stwierdzono istotnie wyższy udział kwasów C_{18:1} i C_{16:0} w porównaniu z wątrobą, sercem i nerkami. Analiza zawartości sum oraz wzajemnych proporcji kwasów tłuszczowych nie wykazała różnic istotnych statystycznie dla czynnika żywieniowego. Suma kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA) i nienasyconych (UFA) dla obu grup żywieniowych (K i GMO) była zbliżona. W badaniach stwierdzono istotne statystycznie różnice w udziale procentowym sum kwasów tłuszczowych i wzajemnych ich relacjach w obrębie analizowanych tkanek. Ze zdrowotnego punktu widzenia (SFA, UFA i UFA/SFA) najlepszą tkanką okazało się serce, gdzie suma kwasów nasyconych (SFA) wynosiła 43.72%, suma nienasyconych (UFA) 56.28%, a UFA/SFA 1.30. Dla porównania w wątrobie wartości tych cech kształtowały się odpowiednio: 56.32%, 43.68% i 0.27. Odnotowane statystycznie istotne interakcje (żywienie x tkanka) dla pojedynczych kwasów, sum kwasów tłuszczowych oraz wzajemnych ich proporcji są prawdopodobnie uwarunkowane odmiennym (potwierdzonym statystycznie) kształtowaniem się wartości tych cech w obrębie analizowanych tkanek.

INTRODUCTION

Application of GMO (Genetically Modified Organisms) in agriculture in the form of transgenic varieties of crop plants brings a lot of controversy currently in the community (Hałat, 2004, Ochocki and Stańczak, 2005a, 2005b). In Poland this type of discussions intensified after the European Commission allowed a transgenic variety of maize MON 810, which meant its free cultivation in all EU countries inclusive of Poland. Transgenic varieties of MON 810 maize, as shown in the EU Catalogue of Varieties of Agricultural Plants, are resistant to (*ostrinia nubilalis*), currently the most important maize pest. This fact is often the single deciding reason for the cultivation of this variety and its use for silage production destined for feeding of ruminants.

The release of GMO plants into the environment, according to the EU directive (2001/18/EC), must be preceded by the evaluation of the risk not only to the environment, but also to animals and people. Many authors (Aumaitre, et al., 2002, Flachowsky, 2005, Wiedemann, et al., 2005) have compared the elemental composition of seed and silage from whole plants of maize, resistant to insects (Bt) and herbicides (Pat) cultivated in Europe, with isogenic maize. The results did not show any significant differences between those plants in the contents of nutritional components. There is also some interest shown regarding their effect on the quality of animal products.

Feeding silage of high quality to sheep in winter is a valuable and the cheapest fodder, with maize silage being often most popular. Therefore there can be a

transgenic variety of maize present in sheep diet. This has motivated our team to investigate the effects of genetically modified maize on nutritional value of animal products, such as the contents of fatty acids.

The aim of this work was the evaluation of the contents of fatty acids in meat and selected offal in lambs fed silage of whole plants of genetically modified maize (Bt) MON 810.

MATERIAL AND METHODS

Material consisted of 14 Polish Merino lambs of starting weight 25 kg. There were two feeding groups established of 7 lambs each. The lambs in control group (K) were fed isogenic maize silage, which in the second group (GMO) was replaced with genetically modified maize (Bt) MON 810 line. Daily feed rations ranged from 1.5 to 1.7 kg. The remaining components of the feed ration (meadow hay, compound feed CJ, crushed barley meal) were identical in both groups. Feed rations were calculated according to the DLG system. After 70 days of feeding the lambs were slaughtered and dissected. During the dissection there were meat samples taken from the longest back muscle (*m. longissimus dorsi*) and offal (liver, heart and kidneys). Contents of fatty acids were determined in the analysed tissues according to the Röse-Gottlieb method A.O.A.C nr 905.02 (Krełowska-Kułas, 1993) with a gas chromatograph by Varian company type 3800 GC with a FID detector. Numerical data was evaluated statistically by calculating \bar{x} , SEM. Significance of differences between the groups was determined with a two-factor variance analysis (feeding, tissue) with Statistica V. 5.5 programme.

RESULTS AND DISCUSSION

Feeding genetically modified maize silage did not differentiate significantly statistically the percentage contents of main fatty acids in the pool of all acids (Table 1). In the pool of evaluated acids for both feeding groups the highest percentage content was found for the oleic acid $C_{18:1}$ (group K-25.67% and group GMO-26.76%), and this was confirmed by other authors (Baranowski, et al., 2007, Kaczor, et al., 2000, Simińska, et al., 2011, Tejeda, et al., 2008, Wood, et al., 2008). In subsequent places there were saturated acids: stearic $C_{18:0}$ (respectively: 25.24% and 23.92%) and palmitic $C_{16:0}$ (respectively: 21.00% and 21.39%). In work by other authors (Baranowski, et al., 2007, Kaczor, et al., 2000, Tejeda, et al., 2008, Wood, et al., 2008) the order of these acids was reversed ($C_{16:0}$ and $C_{18:0}$). Tissue clearly differentiated statistically the contents of individual fatty acids (Table 1). The highest percentage contents in the analysed tissues, as well as in the feeding groups, were noted for acids $C_{18:1}$, $C_{16:0}$ and $C_{18:0}$. In the longest back muscle (loin) there were found significantly higher levels of acids $C_{18:1}$ and $C_{16:0}$ in comparison to liver, heart and kidneys. Among evaluated tissues liver had the highest (30.76%), and loin the lowest (19.20%) content of $C_{18:0}$. Similar results were obtained by Kaczor, et al. (2000). Among the evaluated unsaturated acids heart appeared to have the richest in linoleic ($C_{18:2n6}$) and γ -linoleic ($C_{18:3n6}$) acids, and kidneys in arachidonic acid ($C_{20:4n6}$).

In our research there were also statistically significant interactions noted (feeding x tissue).

Table 1. Contents of main fatty acids in tissues of lambs depending on feeding and tissue type (%)

Tabela 1. Zawartość głównych kwasów tłuszczowych w tkankach jagniąt w zależności od żywienia i rodzaju tkanki (%)

Fatty acids		Group nutrition (n=7)		Tissues (n=14)			Interaction	
		K	GMO	Loin	Liver	Heart		Kidneys
C _{14:0}	x	1.34	1.10	3.47 ^a	0.39 ^{ab}	1.01 ^{abc}	0.55 ^{ac}	*
	SEM	0.32	0.22	0.16	0.03	0.08	0.04	
C _{16:0}	x	21.00	21.39	29.27 ^a	20.18 ^{abc}	16.66 ^{abd}	21.41 ^{acd}	*
	SEM	1.11	0.99	0.41	0.31	0.37	0.24	
C _{16:1}	x	1.21	1.33	2.15 ^a	1.33 ^{abc}	0.65 ^{abd}	0.86 ^{acd}	*
	SEM	0.14	0.13	0.05	0.05	0.03	0.03	
C _{17:0}	x	1.70	1.72	1.42 ^a	2.55 ^{abc}	1.33 ^b	1.37 ^c	*
	SEM	0.11	0.14	0.03	0.06	0.03	0.03	
C _{17:1}	x	0.64	0.72	0.86 ^a	0.72 ^{abc}	0.51 ^{ab}	0.52 ^{ac}	*
	SEM	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	
C _{18:0}	x	25.24	23.92	19.20 ^a	30.76 ^{abc}	23.67 ^{ab}	23.73 ^{ac}	*
	SEM	0.96	0.19	0.50	0.42	0.53	0.52	
C _{18:1}	x	25.67	26.76	35.83 ^a	26.53 ^{abc}	18.02 ^{abd}	22.54 ^{acd}	*
	SEM	1.60	1.70	0.49	0.33	0.36	0.49	
C _{18:2n6}	x	13.92	14.14	5.24 ^a	8.18 ^{abc}	28.07 ^{abd}	13.95 ^{acd}	*
	SEM	2.06	2.17	0.20	0.22	0.66	0.27	
C _{18:3n6}	x	0.57	0.67	0.54 ^a	0.39 ^{abc}	0.99 ^{abd}	0.48 ^{cd}	*
	SEM	0.05	0.06	0.02	0.03	0.04	0.02	
C _{20:4n6}	x	6.14	5.67	0.92 ^a	5.10 ^{abc}	7.21 ^{abd}	11.17 ^{acd}	*
	SEM	0.89	0.79	0.07	0.20	0.26	0.30	

Values in lines marked with the same letters differ significantly statistically : aa p≤0.05

* interaction for factors: group of nutrition x tissue confirmed statistically p≤0.01

As shown in Table 2, feeding did not statistically significantly affect the contents and the proportions of fatty acids. The total of saturated fatty acids (SFA) and unsaturated (UFA) for both feeding groups (K and GMO) was similar and on average amounted to 50%, therefore ratio UFA/SFA was also close to 1. Value of PUFA/SFA indicator, regardless of the feeding, appeared optimal for a proper human diet according to directives from the Department of Health and Social Security (1984) and was 0.45-0.46. The research has shown statistically significant differences in percentage of sums of fatty acids and their relationships within the analysed tissues (Table 2). From a health point of view (Σ SFA, Σ UFA and UFA/SFA) the best tissue appeared to be the heart, further kidneys, loin and the worst was liver. Similar results were obtained by Kaczor, et al. (2000), who has compared tissues of the Polish Woolly sheep, as well as Kalinowska, et al. (2000), analysing tissues of goat kids. In this research the sum of saturated fatty acids SFA in heart was the lowest (43.72%), while it was the highest in liver (56.32%). The sum of unsaturated acids UFA was respectively: 56.28% and 43.68%, and this resulted in a better value of the UFA/SFA ratio for the

heart (1.30). Heart and kidneys have also shown the highest sum of polyunsaturated acids (PUFA) respectively: 36.94% and 26.92%. The lowest quantities of polyunsaturated acids (PUFA) were found in the loin (6.70%), and this resulted in the lowest value of PUFA/SFA ratio (0.12). Statistically significant interactions (feeding x tissue) noted for the sums of fatty acids and their proportions are conditioned, as in the case of individual acids, upon different values of these traits within the analysed tissues.

Table 2. Profile of fatty acids in tissues of lambs depending on nutrition and tissue type (%)

Tabela 2. Profil kwasów tłuszczowych w tkankach jagniąt w zależności od żywienia i rodzaju tkanki (%)

Specification		Group nutrition (n=7)		Tissues (n=14)				Interaction
		K	GMO	Loin	Liver	Heart	Kidneys	
SFA	x	50.83	49.66	54.15 ^a	56.32 ^{abc}	43.72 ^{abd}	49.00 ^{acd}	*
	SEM	1.18	1.40	0.62	0.50	0.68	0.50	
MUFA	x	27.72	29.03	39.15 ^a	28.80 ^{abc}	19.34 ^{abd}	24.08 ^{acd}	*
	SEM	1.77	1.84	0.49	0.35	0.39	0.52	
PUFA	x	21.45	21.31	6.70 ^a	14.89 ^{abc}	36.94 ^{abd}	26.92 ^{acd}	*
	SEM	2.66	2.75	0.26	0.41	0.83	0.44	
UFA	x	49.17	50.34	45.85 ^a	43.68 ^{abc}	56.28 ^{abd}	51.00 ^{acd}	*
	SEM	1.18	1.40	0.62	0.50	0.68	0.50	
UFA/SFA	x	0.99	1.05	0.85 ^a	0.78 ^{abc}	1.30 ^{abd}	1.05 ^{acd}	*
	SEM	0.05	0.06	0.02	0.02	0.03	0.02	
MUFA/SF	x	0.54	0.58	0.73 ^a	0.51 ^{ab}	0.44 ^{abc}	0.50 ^{ac}	*
	SEM	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	
PUFA/SFA	x	0.45	0.46	0.12 ^a	0.27 ^{abc}	0.86 ^{abd}	0.55 ^{acd}	*
	SEM	0.06	0.07	0.01	0.01	0.03	0.01	

Values in lines marked with the same letters differ significantly statistically : aa p≤0.05

* interaction for factors: group of nutrition x tissue confirmed statistically p≤0.01

CONCLUSIONS

Feeding genetically modified maize silage did not significantly differentiate the percentage contents of the main fatty acids in the pool of all acids or the contents of the sums and their proportions.

Tissue statistically significantly differentiated the contents of several fatty acids, their sums and proportions.

Statistically significant interactions (feeding x tissue) noted for the contents of individual acids, sums of fatty acids and their proportions are probably conditioned upon different (statistically confirmed) values of these traits within the analysed tissues.

REFERENCES

- Aumaitre A., Aulrich K., Chesson A., Flachowsky G., Piva G., (2002) New feeds from genetically modified plants: substantial equivalence, nutritional equivalence, digestibility, and safety for animals and the food chain. *Livestock Production Science*, 74, 223-238.
- Baranowski A., Gabryszak M., Jóźwik A., Bernatowicz E., Chyliński W., (2007) Fattening performance, slaughter indicators and meat chemical composition in lambs fed the diet supplemented with linseed and mineral bioplex. *Animal Science Papers and Reports*, 25, 1, 25-44.
- Department of Health and Social Security., (1984) Diet and Cardiovascular Disease. Report on Helth and Social Subjects. Nutritional, HMSO, London.
- Flachowsky G., (2005) Ernährungsphysiologische Bewertung von Futtermitteln aus transgenem Mais. *Mais*, 2, 42-45.
- Hałat Z., (2004) Alergeny organizmów genetycznie zmodyfikowanych. *Alergia*, 3/21, 19-26.
- Kaczor U., Ciuryk S., Pustkowiak H., (2000) Zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięśniach, sercu i wątrobie jagniąt polskiej owcy długowiełnej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konferencje XXX* , 399, 159-164.
- Kalinowska B., Pustkowiak H., (2000) Zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięsie i podrobach koźląt tuczonych do masy ciała 16 kg. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konferencje XXX*, 399, 165-167.
- Krełowska-Kułas M., (1993) Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa.
- Ochocki Z., Stańczak A., (2005a) Organizmy Genetycznie Zmodyfikowane (GMO) – żywność i leki przyszłości? Część I. *Farmacja Polska*, 8, 361-368.
- Ochocki Z., Stańczak A., (2005b), Organizmy Genetycznie Zmodyfikowane (GMO) – żywność i leki przyszłości? Część II. *Farmacja Polska*, 8, 369-377.
- Siminska E., Borys B., Bernacka H., (2011) Wpływ żywienia jagniąt makuchem słonecznikowym i nasionami lnu bez lub z dodatkiem witaminy E na profil kwasów tłuszczowych mięsa, wątroby i serca. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 1(74), 39-51.
- Tejeda J.F., Peña Ramón E., Andrés Ana I., (2008) Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. *Meat Science*, doi:10.1016/j.meat.sci. 2008.04.026.
- Wiedemann S., Albrecht Ch., Meyer H. D., (2005) Produktsicherheit bei Fleisch und Milch. *Mais*, 2, 46-49.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M., (2008) Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.