

Eugeniusz GRELA, Kirsten JAKOBSEN

**Wpływ stosowania oleju sojowego i witaminy E w żywieniu świń na wzrost i skład chemiczny tłuszczu zapasowego**

The Effect of Soybean Oil and Vitamin E on Performance and Chemical Composition of Depot Fat in Growing Pigs

Badania Madsena i wsp. (3), McDonalda i Hamiltona (4) oraz Oslaga i wsp. (6) wykazały korzystny wpływ dodatku oleju sojowego w żywieniu świń na wzrost zwierząt i wykorzystanie paszy oraz polepszenie wartości dietetycznej tłuszczu zapasowego. Tłuszcz ten cechuje wówczas zwiększona zawartość niektórych nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Naturalnym antyutleniaczem tłuszczu, zwłaszcza o dużej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych, są tokoferole. Ich dodatek do pasz pozwala zarówno na ochronę tłuszczu paszowego, jak też zmniejsza podatność tłuszczu wieprzowego na jęłczenie podczas przechowywania (1, 2).

Celem badań było określenie wpływu karmienia rosnących świń paszą z udziałem oleju sojowego i witaminy E na wzrost zwierząt, wykorzystanie składników pokarmowych oraz zawartość witaminy E i skład kwasów tłuszczowych w słoninie i sadle.

**MATERIAL I METODY**

Badania wykonano na loszkach rasy duńskiej krajowej o masie początkowej  $25 \pm 1,0$  kg. Utworzono 3 grupy żywieniowe po 4 loszki. Czynnikiem różnicującym grupy był dodatek oleju sojowego i witaminy E w postaci octanu DL- $\alpha$ -tokoferolu. Zwierzęta grupy I-kontrolnej żywione były granulowaną mieszanką standardową typu PT-1. Mieszanka dla zwierząt grupy II zawierała 10% oleju sojowego zamiast skrobi z kukurydzy, zaś loszkom grupy III dodano ponadto 0,05% witaminy E. Skład i wartość pokarmową mieszanek zestawiono w tab. 1. Olej sojowy zawierał 17,3% kwasu palmitynowego, 4,3% stearynowego, 14,6% oleinowego, 53,3% linolowego i 7,9% linolenowego. W 100 g oleju stwierdzono 6,1 mg  $\alpha$ -tokoferolu i 59,3 mg  $\gamma$ -tokoferolu. Zwierzęta były żywione



Tab. 1. Skład i wartość pokarmowa mieszanek paszowych  
Composition and value of feed mixtures

| Wyszczególnienie                                     | Mieszanki dla zwierząt w grupie |       |       |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|
|                                                      | I                               | II    | III   |
| Jęczmień                                             | 40,00                           | 48,00 | 48,00 |
| Skrobia kukurydzana                                  | 29,26                           | 6,80  | 6,75  |
| Poekstrakcyjna śruta sojowa                          | 24,00                           | 28,00 | 28,00 |
| Mączka kostna                                        | 5,00                            | 5,00  | 5,00  |
| Fosforan wapniowy                                    | 1,20                            | 1,60  | 1,60  |
| Sól pastewna                                         | 0,34                            | 0,40  | 0,40  |
| Mieszanka mineralno-witaminowa <sup>1</sup>          | 0,20                            | 0,20  | 0,20  |
| Olej sojowy                                          | —                               | 10,00 | 10,00 |
| Witamina E <sup>2</sup>                              | —                               | —     | 0,05  |
| 1 kg mieszanki zawiera:                              |                                 |       |       |
| — sucha masa, %                                      | 88,81                           | 90,27 | 90,11 |
| — białko ogólne ( $N \times 6,25$ ) <sup>4</sup> , % | 20,81                           | 24,37 | 24,00 |
| — tłuszcz surowy (HCl) <sup>4</sup> , %              | 3,09                            | 13,95 | 13,89 |
| — energia brutto <sup>3</sup> , MJ <sup>4</sup>      | 18,37                           | 20,37 | 20,66 |
| — energia metaboliczna, MJ <sup>4</sup>              | 14,87                           | 16,7  | 16,11 |
| — białko ogólne strawne, g <sup>4</sup>              | 166,5                           | 182,7 | 180,0 |
| — lizyna, g                                          | 9,51                            | 10,33 | 10,32 |
| — metionina + cystyna, g                             | 6,02                            | 6,09  | 6,08  |

<sup>1</sup> Mieszanka mineralno-witaminowa zawierała w 1 g: 3000 j.m. wit. A, 1000 j.m. wit. D<sub>3</sub>, 5 mg ryboflawiny, 15 mg kwasu pantotenowego, 0,02 mg wit. B<sub>12</sub>, 20 mg octanu  $\alpha$ -tokoferolu, 100 mg ZnO, 125 mg MnSO<sub>4</sub>  $\times$  3H<sub>2</sub>O, 125 mg CuSO<sub>4</sub>  $\times$  5H<sub>2</sub>O, 125 mg FeSO<sub>4</sub>  $\times$  7H<sub>2</sub>O, 5 mg CoSO<sub>4</sub>, 1 mg KJ.

<sup>2</sup> Octan  $\alpha$ -tokoferolu.

<sup>3</sup> Określono w bombie kalorymetrycznej.

<sup>4</sup> Zawartość w suchej masie.

<sup>1</sup> The vitamin-micromineral mixture contained per g: 3000 i.u. vitamin A, 1000 i.u. vitamin D<sub>3</sub>, 5 mg riboflavin, 15 mg pantothenate, 0.02 mg vitamin B<sub>12</sub>, 20 mg  $\alpha$ -tocophenyl acetate, 100 mg ZnO, 125 mg MnSO<sub>4</sub>  $\times$  5H<sub>2</sub>O, 125 mg CuSO<sub>4</sub>  $\times$  5H<sub>2</sub>O, 125 mg FeSO<sub>4</sub>  $\times$  7H<sub>2</sub>O, 5 mg CoSO<sub>4</sub>, 1 mg KJ.

<sup>2</sup>  $\alpha$ -tocophenyl acetate.

<sup>3</sup> Determined by bomb calorimetry.

<sup>4</sup> Content at dry matter.

według norm duńskich (1983) przy dwóch odpasach dziennie i zapewnionym dostępie do wody. Loszki były trzymane w pojedynczych klatkach o podłodze rusztowej, wysielanej w połowie powierzchni klatki gumowymi matami. Loszki ważono co 7 dni przed rannym odpasem. Po zakończeniu testu żywieniowego, który trwał 40 dni, zwierzęta ubito i pobrano próby sadła i słoniny grzbietowej do analiz. W oleju, sadle oraz w słoninie rozdzielonej na warstwę zewnętrzną i wewnętrzną oznaczono zawartość witaminy E metodą chromatografii cieczowej wysokociśnieniowej (HPLC) według Söderhjelm i Anderssona (7). Zawartość kwasów tłuszczowych określono metodą chromatografii gazowej przy następujących warunkach oznaczeń: kolumna szklana 2 m  $\times$  25 mm wypełniona 15% EGS w chromosorbie W, 80-100 mesh, temperatura początkowa kolumny 125°C, temperatura dozownika 250°C i detektora 300°C. Detektor płomieniowo-jonizacyjny FID, gaz nośny azot, przepływ 20 ml/min. Przy pomocy standardów firmy Applied



Science Laboratories zidentyfikowano następujące kwasy tłuszczowe (w nawiasach podano ich nazwy zwyczajowe):  $C_{12:0}$  — kwas n-dodekanowy (laurynowy),  $C_{14:0}$  — kwas n-tetradekanowy (mirystynowy),  $C_{16:0}$  — kwas n-heksadekanowy (palmitynowy),  $C_{16:1}$  — kwas cis-9-heksadekanowy (palmitoleinowy),  $C_{18:0}$  — kwas n-oktadekanowy (stearynowy),  $C_{18:1}$  — kwas cis-9-oktadekanowy (oleinowy),  $C_{18:2}$  — kwas cis-cis-9,12-oktadekadienowy (linolowy),  $C_{18:3}$  — kwas cis-cis-cis-9,12,15-oktadekatrienowy (linolenowy),  $C_{20:0}$  — kwas n-ejkozanowy (arachinowy),  $C_{20:1}$  — kwas cis-5-ejkozanowy,  $C_{20:4}$  — kwas 5,8,11,14-ejkozatetraenowy (arachidonowy),  $C_{22:5}$  — kwas 4,7,10,13,16-dokozapentaenowy,  $C_{22:6}$  — kwas 4,7,10,13,16,19-dokozahexaenowy.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, wyznaczając wartości średnie odchylenie standardowe i istotność różnic między wartościami średnimi (5).

### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zwierzęta żywione mieszanką z olejem sojowym (grupa II) wykazały większe przyrostyienne oraz mniejsze zużycie paszy i składników pokarmowych na 1 kg przyrostu masy ciała (tab. 2). Uzyskane różnice między wartościami średnimi wymienionych cech dla zwierząt grupy I i II okazały się statystycznie istotne. Także McDonald i Hamilton (4) uzyskali zmniejszone zużycie paszy i energii przez świny otrzymujące w mieszance 10% oleju sojowego. Osłage i wsp. (6) podają, że zastosowanie paszy z udziałem 4% oleju sojowego przyczyniło się do uzyskania lepszych przyrostów masy ciała o 20 g dziennie przy znaczącym zmniejszeniu zużycia składników pokarmowych. Dodatek 0,05% witaminy E do mieszanek z olejem nie wpłynął znacząco na wartości omawianych cech.

Tab. 2. Średnie przyrostyienne, zużycie mieszanki oraz zawartość witaminy E w tłuszczu zapasowym rosnących świń

Average daily gains, feed intake and vitamin E content in the deposit fat of growing pigs

| Wyszczególnienie               | Grupy              |                    |                    | s.d. <sup>1</sup> |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                                | I                  | II                 | III                |                   |
| Masa zwierząt przy uboju, kg   | 47,12 <sup>a</sup> | 54,67 <sup>b</sup> | 53,27 <sup>b</sup> | 2,15              |
| Średnie przyrostyienne, g      | 531 <sup>a</sup>   | 738 <sup>b</sup>   | 700 <sup>b</sup>   | 32,31             |
| Zużycie na 1 kg przyrostu:     |                    |                    |                    |                   |
| — mieszanki, kg                | 2,70 <sup>a</sup>  | 1,92 <sup>b</sup>  | 2,02 <sup>b</sup>  | 0,21              |
| — energii metabolicznej, MJ    | 40,15 <sup>a</sup> | 31,05 <sup>b</sup> | 32,54 <sup>b</sup> | 2,38              |
| — białka ogólnego strawnego, g | 450 <sup>a</sup>   | 351 <sup>b</sup>   | 364 <sup>b</sup>   | 28,42             |
| Zawartość witaminy E:          |                    |                    |                    |                   |
| — słonina, mg/kg               | 4,30 <sup>a</sup>  | 5,89 <sup>b</sup>  | 16,52 <sup>c</sup> | 1,14              |
| — sadło, mg/kg                 | 4,18 <sup>a</sup>  | 5,32 <sup>b</sup>  | 12,91 <sup>c</sup> | 1,54              |

<sup>a, b, c</sup> — wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,01$ .

<sup>1</sup> — s.d. — odchylenie standardowe.

<sup>a, b, c</sup> — mean values followed by different letters are statistically significant at  $p \leq 0.01$ .

<sup>1</sup> — standard deviation.



Tab. 3. Skład kwasów tłuszczowych (%) w słoninie  
Fatty acid composition (%) of backfat

| Kwasy tłuszczowe    | Warstwa    |            | Grupy              |                    |                    | s.d. |
|---------------------|------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
|                     | wewnętrzne | zewnętrzna | I                  | II                 | III                |      |
| 14:0                | 1,22       | 1,28       | 1,53 <sup>a</sup>  | 1,13 <sup>b</sup>  | 1,10 <sup>b</sup>  | 0,21 |
| 16:0                | 19,68      | 18,60      | 22,37 <sup>a</sup> | 17,38 <sup>b</sup> | 17,68 <sup>b</sup> | 1,76 |
| 16:1                | 3,12       | 3,60       | 4,17 <sup>a</sup>  | 2,68 <sup>b</sup>  | 3,23 <sup>c</sup>  | 0,29 |
| 18:0                | 9,60       | 7,82       | 10,77 <sup>a</sup> | 7,90 <sup>b</sup>  | 7,45 <sup>b</sup>  | 0,82 |
| 18:1                | 39,63      | 40,69      | 46,83 <sup>a</sup> | 35,95 <sup>b</sup> | 37,68 <sup>b</sup> | 1,94 |
| 18:2                | 20,36      | 21,40      | 8,80 <sup>a</sup>  | 27,95 <sup>b</sup> | 25,90 <sup>b</sup> | 0,93 |
| 18:3                | 1,86       | 2,08       | 0,73 <sup>a</sup>  | 2,80 <sup>b</sup>  | 2,38 <sup>b</sup>  | 0,38 |
| 20:0                | 0,32       | 0,22       | 0,20               | 0,30               | 0,30               | 0,11 |
| 20:1                | 1,13       | 1,05       | 1,50 <sup>a</sup>  | 0,83 <sup>b</sup>  | 0,95 <sup>b</sup>  | 0,23 |
| 20:4                | 0,37       | 0,43       | 0,30 <sup>a</sup>  | 0,50 <sup>b</sup>  | 0,40               | 0,15 |
| Pozostałe kt        | 2,71       | 2,83       | 2,80               | 2,58               | 2,93               | 0,48 |
| Nasycone kt         | 30,82      | 27,92      | 34,87 <sup>a</sup> | 26,71 <sup>b</sup> | 26,53 <sup>b</sup> | 1,69 |
| Jednonienasycone kt | 43,88      | 45,34      | 52,50 <sup>a</sup> | 39,46 <sup>b</sup> | 41,86 <sup>b</sup> | 2,00 |
| Wielonienasycone kt | 22,59      | 23,91      | 9,83 <sup>a</sup>  | 31,25 <sup>b</sup> | 28,68 <sup>b</sup> | 1,25 |

a, b, c — patrz tab. 2.

a, b, c — see Table 2.

Loszki karmione paszą z olejem sojowym cechowały się zwiększoną zawartością witaminy E w słoninie i sadle (tab. 2). Znacząco wysokie nagromadzenie tej witaminy odnotowano w tłuszczu zapasowym świń żywionych paszą z 0,05% dodatkiem  $\alpha$ -tokoferolu. Było ono 3-4-krotnie wyższe niż w grupie kontrolnej. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami Jensen i wsp. (1). Leat (2) stosując natomiast 0,01% dodatek  $\alpha$ -tokoferolu do paszy dla rosnących świń uzyskał tylko 1,5-krotne zwiększenie koncentracji witaminy E w słoninie.

Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu zapasowym świń była wyraźnie zależna od dodatku oleju sojowego w paszy. Zarówno w słoninie (tab. 3), jak i w sadle (tab. 4) loszek żywionych paszą z 10% udziałem oleju sojowego stwierdzono wyraźnie większy udział kwasów tłuszczowych wielonienasyconych, głównie kwasu linolowego (18:2) oraz linolenowego (18:3). Jednocześnie znacząco zmniejszyła się zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych (18:0, 16:0) oraz jednonienasyconych (16:1, 18:1). Wyniki tych badań pozostają w pełnej zgodności z pracami Madsona i wsp. (3) oraz Oslaga i wsp. (6). Badania własne i cytowanych autorów (3, 6) wykazują, że skład tłuszczu zapasowego świń jest wyraźnie uwarunkowany zawartością kwasów tłuszczowych, zwłaszcza nienasyconych, w tłuszczu paszowym.

Dodatek witaminy E do paszy nie wywarł znaczącego wpływu na skład kwasów tłuszczowych w słoninie i sadle, natomiast, jak wykazał Leat (2), wyraźnie zmniejszył liczbę nadtlenkową wyższych nienasyconych kwasów tłuszczowych w słoninie.



Tab. 4. Skład kwasów tłuszczowych (%) w sadle  
Fatty acid composition (%) of perirenal fat

| Kwasy tłuszczowe    | Grupy              |                    |                    | s.d. |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
|                     | I                  | II                 | III                |      |
| 12:0                | 0,10               | 0,10               | 0,10               | 0,02 |
| 14:0                | 1,70 <sup>a</sup>  | 1,00 <sup>b</sup>  | 0,85 <sup>b</sup>  | 0,15 |
| 16:0                | 28,90 <sup>a</sup> | 17,95 <sup>b</sup> | 16,65 <sup>b</sup> | 1,54 |
| 16:1                | 3,10 <sup>a</sup>  | 1,70 <sup>b</sup>  | 1,40 <sup>b</sup>  | 0,26 |
| 18:0                | 20,20 <sup>a</sup> | 9,90 <sup>b</sup>  | 9,15 <sup>b</sup>  | 0,90 |
| 18:1                | 35,75 <sup>a</sup> | 28,25 <sup>b</sup> | 27,40 <sup>b</sup> | 1,25 |
| 18:2                | 6,80 <sup>a</sup>  | 34,45 <sup>b</sup> | 37,55 <sup>b</sup> | 0,95 |
| 18:3                | 0,70 <sup>a</sup>  | 3,80 <sup>b</sup>  | 3,90 <sup>b</sup>  | 0,37 |
| 20:0                | 0,20               | 0,30               | 0,30               | 0,12 |
| 20:1                | 0,70               | 0,50               | 0,40               | 0,28 |
| 20:4                | 0,30               | 0,50               | 0,45               | 0,20 |
| 22:5n3              | 0,10               | 0,20               | 0,10               | 0,10 |
| 22:6n3              | 0,15               | 0,15               | 0,15               | 0,15 |
| Pozostałe kt        | 1,30 <sup>a</sup>  | 1,20 <sup>a</sup>  | 1,70 <sup>b</sup>  | 0,27 |
| Nasycone kt         | 51,10 <sup>a</sup> | 29,25 <sup>b</sup> | 27,05 <sup>b</sup> | 1,54 |
| Jednonienasycone kt | 39,55 <sup>a</sup> | 30,45 <sup>b</sup> | 29,10 <sup>b</sup> | 1,76 |
| Wielonienasycone kt | 8,05 <sup>a</sup>  | 39,10 <sup>b</sup> | 42,15 <sup>b</sup> | 1,42 |

<sup>a, b</sup> — patrz tab. 2.

<sup>a, b</sup> — see Table 2.

W przeprowadzonych badaniach dokonano także oceny składu kwasów tłuszczowych w słoninie rozdzielonej na dwie warstwy. W warstwie zewnętrznej (podskórnej) stwierdzono mniej kwasów tłuszczowych nasyconych niż w warstwie wewnętrznej (tab. 3).

#### WNIOSKI

1. 10% udział oleju sojowego w mieszankach dla rosnących świń przyczynił się do uzyskania wyższych przyrostów dziennych i lepszego wykorzystania składników pokarmowych paszy.

2. Tłuszcz zapasowy zwierząt otrzymujących w pożywieniu 10% oleju sojowego cechował się zwiększoną zawartością kwasów tłuszczowych wielonienasyconych oraz witaminy E.

3. Dodatek 0,05% witaminy E do paszy dla rosnących świń zwiększył jej koncentrację w słoninie i sadle, natomiast nie wywarł znaczącego wpływu na wzrost zwierząt, wykorzystanie paszy oraz skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu zapasowym świń.



## PIŚMIENICTWO

1. Jensen M., Hakkarainen J., Lindholm A., Jönsson L.: Vitamin E requirement of growing swine. *J. Anim. Sci.*, 66, 12, 1988.
2. Leat W. M. F.: Studies on pigs reared on diets low in tocopherol and essential fatty acids. *Brit. J. Nutr.*, 15, 2, 1961.
3. Madsen A., Christensen K., Christensen K. D., Mortensen H. P.: Dietary Fats for Growing Pigs. Proceedings of International Symposium on Animal Fats in Pig Feeding. Dubrovnik 1977.
4. McDonald B. E., Hamilton R. M. G.: Growth and carcass composition of pigs fed diets that contained rapeseed oil, soybean oil or tallow during the growing period. *Can. J. Anim. Sci.*, 56, 4, 1976.
5. Mikos H.: Opisy programów statystycznych. AR Lublin, 1976.
6. Oslage H. J., Bohme H., Petersen U.: Untersuchungen zur Bewertung der Einsatzmöglichkeit verschiedener Futterfette in der Schweinemast. *Fette Seifen Anstrichmittel*, 86, 10, 1984.
7. Söderhjelm P., Andersson B.: Simultaneous determination of vitamin A and E in feeds and foods by reversed phase high-pressure liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.*, 29, 8, 1978.

## SUMMARY

Three groups of female Danish Landrace pigs weighing initially 25 kg were fed during 40 days with full mixtures. Group I — control received a standard mixture, group II a mixture with 10% soybean oil and group III a mixture with 10% soybean oil and 0.05% dl- $\alpha$ -tocopherylacetate. Soybean oil contained 6.1 mg  $\alpha$ -tocopherol, 53.3 g linoleic acid and 7.9 g linolenic acid per 100 g. The animals fed with soybean oil (group II and III) had higher daily gains and better feed efficiency than group I due to greater intake of energy. Their backfat and perirenal fat contained more polyenoic fatty acids and vitamin E than those of group I. The supplementation of 0.05% dl- $\alpha$ -tocopherylacetate to the diet with soybean oil (group III) increased significantly the content of vitamin E in the fat depots of the pigs in comparison to group II.