

# PRZYDATNOŚĆ OLEJU LNIANEGO W OGRANICZANIU ZABURZEŃ METABOLICZNYCH INDUKOWANYCH DIETĄ

## USEFULNESS OF FLAXSEED OIL IN THE LIMITATION OF DIET INDUCED METABOLIC DISTURBANCES

Adam Jurgoński, Jerzy Juśkiewicz, Przemysław Zduńczyk

Oddział Nauki o Żywności, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn

**Słowa kluczowe:** olej lniany, olej sojowy, fruktoza, kwasy tłuszczowe, stres oksydacyjny, profil lipidowy

**Key words:** flaxseed oil, soybean oil, fructose, fatty acids, oxidative stress, lipid profile

### STRESZCZENIE

Celem pracy było porównanie wpływu różnego typu tłuszczów, tj. smalcu wieprzowego, rafinowanego oleju sojowego i nierafinowanego, tłoczonego na zimno oleju lnianego, na status przeciwutleniający, wskaźniki stanu zapalnego oraz profil lipidowy krwi szczurów żywionych dietą o wysokiej zawartości fruktozy. Po 4 tygodniach doświadczalnego żywienia zaobserwowano, że dodatek oleju lnianego do diety (16%) spowodował istotne obniżenie stopnia peroksydacji lipidów w tkance wątroby w porównaniu do szczurów żywionych analogiczną ilością smalcu wieprzowego. Dodatek oleju sojowego lub lnianego do diety (16%) doprowadził ponadto do obniżenia poziomu triglicerydów i cholesterolu całkowitego we krwi oraz zmniejszenia wskaźnika aterosklerozy osocza. W przypadku oleju lnianego, w przeciwieństwie do oleju sojowego, doszło także do korzystnego zachowania wysokiego poziomu cholesterolu HDL.

### ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of different fats, that is pork lard, refined soybean oil, and unrefined, cold pressed flaxseed oil, on the antioxidant status, inflammatory markers and blood lipid profile of rats fed diets rich in fructose. Four week of experimental feeding with flaxseed oil enriched diet (16%) led to a significant decrease in the degree of lipid peroxidation in liver, when compared with rats fed the same amount of pork lard. Moreover, the addition of soybean oil or flaxseed oil to the diet (16%) decreased significantly triglyceride and total cholesterol blood levels, as well as reduced atherogenic index of plasma. The concentration of HDL cholesterol was retained on a higher blood level in rats fed flaxseed oil enriched diet, when compared with the soybean oil group.

### WSTĘP

Likwidacja przemysłu lniarskiego w Polsce radykalnie ogranicza możliwości produkcyjne tradycyjnego produktu spożywczego, jakim przez wiele dziesięcioleci był olej lniany. Jest to o tyle ważne, że zwiększenie spożycia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w które bogaty jest ten olej, jest uważane za ważny czynnik w zmniejszaniu ryzyka chorób układu krążenia [5].

Olej lniany charakteryzuje się szczególnie dużą zawartością kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ponad 50%). Kwas ten posiada trzy wiązania nienasycone w cząsteczce

i należy do rodziny n-3, podobnie jak tłuszcze pozyskiwane z ryb morskich, które uważa się za szczególnie korzystne dla zdrowia. Przykładem oleju roślinnego powszechnie stosowanego w żywieniu i produkowanego na przemysłową skalę jest olej sojowy, który zawiera porównywalną ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (około 60%), jednak w przeciwieństwie do oleju lnianego, głównym jego składnikiem jest kwas linolowy należący do rodziny n-6 (około 50%) i posiadający w swojej cząsteczce dwa wiązania nienasycone. Obecnie uważa się, że żywieniowo istotny stosunek kwasów n-6 do n-3 w diecie społeczeństw zachodnich jest ciągle zbyt wysoki w stosunku do poziomu

**Adres do korespondencji:** Adam Jurgoński, Zakład Biologicznych Funkcji Żywności, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności, Polska Akademia Nauk w Olsztynie, 10-747 Olsztyn, ul. Tuwima 10, tel. 89 523 46 01, fax 89 524 01 24, e-mail: a.jurgoński@pan.olsztyn.pl

rekomendowanego, tj. 2 do 1. Co więcej, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, takie jak kwasy linolowy i  $\alpha$ -linolenowy, są m.in. istotnymi czynnikami mogącymi modulować procesy zapalne w organizmie, poprzez syntetyzowane z nich eikozanoidy. Z drugiej strony wiadomo, że tłuszcze bogate w wielonienasycone kwasy tłuszczowe mogą niekorzystnie nasilać objawy stresu oksydacyjnego w tkankach [4].

Celem niniejszej pracy było porównanie wpływu różnego typu tłuszczów, składających się z kwasów tłuszczowych o zróżnicowanym stopniu nienasyceń, na status przeciwutleniający, wskaźniki stanu zapalnego oraz profil lipidowy krwi szczurów żywionych dietą o wysokiej zawartości fruktozy. W doświadczeniu zastosowano smalec wieprzowy bogaty w nasycone kwasy tłuszczowe, wpływające niekorzystnie na gospodarkę lipidową ustroju, rafinowany olej sojowy i nierafinowany, tłoczony na zimno olej lniany. W celu indukcji zaburzeń metabolicznych charakterystycznych dla dużego odsetka osób żyjących w tzw. krajach wysokorozwiniętych, jako główny węglowodan w diecie zastosowano fruktozę, która m.in. zaburza profil lipidowy krwi oraz indukuje stres oksydacyjny [2].

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono za zgodą Lokalnej Komisji ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Olsztynie. Smalec wieprzowy i rafinowany olej sojowy zakupiono w zwykłym sklepie spożywczym, natomiast nierafinowany olej lniany, tłoczony na zimno i bez konserwantów, zakupiono w sklepie z tzw. zdrową żywnością. Doświadczenie przeprowadzono na 24 samcach szczepu Wistar podzielonych na 3 grupy, żywionych dietami zawierającymi 45,3% fruktozy i 20% tłuszczu (tab. 1). Grupę 1 żywiono dietą z 16% dodatkiem

Tabela 1. Skład diet doświadczalnych (%)  
Composition of the diets (%)

Składniki	Grupa		
	SM	SO	LN
Kazeina	19,8	19,8	19,8
DL-metionina	0,2	0,2	0,2
Smalec wieprzowy	16	4	4
Olej sojowy	4	16	-
Olej lniany	-	-	16
Fruktoza	45,3	45,3	45,3
Skrobia kukurydziana	7	7	7
Celuloza	3	3	3
Mieszanka mineralna <sup>1</sup>	3,5	3,5	3,5
Mieszanka witaminowa <sup>1</sup>	1	1	1
Chlorek choliney	0,2	0,2	0,2

<sup>1</sup> Skład zalecany przez Amerykański Instytut Żywności dla szczurów w okresie wzrostowym (AIN-93G)

smalcu i 4% dodatkiem oleju sojowego (grupa SM). Źródłem tłuszczu w diecie zwierząt z 2 grupy (grupa SO) był olej sojowy (16% diety) i smalec (4% diety), natomiast w grupie 3 (grupa LN) dieta zawierała 16% oleju lnianego i 4% smalcu.

Po 4 tygodniach trwania eksperymentu zwierzęta uśpiono i pobrano narządy wewnętrzne oraz krew do badań. W wybranych tkankach oznaczono zawartość substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) zgodnie z metodą [3]. Zestawami odczynnikowymi firmy Randox Laboratories oznaczono we krwi aktywność enzymów przeciwutleniających – dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) i peroksydazy glutationowej (GPx). W surowicy krwi oznaczono aktywność aminotransferazy alaninowej i asparginianowej (ALT i AST, zestawy firmy Alpha Diagnostics) oraz czynnik martwicy nowotworu  $\alpha$  (TNF $\alpha$ , zestaw firmy R&D Systems). Przy użyciu zestawów firmy Alpha Diagnostics oznaczono w surowicy krwi także profil lipidowy, po czym wyznaczono wskaźnik aterogenności osocza wg następującego wzoru:  $\log(\text{triglicerydy}/\text{cholesterol HDL})$ . Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji i testowi Duncana.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Końcowa masa ciała szczurów, podobnie jak wybranych narządów wewnętrznych (serce, płuco, nerki), była porównywalna we wszystkich badanych grupach, za wyjątkiem masy wątroby, która była wyraźnie wyższa w grupie LN w porównaniu z grupą SO (tab. 2). Rodzaj tłuszczu w diecie nie wpłynął na wskaźniki stanu zapalnego oraz aktywność enzymów przeciwutleniających we krwi, natomiast miał istotny wpływ na stopień peroksydacji lipidów w wątrobie (oznaczony jako TBARS), który był istotnie niższy w grupie zwierząt żywionych 16% dodatkiem oleju lnianego w porównaniu z grupą żywioną analogiczną ilością smalcu (tab. 3). W doświadczeniu na myszach, którym przez 15 dni podawano olej lniany, zaobserwowano złagodzenie ob-

Tabela 2. Masa ciała i narządów wewnętrznych (g)  
Body and internal organs mass (g)

	Grupa		
	SM	SO	LN
Końcowa masa ciała	433,9 ± 25,5	423,7 ± 39,0	440,8 ± 39,6
Wątroba	12,9 ± 1,2 <sup>ab</sup>	11,8 ± 1,0 <sup>b</sup>	13,3 ± 1,0 <sup>a</sup>
Serce	1,08 ± 0,10	1,01 ± 0,09	1,05 ± 0,08
Płuca	2,11 ± 0,27	2,08 ± 0,28	2,17 ± 0,27
Nerki	2,31 ± 0,26	2,14 ± 0,19	2,31 ± 0,17

Średnia ± SD. Statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami w poszczególnych wierszach zaznaczono odmiennymi literami przypisanymi w indeksie górnym ( $p \leq 0,05$ )

Tabela 3. Wskaźniki stanu zapalnego we krwi oraz status przeciwutleniający organizmu  
Blood inflammatory indices and antioxidant status of the organism

	Grupa		
	SM	SO	LN
AST (U/l)	97,0 ± 15,6	95,8 ± 12,3	91,6 ± 10,3
ALT (U/l)	30,3 ± 6,1	26,8 ± 5,8	32,0 ± 4,0
TNFα (pg/ml)	22,5 ± 27,6	14,0 ± 6,4	12,7 ± 8,9
GPx (U/ml)	81,1 ± 14,1	81,3 ± 8,8	77,6 ± 13,5
SOD (U/ml)	330,1 ± 10,0	319,2 ± 48,8	336,7 ± 69,1
TBARS w tkankach (nmol/g):			
Wątroba	83,7 ± 17,4 <sup>a</sup>	73,3 ± 14,0 <sup>ab</sup>	65,2 ± 7,6 <sup>b</sup>
Serce	44,3 ± 3,8	42,0 ± 4,0	43,7 ± 3,5
Nerka	87,9 ± 17,5	76,4 ± 7,2	82,1 ± 16,1

Średnia ± SD. Statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami w poszczególnych wierszach zaznaczono odmiennymi literami przypisanymi w indeksie górnym ( $p \leq 0,05$ )

jawów toksyczności w obrębie wątroby, powodowanych jednorazową ekspozycją zwierząt na promieniowanie gamma [1]. Autorzy niniejszej pracy odnotowali m.in. zmniejszony stopień peroksydacji lipidów i zwiększoną ilość zredukowanego glutationu w wątrobie oraz brak utraty masy tego narządu, wskazując jednocześnie na lignany zawarte w oleju lnianym, jako na substancje mogące odgrywać szczególną rolę w łagodzeniu stresu oksydacyjnego. Jednak nie wszystkie badania wskazują na ochronne właściwości tego oleju. Na przykład w innym doświadczeniu olej lniany był czynnikiem silnie stymulującym stres oksydacyjny w wybranych komórkach i płynach ustrojowych [6]. Wydaje się, że w omawianej kwestii kluczowe znaczenie może mieć sposób pozyskiwania oleju z lnu i jego świeżość, a co za tym idzie ilość zawartych w nim przeciwutleniaczy w formie zredukowanej.

Tabela 4. Profil lipidowy krwi  
Blood lipid profile

	Grupa		
	SM	SO	LN
Triglicerydy (mmol/l)	4,42 ± 1,76 <sup>a</sup>	1,42 ± 0,23 <sup>b</sup>	1,50 ± 0,21 <sup>b</sup>
Cholesterol całkowity (mmol/l)	2,36 ± 0,32 <sup>a</sup>	1,86 ± 0,21 <sup>b</sup>	1,96 ± 0,37 <sup>b</sup>
Cholesterol HDL (mmol/l)	1,57 ± 0,18 <sup>a</sup>	1,28 ± 0,18 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,39 <sup>a</sup>
Cholesterol HDL (% całości)	67,0 ± 7,7 <sup>b</sup>	68,6 ± 4,6 <sup>b</sup>	80,7 ± 6,5 <sup>a</sup>
Wskaźnik aterosklerozy osocza	0,43 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,08 <sup>b</sup>	-0,02 ± 0,07 <sup>b</sup>

Średnia ± SD. Statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami w poszczególnych wierszach zaznaczono odmiennymi literami przypisanymi w indeksie górnym ( $p \leq 0,05$ )

Szczury z grup SO i LN w porównaniu z grupą SM miały istotnie obniżony poziom triglicerydów i cholesterolu całkowitego we krwi (tab. 4). W grupie SO zaobserwowano niższy poziom cholesterolu HDL we krwi, a jego odsetek w całej puli cholesterolu był wyższy w grupie zwierząt żywionych dietą z dodatkiem oleju lnianego w porównaniu z pozostałymi grupami. Zaobserwowano ponadto istotnie niższą aterosklerozy osocza szczurów z grup SO i LN w porównaniu z grupą SM. Wyniki te potwierdzają dobroczynny wpływ olejów roślinnych na profil lipidowy krwi i pośrednio na układ sercowo-naczyniowy w porównaniu z tłuszczami zwierzęcymi. Na szczególną uwagę zasługuje fakt zachowania wyższego odsetka poziomu cholesterolu HDL w grupie szczurów żywionych olejem lnianym w porównaniu z grupą żywioną 16% dodatkiem oleju sojowego. Korzystny wpływ oleju lnianego na profil lipidowy krwi zaobserwowano także w innych badaniach u szczurów żywionych przez 60 dni dietą wysokotłuszczową [7].

## PODSUMOWANIE

1. Rodzaj tłuszczu zawartego w diecie nie miał istotnego wpływu na wskaźniki stanu zapalnego organizmu szczurów.
2. Dieta z dodatkiem oleju lnianego spowodowała istotne obniżenie stopnia peroksydacji lipidów w wątrobie w porównaniu do zwierząt żywionych dużą dawką tłuszczów nasyconych.
3. Zastosowane dawki obu olei roślinnych doprowadziły do obniżenia poziomu triglicerydów i cholesterolu całkowitego we krwi oraz zmniejszenia wskaźnika aterosklerozy osocza, przy czym w przypadku oleju lnianego, w przeciwieństwie do oleju sojowego, doszło także do korzystnego zachowania wysokiego poziomu cholesterolu HDL.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Bhatia A.L., Sharma A., Patni S., Sharma A.L.*: Prophylactic effect of flaxseed oil against radiation-induced hepatotoxicity in mice. *Phytother. Res.* 2007, 21, 852-859.
2. *Busserolles J., Gueux E., Rock E., Demigne C., Mazur A., Rayssiguier Y.*: Oligofructose protects against the hypertriglyceridemic and pro-oxidative effects of a high fructose diet in rats. *J. Nutr.* 2003, 133, 1903-1908.
3. *Draper H.H., Hadley M.*: Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 1990, 86, 421-431.
4. *Halliwel B., Chirico S.*: Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993, 57, 715-724.

5. Lunn J., Theobald H.E.: The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutr. Bull.* 2006, 31, 178-224.
6. Rezar V., Pajk T., Marinšek Logar R., Ješe Janezic V., Salobir K., Orešnik A., Salobir J.: Wheat Bran and Oat Bran Effectively Reduce Oxidative Stress Induced by High-Fat Diets in Pigs. *Ann. Nutr. Metab.* 2003, 47, 78-84.
7. Vijaimohan K., Jainu M., Sabitha K.E., Subramaniyam S., Anandhan C., Shyamala Devi C.S.: Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sci.* 2006, 79, 448-454.

Otrzymano: 25.06.2010

Zaakceptowano do druku: 07.03.2011