

HALINA GAMBUŚ, ANNA MIKULEC, PAWEŁ PISULEWSKI,
FRANCISZEK BOROWIEC, TADEUSZ ZAJĄC, ANETA KOPEĆ

HIPOCHOLESTEROLEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI CHLEBA Z NASIONAMI LNU OLEISTEGO

Streszczenie

Celem badań było określenie korzyści zdrowotnych i żywieniowych wynikających ze spożywania chlebów pszennych, w których 10 i 13% masy mąki zastąpiono zmielonymi nasionami lnu oleistego, uznawanymi za najbogatsze źródło kwasu α -linolenowego (18 : 3, 3n – 3). W celu wykazania hipocholesterolemicznego oddziaływania takich chlebów przeprowadzono doświadczenie ze szczurami, które podzielono na grupy i karmiono chlebem standardowym (pszennym) oraz chlebem z udziałem nasion lnu, podając jednocześnie dodatki wywołujące hipercholesterolemię. Przed i po doświadczeniu szczury ważono, a po jego zakończeniu zwierzęta usypiano i pobierano im krew z serca w celu oznaczenia poziomu cholesterolu i glukozy w surowicy krwi. Chleby z dodatkiem nasion lnu wywarły silny hipocholesterolemiczny wpływ na organizm szczurów, zmniejszając stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi średnio o 47% i jego frakcji LDL o 48,5%, w porównaniu z grupą kontrolną. Nie zaobserwowano natomiast wyraźnego hipoglikemicznego oddziaływania tych chlebów.

Wstęp

Coraz częściej pojawiają się w literaturze naukowej informacje o hipocholesterolemicznym oddziaływaniu nasion lnu oleistego, zarówno w odniesieniu do zwierząt [3, 4, 11, 23, 28], jak i ludzi [7, 12, 13], po włączeniu do ich diety surowych nasion tej rośliny. W badaniach wykazano, że spożywanie nasion lnu oleistego wpływa na obniżenie poziomu całkowitego cholesterolu w surowicy krwi, ale przede wszystkim jego frakcji o małej gęstości (LDL). Efekt ten wiązany jest z obecnością w siemieniu lniowym ponad 30% włókna pokarmowego, które jest w około 40% rozpuszczalne w wodzie, tworząc w jelicie żele wiążące wiele substancji, w tym cholesterol i kwasy żół-

Dr hab. inż. H. Gambuś, mgr inż. A. Mikulec, Katedra Technologii Węglowodanów, prof. dr hab. P. Pisulewski, mgr inż. A. Kopeć, Katedra Żywienia Człowieka AR, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, prof. dr hab. F. Borowiec, Katedra Żywienia Zwierząt AR, prof. dr hab. T. Zajac, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin AR, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków.

ciowe [5, 6, 26, 27, 28]. Hipocholesterolemiczny efekt spożywania nasion lnu tłumaczony jest też znaczną zawartością w nich niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), a zwłaszcza kwasu α -linolenowego - ALA [3, 4, 12, 14, 24, 26, 28]. Dużej zawartości NNKT oraz lignanów w siemieniu lnianym przypisuje się również działanie antynowotworowe [8, 10, 28, 31]. Siemię lniane uważane jest za najbogatsze źródło kwasu α -linolenowego (18 : 3, 3n – 3), ponieważ jego zawartość stanowi ponad 50% całkowitej ilości kwasów tłuszczowych, przy ponad 40% zawartości tłuszczu surowego w suchej masie [12, 17, 28].

Mimo sygnalizowanych walorów zdrowotnych nasion lnu oleistego, ich dotychczasowa użyteczność żywieniowa była ograniczana właśnie dużym udziałem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Przypuszczano, że duża bioreaktywność tych kwasów może prowadzić do powstawania znacznej ilości produktów ich utleniania, takich jak np. dialdehyd malonowy (MDA) lub produktów geometrycznej izomeryzacji lub cyklizacji ALA. Jednakże w badaniach ostatnich lat wykazano termiczną i oksydacyjną stabilność nasion lnu, zarówno podczas długoterminowego przechowywania w temperaturze pokojowej, jak i podczas ogrzewania ich do temperatury 100 i 350°C [10, 28]. Podczas wypieku, w temperaturze 178°C, występowały tylko minimalne straty ALA [10].

Ze względu na korzystne oddziaływanie nasion lnu oleistego na organizm ssaków, wielu autorów uważa, że badania dotyczące zastosowania ich w żywieniu ludzi, jako komponentu żywności, powinny być szczególnie wspierane [9, 12, 26, 31].

Najczęściej spożywanym przez człowieka produktem, stanowiącym podstawę jego wyżywienia, jest chleb, dlatego w ostatnich latach właśnie jemu żywieniowcy poświęcają szczególną uwagę [1, 21]. W chlebach tzw. jasnych, preferowanych przez krajowych konsumentów, zawartość składników odżywczych i włókna pokarmowego jest znacznie mniejsza niż w pieczywie ciemnym [2]. Dlatego też w produkcji piekarskiej, poza podstawowymi surowcami, stosuje się różne dodatki w celu wzbogacenia wartości żywieniowej chleba, m.in. nasiona lnu [1, 2]. Wydaje się jednak, że forma dodawania całych nasion nie jest właściwa, ponieważ mogą one być trudno strawne, a więc wykorzystanie z nich składników pokarmowych niewielkie. Próba pełniejszego wykorzystania nasion lnu było zastosowanie do wypieku chleba Bioflaxu – preparatu śluzowo-białkowego z nasion lnu [22]. Preparat ten jest jednak pozbawiony znacznej części cennych substancji tłuszczowych, zawiera on bowiem około 40% białka, 15% substancji śluzowych i tylko do 10% tłuszczu.

Bardzo korzystny efekt dodatku zmielonych nasion lnu, zarówno na parametry tekstury, proces starzenia się jak i na wartość żywieniową chleba, skłania do kontynuowania badań na ten temat [16, 17].

Celem pracy było określenie korzyści zdrowotnych i żywieniowych, wynikających ze spożywania chleba pszennego z różnymi dodatkami zmielonych nasion lnu oleistego.

Material i metody badań

Chleby pszenne, w których część mąki typu 650 zastąpiono zmielonymi nasionami lnu oleistego odmiany Opal, w ilości 10 i 13% masy mąki, wypieczono metodą bezpośrednią [16, 17]. Próbowano zwiększyć udział siemienia lnianego w chlebach do 15%, ale takie pieczywo zostało zdyskwalifikowane przez oceniających z powodu niechlebowego zapachu, nasilającego się podczas przechowywania [16].

Wartość żywieniową i dietetyczną uzyskanych chlebów oceniono przez oznaczenie w ich powietrznie suchej masie zawartości:

- białka ogółem – metodą Kjeldahla [20]. Destylację przeprowadzono w automatycznym zestawie Kjeltex Auto firmy Tecator,
- włókna surowego – metodą ICC – standard No 113 [19],
- włókna pokarmowego – metodą Hellendoorna [29],
- tłuszczu surowego – metodą ekstrakcji ciągłej z eterem w aparacie Soxhleta [20],
- profil kwasów tłuszczowych przy użyciu chromatografu gazowego typu Varian 3400 CX z dektektorem FID. Gazem nośnym był argon. Stosowano kolumnę DB-23, utrzymując jej temperaturę w zakresie 100–205°C, temperaturę dozownika 200°C, a detektora 240°C.

W celu wykazania hipocholesterolemicznego i hipoglikemicznego oddziaływania takiego chleba przeprowadzono doświadczenie ze szczurami albinotycznymi odmiany Vistar. Do eksperymentu użyto 24 samce o średniej początkowej masie ciała 117 g. Zwierzęta ważono przed i po okresie doświadczenia.

Szczury podzielono na 4 grupy, po 6 zwierząt w grupie. Każdy szczur był umieszczony w osobnej klatce bilansowej. Zwierzęta karmiono o tej samej porze dnia odpowiednio dobranymi dietami, przez okres 19 dni. Dzienna porcja pożywienia stanowiła około 10% masy szczura i wynosiła 10 g.

Skład diety w poszczególnych grupach był następujący:

- I grupa – wyłącznie powietrznie suchy chleb pszenny (standardowy) podawany szczurom w postaci papki wymieszanej z wodą,
- II grupa – chleb pszenny standardowy oraz dodatki powodujące hipercholesterolemię, tj. 0,5% kwasu cholowego, 1% cholesterolu i 7% smalcu,
- III grupa – chleb pszenny z udziałem 10% nasion lnu oleistego oraz dodatki powodujące hipercholesterolemię,
- IV grupa – chleb pszenny z udziałem 13% nasion lnu oleistego oraz dodatki powodujące hipercholesterolemię.

Wodę dostarczano szczurom bez ograniczeń. W ostatnim dniu doświadczenia zwierzęta usypiano chloroformem i po zastrzyku tiopentalu rozkurczającym mięśnie pobierano krew bezpośrednio z serca do probówek.

Próbki pobranej krwi przekazano do Laboratorium Pracowni Lipidów Diagnostyki Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie, gdzie oznaczono w nich: zawartość triglicerydów (TG), cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL i LDL jak również poziom glukozy.

W celu określenia istotności różnic uzyskanych wyników wykonano jednoczynnikową analizę wariancji przy użyciu programu komputerowego Stat Skierniewice 1998.

Wyniki i dyskusja

Nasiona lnu oleistego odmiany Opal zawierały prawie 44% tłuszczu surowego. Wraz ze zwiększaniem udziału zmielonych nasion lnu w chlebach pszennych z 10 do 13% zwiększała się w nich zawartość tłuszczu surowego o 3,0–4,8%, w porównaniu z chlebem standardowym (tab. 1). W profilu kwasów tłuszczowych zawartych w siemieniu lnianym oznaczono aż 51,5% kwasu linolenowego, stąd w chlebach z dodatkiem nasion lnu zaobserwowano postępujący wzrost zawartości tego kwasu, 8–9-krotny w odniesieniu do chleba pszennego. Jak sygnalizowano w badaniach wcześniejszych [10], podczas wypieku nastąpiły niewielkie straty ALA – w chlebie z 13% udziałem siemienia lnianego tylko o 5% w odniesieniu do surowych nasion lnu.

W chlebach ze zwiększającym się udziałem nasion lnu zwiększała się również zawartość białka ogółem, włókna surowego i włókna pokarmowego (tab. 2). Przy 13% dodatku siemienia lnianego zawartość białka w chlebie zwiększyła się o 1,34%, w porównaniu z chlebem standardowym, co przy niewielkiej zawartości białka w produktach zbożowych można uznać za wzrost znaczący. Ponadto, połączenie w jednym produkcie dwóch rodzajów białek roślinnych stwarza możliwość pełniejszego ich wykorzystania przez organizm, dzięki wzajemnemu uzupełnianiu się aminokwasów [18].

Zwiększenie zawartości włókna surowego (przy 13% dodatku nasion lnu około 2,5-krotne) oraz włókna pokarmowego (przy 13% dodatku około 5-krotne) zmniejsza wprawdzie strawność składników pokarmowych i przez to obniża ich wartość odżywczą, ale walory dietetyczne i zdrowotne tego składnika są bezsporne [5, 6, 27, 28]. Wydaje się, że szczególne znaczenie dietetyczne w przypadku chleba pszennego mogą mieć pektyny, których zawartość w ziarnie zbóż jest bardzo mała [27], a w nasionach lnu znacznie większa [26, 28].

Badania żywieniowe, przeprowadzone ze szczurami, wykazały lepszą tolerancję przez zwierzęta diet z chlebem zawierającym nasiona lnu, o czym świadczy różnica masy ciała szczurów przed i po zakończeniu doświadczenia (tab. 3). Szczury żywione

Tabela I

Zawartość tłuszczu surowego oraz profil kwasów tłuszczowych w nasionach lnu oleistego i w chlebach pszennych z ich dodatkami.
Raw fat content and fatty acids profile in oil flaxseed and wheat breads with the addition of flaxseed.

Rodzaj próby Sample	Zawartość tłuszczu surowego Raw fat content [%]	Udział w sumie kwasów [%] / Percentage total acids						
		Palmitynowy Palmitic acid 16:0	Stearynowy Stearic acid 18:0	Oleinowy Oleic acid 18:1	Linolowy Linoleic acid 18:2	Linolenowy Linolenic acid 18:3	Ikozanowy (Arachidowy) Arachidic acid 20:0	Ikozanowy Ikozoic acid 20:1
Nasiona lnu / Flaxseeds	43,97	6,32	3,25	22,55	15,95	51,50	0,11	0,20
Standard mąka pszenna typu 650 wheat flour type 650	0,42	20,04	5,17	32,96	26,18	5,04	1,04	1,25
Standard + 10% nasion lnu + 10% of flaxseed	3,42	10,22	4,23	20,97	20,49	41,04	0,17	1,70
Standard + 13% nasion lnu + 13% of flaxseed	5,20	8,32	4,17	21,51	19,64	45,54	0,18	0,36

standardowym chlebem pszennym z dodatkami zwiększającymi zawartość cholesterolu w surowicy krwi (dieta stosowana w grupie II), w połowie przypadków wykazały spadek masy ciała po zakończeniu doświadczenia. Natomiast szczury żywione taką samą dietą, ale z zastosowaniem chleba z dodatkami nasion lnu (grupy III i IV) tylko w dwóch przypadkach na 12 zwierząt obniżyły swą masę.

Tabela 2

Wpływ dodatku nasion lnu na zawartość włókna surowego, włókna pokarmowego i białka ogółem w powietrznie suchej masie chleba pszennego.

Effect of flaxseed addition on raw fibre, dietary fibre and total protein contents of air dry matter of wheat bread.

Rodzaj chleba Kind of bread	Zawartość włókna surowego Raw fibre content [%]	Zawartość włókna pokarmowego Dietary fibre content [%]	Zawartość białka ogółem Total protein content (N 5,7) [%]
Standard mąka pszenna typu 650 wheat flour type 650	0,36	0,65	11,1
Standard + 10% nasion lnu + 10% of flaxseed	0,74	3,10	12,1
Standard + 13% nasion lnu + 13% of flaxseed	0,93	3,55	12,5

Opublikowane dotychczas wyniki badań, odnośnie hipocholesterolemicznego działania nasion lnu oleistego, w doświadczeniach zarówno ze zwierzętami jak i ludźmi, dotyczą spożywania surowych nasion lnu [3, 4, 12, 13, 26]. Brak jest natomiast jakichkolwiek doniesień na temat podobnego wpływu stosowania w diecie chleba z udziałem nasion lnu oleistego.

Hipocholesterolemiczny efekt spożywania takiego chleba bez wątplenia został stwierdzony w eksperymencie ze szczurami, przeprowadzonym w niniejszej pracy (tab. 4). Największe stężenie cholesterolu całkowitego oraz jego „złej” frakcji LDL oznaczono w surowicy krwi zwierząt z grupy II, czyli karmionych standardowym chlebem pszennym z dodatkami powodującymi hipercholesterolemię. Znacznie mniejszy wzrost stężenia omawianych frakcji cholesterolu stwierdzono w surowicy krwi szczurów z grupy III i IV, a więc tych, które miały zastąpiony chleb pszenny w spożywanych dietach chlebem z 10 i 13% udziałem zmielonych nasion lnu oleistego. We wszystkich grupach, w których próbowano sztucznie wywołać hipercholesterolemię (II, III i IV), zaobserwowano wyraźne zmniejszenie się zawartości triacylglicerydów, a

więc tłuszczów energetycznych i zapasowych w surowicy krwi, w porównaniu ze zwierzętami grupy I, co spowodowało równoległy spadek stężenia HDL-cholesterolu, kosztem wzrostu stężenia jego frakcji LDL. Natomiast spożywanie zwykłego chleba pszennego nie stanowi zagrożenia w kierunku zwiększenia zawartości „złej” frakcji cholesterolu w osoczu krwi.

Tabela 3

Tolerancja stosowanych diet przez szczury laboratoryjne.

Tolerance of laboratory rats to the diets.

Grupa Group	Początkowa masa szczura Initial weight of a rat (g)		Końcowa masa szczura Final weight of a rat (g)		Różnica masy ciała Weight difference (g)
		średnia / mean		średnia / mean	
I	115	117	115	117 ab	0
	124		113		-9
	112		119		7
	114		115		1
	125		125		0
	116		115		-1
II	117	117	117	113 a	0
	114		115		1
	126		109		-7
	111		112		1
	117		111		-6
	122		116		-8
III	111	117	116	120 b	5
	128		119		-9
	114		125		11
	112		120		8
	114		115		1
	128		130		2
IV	117	117	121	119 b	4
	123		123		0
	131		127		-4
	113		116		3
	112		116		4
	110		116		6

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie istotności $p = 0,05$

The results marked with different letters are statistically different at the significance level $p = 0.05$

Tabela 4

Zawartość cholesterolu, triglicerydów i glukozy w surowicy krwi szczurów po przeprowadzonym doświadczeniu [mmol/l].
Cholesterol, triglicerides and glucose contents of blood plasma of rats after the experiment [mmole/l].

Dieta szczurów Diet of the rats	Cholesterol całkowity Total cholesterol		HDL - cholesterol		LDL - cholesterol		Triglicerydy Triglycerides		Glukoza Glucose	
		średnia mean		średnia mean		średnia mean		średnia mean		średnia mean
Grupa I / Group I Chleb pszenny / wheat bread standard	2,77	2,20	-	1,28	10,3					
	2,36	1,88	0,10	0,82	8,7					
	2,17	1,53	-	1,63	8,6					
	2,56	1,96	0,20	0,88	8,1		1,09			9,4
	2,34	1,83	0,13	0,83	9,8					
2,15	1,67	-	1,13	10,6						
Grupa II / Group II Chleb pszenny / wheat bread - standard + 0,5% kwas cholowy - cholic acid + 1% cholesterol + 7% smalec - animal fat	12,13	0,51	11,35	0,64	10,1					
	12,89	0,46	12,07	0,72	8,9					
	13,61	0,61	12,74	0,58	10,1					
	11,43	0,52	10,60	0,70	10,0		0,58			10,0
	11,21	0,43	10,60	0,40	11,3					
11,49	0,54	10,70	0,47	10,2						
Grupa III / Group III Chleb pszenny z dodatkiem 10% lnu oleistego - wheat bread with the addition of 10% of oil flaxseed + 0,5% kwas cholowy - cholic acid + 1% cholesterol + 7% smalec - animal fat	7,01	0,30	6,54	0,36	10,5					
	7,23	0,55	6,53	0,32	7,2					
	6,57	0,45	6,95	0,53	8,8					
	7,68	0,43	7,02	0,51	8,6		0,41			8,5
	5,66	0,61	4,88	0,38	9,1					
5,29	0,35	4,78	0,35	8,7						
Grupa IV / Group IV Chleb pszenny z dodatkiem 13% lnu oleistego - wheat bread with the addition of 13% of oil flaxseed + 0,5% kwas cholowy - cholic acid + 1% cholesterol + 7% smalec - animal fat	6,77	0,54	6,01	0,49	9,5					
	6,28	0,42	5,70	0,36	9,6					
	6,36	0,46	5,73	0,48	9,9					
	6,68	0,50	6,03	0,23	8,9		0,40			9,6
	5,61	0,44	5,00	0,38	10,1					
6,45	0,39	5,87	0,41	9,5						

W tab. 5. zamieszczono średnie wartości oznaczonych wskaźników w każdej grupie. Na podstawie tych wyników stwierdzono statystycznie istotne różnice we wpływie, jakie wywarł na obniżenie zawartości wszystkich frakcji cholesterolu oraz poziomu triglicerydów 10 i 13% udział siemienia lnianego w analizowanych chlebach. Obydwa stosowane dodatki do wypieku chlebów pszennych obniżyły stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi szczurów średnio o 47%, a jego frakcji LDL – średnio o 48,5%. Tak znaczącego hipocholesterolemicznego efektu oddziaływania nasion lnu na organizm ssaków nie zanotowano w dotychczasowych badaniach [3, 4, 7, 12, 13]. Efekt ten związany jest zarówno ze zwiększoną zawartością włókna pokarmowego, jak i kwasu α -linolenowego (ALA) w chlebach z udziałem nasion lnu [3, 4, 6, 12, 28]. Ważny jest również fakt, że o ile można mieć zastrzeżenia do spożywania surowego siemienia lnianego, ze względu na obecność w nim cyjanogennych glikozydów [9, 25], o tyle spożywanie go po obróbce termicznej, jaką jest wypiek chleba, jest całkowicie bezpieczne pod tym względem [9, 13]. Ponadto stosowanie antycholesterolowej diety w postaci chleba przynajmniej z 10% udziałem zmielonych nasion lnu nie musi się wiązać z żadnym poświęceniem, ponieważ chleb ten jest bardzo smaczny i dłużej zachowuje świeżość [16].

Tabela 5

Istotność różnic pomiędzy średnimi badanymi wskaźników krwi [w mmolach/l] poszczególnych grup szczurów.

Significance of differences between mean values of blood indices [in mmole/l] for individual groups of rats.

Grupa Group	Cholesterol całkowity Total cholesterol	HDL cholesterol	LDL cholesterol	Triglicerydy Triglycerides	Glukoza Glucose
I	2,39 a	1,85 b	0,07 a	1,09 b	9,4 ab
II	12,13 c	0,51 a	11,34 c	0,58 a	10,0 b
III	6,57 b	0,46 a	5,94 b	0,41 a	8,5 a
IV	6,35 b	0,48 a	5,73 b	0,40 a	9,6 b

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie istotności $p = 0,05$

The results marked with different letters are statistically different at the significance level $p = 0.05$

Mając na względzie około 5-krotny wzrost zawartości włókna pokarmowego w chlebach z udziałem nasion lnu oraz świadomość, że 40% tego włókna stanowi frakcja rozpuszczalna, spodziewano się wykazać wyraźny hipoglikemiczny wpływ zastosowania chlebów z lnem w diecie szczurów. Włókno pokarmowe bowiem nie tylko rozrzedza gęstość energetyczną pożywienia, ale także zmniejsza ilość energii dostępnej z pokarmu. Zwiększenie udziału włókna pokarmowego o 1 g w posiłku człowieka, zmniejsza wykorzystanie energii z pożywienia o 0,17%, dlatego zawartość włókna,

szczególne rozpuszczalne, w największym stopniu determinuje wartość wskaźnika glikemicznego produktu [30].

Niestety, w badaniach prezentowanych w tej pracy nie udało się wykazać wyraźnego hipoglikemicznego wpływu włókna pokarmowego pochodzącego z nasion lnu, ponieważ nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy stężeniem glukozy we krwi szczurów karmionych zwykłym chlebem pszennym i chlebem z 10 i 13% udziałem nasion lnu (tab. 5). Stwierdzono wprawdzie istotną statystycznie różnicę pomiędzy grupą szczurów karmionych dietą hipercholesterolemiczną i chlebem zwykłym (grupa II), a zwierzętami karmionymi tą samą dietą i chlebem z 10% udziałem nasion lnu (grupa III), ale podobnej zależności nie zaobserwowano pomiędzy grupą II i IV szczurów, które zjadły chleb z 13% dodatkiem siemienia lnianego. Wydaje się więc, że zauważony efekt hipoglikemiczny wystąpił przypadkowo. Prawdopodobnie ponad 3% zawartość włókna pokarmowego w ocenianych chlebach z siemieniem lnianym była zbyt mała, aby ograniczyć wchłanianie do krwi glukozy z pokarmu jakim jest chleb, uznawany za skoncentrowany żel skrobiowy [15].

Wnioski

1. Wraz ze zwiększaniem udziału zmielonych nasion lnu w chlebach, od 10 do 13%, wzrastała w nich zawartość białka ogółem o 1,1–1,4%, zawartość tłuszczu surowego o 3,0–4,8% w porównaniu z chlebem standardowym, przy czym w profilu kwasów tłuszczowych dał się zauważyć 8–9-krotny wzrost zawartości kwasu α -linolenowego.
2. W porównaniu z chlebem standardowym, wzrosła wartość dietetyczna chlebów z udziałem siemienia lnianego, dzięki wzbogaceniu ich we włókno surowe i pokarmowe, przy 13% udziale odpowiednio około 3- i 5-krotne.
3. Obydwa zastosowane dodatki nasion lnu oleistego do chlebów pszennych wywarły silny hipocholesterolemiczny wpływ na organizm szczurów, zmniejszając stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi średnio o 47% i jego frakcji LDL o 48,5%, w porównaniu z grupą kontrolną.
4. W doświadczeniu ze szczurami nie zaobserwowano wyraźnego hipoglikemicznego wpływu włókna pokarmowego zawartego w chlebie z udziałem nasion lnu.
5. Osobom ze stwierdzoną hipercholesterolemią zaleca się włączenie do diety chleba z przynajmniej 10% udziałem zmielonych nasion lnu oleistego.

Praca wykonana w ramach grantu KBN: 6 PO6T 04821.

Literatura

- [1] Ambroziak Z.: Kierunki rozwoju piekarstwa i uwarunkowania surowcowe. *Przegl. Zboż. Młyn.* **38**, 1994, 2.
- [2] Banecki H., Kowalczyk M., Węgiełek K.: Technologia produkcji pieczywa pełnoziarnistego o dłuższej przydatności konsumpcyjnej z zastosowaniem opakowań miękkich. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **41**, 1993, 13.
- [3] Barowicz T., Brzóska F.: Zastosowanie pełnych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników. *Trzoda Chlewna*, **34** (10), 1996, 40.
- [4] Barowicz T., Brzóska F., Pietras M., Gąsior R.: Hipocholesterolemiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Medycyna Wet.*, **53** (3), 1997, 164.
- [5] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Część I. *Przem. Spoż.*, **51** (5), 1997, 43.
- [6] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Część II. *Przem. Spoż.*, **51** (6), 1997, 14.
- [7] Bierenbaum M.L., Reichstein R., Watkins T.R.: Reducing atherogenic risk in hyperlipemic humans with flax supplementation. A preliminary report. *J. Am. Coll. Nutr.*, **12**, 1993, 501.
- [8] Burns C.P., Spector A.A.: Biochemical effect of lipids on cancer therapy. *J. Nutr. Biochem.*, **5**, 1994, 113.
- [9] Chadha R.K., Lawrence J.F., Ratnayake W.M.N.: Ion chromatographic determinations of cyanide released from flaxseed under autohydrolysis conditions. *Food Addit. Contam.*, **12**, 1995, 527.
- [10] Chen Z.J., Ratnayake W.M.N., Cunnane S.C.: Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *IAOCS*, **71**, 1994, 629.
- [11] Cunnane S.C., Stitt P.A., Ganguli S., Armstrong J.K.: Raised omega – 3-fatty acid levels in pigs fed flax. *Can. J. Anim. Sci.*, **70**, 1990, 251.
- [12] Cunnane S.C., Ganguli S., Menard C., Liede A.C., Hamaden M.J., Chen Z.J., Wolever T.M.S., Jenkins D.J.A.: High α -linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans, *Br. J. Nutr.* **69**, 1993, 443.
- [13] Cunnane S.C., Hamaden M.J., Liede A.C., Thompson L.U., Wolever T.M.S., Jenkins D.J.A.: Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy – young adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **61**, 1995, 62.
- [14] Dreven A.C.: Marine oils and their effects. *Scand. J. Nutr.* **36**, 1992, Suppl. 26, 38.
- [15] Gambuś H.: Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa (badania modelowe). *Zesz. Nauk. AR w Krakowie ser. Rozprawy* **226**, 1997.
- [16] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zajac T.: Możliwość zastosowania nasion lnu oleistego w piekarstwie. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Technologia Żywności z.* **11**, 1999, 83.
- [17] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zajac T.: Zdrowotne aspekty chleba z dodatkiem nasion lnu oleistego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 4 (21) supl., 1999, 185.
- [18] Gawęcki J., Hryniewiecki L. *Żywienie człowieka – podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa, 1998.
- [19] ICC – Standards. *Standards Methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC)*. Printed by ICC-Vienna, 1995.
- [20] Jakubczyk T., Haber T. (red.) *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Skrypty SGGW, Warszawa, 1993.
- [21] Jankiewicz M. Rola chleba i produktów zbożowych w racjonalnym żywieniu. *Przegl. Piek. i Cuk.*, **42**, 1994, 2.

- [22] Kawka A. Wpływ Bioflaxu na cechy jakościowe chleba pszonego. *Przevl. Piek. i Cuk.*, **42**, 1994, 30.
- [23] Kritchewsky D., Shirley A.T., Klurfeld D.M.: Influence of flaxseed on serum and liver lipids in rats. *J. Nutr. Biochem.*, **2**, 1991, 133.
- [24] Nicolosi R.J., Stucchi A.F.: N-3 fatty acids and atherosclerosis. *Curr. Opin. Lipidol.*, **1**, 1990, 442.
- [25] Oomah B.D., Mazza G., Kenaschuk E.O.: Cyanogenic compounds in flaxseed. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 1992, 1346.
- [26] Oomah B.D.: Flaxseed as a functional food source. *J. Sci Food Agric.*, **81**, 2001, 889.
- [27] Piesiewicz H., Bartnikowska E.: Zboże i jego przetwory – kopalnia składników włókna pokarmowego. *Przevl. Piek. i Cuk.*, **45**, 1997, 3.
- [28] Ratnayake W.M.N., Behrens W.A., Fisher P.W.F., L'Abbe M.R., Mongeau R., Beare-Rogers J.L.: Chemical and nutritional studies of flaxseed (variety Linott) in rats. *J. Nutr. Biochem.*, **3**, 1992, 232.
- [29] Rutkowska U. (red.): Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 1981, 178.
- [30] Stark A., Madar Z.: Dietary fiber. In: *Functional Foods*. Ed. I. Goldgerg, Chapman and Hall, New York, London 1994, 393.
- [31] Thompson L.U.: Flaxseed, lignans and cancer. In: *Flaxseed in Human Nutrition*, Ed. S. Cunnane and L.U. Thompson, AOCS Press, Chnapaign, II, 1995, 215.

HIPOCHOLESTERIC PROPERTIES OF BREAD WITH THE ADDITION OF OIL FLAXSEED

Summary

The aim of the study was to determine health and nutritional advantages resulting from the consumption of wheat bread, in which 10 and 13 % of flour (w/w) was replaced by milled seeds of oil flax, regarded as the richest source of α -linoleic acid (18 : 3, 3n – 3). To prove the hypocholesteric activity of such bread, an experiment was carried out in which albino rats of Vistar variety were divided into groups and fed with standard (wheat) bread and loaves with the addition of flaxseed. At the same time some additives, known to have hipercholesteric effect (cholesterol, cholic acid, animal fat) were supplied. The rats were weighed before and after the experiment, then they were killed and blood from their hearts was taken to establish the levels of cholesterol and glucose in plasma.

Bread with the addition of flaxseed produced a significant effect on rats. It reduced the average cholesterol concentration in plasma by 47% and its LDL fraction by 48,5%, as compared with the control group. However, no distinct hypoglycaemic effect of such bread was observed. ☒