

MAŁGORZATA TAŃSKA, DANIELA ROTKIEWICZ

JAKOŚĆ TŁUSZCZU NASION OLEISTYCH ZASTOSOWANYCH DO PRODUKCJI WYBRANYCH RODZAJÓW PIECZYWA

Streszczenie

W pracy określono stopień hydrolizy i utlenienia tłuszczów zawartych w nasionach oleistych, nasionach wyodrębnionych z pieczywa (stanowiących dodatek do tego pieczywa) oraz tłuszczów miększu pieczywa. Dodatkowo w tłuszczu miększu pieczywa określono skład kwasów tłuszczowych. Materiałem badawczym, pochodzącym z tej samej piekarni, było: 5 próbek nasion oleistych (słonecznik, soja, dynia, len, sezam) oraz 7 rodzajów pieczywa (jeden bez dodatku nasion oleistych i sześć z dodatkiem nasion oleistych). W tłuszczu, wyekstrahowanym z nasion wyjściowych i wyodrębnionych z pieczywa oraz z miększu pieczywa, oznaczono liczbę kwasową, nadtlenkową i anizydynową, zawartość dienów i trienów oraz skład kwasów tłuszczowych.

Stwierdzono, że tłuszcz nasion oleistych (surowca) zawierał mało WKT i nadtlenków, ale dużo wtórnych produktów utlenienia. Proces wypieku pieczywa spowodował zwiększenie stopnia hydrolizy i utlenienia tłuszczu nasion, przy czym w znacznie większym stopniu tych, które zastosowano do posypania powierzchni pieczywa. Nasiona lnu ze skórki pieczywa zawierały ponad 2-krotnie więcej nadtlenków i ponad 3-krotnie więcej wtórnych produktów utlenienia niż nasiona z miększu. Tłuszcz miększu pieczywa z nasionami, w porównaniu z tłuszczem pieczywa bez dodatków, cechowała mniejsza liczba kwasowa, anizydynowa, zawartość dienów i trienów oraz w większości przypadków mniejsza liczba nadtlenkowa. Dodatek nasion oleistych korzystnie zmniejszył udział kwasów nasyconych, a zwiększył nienasyconych, w tym NNKT. Wyniki badań wskazują, że nasiona oleiste należy dodawać do ciasta, a nie posypywać nimi powierzchni pieczywa.

Słowa kluczowe: nasiona oleiste, pieczywo, jakość tłuszczu, skład kwasów tłuszczowych

Wprowadzenie

Na zmianę sposobu odżywiania się niewątpliwie miała wpływ większa świadomość zagrożeń dla zdrowia wynikających ze złego żywienia oraz tryb życia, warunki ekonomiczne i nowe zalecenia dietetyczne [5, 15]. Eksperti ds. żywienia rekomendują zdrowym dorosłym osobom spożywanie 250 - 600 g produktów zbożowych dziennie, tj. od 5 do 11 porcji w zależności od wielkości dziennego zapotrzebowania energe-

tycznego oraz zwyczajów żywieniowych. Polecane jest także zwiększenie spożycia produktów pełnoziarnistych, ale jak dotąd nie sprecyzowano wielkości ich spożycia [5]. Praktykowane wzbogacanie pieczywa w nasiona oleiste, zawierające cenne mikro- i makroelementy, witaminy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) oraz przeciwutleniacze (tokoferole, polifenole, karotenoidy) [11, 22, 23, 24], wydaje się być właściwe. Ponadto nasiona oleiste zwiększają atrakcyjność wyrobów piekarskich.

Wątpliwości może budzić jakość tłuszczu pieczywa z nasionami oleistymi, gdyż temperatura wypieku (ok. 80 °C w miększu, na powierzchni 150 - 170 °C) może być przyczyną utlenienia tłuszczu pieczywa [4]. Wartość żywieniowa tłuszczu zostaje zmniejszona podczas wysokotemperaturowej obróbki termicznej, takiej jak: pieczenie, gotowanie, smażenie. Przy czym im dłuższy czas przygotowywania potrawy, tym większe straty wartości żywieniowej produktów zawierających tłuszcz [6, 28, 29]. Utlenianie prowadzi do obniżenia zawartości NNKT, zwiększając jednocześnie udział kwasów nasyconych, którym przypisuje się podwyższenie ryzyka wystąpienia nowotworów i niedokrwiennej choroby serca. Powstałe na skutek utleniania wolne rodniki są przyczyną wielu schorzeń ustrojowych, w tym m.in. zmian niedokrwienych, martwiczych i zwyrodnieniowych układu kostnego [6, 31]. Wtórne produkty utleniania, np. aldehyd dimalonowy i 4-hydroksynonenal, to także toksyczne dla człowieka związki [6, 25].

Celem przeprowadzonych badań była ocena jakości tłuszczu nasion oleistych zastosowanych do wypieku wybranych rodzajów pieczywa.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły próbki nasion oleistych otrzymane z piekarni: 1 – nasiona słonecznika, 2 – nasiona soi, 3 – nasiona dyni, 4 – nasiona lnu, 5 – nasiona sezamu, a także wybrane rodzaje pieczywa, dostępne w lokalnych sklepach: 1 – pieczywo pszenno-żytnie bez dodatku nasion oleistych (pieczywo bez dodatków) oraz pieczywo z dodatkami nasion oleistych: 2 – pszenno-żytnie razowe z nasionami słonecznika (pieczywo ze słonecznikiem A), 3 – żytnie z nasionami słonecznika (pieczywo ze słonecznikiem B), 4 – pszenno-żytnie razowe z nasionami soi (pieczywo z soją), 5 – pszenno-żytnie z nasionami dyni (pieczywo z dynią) oraz 6 i 7 – dwa rodzaje pieczywa pszenno-żytniego z większą i mniejszą ilością mieszanki nasion oleistych (pieczywo z mieszanką nasion 1 i pieczywo z mieszanką nasion 2). Wszystkie rodzaje pieczywa wyprodukowano w tej samej piekarni, z której otrzymano nasiona. Zarówno badane próbki nasion oleistych, jak i nasiona wprowadzone do pieczywa pochodziły z jednej partii. Pieczywo od chwili zakupu do momentu przeprowadzenia badań przechowywano w warunkach zamrażalniczych w temp. ok. -20 °C. W pracy analizowano wyekstrahowany tłuszcz z nasion początkowych (surowca), wyodrębnionych ręcznie z pieczywa (miększu i skórki) oraz tłuszcz z miększu pieczywa. Do tego celu użyto

rozdrobnionych nasion oraz rozdrobnionego i uprzednio wysuszonego w warunkach naturalnych pieczywa. Próbki umieszczano w aparacie Soxhleta i ekstrahowano eterem naftowym do momentu całkowitego wydobywania tłuszczu. Producent nie deklarował dodatku do pieczywa tłuszczu ani roślinnego, ani zwierzęcego, stąd tłuszczem pieczywa nazywano w pracy tłuszcz mąki plus tłuszcz dodanych nasion. Sugerowany przez producenta udział dodatku nasion oleistych podano w tab. 1.

T a b e l a 1

Udział nasion oleistych oraz zawartość tłuszczu w pieczywie.
Per cent content of oilseeds and content of fat in bread.

Pieczywo Bread	Udział nasion oleistych wg danych producenta Content of oilseeds in bread according to producer's data	Zawartość tłuszczu w miększu Content of fat in bread crumb	
		[% s.m. / % of dry matter]	
	[%]	\bar{X}	s
Bez dodatków Without additives	0	1,30	0,05
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	11	4,74	0,12
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	27	12,25	0,24
Z nasionami soi With soybean seeds	10	2,40	0,06
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	ok. 15	6,37	0,018
Z mieszanką nasion 1 With seed mixture 1 of w tym: soja /soybean słonecznik /sunflower len / linseed sezam /sesame mak /poppy	21 6 6 (1 % na powierzchni) 5 3 (1 % na powierzchni) 1 (na powierzchni)	5,56	0,09
Z mieszanką nasion 2 With seed mixture 2 of w tym: soja /soybean słonecznik/sunflower len /linseed sezam/sesame mak/poppy	* * (1 % na powierzchni) * (1 % na powierzchni) * (1 % na powierzchni) 1 (na powierzchni)	3,67	0,12

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - brak informacji na etykiecie / no information on the label; \bar{X} - wartość średnia / mean value; s - odchylenie standardowe / standard deviations.

Zawartość tłuszczu wolnego w miększu pieczywa oznaczano metodą Soxhleta [19]. W tłuszczu oznaczano: liczbę kwasową [20], liczbę nadtlenkową [16], liczbę anizydynową [21] oraz zawartość związków sprzężonych – dienów i trienów [1]. Ponadto w tłuszczu miększu pieczywa oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [17, 18].

Wyniki i dyskusja

Jakość tłuszczu nasion oleistych

Jakość tłuszczu nasion oleistych, surowca oraz wyodrębnionych z pieczywa, była zróżnicowana. Zależało to zarówno od rodzaju nasion, jak i ich lokalizacji w pieczywie. Początkowo nasiona cechowały stosunkowo niskie wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej. Wyjątek stanowiły nasiona dyni, w których liczba nadtlenowa tłuszczu przekroczyła 11 mEq O₂/kg (tab. 2). Wysokie wartości liczby anizydynowej mogą wskazywać na obecność w badanych nasionach dużej ilości produktów rozkładu nadtlenków i hydroksynadtlenków, α- i β-aldehydów, głównie 2-alkenali [31]. Na podstawie liczby anizydynowej można stwierdzić faktyczny stan utlenienia tłuszczu i wnioskować o jego stabilności. Uznaje się, że jej wartość poniżej 3 jednostek świadczy o dobrej jakości tłuszczu [10]. W badaniach wykazano, że liczba anizydynowa tłuszczu wszystkich nasion znacząco przekraczała tę wartość. Szczególnie wysokie wartości liczby anizydynowej, wynoszące odpowiednio 36,11 i 30,16, stwierdzono w tłuszczu nasion sezamu i soi (tab. 2). Nasiona sezamu dodawane są do pieczywa zazwyczaj w postaci prażonej, co może tłumaczyć podwyższony stopień ich utlenienia. Produktami utlenienia tłuszczów są także związki sprzężone, m.in. dieny i trieny [30]. Mogą one występować w formie wodoronadtlenków kwasów wielonienasyconych bądź produktów ich przemian [31]. W tłuszczu badanych nasion stwierdzono małą zawartość dienów, nieprzekraczającą 0,06 % oraz nieobecność trienów (tab. 2).

Proces wypieku pieczywa wpłynął na zmianę jakości tłuszczu nasion oleistych. Tłuszcz nasion wyodrębnionych z miększu pieczywa cechowała liczba kwasowa nie przekraczająca 4 mg KOH/g (tab. 2). Wyższe wartości liczby kwasowej, odpowiednio 4- i 3-krotnie wyższe w porównaniu z wartościami liczb kwasowych tłuszczu nasion wyjściowych, stwierdzono w tłuszczu nasion lnu i sezamu ze skórki pieczywa (tab. 2). W przypadku liczby nadtlenkowej największe zmiany jej wartości, spowodowane procesem wypieku, stwierdzono w tłuszczu nasion sezamu, w którym nastąpił ponad 8-krotny wzrost wartości liczby nadtlenkowej (tab. 2). Zastanawiający jest fakt wysoko zróżnicowanych wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu nasion słonecznika wyodrębnionych z 2 rodzajów pieczywa: pszenno-żytniego razowego (nasiona słonecznika A)

Tabela 2

Jakość tłuszczu wyekstrahowanego z nasion oleistych.
Quality of fat extracted from oilseeds.

Nasiona oleiste Oilseeds	Liczba kwasowa Acid value		Liczba nadtlenkowa Peroxide value		Liczba anizydynowa Anisidine value		Zawartość dienów Diene content		Zawartość trienów Triene content	
	[mg KOH/1g]		[mEq O ₂ /kg]		[-]		[%]		[%]	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Nasiona oleiste – surowiec / Oilseeds – raw material										
Słonecznik Sunflower	1,12	0,02	3,92	0,15	14,40	0,40	0,03	0,00	0,00	0,00
Soja Soybean	1,96	0,19	1,26	0,15	30,16	0,47	0,06	0,01	0,00	0,00
Dynia Pumpkin	3,63	0,20	11,16	0,56	10,97	0,66	0,06	0,01	0,00	0,00
Len Linseed	1,36	0,05	1,00	0,08	23,00	0,54	0,03	0,00	0,00	0,00
Sezam Sesame	2,64	0,15	0,75	0,02	36,11	0,65	0,03	0,00	0,00	0,00
Nasiona oleiste wyodrębnione z miękiszu pieczywa / Oilseeds separated from bread crumb										
Słonecznik A A Sunflower	1,68	0,08	26,62	0,18	31,95	0,83	0,07	0,01	0,00	0,00
Słonecznik B B Sunflower	1,68	0,05	15,41	0,50	18,60	0,61	0,06	0,00	0,00	0,00
Soja Soybean	3,37	0,15	1,78	0,20	46,60	0,67	0,07	0,00	0,00	0,00
Dynia Pumpkin	3,64	0,40	16,71	0,51	15,26	1,56	0,07	0,00	0,00	0,00
Len* Linseed	3,09	0,12	1,06	0,14	151,52	1,64	0,12	0,01	0,00	0,00
Nasiona oleiste wyodrębnione ze skórki pieczywa / Oilseeds separatek from bread crust										
Len** Linseed*	5,05	0,05	2,70	0,16	186,38	1,71	0,16	0,01	0,00	0,00
Sezam** Sesame**	7,23	0,07	6,44	0,08	221,14	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* z pieczywa z mieszanką nasion 1 / from bread with seed mixture 1; ** z pieczywa z mieszanką nasion 2 / from bread with seed mixture 2.

i żytniego (nasiona słonecznika B), które wynosiły odpowiednio 26,62 i 15,41 mEq O₂/kg (tab. 2). Prawdopodobnie wpływ na stopień utlenienia nasion mogło mieć także ich rozmieszczenie w miękiszu pieczywa oraz objętość pieczywa. Wartości liczby anizydynowej tłuszczu nasion wyodrębnionych z miękiszu pieczywa były wyższe niż tłuszczu nasion wyjściowych. Szczególnie wysoką liczbę anizydynową, wynoszącą

151,52, stwierdzono w przypadku tłuszczu nasion lnu (tab. 2). Jeszcze wyższe wartości liczby anizydynowej, wynoszące 186,38 i 221,14, charakteryzowały tłuszcz nasion lnu i sezamu wyodrębnionych ze skórki pieczywa, co oznacza odpowiednio 8- i 6-krotny wzrost wartości w porównaniu z tłuszczem surowca (tab. 2). Nasiona lnu są dobrym źródłem kwasów wielonienasyconych, zwłaszcza linolenowego, stanowiącego średnio 55 % sumy kwasów tłuszczowych [22]. Kwas linolenowy utlenia się 2-4-krotnie szybciej niż linolowy, który z kolei utlenia się 10-40-krotnie szybciej niż oleinowy [6]. Po procesie wypieku zwiększyła się także zawartość dienów, przy czym największe zmiany nastąpiły w tłuszczu nasion lnu wyodrębnionych zarówno z miękiszu, jak i skórki pieczywa. Stwierdzono, odpowiednio 4,5- oraz 6-krotny wzrost zawartości tych związków (tab. 2). Wysoka temperatura panująca podczas wypieku stymuluje przemiany wielonienasyconych kwasów tłuszczowych do związków o charakterze sprzężonym [9, 13]. We wszystkich próbkach tłuszczu nasion wyodrębnionych z pieczywa nie stwierdzono obecności trienów na poziomie ich wykrywalności (tab. 2). Niekorzystny wpływ wysokiej temperatury wypieku na jakość tłuszczu nasion stanowiących posypkę pieczywa potwierdziły także nasze wcześniejsze badania [26] dotyczące jakości rynkowych produktów wysokotłuszczowych, w tym nasion słonecznika wyodrębnionych ze skórki pieczywa razowego.

Jakość tłuszczu miękiszu pieczywa

Stopień hydrolizy i utlenienia tłuszczu wyekstrahowanego z miękiszu pieczywa był bardzo zróżnicowany. Szczególnie niekorzystnie zmiany wystąpiły w tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wysokie wartości liczby kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej tłuszczu można prawdopodobnie tłumaczyć jego małą zawartością (tab. 1) przy równocześnie dużym stopniu rozproszenia w miękiszu. W takim przypadku w czasie tworzenia ciasta i początkowego stadium wypieku był on bardziej dostępny dla enzymów: lipaz, hydrolaz i lipooksygenaz, dlatego w większym stopniu ulegał hydrolizie i utlenieniu [6]. Ponadto wysoka wartość liczby kwasowej tłuszczu pieczywa bez dodatków, równoznaczna z dużą zawartością wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), mogła przyczynić się do przyspieszonego tempa utleniania, na co wskazują badania Frega i wsp. [8] oraz Miyashita i Takagi [14]. Zdaje się to potwierdzać wysoka wartość liczby anizydynowej tłuszczu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa z dodatkiem nasion oleistych w mniejszym stopniu różniły się od wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Były one maksymalnie o 28 % niższe (tłuszcz pieczywa ze słonecznikiem B) lub wyższe (tłuszcz pieczywa ze słonecznikiem A) od wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wartości liczby anizydynowej tłuszczu miękiszu pieczywa były znacznie zróżnicowane. Najwyższą liczbą anizydynową, wynoszącą 93,89, charakteryzował się tłuszcz mięki-

szu pieczywa bez dodatków. Wysokie wartości tego wyróżnika, wynoszące 86,23 i 72,17 cechowały również próbki tłuszczu miękiszu pieczywa z dodatkiem mieszanek nasion oleistych (tab. 3). Niższą jakość tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków potwierdza także bardzo wysoka zawartość sprzężonych kwasów dienowych i trienowych, wynosząca odpowiednio 2,90 % i 0,47 %. W porównaniu z tłuszczem wyekstrahowanym z miękiszu pieczywa z nasionami, zawartość sumy tych związków była od 13-krotnie (w pieczywie z soją) do 112-krotnie (w pieczywie ze słonecznikiem B) wyższa (tab. 3). Duża zawartość trienów może być zarówno pochodną przemian kwasu linolenowego, jak i obecności w tłuszczu dodatkowych grup funkcyjnych, m.in. grupy karbonylowej znajdującej się w sąsiedztwie sprzężonego układu dienowego [7, 27]. Sprzężone kwasy trienowe mogły także powstać w wyniku dehydratacji form dienowych, co sugerują Fishwick i Swoboda [7].

Tabela 3

Jakość tłuszczu z miękiszu pieczywa.
Quality of fat extracted from bread crumb.

Pieczywo Bread	Liczba kwasowa Acid value		Liczba nadtlenkowa Peroxide value		Liczba anizydynowa Anisidine value		Zawartość dienów Diene content		Zawartość trienów Triene content	
	[mg KOH/1 g]		[mEq O ₂ /kg]		[-]		[%]		[%]	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Bez dodatków Without additives	20,80	2,20	22,22	0,26	93,89	0,43	2,90	0,01	0,47	0,01
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	4,23	0,09	28,70	0,16	55,32	1,34	0,11	0,00	0,01	0,00
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	1,33	0,03	16,20	0,15	19,63	0,62	0,02	0,00	0,01	0,00
Z nasionami soi With soybean seeds	6,40	0,16	18,20	0,25	64,69	0,44	0,24	0,01	0,01	0,00
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	4,43	0,02	21,20	0,12	44,62	0,45	0,08	0,00	0,01	0,00
Z mieszką nasion 1 With a seed mixture 1	3,80	0,07	19,70	0,13	86,23	1,41	0,06	0,00	0,00	0,00
Z mieszką nasion 2 With a seed mixture 2	3,89	0,05	23,00	0,24	72,17	0,27	0,14	0,01	0,03	0,00

Z uwagi na wzrost zawartości tłuszczu w pieczywie z dodatkiem nasion oleistych oraz znaczny stopień jego utlenienia, ważne wydawało się oszacowanie ilości dziennego spożycia produktów utlenienia z pieczywem. Zakładając, że średnie dzienne spożycie chleba wynosi 190 g [2] obliczono, że spożycie nadtlenków z samym miękiszem

pieczywa będzie od 1,5- do 6,8-krotnie większe niż w przypadku pieczywa bez dodatków nasion oleistych. Uwzględniając nasiona stanowiące posypkę pieczywa, których tłuszcz jest kilkakrotnie bardziej utleniony, można przypuszczać, że dzienne spożycie nadtlenków będzie jeszcze większe. W literaturze brak jest jednak danych normujących maksymalne dzienne spożycie nadtlenków, dlatego trudno jest rozważać ewentualną szkodliwość oddziaływania konkretnej ich ilości na organizm człowieka.

Tabela 4

Liczba kwasowa i nadtlenkowa tłuszczu zawartego w 100 g miększu pieczywa.
Acid value and peroxide Value of fat in 100 g of bread crumb.

Pieczywo Bread	Liczba kwasowa Acid value	Liczba nadtlenkowa Peroxide value
	[mg KOH/100 g]	[mEq O ₂ /100 g]
Bez dodatków Without additives	27,04	0,029
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	20,05	0,136
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	16,29	0,198
Z nasionami soi With soybean seeds	15,36	0,044
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	28,22	0,135
Z mieszanką nasion 1 With a seed mixture 1	21,13	0,109
Z mieszanką nasion 2 With a seed mixture 2	14,28	0,084

Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu miększu pieczywa

Pieczywo bez dodatków zawiera mało tłuszczu i nawet przy stosunkowo dużym udziale kwasów linolowego i linolenowego nie jest dobrym źródłem NNKT. Kuna-chowicz i wsp. [12] podają, że wraz ze 100 g pieczywa, zarówno jasnego, jak i ciemnego, dostarcza się organizmowi zaledwie ok. 0,5 - 0,8 g kwasów wielonienasyconych. Ilość ta znacząco odbiega od zalecanej dziennej normy ich spożycia, wynoszącej 6 - 7 g w przypadku osób dorosłych [32]. Dodatek nasion oleistych korzystnie wpłynął na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu miększu pieczywa. Zmniejszył się bowiem o 4,5 - 10 % udział kwasów nasyconych, a zwiększył o 5 - 11,5 % kwasów wielonienasyconych (tab. 5). Uwzględniając zawartość tłuszczu w miększu (tab. 1), oszacowano, że

Tabela 5

Udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu miększu pieczywa [%].
Per cent content of fatty acids [%] in fat from bread crumb.

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Pieczywo Bread	Bez dodatków Without additives		Z nasionami słonecznika A With A sun- flower seeds		Z nasionami słonecznika B With B sunflower seeds		Z nasionami soi With soybean seeds		Z nasionami dyni With pumpkin seeds		Z mieszanką nasion 1 With seed mixture 1		Z mieszanką nasion 2 With seed mixture 2	
		\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Mirystynowy Myristic	C14:0	0,00	0,000	0,14	0,000	0,09	0,007	0,11	0,014	0,18	0,014	0,10	0,007	0,07	0,000
Palmitynowy Palmitic	C16:0	18,83	0,057	12,09	0,035	7,83	0,007	11,42	0,028	8,22	0,028	9,09	0,233	9,01	0,028
Palmitoleinowy Palmitoleic	C16:1	0,47	0,014	0,44	0,021	0,20	0,014	0,16	0,000	0,15	0,042	0,17	0,035	0,18	0,014
Stearynowy Stearic	C18:0	3,44	0,042	5,20	0,092	4,03	0,035	3,53	0,042	4,43	0,021	3,76	0,014	4,44	0,148
Oleinowy Oleic	C18:1	22,47	0,021	21,41	0,078	21,05	0,014	22,84	0,095	22,63	0,050	25,99	0,049	25,67	0,141
Linolowy α Linoleic	C18:2	48,06	0,113	58,81	0,042	64,99	0,085	52,91	0,283	62,21	0,445	49,67	0,007	51,29	0,615

Linolenowy α -Linolenic	C18:3	6,73	0,057	1,31	0,035	1,31	0,000	8,16	0,042	1,64	0,057	10,60	0,035	8,68	0,078
Arachidowy Arachidic	C20:0	0,00	0,000	0,32	0,021	0,23	0,014	0,39	0,000	0,26	0,042	0,25	0,035	0,31	0,007
Eikozenowy Gadoleic	C20:1	0,00	0,000	0,10	0,007	0,11	0,007	0,42	0,021	0,25	0,014	0,14	0,007	0,16	0,014
Inne/Others	-	0,00	0,000	0,22	0,021	0,18	0,113	0,07	0,021	0,04	0,000	0,27	0,134	0,21	0,163
Nasycone Saturated		22,27		17,74		12,16		15,45		13,09		13,19		13,82	
Jednonienasycone Monounsaturated		22,93		21,94		21,36		23,41		23,03		26,29		26,01	
Wielonienasycone Polyunsaturated		54,80		60,11		66,30		61,07		63,84		60,26		59,96	
n-6 : n-3		7,1:1		44,9:1		49,6:1		6,5:1		37,9:1		4,7:1		5,9:1	

wraz ze 100 g spożytego pieczywa wzbogaconego nasionami oleistymi dostarczy się organizmowi od 1,47 g (pieczywo z soją) do 8,12 g (pieczywo ze słonecznikiem B) NNKT (tab. 5). Jak podają Achremowicz i Szary-Sworst [3], wielonienasycone kwasy tłuszczowe, zwane też witaminą F, w diecie człowieka powinny stanowić 1/3 dziennego zapotrzebowania na tłuszcz, przy stosunku kwasów z rodziny n-6 (kwas linolowy) do kwasów z rodziny n-3 (kwas α -linolenowy) wynoszącym od 5 : 1 do 3 : 1. Najbardziej optymalna proporcja tych kwasów 4,7 : 1 oraz 5,9 : 1 cechowała tłuszcz miększu pieczywa z mieszankami nasion 1 i 2 (tab. 5). W mieszankach tych źródłem kwasu z rodziny n-3 były nasiona lnu, zawierające w przewodzie kwas α -linolenowy [22].

Wnioski

1. Tłuszcz nasion oleistych, stosowanych jako dodatki piekarskie, cechowały niskie wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej i wysokie liczby anizydynowej, co wskazuje na zaawansowany stopień ich utlenienia.
2. Proces wypieku zwiększył stopień utlenienia tłuszczu nasion oleistych zawartych w badanych rodzajach pieczywa, szczególnie wyraźne zmiany nastąpiły w przypadku nasion zastosowanych jako posypka.
3. Tłuszcz miększu pieczywa z dodatkiem nasion oleistych był mniej utleniony niż tłuszcz miększu pieczywa bez dodatków. Jednakże 100 g pieczywa z nasionami oleistymi zawierało znacznie więcej nadtlenków niż 100 g pieczywa bez dodatków.
4. Dodatki nasion oleistych zwiększyły udział NNKT w tłuszczu pieczywa i zmieniły proporcje kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia.
5. Uatrakcyjnianie pieczywa przez dodatek nasion oleistych niekoniecznie prowadzi do polepszenia jego wartości odżywczej. Dodatki nasion oleistych powinny być dobierane wg zasady: wysoka zawartość kwasów z rodziny n-3, niski stopień utlenienia tłuszczu oraz wprowadzanie do miększu pieczywa, a nie posypywanie jego powierzchni.

Literatura

- [1] AOCS. Official Methods Cd 7-58. Poly-unsaturated acids. Ultraviolet spectrophotometric method.
- [2] Achremowicz B.: Przetwórstwo żywności – oczekiwania i perspektywy. Przem. Spoż., 2010, **64**, 12-16.
- [3] Achremowicz K., Szary-Sworst K.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3 (44)**, 23-35.
- [4] Ambroziak Z.: Wypiek pieczywa. W: Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cz. 2. WSiP, Warszawa 1999, s. 9-36.
- [5] Bartnikowska E.: Współczesne poglądy dotyczące spożycia pieczywa. Przegl. Piek. Cukier., 2009, **1**, 4-11.
- [6] Drozdowski B.: Lipidy. W: Chemia żywności – pod red. E. Sikorskiego. WNT, Warszawa 2002, s. 171-228.

- [7] Fishwick M.J., Swoboda P.T.: Measurement of oxidation of polyunsaturated fatty acids by spectrophotometric assay of conjugated derivatives. *J. Sci. Food Agric.*, 1977, **28**, 387-393.
- [8] Frega N., Mozzon M., Lercker G.: Effect of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1999, **76** (3), 325-329.
- [9] Jerzewska M., Płatek T.: Wpływ zabiegów technologicznych na zawartość polienowych sprzężonych w wielonienasyconych kwasach tłuszczowych oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 1998, **33** (3-4), 127-136.
- [10] Jerzewska M.: Wprowadzenie metody oznaczania liczby anizydynowej i współczynnika Totox w olejach roślinnych i tłuszczach do krajowej praktyki laboratoryjnej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 1991, **28**, 107-118.
- [11] Kot M.: Pieczywo prozdrowotne – wykorzystanie zbóż niechlebowych oraz nasion roślin oleistych. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2007, **9**, 11-13.
- [12] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL, Warszawa 2008.
- [13] Miyagawa K., Hirai K., Takezoe R.: Tocopherol and fluorescence levels in deep-frying oil and their measurement for oil assessment. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1991, **68** (3), 163-166.
- [14] Miyashita K., Takagi T.: Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1986, **63** (10), 1380-1384.
- [15] Piesiewicz H.: Jakie jest, a jakie powinno być spożycie chleba w Polsce. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2009, **11**, 18.
- [16] PN-EN ISO 3960:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [17] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [18] PN-EN ISO 5509:2001. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [19] PN-EN ISO 659:1999. Nasiona oleiste. Oznaczanie zawartości oleju (Metoda odwoławcza).
- [20] PN-EN ISO 660:2005. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby kwasowej.
- [21] PN-EN ISO 6885:2007. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [22] Rotkiewicz D., Konopka I., Tańska M.: Comparison of the influence of two forms (oil- and fibre-type) of flax seeds on selected wheat dough and bread properties. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2003, **14** (2), 545-555.
- [23] Rotkiewicz D., Tańska M., Żmojda M.: Effect of basil, oregano and papryka additives on the properties and lipids oxidation wheat bread supplemented with flax seeds. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2007, **22** (2), 343-355.
- [24] Schmid S., Pokorny J.: Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids – a review. *Czech J. Food Sci.*, 2005, **23** (3), 93-102.
- [25] Szczypka M.: Wolne rodniki i obrona antyoksydacyjna – udział czynników dietetycznych. *Przem. Spoż.*, 1997, **4**, 16-18.
- [26] Tańska M., Rotkiewicz D.: Stopień przemian lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38** (3-4), 147-161.
- [27] Tynek M., Drozdowski B.: Monitorowanie oksydacyjno-termicznych przemian tłuszczowych metodą spektrofotometryczną. *Żywność. Nauka Technologia. Jakość*, 1998, **4** (17), 27-37.
- [28] Tynek M., Hazuka Z.: Dodatki ograniczające przemiany termooksydacyjne tłuszczów. *Przem. Spoż.*, 2004, **12**, 42-46.
- [29] Vieira T.M.F.S., Regitano-d'Arce M.A.B.: Canola oil thermal oxidation during oven test and microwave heating. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2001, **34**, 215-221.
- [30] Wanasundara U.N., Shahidi F., Jablonski Ch.R.: Comparison of standard and NMR methodologies for assessment of oxidative stability of canola and soybean oils. *Food Chem.*, 1995, **52**, 249-253.

- [31] White P.J.: Conjugated diene, anisidine value, and carbonyl value analyses. In: Methods to assess quality and stability of oils and fat – containing foods. K. Warner, N.A.M. Eskin Eds. AOCS Press 1995, pp. 159-178.
- [32] Ziemiański Ś., Socha P.: Normy i zalecenia dotyczące spożycia tłuszczów ze szczególnym uwzględnieniem dzieci oraz kobiet ciężarnych i karmiących. *Ped. Współ. Gastr. Hepat. i Żyw. Dziecka*, 1999, **1** (2/3), 139-148.

QUALITY OF FAT FROM OILSEEDS USED TO PRODUCE SELECTED KINDS OF BREAD

S u m m a r y

Under this research study, determined were the degrees of hydrolysis and oxidation of the fats contained in oilseeds, in seeds isolated from the bread studied (those seeds constituted a bread additive), as well as of the fats contained in the bread crumb. In addition, determined was the composition of fatty acids in the fat from the bread crumb. The research material, originating from the same bakery, comprised: 5 samples of oilseeds (sunflower, soybean, pumpkin, linseed, and sesame) and 7 kinds of bread (one without oilseeds added and six with oilseeds added). In the fat extracted from the initial oilseeds and isolated from the bread and bread crumb, the following was determined: values of acid, peroxide, and anisidine, contents of dienes and trienes, and fatty acid composition.

It was found that the fat from oilseeds (raw material) contained low amounts of free fatty acids (FFA) and peroxides, but high amounts of secondary oxidation products. The baking process caused the degrees of lipid hydrolysis and oxidation in the oilseeds to increase; and the extent of this increase was essentially higher in the case of seeds scattered over the bread's surface. Compared to the seeds from the bread crumb, the linseeds from the bread crust contained more than a double amount of peroxides, and the content of secondary oxidation products therein was over three times higher. Compared to the fat in the bread with no additives, the fat in the bread crumb with oilseeds was characterized by a lower acid values, a lower anisidine value, lower contents of dienes and trienes, and, in the majority of cases, a lower peroxide value. The addition of oilseeds was found to beneficially decrease the content of saturated fatty acids and to increase that of unsaturated fatty acids. The research results suggest that oilseeds should be added to bread dough instead of scattering them over the bread's surface.

Key words: oilseeds, bread, fat quality, fatty composition ☒