

PORÓWNANIE CECH SENSORYCZNYCH, FIZYKO-CHEMICZNYCH I STABILNOŚCI OKSYDATYWNEJ WYBRANYCH OLEJÓW TŁOCZONYCH NA ZIMNO

Małgorzata Wroniak, Jan Cenkier
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy było porównanie cech sensorycznych, fizyko-chemicznych i stabilności oksydacyjnej wybranych olejów tłoczonych na zimno oraz ocena ich trwałości w warunkach chłodniczych. Do badań użyto jedenastu rodzajów olejów: lnianego wysokolinolenowego, lnianego niskolinolenowego, rzepakowego, krokoszowego, makowego, z awokado, z nasion dzikiej róży, z prażonych pestek dyni, z orzechów arachidowych, brazylijskich oraz włoskich. W olejach oznaczono stopień hydrolizy, pierwotny i wtórny stopień utlenienia, barwę i stabilność oksydacyjną (Rancimat w 120°C). Spośród porównywanych olejów najwyższym stopniem akceptacji konsumenckiej charakteryzował się olej z orzechów arachidowych, a najniższym olej z awokado. Stwierdzono, że analizowane oleje spełniały stawiane im wymagania dotyczące podstawowych wyróżników jakości, poza olejami z awokado i krokoszowym. Najwyższą stabilnością oksydacyjną charakteryzował się olej arachidowy (20,80 h), najniższą natomiast lniany wysokolinolenowy (1,07 h). Po przechowywaniu olejów w warunkach chłodniczych odnotowano, że zmiany spowodowane hydrolizą w niewielkim stopniu dotyczyły tych produktów, natomiast utlenianie zachodziło intensywnie.

Słowa kluczowe: oleje tłoczone na zimno, cechy sensoryczne, jakość, stabilność oksydacyjna

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania konsumentów żywnością niskoprzetworzoną, w tym też olejami tłoczonymi na zimno. Dowiedziono, że monoenoowe (MUFA) i polienowe kwasy tłuszczowe (PUFA) z rodzin n-3 i n-6, a także naturalne związki przeciwutleniające: tokoferole, fitosterole, karotenoidy, związki fenolowe za-

Adres do korespondencji – Corresponding author: Małgorzata Wroniak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Żywności, ul. Nooursynowska 159c, 02-787 Warszawa, e-mail: małgorzata_wroniak@sggw.pl

warte w olejach mogą wywierać pozytywny wpływ na zdrowie, obniżając ryzyko chorób cywilizacyjnych [Szterk i in. 2010, Mińkowski i in. 2011, Obiedzińska i Waszkiewicz-Robak 2012, Wroniak 2012]. Na cechy sensoryczne i skład otrzymanego oleju tłoczonego na zimno istotny wpływ ma przynależność botaniczna rośliny. Oleje pozyskiwane są z nasion (słonecznika, lnu, rzepaku, maku, dyni), owoców (oliwek, awokado), a także orzechów [Wroniak i in. 2006, Szterk i in. 2010, Obiedzińska i Waszkiewicz-Robak 2012]. Z definicji oleje tłoczone na zimno to oleje pozyskane w wyniku procesów mechanicznych, które mogą być oczyszczane przez naturalną sedymentację i dekantację, filtrację, wirowanie. Przy pozyskiwaniu olejów typu *virgin* dopuszczone jest zastosowanie temperatury, np. w procesie prażenia nasion [Codex Stan 210].

Oleje z dominującym w składzie kwasów tłuszczowych udziałem kwasu oleinowego charakteryzują się wysoką wartością żywieniową i stabilnością oksydacyjną, np. oliwa z oliwek. Olej rzepakowy charakteryzuje się najbardziej korzystnym pod względem żywieniowym składem, ma mało kwasów nasyconych (6–7%), dużo kwasu oleinowego (57–63%), optymalną proporcję (2 : 1) kwasów polienowych (PUFA) n-6 (kwas linolowy 18–21%) do n-3 (α -linolenowy 8–12%). Dodatkowo zawiera dużo fitosteroli i tokoferoli, porównywalnie lub więcej niż w innych olejach [Szterk i in. 2010, Tańska i in. 2011, Wroniak 2012]. Olej z owoców awokado charakteryzuje się wyższym niż rzepakowy udziałem kwasów MUFA – ok. 71,5%, w tym oleinowy – ok. 57%. Udział kwasów polienowych jest niski – ok. 13%, a nasyconych (SFA) wynosi 15,5%. Taki skład kwasów sprawia, że stabilność oksydacyjna i wartości odżywcze oleju z awokado są zbliżone do oliwy [Plaza i in. 2009]. W oleju arachidowym również dominuje kwas oleinowy – ok. 50%, następnym jest linolowy – ok. 30% i kwasy nasycone – ok. 20%. Duży udział SFA odpowiada za jego wysoką stabilność oksydacyjną [Davis 2008]. W oleju z pestek dyni największy udział mają kwasy oleinowy – 42,5% i linolowy – 37%, a z nasyconych: palmitynowy – 12,3% i stearynowy – 5,2% [Sabudak 2007]. Olej ma ciemną opalizującą barwę, ze względu na wysoką zawartość karotenoidów: zeaksantyny, β -karotenu, kryptoksantyny, luteiny oraz chlorofili [Parry i in. 2006]. Olej krokoszowy jest źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych. Olej z odmian tradycyjnych zawiera około 70% kwasu linolowego (PUFA n-6), a z odmian wysokooleinowych – oleinowego i pod względem składu zbliżony jest do oliwy [Gecgel i in. 2007].

Najważniejszą przyczyną obniżania się jakości podczas przechowywania olejów o przewadze polienowych kwasów tłuszczowych są zmiany spowodowane utlenianiem. Olej lniany ma najwyższy udział kwasów tłuszczowych PUFA n-3, który stanowi od 51,8 do 60,4%. Następne pod względem udziału są kwasy: oleinowy (13,4–22,2%), linolowy (15,2–17,4%), palmitynowy (5,5–6,5%) i stearynowy (2,2–3,9%) [Choo i in. 2007]. Olej lniany odznacza się bardzo krótkim okresem przydatności do spożycia, powinien być dystrybuowany i przechowywany w warunkach chłodniczych [Mińkowski i in. 2011, Tańska i in. 2011]. Olej makowy jest źródłem kwasów PUFA n-6 – 74,5% kwasu linolowego oraz 13% oleinowego, 10% palmitynowego i 2% stearynowego [Azcan i in. 2004]. Głównymi kwasami tłuszczowymi oleju z orzechów włoskich są oba PUFA: linolowy do 57%, α -linolenowy ok. 13,5%, pozostałe to: oleinowy – ok. 21%, palmitynowy – ok. 6% i stearynowy – ok. 2,1% [Martinez i in. 2008]. W oleju z orzechów brazylijskich dominują kwasy PUFA n-6 45%, ale również MUFA – 29% oraz nasycone – 25% [Zajdenweg

i in. 2011]. W oleju z dzikiej róży występują kwasy: linolowy – ok. 48% oraz α -linolenowy – ok. 26%, oleinowy – ok. 15% oraz palmitynowy ok. 4,5% [Concha i in. 2006].

Z punktu widzenia trwałości olejów ważna jest dodatkowo zawartość związków przeciwutleniających i proutleniających, a z czynników zewnętrznych: dostęp tlenu, światła i podwyższona temperatura intensyfikujące utlenianie [Choe i Min 2006, Mińkowski i in. 2011]. Celem pracy było porównanie cech sensorycznych, jakości i stabilności oksydatywnej wybranych olejów tłoczonych na zimno. Podjęto również próbę oceny stopnia akceptacji tych olejów przez konsumentów oraz ich trwałości po otwarciu podczas domowego przechowywania w warunkach chłodniczych.

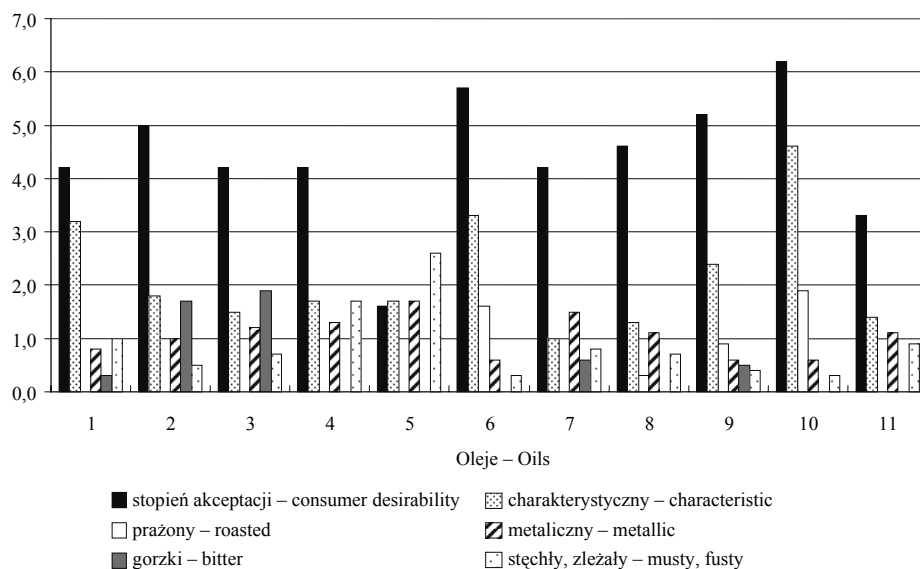
MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 11 olejów tłoczonych na zimno dostarczonych bezpośrednio przez krajowego producenta/dystrybutora w okresie przydatności do spożycia: olej lniany wysokolinolenowy, lniany niskolinolenowy, z awokado, z dzikiej róży, z prażonych pestek dyni, rzepakowy, z orzechów arachidowych, włoskich, brazylijskich, makowy, krokoszowy. Wszystkie oleje zapakowane były w brązowe butelki szklane o pojemności 0,5 l. Przeprowadzono ocenę sensoryczną olejów metodą profilowania [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009], wykorzystując zdefiniowane wyróżniki [Brühl i Matthäus 2008]. Oceniono intensywność 6 cech: „charakterystyczny dla surowca”, „gorzki”, „spalony/prażony”, „metaliczny”, „stęchły/zleżały”, „utleniony”. Określono stopień akceptacji konsumenckiej (nie lubię/lubię). Oleje do oceny podano w szklanych naczyniach w kolorze bursztynowym, przykrytych szkiełkiem zegarkowym. Objętość oleju – 15 cm³, temperatura ok. 28°C. Wykorzystano formularz z 10-centymetrową skalą liniową intensywności wrażeń sensorycznych (oznaczenia brzegowe: 0 – niewyczuwalne, 10 – wyjątkowo silne wrażenie). Wyniki podano w jednostkach umownych. Oceny przeprowadzono w dwóch sesjach w zespole przeszkolonych 10 osób. Podstawowe parametry jakości określono w olejach wyjściowych (zaraz po otwarciu opakowania) oraz po 1 i 2 miesiącach przechowywania olejów. Oleje przechowywano w warunkach chłodniczych (ok. 4°C) w otwartych wcześniej opakowaniach. Oznaczono zgodnie z normami: liczbę kwasową [ISO 660:2010], nadtlenczką [ISO 3960:2012], anizydynową [ISO 6885:2006], absorbancję w ultrafiolecie (poziom sprzężonych dniów i trienów) [ISO 3656:2011], barwę [PN-A-86934:1995], czas indukcji (test Rancimat w 120°C) [ISO 6886:2006]. Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji ANOVA (test Duncana, $p \leq 0,05$), wykorzystując program Statgraphics 4.1. Istotne statystyczne różnice między średnimi z czterech powtórzeń ($n = 2 \times 2$) zaznaczono, wykorzystując odmienne oznaczenia literowe.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że olejem o najwyższym stopniu akceptacji konsumenckiej był olej arachidowy (6,2 j.u.) – rysunek 1. Kolejne były: olej z pestek dyni (5,7), z orzechów włoskich (5,2), lniany niskolinolenowy (5,0), z orzechów brazylijskich (4,6), rzepakowy, makowy, krokoszowy i lniany wysokolinolenowy

(4,2), z dzikiej róży (3,3). Najniższym stopniem akceptacji wyróżniał się olej z awokado – 1,6 j.u. Podobne wyniki uzyskały Wroniak i Brylska [2006] w ocenie konsumenckiej olejów, tj. najwyżej ocenionym był olej z orzechów arachidowych i włoskich, a najniżej: lniany nisko-, wysokolinolenowy i krokoszowy.



Rys. 1. Cechy sensoryczne analizowanych olejów. Numery oznaczają oleje: 1 – rzepakowy, 2 – lniany niskolinolenowy, 3 – lniany wysokolinolenowy, 4 – makowy, 5 – z awokado, 6 – z prażonych pestek dyni, 7 – krokoszowy, 8 – z orzechów brazylijskich, 9 – z orzechów włoskich, 10 – z orzechów arachidowych, 11 – z dzikiej róży

Fig. 1. Sensory characteristic of examined oils. Numbers depict oils: 1 – rapeseed, 2 – low-linolenic flaxseed, 3 – high-linolenic flaxseed, 4 – poppy seed, 5 – avocado, 6 – roasted pumpkin seed, 7 – safflower, 8 – Brazil nut, 9 – walnut, 10 – peanut, 11 – rosehip seed

W ocenie profilowej pod względem intensywności wyróżnika „charakterystycznego dla surowca” oleje uzyskały oceny: olej arachidowy – 4,6 j.u., z prażonych pestek dyni – 3,3, z orzechów włoskich – 2,4, rzepakowy – 2,1, lniany niskolinolenowy – 1,8, makowy i z awokado po 1,7, lniany wysokolinolenowy – 1,5, z dzikiej róży – 1,4, z orzechów brazylijskich – 1,3 (rys. 1). Wyróżnik „spalony/prażony” był najintensywniejszy w oleju arachidowym (1,9) i z pestek dyni (1,6) na skutek prażenia surowca w procesie produkcyjnym [Murkovic i in. 2004]. Jedynie oleje lniany wysoko- i niskolinolenowy odznaczały się smakiem „gorzkim” (1,9 i 1,7 j.u.). Obecność tego deskryptora w olejach lnianych jest typowa, a odpowiedzialny jest za to utleniony cykliczny oktapeptyd [Brühl i Matthäus 2008].

„Metaliczny”, „stęchły/zleżały”, „utleniony” należą do negatywnych cech sensorycznych. Ich obecność świadczy o złej jakości i niewłaściwym sposobie przechowywania surowca i oleju [Brühl i Matthäus 2008]. Cechy te odnotowano w olejach, które miały niski stopień akceptacji. Wyróżnik „utleniony” nie został odnotowany w żadnym oleju.

Smak „metaliczny” o najwyższej intensywności stwierdzono w olejach z awokado, krokoszowym, makowym, a „stęchły/zleżały” głównie w olejach z awokado, makowym, krokoszowym (rys. 1).

Ocena jakości olejów obejmowała oznaczenie stopienia hydrolizy i utlenienia lipidów, barwy, stabilności oksydacyjnej (tab. 1). Zgodnie z wymogami Codex Stan 210, w olejach tłoczonych na zimno wartość liczby kwasowej (LK) powinna być < 4,0 mg KOH·g⁻¹,

Tabela 1. Wyróżniki jakości i stabilności oksydacyjnej olejów tłoczonych na zimno

Table 1. Quality and oxidative stability characteristics of cold-pressed oils

Oleje Oils	LK – AV [mg KOH· g ⁻¹]	LOO – PV [mEq O ₂ · kg ⁻¹]	LAn AnV	Dieny Dienes K ₂₃₂	Trieny Trienes K ₂₇₀	A _{442nm}	A _{668nm}	Barwa Color	Czas indukcji Induction time [h]
Rzepakowy Rapeseed	1,23 d	1,43 a	0,27 a	0,259 a	1,460 g	0,478 h	0,185 h	663,00 h	4,39 d
Lniany niskolinolenowy Low-linolenic flaxseed	0,35 a	1,41 a	0,85 abc	2,032 cd	0,293 e	0,277 e	0,031 a	307,33 d	2,90 c
Lniany wysokolinole- nowy High-linolenic flaxseed	1,31 e	1,53 a	0,30 a	2,021 cd	0,272 d	0,418 f	0,043 b	460,67 e	1,07 a
Makowy Poppy seed	1,69 f	4,18 bc	0,68 ab	1,612 bcd	0,174 a	0,053 a	0,112 e	165,00 b	1,42 a
Awokado Avocado	1,17 d	32,60 f	3,63 f	5,003 e	1,487 h	0,687 i	2,101 j	2788,00 i	1,66 a
Pestki dyni Pumpkin seed	2,18 h	11,92 d	1,49 d	3,120 cd	0,167 a	2,667 j	0,155 g	2822,33 j	5,94 e
Krokoszowy Safflower	1,83 g	15,30 e	2,44 e	4,619 e	1,193 f	0,194 d	0,297 i	490,67 f	2,21 b
Orzechy brazylijskie Brazil nut	3,28 i	4,44 bc	1,26 bcd	2,568 d	0,199 b	0,053 a	0,089 d	142,33 a	1,39 a
Orzechy włoskie Walnut	3,35 j	2,70 ab	1,43 cd	1,748 cd	0,235 c	0,099 b	0,059 c	157,67 b	1,59 a
Orzechy arachidowe Peanut	0,55 b	1,29 a	1,02 bcd	1,205 abc	0,270 d	0,128 c	0,066 c	193,67 c	20,80 f
Dzika róża Rose hip seed	0,99 c	5,98 c	4,63 g	0,720 ab	3,560 i	0,467 g	0,134 f	600,67 g	1,14 a

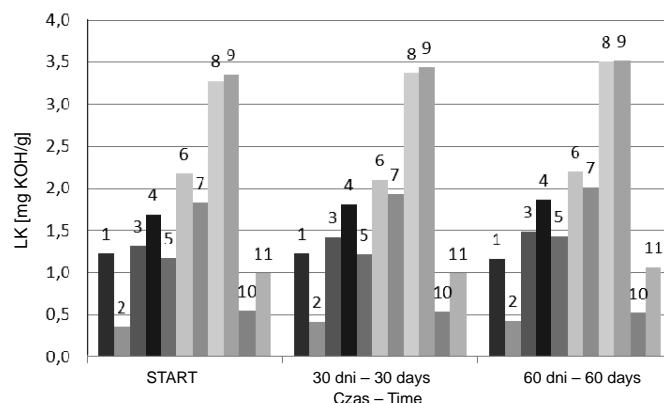
a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy p < 0,05 / average values in the columns marked with the same letters do not differ statistically significant at p < 0.05.

a liczby nadtlenkowej (LOO) $< 15 \text{ meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$. Najwyższą LK charakteryzowały się oleje z orzechów brazylijskich – 3,28 i włoskich – 3,35 $\text{mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$, a najniższą lniany niskolinolenowy – 0,35 oraz arachidowy – 0,55 $\text{mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$. Najwyższą LOO, charakteryzującą pierwotny stopień utlenienia, miał olej z awokado – 32,60 i krokoszowy – 15,30 $\text{meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$, nie spełniały one pod tym względem wymagań stawianych w Codex Alimentarius. Najniższą LOO wyróżniał się olej arachidowy – 1,29 $\text{meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$.

Wysoka LOO w oleju z awokado mogła być spowodowana niską jakością surowca, który jako miękki owoc łatwo ulega uszkodzeniu i podatny jest na niepożądane procesy biochemiczne i chemiczne. Najwyższym wtórnym stopniem utlenienia, określanym przez oznaczenie liczby anizydynowej (LAN) charakteryzował się olej z dzikiej róży – 4,63, a najniższym rzepakowy – 0,27. W pozostałych LAN wahała się w zakresie 0,30–3,63. Generalnie oleje tłoczone na zimno charakteryzują się niskim wtórnym stopniem utlenienia w odróżnieniu od olejów rafinowanych [Wroniak 2012, Zychnowska i in. 2013]. Najwyższym poziomem sprzężonych dienów (K_{232}) charakteryzował się olej z awokado (5,00), z kolei najniższym arachidowy (1,20). Również najwięcej sprzężonych trienów i wtórnych produktów utlenienia (K_{270}) stwierdzono w oleju z awokado – 1,49, a najmniej z pestek dyni – 0,17. Wartość $K_{232} = 2,50$, określająca pierwotny stopień utlenienia, została przekroczona w olejach: z orzechów brazylijskich, z pestek dyni, z krokosza oraz z awokado, $K_{270} = 0,22$ nie została natomiast przekroczona tylko w przypadku olejów: makowego, dyniowego i z orzechów brazylijskich. Odnotowano, że najciemniejsze były oleje z pestek dyni (2822) i z awokado (2788), najjaśniejsze z kolei z orzechów brazylijskich (142) i włoskich (158) (tab. 1). Olejem mającym najwięcej karotenoidów był olej z pestek dyni ($A_{442\text{nm}} = 2,667$), a najmniej makowy i z orzechów brazylijskich (0,053). Najwięcej chlorofili miał olej z awokado ($A_{668\text{nm}} = 2,101$), najmniej zaś lniany niskolinolenowy (0,031).

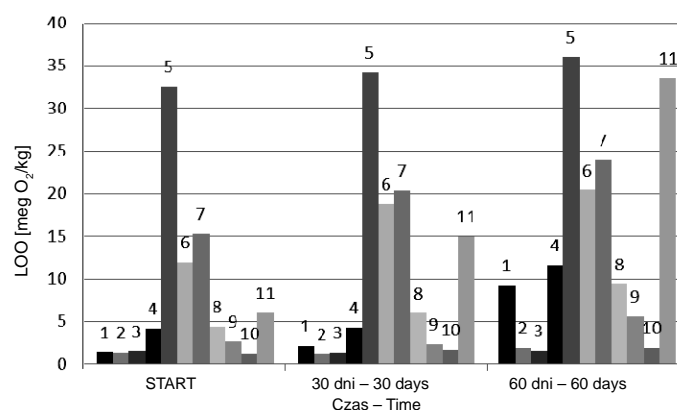
Stwierdzono, że najkrótszym czasem indukcji w teście Rancimat, tj. najniższą stabilnością oksydacyjną odznaczał się olej lniany wysokolinolenowy (1,07 h), a najdłuższym arachidowy (20,80 h). Wysoka stabilność oleju z orzechów arachidowych wynika z wysokiej zawartości kwasów monoenowych oraz nasyconych [Davis 2008]. Z kolei krótki czas indukcji oleju lnianego wysokolinolenowego jest spowodowany wysokim udziałem kwasu α -linolenowego [Choo i in. 2007, Mińkowski i in. 2011, Tańska i in. 2011]. Olej lniany niskolinolenowy miał ponad dwukrotnie dłuższy czas indukcji – 2,91 h, który był porównywalny z wynikami uzyskanymi przez Kruszewskiego i innych [2013].

W czasie przechowywania olejów w temperaturze 4°C stopień hydrolizy w większości olejów utrzymywał się na stałym poziomie. Tylko w przypadku olejów z orzechów brazylijskich, z dzikiej róży, makowego oraz lnianego niskolinolenowego LK wykazywała niewielki wzrost (rys. 2). Liczba kwasowa w czasie przechowywania powinna utrzymywać się na stałym poziomie, co ma miejsce w przypadku olejów rafinowanych lub rosnać w wyniku postępującej hydrolizy (enzymy i śladowa zawartość wody) – oleje nierafinowane [Choe i Min 2006]. Stopień utlenienia olejów ulegał dynamicznym zmianom w czasie (rys. 3). LOO oleju z dzikiej róży po 2 miesiącach wzrosła z 5,98 do 33,51 $\text{meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$. Przyrost nadtlenców w olejach był spowodowany postępującym w ciemności procesem autooksydacji, ponieważ oleje były przechowywane w chłodziarce, w butelkach z brązowego szkła, co skutecznie ograniczało dostęp światła [Choe i Min



Rys. 2. Zmiany LK w czasie przechowywania olejów. Numery oznaczają oleje: 1 – rzepakowy, 2 – lniany niskolinolenowy, 3 – lniany wysokolinolenowy, 4 – makowy, 5 – z awokado, 6 – z prażonych pestek dyni, 7 – krokoszowy, 8 – z orzechów brazylijskich, 9 – z orzechów włoskich, 10 – z orzechów arachidowych, 11 – z dzikiej róży

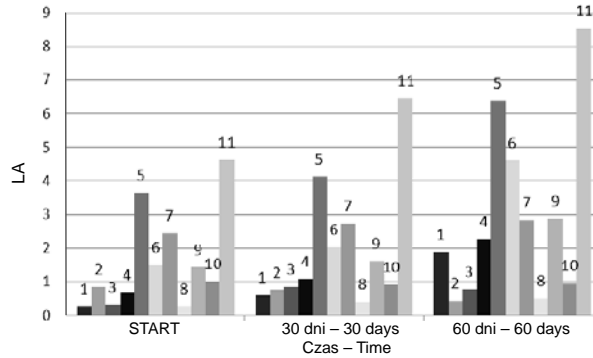
Fig. 2. Changes of AV during storage of oils. Numbers depict oils: 1 – rapeseed, 2 – low-linolenic flaxseed, 3 – high-linolenic flaxseed, 4 – poppy seed, 5 – avocado, 6 – roasted pumpkin seed, 7 – safflower, 8 – Brazil nut, 9 – walnut, 10 – peanut, 11 – rosehip seed



Rys. 3. Zmiany LOO w czasie przechowywania olejów (objaśnienia jak pod rys. 2)

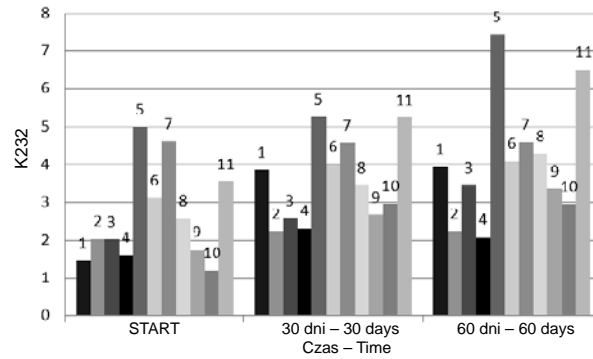
Fig. 3. Changes of PV during storage of oils (explanations as mentioned under Fig. 2)

2006]. LAn wzrosła w oleju z dzikiej róży z 4,63 do 8,54, awokado z 3,63 do 6,37, z pestek dyni z 1,49 do 4,60, z orzechów włoskich z 1,43 do 2,88, makowym z 0,68 do 2,28 i rzepakowym z 0,27 do 1,89 (rys. 4). LAn < 1,00 miały oleje: lniany nisko i wysokolinolenowy, z orzechów brazylijskich i arachidowych. W tym czasie intensywnie wzrastał poziom sprzężonych dienów i trienów w olejach (rys. 5, 6). W większości olejów po przechowywaniu poziom $K_{232} = 2,50$ określony dla oliwy *extra virgin* został przekroczony.



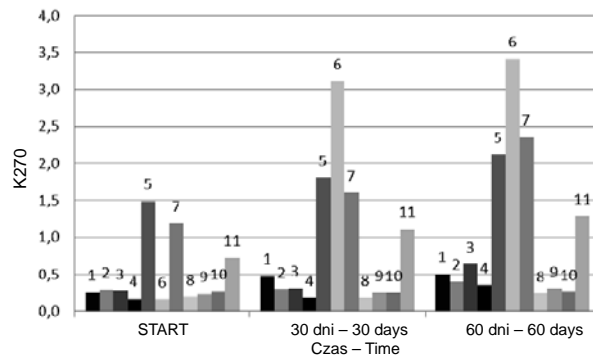
Rys. 4. Zmiany LAN w czasie przechowywania olejów (objaśnienia jak pod rys. 2)

Fig. 4. Changes of AnV during storage of oils (explanations as mentioned under Fig. 2)



Rys. 5. Zmiany poziomu sprzężonych dienów w olejach przechowywanych (objaśnienia jak pod rys. 2)

Fig. 5. Changes of conjugated dienes content during storage of oils (explanations as mentioned under Fig. 2)



Rys. 6. Zmiany poziomu sprzężonych trienów w olejach przechowywanych (objaśnienia jak pod rys. 2)

Fig. 6. Changes of conjugated trienes content during storage of oils (explanations as mentioned under Fig. 2)

WNIOSKI

1. Spośród badanych olejów najwyższym stopniem akceptacji konsumentkiej wyróżniał się olej arachidowy. Kolejne były: olej z prażonych pestek dyni, z orzechów włoskich, lniany niskolinolenowy, z orzechów brazylijskich, rzepakowy, makowy, krokoszowy, lniany wysokolinolenowy i z dzikiej róży. Najniższy stopień akceptacji konsumentkiej miał olej z awokado.

2. Oleje wyjściowe charakteryzowały się stosunkowo niskim stopniem hydrolizy lipidów, natomiast ich pierwotny stopień utlenienia był wysoki i w przypadku oleju krokoszowego i awokado przekraczał dopuszczalny poziom. Również zawartość sprzężonych dienów i trienów w olejach była wysoka. Najniższą stabilnością oksydacyjną charakteryzował się wysokolinolenowy olej lniany, najwyższą natomiast arachidowy.

3. W czasie przechowywania i użytkowania olejów, ich pierwotny i wtórny stopień utlenienia cały czas intensywnie wzrasta, nawet w barierowym opakowaniu, w ciemnym i chłodnym miejscu. Zatem celowe jest wybieranie z półek sklepowych produktów w ramach danego rodzaju oleju o jak najdłuższym okresie przydatności do spożycia, a po zakupie i otwarciu opakowania zużywanie olejów możliwie w jak najkrótszym czasie.

LITERATURA

- Azcan N., Kalender B.O., Kara M., 2004. Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chem. Nat. Compd.* 40(4), 370–372.
- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., 2009. Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania, Wyd. Naukowe PTTŻ, s. 163–164, 170, 181.
- Brühl L., Matthäus B., 2008. Sensory assessment of virgin rapeseed oils, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 110, 608–610.
- Choe E., Min D., 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 5(4), 169–186.
- Choo W.-S., Birch J., Dufour J.-P., 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition and Analysis* 20(3–4), 202–211.
- Codex Stan 210, 1999. Codex standard for named vegetable oil. Codex Alimentarius. Amendment 2005, 2011.
- Concha J., Soto C., Chamy R., Zuniga M.E., 2006: Effect of rosehip extraction process on oil and defatted meal physicochemical properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 83(9), 771–775.
- Davis J.P., 2008: Physical and chemical characterizations of normal and high-oleic oils from nine commercial cultivars of peanut. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 85(3), 235–243.
- Gecgel U., Demirci M., Esendal E., Tasan M., 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Am. Oil Chem. Soc.* 84, 47–54.
- Kruszewski B., Fąfara P., Ratusz K., Obiedziński M., 2013. Ocena pojemności przeciwutleniającej i stabilności oksydacyjnej wybranych olejów roślinnych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 572, 43–52.
- Martinez M.L., Mattea M.A., Maestri D.M., 2008. Pressing and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil. *J. Food Eng.* 88(3), 399–404.

- Mińkowski K., Grzeškiewicz S., Jerzewska M., 2011. Ocena wartości odżywczej olejów roślinnych o dużej zawartości kwasów linolenowych na podstawie składu kwasów tłuszczowych, tokoferoli i steroli. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 75(2), 124–135.
- Murkovic M., Piironen V., Lampi A.M., Kraushofer T., Sontag G., 2004. Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chem.* 84, 359–365
- Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak B., 2012. Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 80(1), 27–44.
- Parry J., Hao Z., Luther M., Su L., Zhou K., Yu L., 2006. Characterization of cold pressed onion, parsley, cardamon, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 83(10), 847–854.
- Plaza L., Moreno-Sanchez C., de Pascual T.S., de Ancos B., Pilar C.M., 2009. Fatty acids, sterols, and antioxidant activity in minimally processed avocados during refrigerated storage. *J. Agric. Food Chem.* 57(8), 3204–3209.
- Sabudak T., 2007. Fatty acid composition of seed and leaf oils of pumpkin, walnut, almond, maize, sunflower and melon. *Chemistry of Natural Compounds* 43(4), 465–467.
- Szterk A., Roszko M., Sosińska E., Derewiaka D., Lewicki P.P., 2010. Chemical composition and oxidative stability of selected plant oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 87, 637–645.
- Tańska M., Rotkiewicz D., Ambrosewicz M., 2011. Porównanie trwałości tłoczonych na zimno olejów lnianego i rzepakowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 44(3), 521–527.
- Wroniak M., Brylska L., 2006. Dostępność i jakość spożywczych olejów tłoczonych na zimno na rynku warszawskim. *Tłuszcze Jadalne* 41(3–4), 320–330.
- Wroniak M., Kwiatkowska M., Krygier K., 2006. Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 47(2), 46–58.
- Wroniak M. 2012: Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 85(6), 79–92.
- Zajdenweg C., Branco G.F., Alamed J., Decker E.A., Castro I.A., 2011. Correlation between sensory and chemical markers in the evaluation of Brazil nut oxidative shelf-life. *Eur. Food Res. Technol.* 233, 109–116.
- Zychnowska M., Pietrzak M., Krygier K., 2013. Porównanie jakości oleju rzepakowego tłoczonego na zimno i rafinowanego, *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 575, 131–138.

COMPARISON OF THE SENSORY PROPERTIES, PHYSICO-CHEMICAL QUALITY AND OXIDATIVE STABILITY OF SELECTED COLD-PRESSED OILS

Summary. The aim of the study was to compare the sensory characteristics, physical, and chemical quality as well as oxidative stability of selected cold-pressed oils. Eleven types of oils were investigated, including: high-linolenic flaxseed, low-linolenic flaxseed, safflower, poppy seed, avocado, rose hip seed, roasted pumpkin seed, peanut, Brazil nut and walnut. These oils (fresh and after storage under refrigeration) were analyzed in the field of intensity of: the sensory characteristics by profiling, an assessment of the level of consumer acceptance, the level of lipid hydrolysis, primary and secondary oxidation state, color and oxidative stability (Rancimat test at 120°C). It was stated that peanut oil was characterized by the highest degree of consumer desirability. Further in terms of consumer desirability were (in descending order): roasted pumpkin seed, walnut, low-linolenic flaxseed, Brazil nut, rapeseed, poppy seed, safflower, high-linolenic flaxseed, rose hip seed oils. The lowest degree of acceptance was a characteristic of avocado oil. The darkest of oils were: roasted

pumpkin seed and avocado, and the brightest oils were: Brazil nut and walnut. It was found that all the analyzed oils fulfil requirements on the basic parameters. Acid value for all oils was low (from 0.35 to 3.35 mg KOH·g⁻¹). On the other hand, peroxide value was high (1.29 to 32.60 meq O₂·kg⁻¹), but met the standard (PV < 15), with the exception of oils: safflower (15.30 meq O₂·kg⁻¹) and avocado (32.60 meq O₂·kg⁻¹). Secondary oxidation state of oil was very low (AnV from 0.27 to 4.63). However, there was a high level of conjugated dienes (from 1.20 to 5.00) and trienes (from 0.17 to 1.49). The K₂₃₂ = 2.50 was exceeded in four oils: Brazil nut, pumpkin seed, safflower and avocado. K₂₇₀ = 0.22 has been exceeded only in the case of 3 oils: poppy seed, pumpkin seed and Brazil nut. On the basis of the Rancimat test, it was found that the lowest oxidative stability was a characteristic of high-linolenic flaxseed oil (1.07 h), while the highest oxidative stability was a characteristic of peanut oil (20.80 h). After 2 months of storage under refrigeration, degree of lipid hydrolysis remained at a constant low level, while the primary and secondary oxidation state increased, especially intensively in cases of: rosehip, avocado, pumpkin seed, walnut, poppy seed, and rapeseed, which resulted in exceeding the values specified in the Codex Alimentarius.

Key words: cold pressed oils, sensory properties, quality, oxidative stability