

# APARATURA

## BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

### Ocena jakości wybranych olejów rzepakowych rafinowanych i tłoczonych na zimno dostępnych na polskim rynku

EDYTA POPIS, KATARZYNA RATUSZ, KRZYSZTOF KRYGIER

SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE, WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI, KATEDRA TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI, ZAKŁAD TECHNOLOGII TŁUSZCZÓW I KONCENTRATÓW SPOŻYWCZYCH

**Słowa kluczowe:** oleje tłoczone na zimno, olej rzepakowy, stabilność oksydacyjna, test Rancimat

#### STRESZCZENIE

Celem podjętych badań była ocena jakości olejów rzepakowych rafinowanych oraz tłoczonych na zimno. Materiał badawczy stanowiło dziesięć olejów rzepakowych (5 rafinowanych i 5 tłoczonych na zimno), ogólnodostępnych, zakupionych na warszawskim rynku. Oznaczono skład kwasów tłuszczowych, charakterystyczne liczby tłuszczowe – kwasową (LK), nadtlenkową (LOO) i anizydynową (LA) oraz wyliczono wskaźnik Totox ( $2 \times \text{LOO} + \text{LA}$ ). Określono również zawartość barwników karotenoidowych i chlorofili oraz barwę ogółem. Ponadto przy pomocy testu Rancimat w temperaturze  $120^{\circ}\text{C}$  dokonano pomiaru ich stabilności oksydacyjnej. Badane oleje charakteryzowały się dobrą jakością, spełniając wymagania normy PN-A-86908:2000 i Codex Alimentarius. Rzepakowe oleje rafinowane charakteryzowały się istotnie statystycznie nieco dłuższymi czasami indukcji (OSI) niż oleje tłoczone na zimno.

#### Quality assessment of selected refined and cold-pressed rapeseed oils available on Polish market

**Keywords:** cold-pressed oils, rapeseed oil, oxidative stability, Rancimat test

#### ABSTRACT

The aim of the study was to assess the quality of refined and cold-pressed rapeseed oils. The material consist of ten rapeseed oils (5 refined and 5 cold-pressed), public, purchased on Warsaw market. The fatty acid composition, characteristic fatty values – acid (AV), peroxide (PV) and anisidine (ANV) were determined and Totox index ( $2 \times \text{PV} + \text{ANV}$ ) was calculated. Also in the studied oils content of chlorophyll and carotenoid pigments and general color were determined. In addition, using Rancimat test at temperature of  $120^{\circ}\text{C}$  their oxidative stability was measured. The tested oils were characterized by good quality, meeting the requirements of the PN-A-86908:2000 and Codex Alimentarius standard. Refined rapeseed oils were characterized by a statistically significantly slightly longer induction times (OSI) than cold-pressed oils.

## 1. WSTĘP

Wzrastająca świadomość konsumentów dotycząca roli tłuszczów w organizmie człowieka spowodowała zwiększenie spożycia olejów roślinnych, w tym olejów tłoczonych na zimno. Najczęściej spożywanym olejem roślinnym w Polsce jest olej rzepakowy. Konsumenti zaczynają postrzegać oleje w swojej diecie nie tylko jako źródło energii, ale również jako produkt spożywczy dostarczający niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, przeciwutleniaczy i witamin rozpuszczalnych w tłuszczach [1, 2].

Jakość olejów tłoczonych na zimno jest często zróżnicowana i zależy od wielu czynników. W dużym stopniu determinuje ją jakość surowca (stopień jego dojrzałości, obecność zanieczyszczeń, wilgotność), ale także warunki procesu tłoczenia i filtracji czy sedymentacji. Oleje ze względu na swoją budowę chemiczną (duża zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych) łatwo ulegają procesowi utleniania. Szybkość tych przemian degradacyjnych zależy głównie od profilu kwasów tłuszczowych oraz obecności składników frakcji nieglicerolowej mających działanie pro- i przeciwutleniające [3-5].

Utlenianie powoduje zmniejszenie zawartości korzystnych żywieniowo związków oraz przekształcenie ich w szkodliwe dla zdrowia człowieka produkty utleniania. Związki te charakteryzują się dużą aktywnością, niszczą błony komórkowe, mogą także działać mutagennie prowadząc do tworzenia się nowotworów [6]. Dlatego też jednym z naj-

ważniejszych wyróżników jakości olejów jest ich stabilność oksydacyjna, czyli odporność na proces utleniania. Do oceny stabilności oksydacyjnej tłuszczów stosowanych jest wiele metod, jednak jedną z najczęściej obecnie używanych jest metoda przyspieszonego utleniania – test Rancimat [7, 8].

Celem pracy była ocena jakości olejów rzepakowych rafinowanych oraz tłoczonych na zimno, dostępnych na warszawskim rynku.

## 2. MATERIAŁ BADAWCZY I METODYKA

Materiał badawczy stanowiło 10 olejów rzepakowych (5 rafinowanych – „R” oraz 5 tłoczonych na zimno – „T”) zakupionych na warszawskim rynku (Tab. 1). Oleje zostały zakupione w okresie przydatności do spożycia.

W badanych olejach oznaczono charakterystyczne liczby tłuszczowe: kwasową (LK) [9], nadtlenkową (LOO) [10] i anizydynową (LA) oraz obliczono wskaźnik Totox [11]. Oznaczono także skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [12], zawartość chlorofilu i barwników karotenoidowych oraz barwę ogółem analizowanych olejów metodą spektrofotometryczną [13]. Ponadto oznaczono stabilność oksydacyjną przy pomocy testu Rancimat (Metrohm typ 679) w temperaturze 120°C [14]. Dokonano analizy statystycznej wyników przy pomocy programu Statistica wersja 10 [15] poprzez zastosowanie jednozynnikowej analizy wariancji (ANOVA).

**Tabela 1** Charakterystyka handlowa materiału badawczego

**Table 1** The market characteristic of research material

Oznaczenie	Nazwa oleju	Pojemność	Materiał opakowania	Producent / Podmiot wprowadzający na rynek
R1	Mazowiecki	0,9 dm <sup>3</sup>	PET	Mosso
R2	Bartek	1 dm <sup>3</sup>	PET	ZT Kruszwica S.A.
R3	Kujawski	1 dm <sup>3</sup>	PET	ZT Kruszwica S.A.
R4	Olek	1 dm <sup>3</sup>	PET	ZT Kruszwica S.A.
R5	Złota Kraina	0,9 dm <sup>3</sup>	PET	TESCO
T1	Wielkopolski	0,5 dm <sup>3</sup>	Zielone szkło	VitaCorn
T2	Olej rzepakowy	0,5 dm <sup>3</sup>	Brązowe szkło	Oleofarm
T3	Olej rzepakowy	0,75 dm <sup>3</sup>	Zielone szkło	Omega 3
T4	Vita d'Or	0,5 dm <sup>3</sup>	Brązowe szkło	Lidl
T5	Olej rzepakowy	0,75 dm <sup>3</sup>	Brązowe szkło	SemCo

### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

#### 3.1 Charakterystyka chemiczna badanych olejów

Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych – liczba kwasowa – w badanych olejach rzepakowych rafinowanych wahała się od 0,11 do 0,22 mg KOH/g oleju, a dla tłoczonych na zimno od 1,06 do 1,60 mg KOH/g oleju (Tab. 2). Uzyskane wartości liczby kwasowej nie przekraczały dopuszczalnego poziomu, który dla oleju rafinowanego wynosi 0,3 [16], natomiast dla tłoczonego na zimno 4 mg KOH/g oleju [17]. Zbliżone wartości liczby kwasowej dla olejów rzepakowych uzyskali Maszewska i Krygier [18], Wroniak i wsp. [19], Wroniak i Łukasik [20]. Poziom liczby nadtlenkowej, będącej miarą zawartości pierwotnych produktów utleniania, w badanych olejach był zróżnicowany i wynosił dla olejów rafinowanych od 0,46 do 2,12 mEq O<sub>2</sub>/kg, z kolei dla tłoczonych na zimno od 2,12 do 8,28 mEq O<sub>2</sub>/kg (Tab. 1). Uzyskane wartości LOO nie przekroczyły wytycznych zawartych w normach, według których liczba nadtlenkowa dla oleju rzepakowego rafinowanego nie powinna przekraczać 5 mEq O<sub>2</sub>/kg [16], a dla oleju tłoczonego na zimno 15 mEq O<sub>2</sub>/kg [17]. Podobne wyniki oznaczenia liczby nadtlenkowej otrzymali Wroniak i wsp. [19] oraz Wroniak i Łubian [8].

Wartości liczby anizydynowej, która jest miarą zawartości wtórnych produktów utleniania, oscylowały w granicach 0,39 – 0,79 dla olejów tłoczonych i 1,08 – 2,5 dla rafinowanych. Większą ilość wtórnych produktów utleniania miały oleje rafinowane, nie przekraczając jednak wartości podanej w normie równej 8 [16]. Wartości LA uzyskane w badaniach Madawala i wsp. [21] oraz Popis i wsp. [22] były porównywalne z wartościami otrzymanymi w prezentowanej pracy.

Oleje tłoczone na zimno w porównaniu z olejami rafinowanymi charakteryzowały się większymi wartościami liczby kwasowej i nadtlenkowej oraz niższe liczby anizydynowej. Potwierdza to fakt, że zarówno wolne kwasy tłuszczowe, jak i pierwotne produkty utleniania są usuwane w procesie rafinacji, stąd ich zawartość w olejach rafinowanych jest znacznie niższa niż w olejach tłoczonych. Oleje tłoczone na zimno cechowała niższa wartość liczby anizydynowej, co może świadczyć o tym, że były to oleje świeże, w których proces utleniania skutecznie hamowany jest przez przeciwutlenia-cze zawarte naturalnie w tych olejach.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że badane oleje rzepakowe charakteryzowały się dobrą jakością. Uzyskane wyniki wartości liczby: kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej nie przekraczały poziomów wyznaczonych w normach.

**Tabela 2** Charakterystyka chemiczna badanych olejów

**Table 2** Chemical characteristic of analyzed oils

Olej	LK [mg KOH/g oleju]	LOO [mEq O <sub>2</sub> /kg oleju]	LA [absorbancja x 100]	Totoxindex [2LOO+LA]
<b>R1</b>	0,22 <sup>b</sup>	1,57 <sup>d</sup>	2,50 <sup>f</sup>	5,64 <sup>ab</sup>
<b>R2</b>	0,11 <sup>a</sup>	0,97 <sup>c</sup>	1,08 <sup>c</sup>	3,02 <sup>c</sup>
<b>R3</b>	0,11 <sup>a</sup>	2,12 <sup>b</sup>	1,35 <sup>d</sup>	5,59 <sup>ab</sup>
<b>R4</b>	0,18 <sup>ab</sup>	0,59 <sup>a</sup>	2,80 <sup>e</sup>	3,98 <sup>d</sup>
<b>R5</b>	0,13 <sup>ab</sup>	0,46 <sup>a</sup>	2,10 <sup>e</sup>	3,02 <sup>c</sup>
<b>Wymagania według PN [16]</b>	0,3	5,0	8,0	-
<b>T1</b>	1,23 <sup>c</sup>	8,28 <sup>h</sup>	0,79 <sup>a</sup>	17,36 <sup>g</sup>
<b>T2</b>	1,21 <sup>c</sup>	4,38 <sup>e</sup>	0,39 <sup>b</sup>	9,14 <sup>f</sup>
<b>T3</b>	1,06 <sup>d</sup>	2,12 <sup>b</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	4,80 <sup>a</sup>
<b>T4</b>	1,60 <sup>f</sup>	2,80 <sup>e</sup>	0,70 <sup>a</sup>	6,30 <sup>b</sup>
<b>T5</b>	1,50 <sup>e</sup>	3,20 <sup>f</sup>	0,62 <sup>ab</sup>	7,12 <sup>e</sup>
<b>Wymagania według CA [17]</b>	4,0	15,0	-	-

a, b, c, d, e, f, g – oznaczenia wartości średnich w kolumnach różniących się statystycznie istotnie na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$

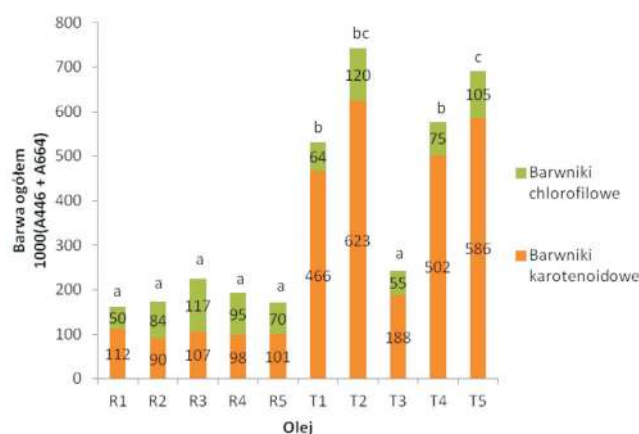
Na podstawie oznaczonych liczb: nadtlenkowej i anizydynowej, wyznaczono wskaźnik TOTOX, czyli ogólny stopień utlenienia oleju. Znacznie pod tym względem od pozostałych olejów wyróżniał się olej tłoczony na zimno T1, którego wskaźnik jest kilkakrotnie wyższy od pozostałych olejów. Można więc stwierdzić, że był to olej o najgorszej jakości.

Jednym z najważniejszych czynników determinujących jakość olejów jest skład ich kwasów tłuszczowych. Badane oleje charakteryzowały się typowym dla oleju rzepakowego profilem kwasów tłuszczowych (Tab. 3), podobnym do uzyskanych przez Jerzewską i Ptasznika [23], Koskiego i wsp. [24], Wroniak i wsp. [25].

Analizowane oleje cechowały się wysoką zawartością monoenowych i polienowych kwasów tłuszczowych. Dominowały wśród nich kwasy: oleinowy 59-64%, linolowy 18,5-19,8% i lino- lenowy 7-11%. Stanowiły od 90 do 93% udziału wszystkich kwasów tłuszczowych. Niewielki był udział kwasu oleopalmitynowego od 0,23 do 0,3%; stearynowego 1,51 do 2,15%; arachidowe- go 0,35 do 0,57% i eikozydowego 0,96 do 1,6%. Oleje tłoczone na zimno miały w swoim składzie większe ilości polienowych kwasów tłuszczowych i mniejsze ilości monoenowych kwasów tłuszczowych od olejów rafinowanych (Tab. 3). Ze względu na żywieniowych niezwykle ważny jest stosunek kwasów n-6 do n-3. Według licznych zaleceń powinien on wynosić nie więcej niż 4-5:1.

W badanych w niniejszej pracy olejach stosunek kwasów rodziny n-6 do n-3 wyniósł od 1,8:1 w przypadku oleju tłoczonego na zimno T1 do 2,67:1 dla oleju rafinowanego R1. Uzyskane wyniki są zbliżone do wartości otrzymanych przez innych autorów [26-28].

Badane oleje tłoczone na zimno charakteryzowały się znacznie wyższą wartością barwy ogółem od olejów rafinowanych (Rys. 1). Oleje tłoczone na zimno cechowała znacznie większa zawartość barwników karotenoidowych. Małe ilości barwników w olejach rafinowanych są wynikiem przeprowadzenia procesu bielenia podczas rafinacji [29].



a, b, c, d, e, f, g – oznaczenia wartości średnich różniących się statystycznie istotnie na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$

**Rysunek 1** Barwa ogółem badanych olejów  
**Figure 1** General color of analyzed oils

**Tabela 3** Skład głównych kwasów tłuszczowych badanych olejów [%]

**Table 3** Main fatty acid composition of analyzed oils [%]

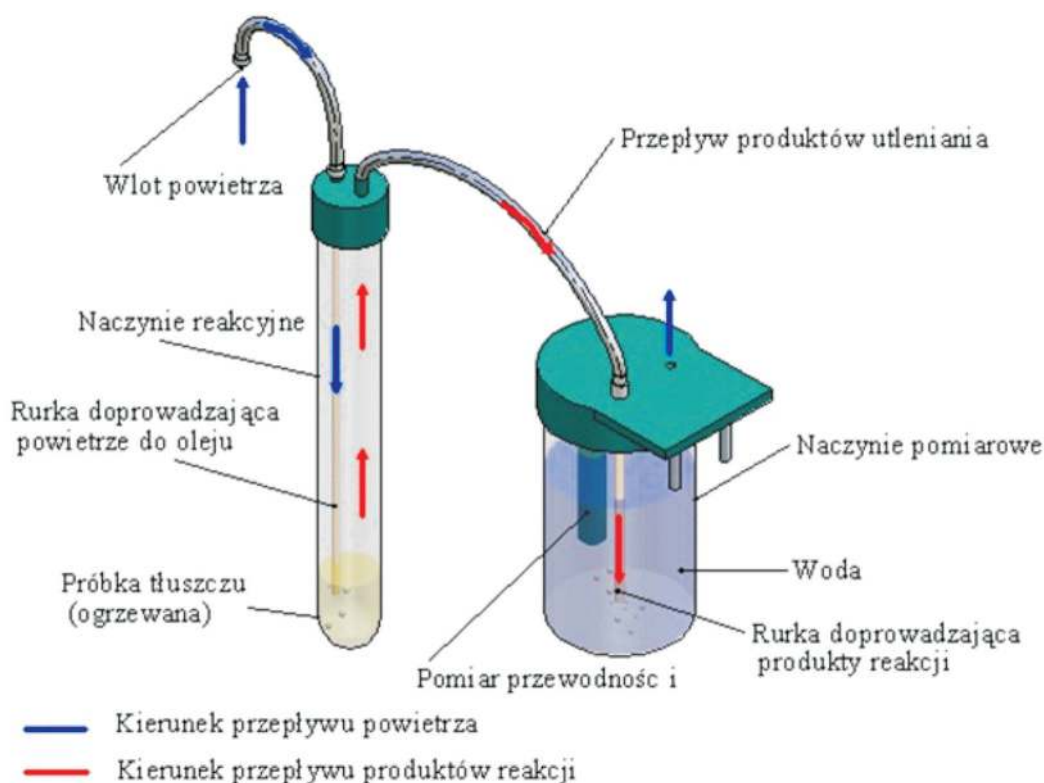
Kwas tłuszczowy	R1	R2	R3	R4	R5	T1	T2	T3	T4	T5
Palmitynowy (16:0)	4,57	4,83	4,88	4,75	4,44	5,89	5,07	5,00	4,09	4,23
Oleopalmitynowy (16:1)	0,25	0,23	0,25	0,24	0,23	0,28	0,3	0,28	0,23	0,23
Stearynowy (18:0)	1,85	1,63	1,7	1,72	1,66	2,15	1,51	1,68	1,68	1,67
Oleinowy (18:1)	64,07	63,67	62,33	62,89	63,23	59,37	62,36	62,15	63,2	62,56
Linolowy n-6 (18:2)	19,72	19,56	19,78	19,73	19,66	19,24	19,54	19,69	18,42	18,49
Linolenowy n-3 (18:3)	7,38	8,2	9,16	7,54	8,21	10,65	9,57	9,75	8,07	9,01
Arachidowy (20:0)	0,57	0,46	0,52	0,51	0,49	0,45	0,35	0,37	0,59	0,60
Eikozenowy (20:1)	1,49	1,32	1,26	1,46	1,35	0,96	1,18	1,06	1,6	1,52
Σ SFA	6,99	6,92	7,1	6,98	6,59	8,49	6,73	7,05	6,36	6,50
Σ MUFA	65,81	65,22	63,84	64,59	64,81	60,61	63,84	63,49	65,03	64,31
Σ PUFA	27,1	27,76	28,94	27,27	27,87	29,89	29,11	29,44	26,49	27,50

Barwa olejów tłoczonych na zimno jest bardziej zróżnicowana niż rafinowanych, potwierdzają to również badania Krygiera i wsp. [30], [31]. Spowodowane jest to zależnością składu olejów tłoczonych, w tym zawartością barwników, od jakości surowca, stopnia jego dojrzałości, a także terminu oraz metody zbioru nasion. Barwa olejów rafinowanych i bielonych była wyrównana i nie odbiegała od uzyskanych przez Radziemską i wsp. [32].

### 3.2 Stabilność oksydacyjna – test Rancimat

Stabilność oksydacyjna określa odporność oleju na proces utleniania. Jest jednym z głównych parametrów określających jakość danego oleju. Często wyrażana jest jako czas indukcji, czyli czas od początku badania do gwałtownego wzrostu tworzenia produktów utleniania [33]. Do jej pomiaru służy wiele metod. Jedną z obecnie najczęściej stosowanych, należących do przyśpieszonych metod oceny stabilności oksydacyjnej, jest test Rancimat.

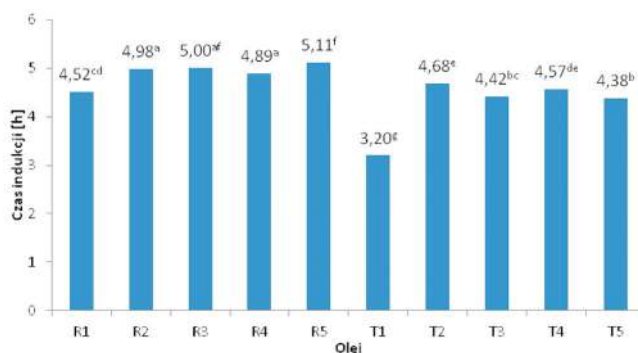
Metoda ta opiera się na pomiarze stężenia lotnych produktów procesu utleniania np. krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Zasada działania aparatu Rancimat, w którym przeprowadzono test, została przedstawiona na Rysunku 2.



Rysunek 2 Schemat działania aparatu Rancimat [opracowanie własne]

Figure 2 Schematic of the Rancimat instrument activities [own work]

Wyniki testu Rancimat ukazują, że nieco dłuższym czasem indukcji charakteryzują się oleje rzepakowe rafinowane (Rys. 3).



a, b, c, d, e, f, g – oznaczenia wartości średnich różniących się statystycznie istotnie na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$

Rysunek 3 Stabilność oksydacyjna w teście Rancimat

Figure 3 Oxidative stability in Rancimat test

Pozwala to sądzić, że oleje te mają również wyższą stabilność oksydacyjną. Najmniejszą stabilnością spośród poddanych analizie olejów cechował się olej tłoczony na zimno T1, jego czas indukcji wyniósł 3,2 h. Jednocześnie należy też zauważyć, że olej ten miał najwyższą liczbę nadtlenkową, co pozwala sądzić, iż stopień zmian oksydacyjnych tego oleju był już największy. Według



Wroniak i wsp. [19] oleje rzepakowe tłoczone na zimno wyróżniają się mniejszą stabilnością oksydacyjną niż oleje rzepakowe rafinowane. Jednak niektóre z badanych w niniejszej pracy (T2 i T4) miały zbliżony czas indukcji do oleju rafinowanego R1. Przyczyną podobnej stabilności tych olejów może być obecność większej ilości naturalnych przeciwutleniaczy w olejach tłoczonych na zimno. Uzyskane wyniki nie różniły się od przedstawionych w badaniach: Gromadzkiej i Wardenckiego [34], Kruszewskiego i wsp. [7], Popis i wsp. [35], Ratusz i wsp. [36], Ratusz i Krygier [37], Wroniak i wsp. [24].

#### 4. PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że badane oleje charakteryzowały się dobrą jakością, a wartości liczb: kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej nie przekraczały wartości podanych w normach. Analizowane oleje miały charakterystyczny dla oleju rzepakowego skład kwasów tłuszczowych. Zawierały duże ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych, a stosunek kwasów polienowych rodzin n-6 do n-3 wyniósł od 1,8:1 do 2,7:1, co pozwala wyróżnić jego wartości żywieniowe. Oceniane rafinowane oleje rzepakowe charakteryzowały się statystycznie istotnie nieco dłuższymi czasami indukcji (OSI) niż oleje tłoczone na zimno, a tym samym miały wyższą stabilność oksydacyjną.

#### LITERATURA

- [1] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J., Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1991, 15-16.
- [2] Pałka K., Chemia żywności. Wydanie czwarte, Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2002, 47.
- [3] Choe E., Min D. B., Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods, J. Food Sci., 70, 9, 2005, 142-159.
- [4] Choe E., Min D. B., Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5, 4, 2006, 169-186.
- [5] O'Connor T. P., O'Brien N. M., Lipid Oxidation. Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids, New York, Aspen Publishers, 2006, 557.
- [6] Cichosz G., Czczot H., Stabilność oksydacyjna tłuszczów jadalnych – konsekwencje zdrowotne, Bromat. Chem. Toksykol., 44, 1, 2011, 50-60.
- [7] Kruszewski B., Fąfara P., Ratusz K., Obiedziński M., Ocena pojemności przeciwutleniającej i stabilności oksydacyjnej wybranych olejów roślinnych, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 572, 2013, 43-52.
- [8] Wroniak M., Łubian M., Ocena stabilności oksydacyjnej olejów rzepakowego i słonecznikowego tłoczonego na zimno z dodatkiem ekstraktu z oregano w teście Rancimat i termostatowym, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 15, 4, 2008, 80-89.
- [9] Polska Norma: PN-EN ISO 660:2010. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości. Polski Komitet Normalizacyjny.
- [10] Polska Norma: PN-EN ISO 3960:2009. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej. Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego. Polski Komitet Normalizacyjny.
- [11] Polska Norma: PN-93/A-86926. (1993): Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby anizydynowej oraz obliczanie wskaźnika oksydacji tłuszczu Totox. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.

- [12] Polska Norma: PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne i zwierzęce. Analiza estrów metylo-  
wych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej. Polski Komitet Normalizacyjny.
- [13] Polska Norma: PN-A-86934:1995. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne  
oznaczenie barwy. Polski Komitet Normalizacyjny.
- [14] PN-ISO 6886. (1997): Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie stabilności oksydatyw-  
nej (test przyspieszonego utleniania). Polski Komitet Normalizacyjny.
- [15] StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- [16] Polska Norma: PN-A-86908:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Rafinowane oleje roślin-  
ne. Polski Komitet Normalizacyjny.
- [17] Codex Alimentarius. (2009): FAO/WHO: Codex standard for named vegetable oils. Codex – ALI-  
NORM 09/32/17.
- [18] Maszewska M., Krygier K., Badanie zależności występowania pierwotnych i wtórnych produktów  
utleniania w rafinowanym oleju rzepakowym i słonecznikowym, *Rośl. Oleiste*, 26, 2, 2005, 611-  
620.
- [19] Wroniak M., Łukasik D., Maszewska M., Porównanie stabilności oksydatywnej wybranych olejów  
tłoczonych na zimno z olejami rafinowanymi, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 13, 1, 2006,  
214-221.
- [20] Wroniak M., Łukasik D., Ocena stabilności oksydatywnej wybranych olejów spożywczych tłocz-  
nych na zimno, *Rośl. Oleiste*, 27, 2, 2007, 303-317.
- [21] Madawala S. R. P., Kochhar S. P., Dutta P. C., Lipid components and oxidative status of selected  
specialty oils, *Grasas y Aceites*, 63, 2, 2012, 143-151.
- [22] Popis E., Ratusz K., Wroniak M., Fąfara P., Kalinowski A., Krupska A., The quality of market refined  
and cold-pressed rapeseed oils, XXII International Scientific Conference Progress in Technology of  
Vegetable Fats, Przysiek k. Torunia, 28-30 maja, 2014, 45.
- [23] Jarzewska M., Ptasznik S. Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod  
względem zmienności składu kwasów tłuszczowych, *Rośl. Oleiste*, 21, 2, 2000, 557-568.
- [24] Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M., Oxidative sta-  
bility and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil, *Eur. Food Res. Tech-  
nol.*, 214, 4, 2002, 294-298.
- [25] Wroniak M., Ptaszek A., Ratusz K., Ocena wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej na ja-  
kość i skład chemiczny olejów rzepakowych, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 20, 1, 2013,  
92-104.
- [26] Jedlińska M., Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe, *Biul. Wydz. Farm.  
AMW.*, 1, 2005, 1-9.
- [27] Jakóbiec J., Bocheński C., Badanie wpływu parametrów tłoczenia na zawartość kwasów karboksy-  
lowych oraz glicerolu w oleju rzepakowym, *Acta Agrophysica*, 8, 1, 2006, 95-102.
- [28] Tańska M., Rotkiewicz D., Ambrosiewicz M., Porównanie trwałości tłoczonych na zimno olejów  
lnianego i rzepakowego, *Bromat. Chem. Toksykol.*, 44, 3, 2011, 521-527.
- [29] Rotkiewicz D., Konopka I., Tańska M., Barwniki karotenoidowe i chlorofilowe olejów roślinnych  
oraz ich funkcje, *Rośl. Oleiste*, 23, 2, 2002, 561-580.
- [30] Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M., Charakterystyka  
wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno, *Rośl. Oleiste*, 19, 2, 1998, 573-582.
- [31] Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S., Obiedziński M., Badanie wpływu zawartości nasion uszko-  
dzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno, *Rośl. Oleiste*, 21, 2, 2000, 587-596.
- [32] Radziemska M., Lewandowski W., Szukalska E., Tynek M., Pustelnik A., Ciunel K., Biopaliwa z rze-  
paku. Przygotowanie surowca do otrzymywania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego  
oraz pilotowe metanolizy, *Chemia, Dydaktyka, Ekologia, Metrologia*, 14, 1-2, 2009, 79-84.
- [33] Candeia R. A., Sinfronio F. S. M., Bicudo T. C., Queiroz N., Barros Filho A. K. D., Soledade L. E. B.,  
Santos I. M. G., Souza A. L., Souza A. G., Influence of the storage on the thermo-oxidative stability  
of methyl and ethyl esters by PDSC, *J. Therm. Anal. Calorim.*, 106, 2, 2011, 581-586.
- [34] Gromadzka J., Wardencki W., Comparison of oxidative stability of different edible oils. *Nauka  
Przyr. Technol.*, 3, 4, #138, 2009, 1-10.

- [35] Popis E., Ratusz K., Krygier K., Determination of the oxidation kinetics parameters for rapeseed oils using Rancimat test, XI Warszawskie Seminarium Doktorantów Chemików – ChemSession'14, Warszawa, 16 maja, 2014, 154.
- [36] Ratusz K., Kowalski B., Bekas W., Wirkowska M., Monitorowanie autooksydacji oleju rzepakowego i słonecznikowego, Rośl. Oleiste, 26, 1, 211-220.
- [37] Ratusz K., Krygier K., Wpływ temperatury i dodatku przeciwutleniacza naturalnego na zmiany oksydacyjne oleju rzepakowego tłoczonego na zimno, Rośl. Oleiste, 18, 2, 467-475.