

WPLYW PROCESU OBLUSZCZANIA NASION RZEPAKU NA JAKOŚĆ I WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ OLEJÓW RZEPAKOWYCH TŁOCZONYCH NA ZIMNO

Zofia Zaborowska

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
Zakład Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych z siedzibą w Poznaniu
ul. Starołęcka 40, 61-361 Poznań
zaborow@man.poznan.pl

Streszczenie

Celem poniższej pracy było zbadanie wpływu procesu obłuszczenia nasion rzepaku na jakość i wartość odżywczą uzyskanych z nich olejów tłoczonych na zimno i ich porównanie z olejem rafinowanym.

W olejach oznaczono skład kwasów tłuszczowych, liczbę kwasową, nadtlenkową, oznaczono zawartość α - tokoferolu oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną. Uzyskane wyniki badań pozwoliły stwierdzić, że proces obłuszczenia nasion rzepaku wpływał na skład kwasów tłuszczowych w otrzymanym oleju. We wszystkich próbkach olejów skład ten był do siebie zbliżony i typowy dla odmiany rzepaku niskoerukowego. Stwierdzono natomiast, że metoda pozyskiwania olejów w istotny sposób wpływała na ich jakość. Rafinowany olej rzepakowy charakteryzował się istotnie niższą wartością liczby kwasowej i nadtlenkowej. Jakość olejów tłoczonych na zimno, zarówno z nasion obłuszczonych i nieobłuszczonych, również była dobra i spełniała wymagania stawiane olejom jadalnym. Zawartość α - tokoferolu wahała się w granicach od 20,7 mg/100g w oleju tłoczonym na zimno z ziaren nieobłuszczonych do 22,2 mg/100g w oleju rafinowanym, jednak różnice te nie były statystycznie istotne. Badane próbki olejów różniły się od siebie pod względem analizowanych wyróżników sensorycznych: barwy, zapachu i smaku. Najintensywniejszą barwą, zapachem i smakiem charakteryzował się olej tłoczony na zimno z ziaren nieobłuszczonych, natomiast olej rafinowany cechował się jasnożółtą barwą oraz pozbawiony był zapachu i smaku.

Słowa kluczowe: rzepak, obłuszczenie, oleje tłoczone na zimno

EFFECT OF RAPE SEEDS DEHULLING PROCESS ON QUALITY AND NUTRITIVE VALUE OF COLD-PRESSED RAPESEEDS OILS

Summary

In our investigation the effects of dehulling process on quality and nutritive value of cold-pressed rapeseed oil were estimated. This oils were compared with the quality of traditional cold-pressed rapeseed oil and fully refined rapeseed oils produced on an industrial scale. The following parameters were determined: acid value (AV), peroxide value (PV), fatty acids composition, α -tocopherol and sensory evaluation. The results showed that the method of oil producing did not influence on fatty acids composition.

For all the examined oils the fatty acids composition was similar, typical and characteristic for canola rapeseed oil. It has been found, that the method of oil obtaining significantly influenced on their quality. Refined rapeseed oil was characterized by a significantly lower acid value, and peroxide value. Quality of cold-pressed rapeseed oils, both from whole and dehulled seeds, was also good and both oils possessed the requirements for edible oils.

The α -tocopherol content varied from 20.7 mg/100g for whole seeds cold-pressed oil sample to 22.2 mg/100g for refined oil but differences were not significant. As a result of dehulling process the 6.3% increase of α -tocopherol content in comparison with whole seeds oil was observed. The oil samples differ from each other in the analyzed sensory attributes: color, smell and taste. Sensory evaluation showed that the most intense color, odor and flavor possessed cold-pressed oil from the whole seeds, while refined oil was characterized by a light yellow color and was tasteless and odourless.

Key words: rapeseed, dehulling, cold pressed oils

WSTĘP

Rosnąca świadomość konsumentów dotycząca wpływu diety na stan zdrowia sprawia, że w ostatnich latach znacznie wzrasta zainteresowanie produktami spożywczymi o podwyższonej wartości odżywczej i właściwościach prozdrowotnych. Do tej grupy produktów zaliczyć można między innymi olej rzepakowy tłoczony na zimno. Oleje tłoczone na zimno są to oleje roślinne pozyskane w wyniku procesów mechanicznych, takich jak tłoczenie na prasach ślimakowych bądź z zastosowaniem pras hydraulicznych, z pominięciem stosowania wysokich temperatur. Mogą one być jedynie oczyszczane poprzez sedymentację, filtrację bądź wirowanie. Oleje tłoczone na zimno zawierają głównie triacyloglicerole (ok. 95%) oraz niewielką ilość diacylogliceroli, monoacylogliceroli i wolnych kwasów tłuszczowych. Pozostałą część stanowi frakcja nieglicerolowa (niezmydlająca), do której

należą takie grupy związków, jak: fosfolipidy, tokoferole i tokotrienole, sterole wolne i zestryfikowane, węglowodory (skwalen), alkohole triterpenowe, karotenoidy i chlorofile oraz inne związki odpowiadające za barwę, które są składnikami bardzo cennymi pod względem żywieniowym [Ziemlański, Budzyńska-Topolowska 1997; Drozdowski 2007].

Podstawowym surowcem oleistym przetwarzanym w Polsce na skalę przemysłową jest rzepak. Ze względu na swoją wartość żywieniową, czyli niską zawartość kwasów nasyconych i korzystny udział kwasów nienasyconych z rodzin n-6 i n-3, jak 2:1 [Jerzewska, Ptasznik 2000], zwany jest polską oliwą i z każdym rokiem staje się coraz bardziej popularny.

Oleje tłoczone na zimno, bez udziału chemicznych rozpuszczalników i procesów rafinacji, mogą być wartościowymi olejami jadalnymi pod warunkiem, że nie zawierają niebezpiecznych dla człowieka zanieczyszczeń chemicznych, mikrobiologicznych oraz przyspieszających procesy utleniania oleju – metali (żelaza, miedzi) i barwników chlorofilowych, które zwykle usuwane są w procesie chemicznej rafinacji olejów [Niewiadomski 1993; Drozdowski 2011]. Oleje rzepakowe tłoczone na zimno, w przeciwieństwie do swoich odpowiedników rafinowanych, są przez to mniej odporne na utlenianie [Sionek 1997; Koski i in. 2002]. Przedłużenie trwałości olejów tłoczonych na zimno oraz poprawę ich cech sensorycznych można uzyskać poprzez usunięcie zewnętrznej okrywy nasion rzepaku [Yang i in. 2011]. Zabieg taki powinien spowodować częściowe zmniejszenie zawartości w uzyskanym oleju barwników chlorofilowych oraz metali działających prooksydacyjnie, zwiększając jednocześnie jakość olejów oraz poprawiając ich barwę, smak i zapach.

CEL PRACY

Celem poniższej pracy było zbadanie wpływu procesu obłuszczenia nasion rzepaku na jakość i wartość odżywczą uzyskanych z nich olejów tłoczonych na zimno i porównanie ich jakości z olejami rafinowanymi.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał do badań stanowiły próbki oleju rzepakowego uzyskane z nasion rzepaku przemysłowego odmiany „00”, wyprodukowane w firmie Złoto Polskie Marek Wolniak.

Oleje z ziaren obłuszczonych i nieobłuszczonych tłoczono na prasie ślimakowej do tłoczenia na zimno (model AP 10 firmy Reinartz, Germany) o wydajności 100 kg/h, natomiast olej rzepakowy rafinowany „Kujawski” został zakupiony w handlu detalicznym (w początkowym okresie przydatności do spożycia). Temperatura wpływającego oleju

wahała się od 38°C do 42°C. Nasiona rzepaku przed przystąpieniem do procesu tłoczenia poddawano oczyszczaniu z zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych, ferromagnetycznych na urządzeniach prototypowych. Następnie nasiona doprowadzano do wilgotności 5–8% (im mniejsza wilgotność, tym łatwiej pęka okrywa nasienna) i kierowano do obłuszczenia w prototypowym obłuskiwaczu walcowym (wydajność ok. 200 kg/h), w którym usuwano okrywy nasienne, lub kierowano bezpośrednio na prasę ślimakową. Obłuszczone nasiona poddawano usuwaniu części ferromagnetycznych za pomocą prototypowej zapory magnesowej i ponownemu czyszczeniu liścieni za pomocą powietrza. Obłuszczone nasiona po oczyszczeniu z okrywy nasiennej przed procesem tłoczenia gromadzono w nierdzewnym zbiorniku.

W badanych olejach oznaczono wartość: liczby kwasowej według PN-EN ISO 660:2010, liczby nadtlenkowej według PN-EN ISO 3960:2012, zawartość α - tokoferolu według PN-EN 12822:2002, skład kwasów tłuszczowych wg PN-EN ISO 5508 i PN-ISO 5509 oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną parametrów takich jak wygląd, barwa, zapach i smak metodą opisową prostą [Baryłko-Pikielna 1975].

Oznaczanie zawartości α - tokoferolu wykonano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (Dionex RF 2000, Ex: 295 nm, Em: 330 nm). Do badań zastosowano kolumnę Kinetex firmy Phenomenex o wymiarach 100 x 4,6 mm i średnicy złoża 2,6 μm C 18 oraz fazę ruchomą dwuskładnikową (metanol: woda v/v 95:5) o przepływie 0,7 ml/min.

Skład kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej. Do rozdziału użyto chromatografu gazowego firmy Hewlett Pacard HP 6890 z detektorem FID ustawionego na następujące warunki programu temperaturowego: temperatura początkowa 90°C, utrzymywano 1 min, wzrost do 170°C (8°C/min), wzrost do 240°C (6°C/min), utrzymywano 10 min. Gaz nośny stanowił hel o przepływie 1,0 cm³/min. Przepływ wodoru wynosił 40 cm³/min, a przepływ powietrza 400 cm³/min. Próbkę nastrzykiwano z dzielnikiem strumienia split 1:50. Do rozdziału zastosowano kolumnę kapilarną HP-FFAP firmy Agilent Technologies o wymiarach 25 m x 0,20 mm i wielkości ziarna wypełnienia 0,33 μm . Identyfikacji badanych kwasów tłuszczowych dokonano na podstawie porównania czasów retencji standardów wybranych związków (Grain Fatty Acid Methyl Ester Mix, Supelco nr kat.47801).

Ocenę sensoryczną przeprowadził 5-osobowy panel ekspertów, wykorzystując do oceny metodę opisową prostą.

Wyniki oznaczeń stanowią średnią arytmetyczną z trzech powtórzeń ($n=3$). Dla wyników wyliczono odchylenie standardowe. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, wykorzystując program Statistica 5.0, stosując jednoczynnikową analizę wariancji (przy $p \leq 0,05$). Różnice statystycznie istotne pomiędzy poszczególnymi próbami olejów zaznaczono w tabelach, stosując odmienne oznaczenie literowe.

WYNIKI I DYSKUSJA

Olej rzepakowy uznawany jest za jeden z najzdrowszy olejów roślinnych dostępnych na polskim rynku. Głównym wyróżnikiem wpływającym na jego wysoką jakość i wartość odżywczą jest korzystny skład kwasów tłuszczowych, tj. niska zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych oraz wysoka zawartość jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a także obecność związków bioaktywnych, do których zaliczyć możemy między innymi tokoferole [Wroniak 2012]. Ważną cechą tokoferoli jest działanie przeciwutleniające (antyoksydacyjne) w oleju, co ochroni przed utlenianiem pożądaných wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i w ten sposób wydłuża jego trwałość. Na jakość i skład oleju wpływa również metoda jego pozyskiwania [Kamal-Eldin, Appelqvist 1996].

W tabeli 1. zestawiono wyniki badań składu kwasów tłuszczowych w próbach oleju rzepakowego produkowanego metodą tłoczenia na zimno z całych ziaren rzepaku (nieobłuszczonych), metodą tłoczenia na zimno z nasion rzepaku obłuszczonego oraz produkowanego na skalę przemysłową oleju rzepakowego rafinowanego. Uzyskane wyniki badań pozwoliły stwierdzić, że metoda otrzymywania oleju miała wpływ na skład wybranych kwasów tłuszczowych. Widać to szczególnie w przypadku kwasu palmitynowego, α -linolenowego i behenowego. Udział kwasów nasyconych (ang. SFA) w puli kwasów tłuszczowych był zbliżony we wszystkich analizowanych próbach oleju rzepakowego i wahał się od 6,30% do 7,42%. Udział procentowy SFA w puli oznaczonych kwasów tłuszczowych był podobny do danych podawanych w literaturze w oleju rzepakowym [Lee i in. 1998; Wroniak 2012] i najniższy wśród wszystkich innych popularnych olejów jadalnych, np. w oleju słonecznikowym zawartość SFA wynosi 10,5–12,8%, w sojowym 14,5–15,7% [Dubois i in. 2007]. Wśród SFA dominowały dwa kwasy: palmitynowy (16:0) od 4,06% do 4,66% i stearynowy (18:0) od 1,63% do 1,82%. Zauważono, iż w oleju z ziaren obłuszczonych zawartość SFA była najniższa, natomiast najwyższa w oleju rafinowanym. Zawartość kwasów monoenowych (ang. MUFA) stanowiła główną część oznaczonych kwasów tłuszczowych. Ich udział w składzie wahał się od 61,55% do 64,52% i był zbliżony do wyników innych autorów [Dubois i in. 2007]. Dominującym kwasem był kwas oleinowy

(18:1, rodzina n-9), który stanowił od 60,13% do 62,46%. W niewielkich ilościach w oleju rafinowanym występował także typowy dla olejów rzepakowych kwas erukowy (22:1). Jak podaje Codex Alimentarius, w oleju rzepakowym niskoerukowym zawartość kwasu erukowego nie może przekraczać 2%. Zawartość tego kwasu w analizowanych olejach rzepakowych tłoczonych na zimno nie została wykryta, a w oleju rafinowanym wynosiła 0,6% (tabela 1). Udział kwasów polienowych (ang. PUFA) w badanych olejach rzepakowych wahał się od 29,76% do 31,71%. Kwasy z rodziny n-6 były reprezentowane przez kwas linolowy (18:2), a jego udział był zbliżony we wszystkich próbach i wahał się od 19,16% do 19,85%. Natomiast do kwasów z rodziny n-3 zalicza się kwas α -linolenowy (18:3), stanowiący od 9,91% w oleju rafinowanym do 12,55% w oleju tłoczonym na zimno z nasion nieobłuszczonych. Uzyskane wyniki udziału kwasu α -linolenowego były wyższe o około 40% od wyników odnotowanych przez Wroniak i in. [2008], jednak porównywalne do wartości prezentowanych przez Jerzewska i Ptasznik [Jerzewska, Ptasznik 2000]. Obłuszczenie nasion rzepaku spowodowało prawie 20% spadek udziału tego kwasu tłuszczowego. Nie znaleziono w literaturze danych, które potwierdzałyby uzyskany efekt, można jedynie wnioskować, że pewna część kwasu α -linolenowego znajduje się w okrywie nasion i została wraz z nią usunięta w procesie obłuszczenia. Olej rzepakowy, obok oleju lnianego (średnio 55%) i oleju z nasion chia (średnio 65%), zawiera najwięcej tego kwasu [Averza, Coates 2011; Mińkowski i in. 2011; Szterk i in. 2010]. Jest to najwyższy udział tego kwasu w puli kwasów tłuszczowych wśród innych popularnych roślinnych olejów jadalnych, mniej jest go w sojowym (7,8-8,0%) i słonecznikowym (0,5%) [Drozdowski 2007; Dubois i in. 2007]. Udział kwasów NNKT (suma n-6 i n-3) w analizowanych olejach rzepakowych wahał się od 29,76% w oleju rafinowanym do 31,71% w oleju tłoczonym na zimno z ziaren nieobłuszczonych. Duża zawartość NNKT, a w szczególności bardzo korzystny stosunek kwasów z obu rodzin, tj. n-6/n-3 około 2:1, w olejach rzepakowych potwierdza ich wysoką wartość żywieniową [Krygier 2009]. W analizowanych olejach ten stosunek wahał się od 1,9:1 w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno do 2,0:1 w oleju rafinowanym.

Tabela 1. Skład kwasów tłuszczowych [%] w próbach oleju rzepakowego

Fatty acids composition [%] in rapeseed oils samples

Lp.	Kwasy tłuszczowe [%] <i>Fatty acids [%]</i>	Olej rzepakowy tłoczony na zimno/ <i>Cold-pressed rapeseed oil</i>		Olej rzepakowy rafinowany/ <i>Fully refined rapeseed oil</i>
		z ziaren nieobłuszczonych/ <i>Whole seeds</i>	z ziaren obłuszczonych/ <i>Dehulled seeds</i>	
1.	Myristic Acid (C 14:0)	nd	0,04±0,01 ^a	0,05±0,01 ^a
2.	Palmitic Acid (C 16:0)	4,25±0,03 ^a	4,06±0,05 ^b	4,66±0,16 ^c
3.	Palmitoleic Acid (C 16:1 n9 cis)	0,22±0,01 ^a	0,24±0,01 ^a	0,22±0,01 ^a
4.	Stearic Acid (C 18:0)	1,75±0,60 ^a	1,63±0,22 ^a	1,82±0,10 ^a
5.	Oleic Acid (C 18:1 n9 cis)	60,13±1,14 ^a	62,46±1,30 ^a	62,00±2,15 ^a
6.	Linoleic Acid (C 18:2 n6 cis)	19,16±0,73 ^a	19,65±0,65 ^a	19,85±0,33 ^a
7.	Linolenic Acid (C 18:3 n3)	12,55±0,45 ^a	10,19±0,19 ^b	9,91±0,11 ^b
8.	Arachidic Acid (C 20:0)	0,51±0,04 ^{a,c}	0,47±0,03 ^a	0,58±0,03 ^{b,c}
9.	Cis-11-Eicosenoic Acid (C 20:1)	1,20±0,01 ^a	1,13±0,03 ^a	1,70±0,08 ^b
10.	Behenic Acid (C 22:0)	0,23±0,01 ^a	0,10±0,01 ^b	0,31±0,01 ^c
11.	Erucic Acid (C 22:1)	nd	nd	0,60±0,03 ^a
12.	Suma/ <i>Sum of:</i> – nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) – jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) – wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA)	6,74 61,55 31,71	6,30 63,86 29,84	7,42 64,52 29,76
13.	Stosunek nienasyconych/nasyconych kwasów tłuszczowych <i>Unsaturated/Saturated Fatty Acids Ratio</i>	13,8	14,9	12,7

Biorąc pod uwagę cenne właściwości antyoksydacyjne i witaminowe tokoferoli, w badanych olejach rzepakowych oznaczono zawartość α -tokoferolu. W tabeli 2. zamieszczono wyniki zawartości tego homologu w poszczególnych próbach oleju rzepakowego. Zawartość α -tokoferolu w analizowanych olejach była zbliżona i wahała się od 20,7 mg/100g w oleju rzepakowego tłoczonym na zimno z nasion nieobłuszczonych do 22,2 mg/100g w oleju rafinowanym. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami dotyczącymi zawartości α -tokoferolu w chińskich olejach rzepakowych, w których jego zawartość wahała się w zależności od odmiany rzepaku od 9,4 mg/100g do 22,6 mg/100g [Yang i in. 2013] oraz wynikami Wroniak [2012] i Schwartz i in. [2008]. Nie zaobserwowano także istotnych różnic pomiędzy olejami tłoczonymi na zimno a olejem rafinowanym.

Tabela 2. Charakterystyka badanych prób oleju rzepakowego

Characteristic of rapeseed oil samples

Lp.	Wyróżniki/ <i>Parameters</i>		Olej rzepakowy tłoczony na zimno/ Cold-pressed rapeseed oil		Olej rzepakowy rafinowany/ <i>Fully refined rapeseed oil</i>
			z ziaren nieobłuszczonych/ <i>Whole seeds</i>	z ziaren obłuszczonych/ <i>Dehulled seeds</i>	
1.	α -tokoferol [mg/100g]		20,7 ^a ± 5,1	22,0 ^a ± 7,6	22,2 ^a ± 4,7
2.	Liczba kwasowa [mg KOH/g]		0,71 ^a ± 0,02	0,63 ^b ± 0,01	0,16 ^c ± 0,01
3.	Liczba nadtlenkowa [mmol O ₂ /kg]		0,48 ^a ± 0,01	0,45 ^a ± 0,01	0,29 ^b ± 0,01
4.	Ocena sensoryczna:	– barwa – zapach – smak	ciemnożółta bardzo intensywny bardzo intensywny	żółta intensywny intensywny	jasnożółta niewyczuwalny niewyczuwalny

Stwierdzono natomiast, że metoda pozyskiwania olejów w istotny sposób wpływała na ich jakość. Wszystkie analizowane oleje rzepakowe były dobrej jakości pod względem badanych podstawowych parametrów fizykochemicznych (tabela 2) i odpowiadały wymaganiom stawianym przez Codex Alimentarius. Oleje charakteryzowały się niskim

stopniem hydrolizy. Liczba kwasowa mieściła się w zakresie od 0,16 mg KOH/g w oleju rafinowanym do 0,71 mg KOH/g w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno z nasion nieobłuszczonych. Proces obłuszczenia nasion rzepaku powodował zwiększenie stabilności hydrolitycznej oleju, co przejawiało się uzyskaniem niższej wartości liczby kwasowej dla tej próbki oleju. Spowodowane to mogło być usunięciem nagromadzonego w nasionach rzepaku chlorofilu (a zwłaszcza produktów jego rozkładu), który pod wpływem temperatury i innych czynników ulega utlenianiu oraz hydrolizie [Gruszecki 1999; Strobel i in. 2005]. Wyeliminowanie barwników z oleju wpływa nie tylko na polepszenie barwy, lecz także na zwiększenie stabilności uzyskanego produktu, szczególnie przy tłoczeniu oleju na zimno [Dąbrowski i in. 1987; Rotkiewicz i in. 1999; Krygier i in. 2000; Kachel-Jakubowska 2009].

Oleje cechowały się również niskim stopniem utlenienia lipidów. Liczba nadtlenkowa, wskazująca na zawartość w oleju pierwotnych produktów utleniania, wahała się w granicach od 0,29 mmol O₂/kg w oleju rafinowanym do 0,48 mmol O₂/kg w oleju tłoczonym na zimno z nasion nieobłuszczonych. Stabilność oksydacyjna olejów tłoczonych na zimno uzyskiwanych z całych nasion bardzo często jest niższa niż olejów rafinowanych. Potwierdzają to m.in. badania Wroniak i in. [2008]. Wyższa stabilność olejów rafinowanych wynika z faktu, iż w trakcie rafinacji z olejów usuwane są niepożądane związki o właściwościach proutleniających (tj. metale, barwniki chlorofilowe, produkty hydrolizy i utlenienia), co wpływa korzystnie na poprawę ich stabilności oksydacyjnej. W przypadku olejów tłoczonych na zimno zawartość tych substancji biologicznie aktywnych jest znacznie wyższa, co sprzyja zachodzeniu niekorzystnych zmian. Jednym ze sposobów podwyższenia stabilności olejów tłoczonych na zimno, przy jednoczesnym zachowaniu ich wartości odżywczych, jest częściowe obłuszczenie nasion rzepaku. W wyniku obłuszczenia następuje częściowe usunięcie zewnętrznej okrywy ziarna, a co za tym idzie – zmniejsza się zawartość substancji o charakterze prooksydacyjnym, takich jak: chlorofil, metale [Ziemiański, Budzyńska-Topolowska 1991].

Korzystny wpływ obłuszczenia można zauważyć także w przypadku badań sensorycznych próbek oleju rzepakowego. Obłuszczenia ziaren rzepaku powodowało zmniejszenie intensywności barwy oleju oraz zapachu i smaku w porównaniu z próbką oleju rzepakowego tłoczonego na zimno z nasion nieobłuszczonych. Wyniki te są zgodne z wynikami uzyskanymi przez innych autorów [Usha i in. 2012].

Tradycyjny olej rzepakowy tłoczony na zimno ma intensywną żółtą barwę oraz charakterystyczny intensywny smak i aromat, który nie przez wszystkich konsumentów jest w pełni akceptowany. Zastosowanie procesu obłuszczenia pozwala na uzyskanie oleju

o delikatniejszym, mniej intensywnym zapachu i smaku, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wartości odżywczej.

WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że wszystkie badane próbki olejów rzepakowych charakteryzowały się korzystnym składem kwasów tłuszczowych. Proces obłuszczenia nasion rzepaku istotnie zmieniał udział w oleju kwasu palmitynowego, linolenowego i behenowego w porównaniu z olejem otrzymanym z nasion nieobłuszczonych. Ponadto oleje posiadały niski stopień utlenienia i hydrolizy oraz podobną zawartość α - tokoferolu. Proces obłuszczenia nasion rzepaku pozytywnie wpływał na cechy sensoryczne uzyskanego oleju.

PIŚMIENNICTWO

1. Ayerza R., Coates W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*, 34 (2), 1366-1371
2. Baryłko-Pikielna N. (1975). *Zarys analizy sensorycznej żywności*. Warszawa: WNT
3. Codex Alimentarius FAO/WHO: Codex standard for named vegetable oils. Codex – Stan 210-1999, 2005, 1-13
4. Dąbrowski K., Peć K., Rutkowski A., Kopczyński. (1987). Zmiany zawartości substancji niepożądanych w trakcie dojrzewania nasion uszlachetnionych odmian rzepaku. Wyniki badań nad rzepakiem ozimym. *IHAR.*, 121-129
5. Drozdowski B. (2007). Lipidy. W: *Chemia żywności: sacharydy, lipidy, białka*. T. 2. Red. Z. Sikorski. Warszawa: WNT, 73-164
6. Dubois V., Breton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M. (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109 (7), 710-732
7. Gruszecki W. I. (1999). Carotenoids in membranes. W: *The Photochemistry of Carotenoids*. Red. Frank H. A., Young A. J., Britton G., Cogdell R. J. Kluwer Acad. Publ., 363-379
8. Jerzewska M., Ptasznik S. (2000). Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod względem zmienności składu kwasów tłuszczowych. *Rośliny Oleiste*, 21, 557-568

9. Kachel-Jakubowska M. (2009). Zawartość chlorofilu w nasionach rzepaku poddanych procesowi suszenia. *Inżynieria Rolnicza*, 8 (117), 39-45
10. Kamal-Eldin A., Appelqvist L. A. (1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, 31, 671-701
11. Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M. (2002). Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil. *Eur. Food Res. Technol.*, 214, 294-298
12. Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S. (2000). Badania wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste. IHAR*, 587-596
13. Krygier K. (2009). Olej rzepakowy – jego wartość żywieniowa i użytkowa. *Przem. Spoż.*, 63 (7), 16-20
14. Lee D. S., Noh B. S., Bae S. Y., Kim K. (1998). Charakterization of fatty acid composition in vegetable oils by gas chromatography and chemometrics. *Anal. Chim. Acta*, 358, 163-175
15. Mińkowski K., Grześkiewicz 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*, 2 (75), 124-135
16. Niewiadomski H. (1993). *Technologia tłuszczów jadalnych*. Warszawa: WNT
17. PN-EN ISO 660:2010 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości
18. PN-EN ISO 3960:2012 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby nadtlenkowej – Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego
19. PN-EN 12822:2014-08 Artykuły żywnościowe – Oznaczanie witaminy E metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej – Pomiar α -, β -, γ - i δ -tokoferolu
20. PN-EN ISO 5508 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej
21. PN-EN ISO 5509:2001 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych
22. Schwartz H., Oillilainen V., Piironen V., Lampi A. (2008). Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *J. Food Comp. Analysis*, 21 (2), 152-161
23. Sionek B. (1997). Oleje tłoczone na zimno. *Rocz. PZH*, 48 (3), 283-294

24. Strobel W., Tys J., Sujak A., Gagoś M., Żak W., Kotlarz A., Rybacki R. (2005). Wpływ technologii zbioru na zawartość chlorofili i karotenoidów w nasionach rzepaku, wyciekach i oleju. *Rośliny Oleiste*, 26 (2), 479-487
25. 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
26. Usha T., Eskin N. A. M., Matthäus B. (2012). *Canola and Rapeseed Production, Processing, Food Quality and Nutrition* CRC; Taylor & Francis
27. Wroniak M. (2012). Wartość żywieniowa olejów rzepakowych tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6 (85), 79-92
28. Wroniak M., Krygier K., Kaczmarczyk M. (2008). Comparison of the quality of cold pressed and virgin rapeseed oils with industrially obtained oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 58, 85-89
29. Yang M., Liu Ch., Huang F., Zheng Ch., Zhou Q. (2011). Effect of dehulling treatment on the oxidative stability of cold-pressed low erucic acid rapeseed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 88, 1633-1639
30. Yang M., Zheng Ch., Zhou Q., Huang F., Wang H. (2013). Minor components and oxidative stability of cold-pressed oil from rapeseed cultivars in China. *J. Food Compos. Anal.*, 29 (1), 1-9
31. Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J. (1991). *Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe*. Warszawa: PWN