

MAŁGORZATA WRONIAK, ALEKSANDRA PTASZEK,
KATARZYNA RATUSZ

OCENA WPŁYWU WARUNKÓW TŁOCZENIA W PRASIE ŚLIMAKOWEJ NA JAKOŚĆ I SKŁAD CHEMICZNY OLEJÓW RZEPAKOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej UNO (firmy Farnet) na jakość i skład chemiczny tłoczonych olejów rzepakowych. Materiałem badawczym były 2 partie nasion rzepaku przemysłowego pochodzące z kampanii 2010 i 2011. Z nasion rzepaku tłoczono w prasie ślimakowej oleje przy użyciu 3 różnych dysz o średnicy: 6, 8 i 10 mm. Ponadto jedną partię nasion przed tłoczeniem poddano dodatkowo ogrzewaniu (150 °C, 1 h). W nasionach rzepaku i wyciekach oznaczono zawartość wody i tłuszczu, w nasionach także zawartość zanieczyszczeń. Wyliczono wydajność tłoczenia. W olejach oceniono stopień hydrolizy, pierwotny i wtórny stopień utlenienia lipidów (liczbę kwasową, liczbę nadtlenkową, liczbę anizydynową, wyliczono wskaźnik Totox). Ponadto oznaczono barwę olejów, zawartość feofityny a i skład kwasów tłuszczowych oraz stabilność oksydacyjną w teście Rancimat (120 °C).

Stwierdzono, że w prasie ślimakowej do tłoczenia na zimno, bez względu na użytą dyszę, można było tłoczyć oleje w bardzo łagodnych warunkach, w temperaturze wahającej się od 38 do 42 °C, nie powodując zmian oksydacyjnych tłuszczu pod względem zawartości pierwotnych i wtórnych produktów jego utlenienia, zmian w składzie kwasów tłuszczowych i stabilności oksydacyjnej otrzymanych olejów. Jednakże wydajność tłoczenia była stosunkowo mała (40 - 50 %), a zawartość tłuszczu resztkowego w wyciekach duża (20 - 27 %). Podobne tendencje stwierdzono w przypadku obu użytych partii nasion rzepaku. Ogrzewanie nasion przed tłoczeniem spowodowało istotny wzrost wydajności tłoczenia, przy jednoczesnym niewielkim wzroście stopnia hydrolizy lipidów i zawartości feofityny oraz pociemnieniu barwy.

Słowa kluczowe: tłoczenie na zimno, prasa ślimakowa, olej rzepakowy, jakość, stabilność, test Rancimat, skład kwasów tłuszczowych

Wprowadzenie

Rzepak jest głównym surowcem oleistym w Polsce i jedynym przetwarzanym na skalę przemysłową. Olej rzepakowy zyskuje na popularności ze względu na jego war-

tość żywieniową tj. bardzo małą zawartość kwasów nasyconych i optymalny udział kwasów nienasyconych z rodzin n-6 i n-3, jak 2 : 1 [4, 9].

Oleje tłoczone na zimno, bez udziału chemicznych procesów rafinacji, mogą być wartościowymi olejami jadalnymi pod warunkiem, że nie zawierają niebezpiecznych dla człowieka zanieczyszczeń chemicznych, mikrobiologicznych – w tym mikotoksyn oraz przyspieszających procesy utleniania oleju – metali (żelaza, miedzi) i barwników chlorofilowych, które zwykle usuwane są w procesie chemicznej rafinacji olejów [2, 7, 12, 33, 34]. Oleje rzepakowe tłoczone na zimno, w przeciwieństwie do swoich odpowiedników rafinowanych, są mniej odporne na utlenianie, inaczej niż w przypadku oliwy z oliwek (*extra virgin*). Tak więc obok parametrów procesu tłoczenia decydujące znaczenie dla ostatecznej jakości tych olejów ma wartość technologiczna surowca. Nasiona rzepaku niskiej jakości, tzn. zbyt wilgotne, niedojrzałe, zanieczyszczone, uszkodzone, w których już postępują zmiany hydrolityczne i oksydacyjne, przyczynią się do otrzymania oleju niskiej jakości, charakteryzującego się też niską stabilnością oksydacyjną. Najcenniejsze, najbardziej atrakcyjne pod względem sensorycznym, są więc oleje otrzymane z surowca wysokiej jakości, w którym procesy utleniania nie są zbyt zaawansowane [8, 10, 11, 29, 30]. Ważne są też cechy fizyczne nasion. W badaniach Rotkiewicz i wsp. [25] stwierdzono istotny wpływ wielkości nasion na ich wartość technologiczną. Frakcje nasion o wymiarach od 1,6 i powyżej 2,0 mm charakteryzowały się wyższą wartością technologiczną i większą wydajnością tłoczenia, gdyż zawierały mniej zanieczyszczeń, a więcej tłuszczu. Uzyskany z nich olej był wyższej jakości, gdyż zawierał mniej chlorofili, fosfolipidów oraz produktów hydrolizy i utlenienia lipidów.

Prażenie nasion i tłoczenie na gorąco wpływa szczególnie istotnie na wydajność procesu tłoczenia, ale także na jakość i stabilność oksydacyjną uzyskiwanego oleju i wyciągu. Podczas tłoczenia oleju w podwyższonej temperaturze zwiększa się zawartość substancji towarzyszących. Niektóre z nich, takie jak: chlorofile, związki siarkowe czy fosfolipidy powodują obniżenie jakości oleju, a inne, takie jak: tokoferole, sterole, karotenoidy i produkty nieenzymatycznego brunatnienia wpływają na jej podwyższenie [7, 12]. Górecka i wsp. [5] stwierdzili, że obniżenie temperatury tłoczenia poniżej 40 °C pozwala na uzyskanie oleju o dobrych właściwościach sensorycznych i fizykochemicznych, który nadaje się do bezpośredniej konsumpcji. Jakość oleju tłoczonego na gorąco, szczególnie w warunkach przemysłowych, jest niższa w porównaniu z olejem zimno tłoczonym, ale znacznie wyższa w stosunku do oleju ekstrakcyjnego. Aby uzyskać jakość spożywczą, olej tłoczony na gorąco na ogół powinien być poddawany rafinacji [12, 33].

Do tłoczenia na zimno w praktyce najczęściej stosuje się specjalne prasy ślimakowe, w których maksymalna temperatura oleju na wyjściu z prasy nie przekracza

50 °C oraz prasy hydrauliczne, w których temperatura tłoczenia jest temperaturą otoczenia [5, 8, 34].

Celem podjętych badań była ocena wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej na jakość i skład chemiczny otrzymanywanych olejów rzepakowych.

Material i metody badań

Materiałem do badań były nasiona rzepaku przemysłowego odmian „00” oraz świeżo wytłoczone z nich oleje rzepakowe. Oleje tłoczono w prasie ślimakowej na zimno i po ogrzewaniu nasion (na gorąco). Użyte partie nasion pochodziły z Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica” z kampanii 2010 i 2011 r., zostały pobrane po wstępnym oczyszczeniu. Oleje tłoczono w prasie ślimakowej UNO firmy Farnet (Czechy) do tłoczenia na zimno o wydajności 9 - 12 kg/h. Tłoczono oleje przy użyciu 3 różnych dysz o średnicy: 6, 8 i 10 mm. Temperatura wypływającego oleju wahała się od 38 do 42 °C. W celach porównawczych jedną partię nasion przed tłoczeniem poddawano dodatkowo ogrzewaniu (całe nasiona, odkryte, w warstwie o grubości 3 cm, temp. powietrza 150 °C przez 1 h). Po tłoczeniu wszystkie oleje zostały poddane naturalnej dekantacji w ciągu 3 dni, a następnie były analizowane w ciągu tygodnia od tłoczenia. Doświadczenia przeprowadzono w dwóch seriach, a oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach ($n = 2 \times 3$).

W nasionach rzepaku i wytlókach oznaczano zawartość wody metodą suszarkową [18], zawartość tłuszczu metodą Soxhleeta [17] i dodatkowo w nasionach zawartość zanieczyszczeń użytecznych i nieużytecznych metodą wagową [24]. Na podstawie zawartości tłuszczu w nasionach i w wytlókach obliczano wydajność tłoczenia [%] z równania [28]:

$$W = 100 \times (1 - R_n/R_w),$$

gdzie: R_n – stosunek zawartości nietłuszczowych składników w nasionach do zawartości tłuszczu w nasionach; R_w – stosunek zawartości nietłuszczowych składników w wytlókach do zawartości tłuszczu resztkowego w wytlókach.

Ocena jakości olejów obejmowała oznaczanie: liczby kwasowej (LK) [21], liczby nadtlenkowej (LOO) [20], liczby anizydynowej (LA) [19], wyliczanie wskaźnika TOTOX [14], oznaczanie barwy metodą spektrofotometryczną, w tym określano udział barwników chlorofilowych ($\lambda = 668$ nm) i karotenoidowych ($\lambda = 442$ nm) [15] i zawartość feofityny a [1]. Do oznaczenia użyto spektrofotometru Helios β , firmy Thermo Spectronic. Stabilność oksydacyjną olejów określano testem Rancimat [22] w aparacie typu 679, firmy Methrom, w temp. 120 °C.

Skład kwasów tłuszczowych oznaczano metodą GC, przy użyciu chromatografu Agilent Technologies model 6890N z detektorem FID płomieniowo-jonizacyjnym, wg

normy PN-EN ISO 5508 [16]. Do rozdziału estrów stosowano wysokopolarną kolumnę kapilarną BPX 70 (dł. 60 m × śr. 0,22 mm, gr. filmu 25 μm). Warunki analizy były następujące: temp. pieca programowana w zakresie od 130 °C (3 min) przyrost 2 °C/min do 235 °C (4 min), temp. dozownika 230 °C, temp. detektora 240 °C, gazem nośnym był hel (41 psi), dozowanie dzielnikowe 100 : 1.

Do statystycznego opracowania wyników użyto programu Statgraphics Plus 5.1. Do porównania danych wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA, test Duncana, przy $p \leq 0,05$). Statystycznie istotne różnice między poszczególnymi grupami zaznaczono w tabelach i na wykresach różnymi oznaczeniami literowymi.

Wyniki i dyskusja

W celu oceny jakości nasion rzepaku przeprowadzono analizę podstawowych wyróżników, decydujących o wartości technologicznej nasion (tab. 1). Stwierdzono, że obie partie nasion użytych w doświadczeniu różniły się między sobą statystycznie istotnie pod względem każdego z ocenianych parametrów. Nasiona miały typową dla przemysłowych nasion rzepaku zawartość tłuszczu (42,4 i 44,1 %) i wody (4,6 i 7,1 %). Charakteryzowały się zbyt wysokim udziałem zanieczyszczeń (7 i 14 %), szczególnie partia z 2011 roku. Jednak nasiona te poddane były wcześniej tylko wstępnemu oczyszczaniu i nadal zawierały zbyt dużo nasion uszkodzonych, łusek, części łodyg. Oznaczone ilości przekraczały poziomy zalecane, czyli nie więcej niż 5 % zanieczyszczeń ogółem, w tym 4 % zanieczyszczeń użytecznych i 1 % nieużytecznych [23]. W badaniach Stępniewskiego i wsp. [27] również stwierdzono w nasionach rzepaku wysoki udział nasion uszkodzonych, który zawierał się w granicach od 1,6 do 7,5 %, a zanieczyszczeń nieużytecznych od 1,7 do 4,1 %. Zaobserwowano dodatkowo, że zawartość zanieczyszczeń w nasionach rzepaku była podobna w różnych punktach skupu, ale zmieniała się w zależności od badanego roku [27].

O wartości technologicznej nasion, tj. o zawartości tłuszczu, białka, chlorofilu, liczbach: kwasowej i nadtlenkowej uzyskiwanego z nich tłuszczu, decyduje ich wilgotność, stopień dojrzałości, stopień uszkodzenia oraz zawartość zanieczyszczeń [25, 26, 29, 31]. Problem zanieczyszczenia nasion rzepaku jest bardzo istotny ze względu na ich niekorzystny wpływ na proces otrzymywania oleju (mniej tłuszczu, mniejsza wydajność, olej niższej jakości), co ogólnie obniża wartość technologiczną nasion i w skali przemysłowej powoduje wyższe koszty rafinacji olejów [6, 12, 26]. Jednym z czynników powodujących wzrost zawartości zanieczyszczeń użytecznych, nasion uszkodzonych, jest zbiór kombajnowy i kolejne etapy postępowania pozbiorowego, m.in. sposób suszenia (naturalny czy w suszarni), wilgotność nasion i temperatura suszenia [6, 27]. Niekorzystne warunki klimatyczne oraz niski poziom zabiegów agrotechnicznych w okresie wegetacji i zbioru dodatkowo zwiększają ilość zanieczyszczeń (nasion spleśniałych, chwastów i szkodników).

Tabela 1

Charakterystyka nasion rzepaku [%].
Profile of rapeseed [%].

Wyszczególnienie Specification [%]	Rzepak 2010 / Rapeseed 2010	Rzepak 2011 / Rapeseed 2011
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Woda w nasionach Water in seeds	4,6 ^a ± 0,2	7,1 ^b ± 0,4
Tłuszcz w nasionach Fat in seeds	42,4 ^a ± 1,4	44,1 ^b ± 0,3
Zanieczyszczenia Contaminations	7,1 ^a ± 0,8	13,9 ^b ± 1,3
w tym: użyteczne / useful	3,9 ^a ± 0,5	6,9 ^b ± 0,6
nieużyteczne / worthless	3,2 ^a ± 0,4	7,0 ^b ± 0,8

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation;

a, b – wartości oznaczone tymi samymi literami w wierszu nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / values denoted by the same letters in the row do not differ statistically significantly at $p \leq 0.05$ ($n = 2 \times 3$).

Zawartość wody i tłuszczu w uzyskanych wyłokach rzepakowych przedstawiono w tab. 2. Zawartość tłuszczu reszkowego w wyłokach była bardzo duża: od 20 do 27 % i tylko w przypadku ogrzewania nasion przed tłoczeniem zmniejszyła się (18 %), ale również warunki tłoczenia w stosowanej prasie były łagodne. Temperatura olejów po wytłoczeniu wahała się od 38 do 42 °C, z wyjątkiem oleju tłoczonego po ogrzewaniu nasion, w którym wynosiła 60 °C (rys. 1). Wydajność tłoczenia wzrastała wraz ze zmniejszaniem się średnicy dyszy (z 10 do 6 mm) z 40 do 50 % w przypadku nasion z 2010 r. i z 44 do 53 % w przypadku nasion z 2011 r. (rys. 1). Wzrost wydajności przy zmianie średnicy dyszy z 10 do 8 mm nie był statystycznie istotny. Takie same tendencje stwierdzono w przypadku obu partii nasion. Największą wydajność tłoczenia, ponad 63 %, uzyskano przy tłoczeniu na gorąco oleju z nasion po ogrzewaniu (150 °C przez 1 h). Denaturacja białka, zmniejszenie gęstości i lepkości tłuszczu w wyniku ogrzania surowca przyczyniły się do ułatwienia wypływu oleju z kuleczek tłuszczowych [12].

W celu określenia jakości uzyskanych olejów rzepakowych wykonano typowe oznaczenia fizykochemiczne (tab. 3). Liczba kwasowa (LK) w olejach wahała się od 1,67 do 2,72 mg KOH/g, nie przekraczając wartości podanej w Codex Alimentarius (LK ≤ 4 mg KOH/g) w olejach tłoczonych na zimno i virgin [3]. Wyższy stopień hydrolizy lipidów stwierdzono w olejach z nasion rzepaku z 2010 r. niż z 2011. Liczba nadtlenkowa (LOO) wahała się natomiast od 1,59 do 2,27 meq O₂/kg, przy normie do

15 [3]. Zatem wszystkie analizowane oleje spełniały założone wymagania jakości. Obie partie rzepaku przemysłowego były do siebie zbliżone pod względem tych parametrów. Uzyskane wartości liczb charakterystycznych świadczą o odpowiedniej dojrzałości nasion, tj. optymalnym terminie ich zbioru [29]. Stwierdzono, że zastosowane warunki tłoczenia miały statystycznie istotny wpływ na wzrost liczby kwasowej, ale nie wykazano takiego wpływu przy liczbie nadtlenkowej.

Tabela 2

Charakterystyka wytlóków [%].
Profile of cake [%].

Wyszczególnienie Specification	Woda w wytłoku Water in cake [%]	Tłuszcz w wytłoku Fat in cake [%]
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Rzepak 2010 / Rapeseed 2010		
Ø 10 mm	4,6 ^a ± 0,4	26,9 ^a ± 0,5
Ø 8 mm	4,7 ^{ab} ± 0,3	25,1 ^a ± 1,9
Ø 6 mm	4,9 ^{ab} ± 1,0	23,8 ^b ± 1,1
Rzepak 2011 / Rapeseed 2011		
Ø 10 mm	6,26 ^{cd} ± 0,3	26,7 ^a ± 1,7
Ø 8 mm	6,17 ^c ± 0,5	25,7 ^a ± 2,3
Ø 6 mm	6,35 ^d ± 0,7	20,8 ^b ± 2,3
Ø 8 mm po ogrzewaniu / after heating	5,23 ^b ± 0,2	18,0 ^c ± 0,3

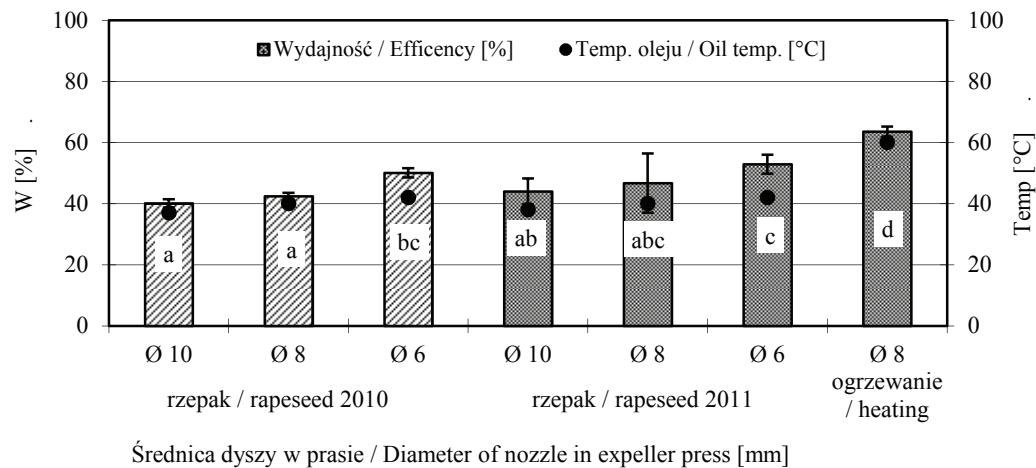
Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; SD - odchylenie standardowe / standard deviation;

a, b, c – wartości oznaczone tymi samymi literami w kolumnie nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / values denoted by the same letters in the column do not differ statistically significantly at $p \leq 0.05$ ($n = 2 \times 3$).

W olejach, oprócz zawartości pierwotnych, oznaczono również zawartość wtórnych produktów utlenienia i wyliczono wskaźnik Totox. Oleje charakteryzowały się bardzo niskimi wartościami liczby anizydynowej (LA), która wahała się od 0,64 do 0,81 [absorbancja $\times 100$]. W europejskich przepisach dotyczących wymagań dla olejów tłoczonych na zimno i virgin ten wyróżnik nie jest uwzględniany, natomiast w Polskiej Normie przewiduje się w olejach rafinowanych LA do 8 [24]. Oznaczone zawartości nadtlenków i aldehydów w tłoczonych olejach rzepakowych były zbliżone do uzyskanych przez Tańską i Rotkiewicz [30] oraz Wroniak i wsp. [33]. W badanych olejach zarówno poziom pierwotnych (LOO), jak i wtórnych (LA) produktów utlenienia był niski, dlatego również wyliczony wskaźnik Totox był niski i wahał się od 3,8 do 5,3. Wykazano, że wszystkie analizowane próby olejów tłoczonych na zimno i na

gorąco (tj. uzyskane po ogrzewaniu nasion) nie różniły się pomiędzy sobą statystycznie istotnie pod względem liczby anizydynowej i wskaźnika Totox (tab. 3).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / values denoted by the same letters do not differ statistically significantly at $p \leq 0.05$ ($n = 2 \times 3$).

Rys. 1. Wydajność tłoczenia (W) [%] oleju na zimno w prasie ślimakowej w zależności od średnicy użytej dyszy.

Fig. 1. Extraction efficiency [%] of cold pressing of oil in expeller press depending on nozzle diameter.

Zawartość feofityny a w analizowanych olejach tłoczonych na zimno wahała się od 6,84 do 10,30 mg/kg. Zaobserwowano istotny wzrost zawartości feofityny a wraz ze zmniejszaniem się średnicy dyszy (wzrostem temperatury tłoczenia) w obu badanych partiach nasion rzepaku. Największy wzrost feofityny a, z 7,96 do 15,43 mg/kg, stwierdzono w oleju z nasion ogrzewanych (tab. 3). Podobne tendencje stwierdzono w przypadku barwy olejów, tj. im mniejsza była średnica dyszy, tym ciemniejszy był olej (rys. 2). Przy czym w olejach z nasion z 2010 r. nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pod względem barwy. Najciemniejszą barwą charakteryzował się olej wydobyty z nasion ogrzewanych przed tłoczeniem. Udział barwników karotenoidowych ($\lambda = 442$ nm) i chlorofilowych ($\lambda = 668$ nm) w badanych olejach wzrastał wraz ze zmniejszaniem się średnicy dyszy. Stwierdzono statystycznie istotną liniową zależność pomiędzy zawartością feofityny a i barwą uzyskanych olejów (współczynnik korelacji $r = 0,96$, $R = 92\%$, $p < 0,01$).

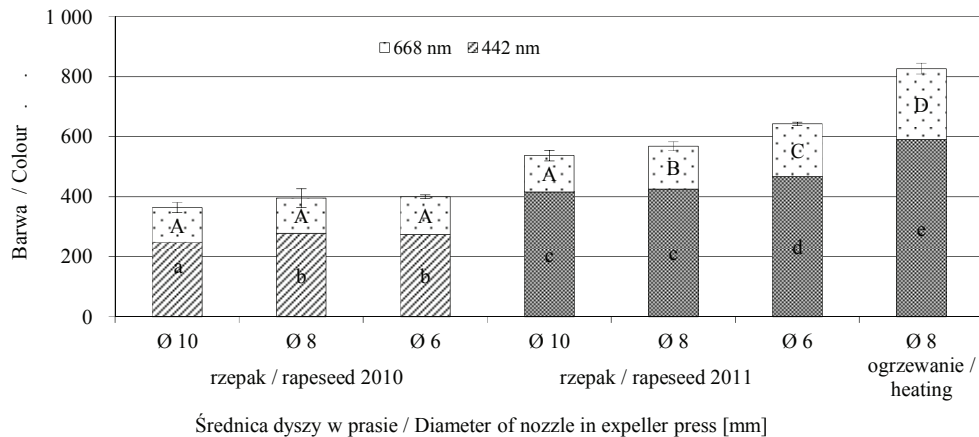
Tabela 3

Charakterystyka analizowanych olejów rzepakowych tłoczonych na zimno.
Profile of cold pressed rapeseed oils analyzed.

Oleje Oils	Liczba kwasowa Acid value [mg KOH/g]	Liczba nadtlenkowa Peroxide value [meq O ₂ /kg]	Liczba anizydynowa Anisidine value [absorbancja x100] [absorbance x 100]	Totox Totox [2LOO+LA]	Feofityna a Pheophitin a [mg/kg]	Czas indukcji Induction time Rancimat Test [h]
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Rzepakowy 2010 Rapeseed 2010						
Ø 10 mm	2,50 ^a ± 0,05	1,59 ^a ± 0,24	0,64 ^a ± 0,08	3,8 ^a ± 0,5	6,84 ^a ± 0,08	3,30 ^a ± 0,01
Ø 8 mm	2,63 ^{ab} ± 0,12	2,06 ^a ± 0,50	0,69 ^a ± 0,16	4,8 ^a ± 1,1	6,50 ^a ± 0,62	3,41 ^{ab} ± 0,06
Ø 6 mm	2,72 ^b ± 0,19	2,04 ^a ± 0,36	0,79 ^a ± 0,11	4,9 ^a ± 0,8	7,07 ^{ab} ± 0,60	3,41 ^{ab} ± 0,04
Rzepakowy 2011 Rapeseed 2011						
Ø 10 mm	1,67 ^c ± 0,13	1,61 ^a ± 0,31	0,81 ^a ± 0,15	4,0 ^a ± 0,6	7,96 ^b ± 0,49	3,66 ^c ± 0,13
Ø 8 mm	1,89 ^d ± 0,13	2,00 ^a ± 0,18	0,67 ^a ± 0,07	4,7 ^a ± 0,4	9,16 ^c ± 0,32	3,63 ^c ± 0,01
Ø 6 mm	2,01 ^d ± 0,11	2,00 ^a ± 0,61	0,72 ^a ± 0,13	4,8 ^a ± 1,2	10,30 ^d ± 0,43	3,51 ^{bc} ± 0,04
Ø 8 mm po ogrzewaniu / after heating	2,23 ^e ± 0,10	2,27 ^a ± 0,59	0,76 ^a ± 0,09	5,3 ^a ± 1,3	15,43 ^e ± 0,08	3,53 ^{bc} ± 0,11

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Stabilność oksydacyjna badanych olejów wyrażona czasem indukcji w teście Rancimat wahała się od 3,30 do 3,66 h (tab. 3). Oleje wydobyte z obu badanych partii nasion rzepaku różniły się między sobą pod tym względem statystycznie istotnie. Jednak nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu zastosowanych warunków tłoczenia (zmiana średnicy dyszy lub ogrzewanie nasion przed tłoczeniem) na wydłużenie czasu indukcji w teście Rancimat, tj. zwiększenie stabilności oksydacyjnej olejów (w obu partiach nasion). Także Górecka i wsp. [5], badając oleje tłoczone na zimno w prasie hydraulicznej, zaobserwowali, że ogrzewanie całych nasion przed tłoczeniem nie wpływało na stabilność oksydacyjną olejów w teście Rancimat.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, A, B, C – wartości oznaczone tymi samymi literami w kolejnej kolumnie nie różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$ / values denoted by the same letters in the subsequent column do not differ statistically significantly at $p \leq 0.05$ ($n = 2 \times 3$).

Rys. 2. Barwa olejów ($1000 \cdot (A_{442nm} + A_{668nm})$) tłoczonych w prasie ślimakowej w zależności od średnicy użytej dyszy.

Fig. 2. Colour ($1000 \cdot (A_{442nm} + A_{668nm})$) of oils pressed in expeller press depending on diameter of nozzle.

Oznaczony skład kwasów tłuszczowych badanych olejów rzepakowych i ich procentowy udział były typowe i charakterystyczne dla olejów rzepakowych z nasion odmian „00” (tab. 4). Oleje uzyskane w różnych warunkach tłoczenia nie różniły się pod tym względem między sobą. Ani zmiana średnicy dyszy w prasie ślimakowej, ani ogrzewanie całych nasion nie wpłynęły na skład kwasów analizowanych olejów. Udział głównych kwasów był następujący: oleinowy (C18:1) wynosił 61,44 - 61,79 %, linolowy (C18:2) 19,35 - 19,48 %, natomiast linolenowy (C18:3) 8,65 - 9,97 % (tab. 4). W analizowanych olejach rzepakowych tłoczonych w prasie ślimakowej nie wykryto izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. Udział kwasów tłuszczowych w analizowanych olejach mieścił się w zakresach podanych w Codex Alimentarius dla odmian niskoerukowych rzepaku [3]. Uzyskany skład kwasów tłuszczowych w olejach rzepakowych był zbliżony do wyników publikowanych w literaturze [4, 10, 32, 33].

Podsumowując stwierdzono, że w prasie ślimakowej do tłoczenia na zimno, bez względu na zastosowaną średnicę dyszy, można było tłoczyć oleje w bardzo łagodnych warunkach, w temp. wahającej się od 38 do 42 °C, nie powodując zmian w pierwotnym i wtórnym stopniu utlenienia, w składzie kwasów tłuszczowych i stabilności oksydatywnej otrzymywanych olejów. Jednak wydajność tłoczenia była mała, a zawartość tłuszczu resztkowego w wytlókach – duża. Zastosowanie ogrzewania nasion przed tłoczeniem spowodowało istotny wzrost wydajności tłoczenia, przy jednoczesnym

niewielkim wzroście stopnia hydrolizy lipidów, zawartości feofityny a oraz ciemnienia barwy. Podobne tendencje zaobserwowano w przypadku obu użytych partii nasion rzepaku. Badania nad optymalizacją warunków prażenia nasion rzepaku przed tłoczeniem i jego wpływem na atrakcyjność sensoryczną, jakość fizykochemiczną i skład chemiczny olejów wymagają jednak kontynuacji.

Tabela 4

Skład kwasów tłuszczowych analizowanych olejów rzepakowych tłoczonych na zimno.
Composition of fatty acids in cold pressed rapeseed oils analyzed.

Oleje Oils	Kwasy tłuszczowe / Fatty acids [%]															
	14:0	16:0	16:1	17:0	17:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	20:2	22:0	22:1	24:0	24:1
Rzepakowy 2010 Rapeseed 2010																
Ø 10 mm	0,05	4,44	0,23	0,06	0,07	1,70	61,78	19,42	8,65	0,59	1,53	0,09	0,33	0,57	0,12	0,15
Ø 8 mm	0,05	4,43	0,23	0,06	0,07	1,67	61,77	19,48	8,71	0,59	1,53	0,09	0,32	0,57	0,12	0,15
Ø 6 mm	0,05	4,42	0,23	0,05	0,06	1,65	61,79	19,46	8,67	0,60	1,56	0,09	0,33	0,59	0,13	0,15
Rzepakowy 2011 Rapeseed 2011																
Ø 10 mm	0,05	4,01	0,22	0,04	0,06	1,77	61,47	19,35	9,93	0,62	1,42	0,09	0,33	0,16	0,15	0,15
Ø 8 mm	0,05	4,01	0,22	0,04	0,06	1,76	61,44	19,37	9,97	0,61	1,42	0,09	0,33	0,16	0,15	0,15
Ø 6 mm	0,05	4,01	0,23	0,05	0,07	1,76	61,52	19,40	9,97	0,60	1,40	0,09	0,33	0,17	0,14	0,15
Ø 8 mm po ogrzewaniu after heating	0,05	4,01	0,23	0,04	0,06	1,76	61,45	19,39	9,95	0,61	1,42	0,09	0,33	0,18	0,15	0,15

Górecka i wsp. [5], badając oleje tłoczone na zimno w prasie hydraulicznej, stwierdzili, że jedyną zaletą kondycjonowania (prażenia) całych nasion przed tłoczeniem było ograniczenie stopnia hydrolizy lipidów – brak istotnych zmian liczby kwasowej w stosunku do nasion rozdrobnionych. Uznali, że w celu uzyskania optymalnej jakości oleju i osiągnięcia pożądanych zmian (wzrost wydajności tłoczenia, wzrost stabilności), przy zminimalizowaniu zjawisk negatywnych (pogarszanie smakowości, wzrost liczby kwasowej i nadtlenkowej oraz ilości barwników), najkorzystniejsze było rozdrabnianie nasion i stosowanie temp. kondycjonowania 60 - 80 °C.

Wnioski

1. Wszystkie analizowane oleje rzepakowe tłoczone na zimno i na gorąco spełniały wymagania jakości pod względem liczby kwasowej i nadtlenkowej zalecane w Codex Alimentarius.
2. W prasie ślimakowej do tłoczenia na zimno, bez względu na użytą średnicę dyszy, można było tłoczyć oleje w bardzo łagodnych warunkach, nie powodując zmian w pierwotnym i wtórnym stopniu utlenienia, w składzie kwasów tłuszczowych

- i stabilności oksydatywnej otrzymanych olejów. Jednak wydajność tłoczenia była mała, a zawartość tłuszczu resztkowego w wytlókach duża.
3. Zastosowanie ogrzewania nasion przed tłoczeniem spowodowało istotny wzrost wydajności tłoczenia, przy jednoczesnym niewielkim wzroście stopnia hydrolizy lipidów, zawartości feofityny a oraz pociemnieniu barwy.
 4. Skład kwasów tłuszczowych uzyskanych w wyniku tłoczenia olejów był typowy dla nasion rzepaku odmian „00”. W żadnym z analizowanych olejów nie wykryto izomerów *trans* kwasów tłuszczowych.

Badania w ramach projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki - N N312 256740

Literatura

- [1] AOCS Recommended Practice Cc 13i-96.: Sampling and analysis of commercial fats and oils: Determination of chlorophyll pigments in crude vegetable oils, 1997.
- [2] Ciecierska M., Obiedziński M.W.: Zanieczyszczenie olejów roślinnych wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47) Supl., 48-55.
- [3] CODEX STAN 210-1999. Codex standard for named vegetable oil. Codex Alimentarius. Amendment 2005, 2011.
- [4] Dubois V., Breton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M.: Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2007, **109**, 710-732.
- [5] Górecka A., Wroniak M., Krygier K.: Wpływ ogrzewania nasion rzepaku na jakość wytlóconego oleju. Rośliny Oleiste 2003, **24** (2), 567-576.
- [6] Kachel-Jakubowska M.: Ocena jakości nasion rzepaku ozimego pod względem stopnia zanieczyszczeń. Inżynieria Rolnicza, 2008, **100** (2), 75-81.
- [7] Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M.: Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil. Eur. Food Res. Technol., 2002, **214**, 294-298.
- [8] Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S., Obiedziński M.: Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. Rośliny Oleiste 2000, **21**, 586-596.
- [9] Krygier K.: Olej rzepakowy – jego wartość żywieniowa i użytkowa. Przem. Spoż., 2009, **63** (7), 16-20.
- [10] Matthäus B., Brühl L.: Quality of cold-pressed edible rapeseed oil in Germany. Nahrung/Food, 2003, **47**, 413-419.
- [11] Matthäus B., Brühl L.: Why is it so difficult to produce high-quality virgin rapeseed oil for human consumption? Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2008, **110** (7), 611-617.
- [12] Niewiadomski H.: Technologia nasion rzepaku. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1983, ss. 153-285.
- [13] PN-A-86908:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Rafinowane oleje roślinne.
- [14] PN-A-86926:1993. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby anizydynowej oraz obliczanie wskaźnika oksydacji tłuszczu Totox.
- [15] PN-A-86934 1995. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne oznaczanie barwy.
- [16] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.

- [17] PN-EN ISO 659:1999 Nasiona oleiste. Oznaczanie zawartości oleju (Metoda odwoławcza).
- [18] PN-EN ISO 665:2004 Nasiona oleiste. Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.
- [19] PN-EN ISO 6885:2001. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [20] PN-ISO 3960:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby nadtlenkowej.
- [21] PN-ISO 660:1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby kwasowej i kwasowości.
- [22] PN-ISO 6886:1997. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie stabilności oksydatywnej. Test przyspieszonego utleniania.
- [23] PN-R-66151:1990. Rośliny przemysłowe oleiste. Ziarno rzepaku i rzepiku podwójnie ulepszanego.
- [24] PN-R-66160:1991. Rośliny przemysłowe oleiste. Oznaczanie zanieczyszczeń i szkodników w ziarnie rzepaku i rzepiku.
- [25] Rotkiewicz D., Tańska M., Konopka I.: Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju. *Rośliny Oleiste*, 2002, **22**, 103-112.
- [26] Skiba K., Szwed G., Tys J.: Zmiany cech jakościowych zanieczyszczonych nasion rzepaku podczas procesu przechowywania. *Acta Agrophysica*, 2005, **6 (3)**, 785-795.
- [27] Stępniewski A., Szot B., Sosnowski S.: Uszkodzenia nasion rzepaku w pozbiorowym procesie obróbki *Acta Agrophysica*, 2003, **2 (1)**, 195-203.
- [28] Swetman T., Head S.: Calculation of oil extraction efficiency. *INFORM*, 1998, **9**, 1191.
- [29] Szot B., Tys J.: Straty ilościowe i jakościowe nasion rzepaku powodowane terminem zbioru. *Acta Agrophysica*, 2003, **2 (1)** 205-211.
- [30] Tańska M., Rotkiewicz D.: Stopień przemian lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych, *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, 147-155.
- [31] Tańska M., Rotkiewicz D.: Wpływ różnych czynników na jakość nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste*, 2003, **34**, 595-616.
- [32] Tynek M., Pawłowicz R., Gromadzka J., Tylingo R. Wardecki W., Karlovits G.: Virgin rapeseed oils obtained from different rape varieties by cold pressed method – their characteristics, properties and differences. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2012, **114**, 357-366.
- [33] Wroniak M., Krygier K. Kaczmarczyk M.: Comparison of the quality of cold pressed and virgin rapeseed oils with industrially obtained oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2008, **58**, 85-89.
- [34] Wroniak M., Krygier K.: Oleje tłoczone na zimno. *Przem. Spoż.* 2006, **7**, 30-32, 34.

ASSESSING THE EFFECT OF PRESSING CONDITIONS IN EXPELLER PRESS ON QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF RAPESEED OIL

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of pressing conditions in an UNO expeller press (manufactured by a 'Farmet' company) on the quality and chemical composition of pressed rapeseed oil. The research material included 2 batches of industrial rapeseed from the harvest campaigns in 2010 and 2011. Oils were pressed from rapeseed in the expeller machine (a screw-type press) with 3 different nozzles, their diameters being 6, 8, and 10 mm. Also, one batch of seeds was additionally heated (150 °C, 1 h) prior to pressing. The content of water and fat in the seeds and in rapeseed cake were determined as was the content of contaminations in the seeds. The extraction efficiency was computed. In the oils determined were the degree of hydrolysis, the primary and secondary lipid oxidation degree (acid value, peroxide value, and anisidine value; Totox index was computed). Moreover, the colour of oils was determined as were the content of pheophytin a, the composition of fatty acids, and the oxidative stability according to the Rancimat test (120 °C).

It was found that with the use of the expeller press for cold pressing, and regardless of the nozzle used, it was possible to press oil under very mild conditions, at a temperature ranging from 38 to 42 °C, and no oxidative changes occurred in the fat as regards the content of primary and secondary products of fat oxidation; furthermore, no changes were produced in the composition of fatty acids and in oxidative stability of the oils pressed. However, the extraction efficiency was relatively low (40 - 50 %), and the residual fat content in the cake was high (20 - 27 %). Similar trends were found in the case of the two analyzed batches of rapeseed. The heating of seeds prior to pressing caused the extraction efficiency to significantly increase, and, simultaneously, the degree of hydrolysis of lipids and the content of pheophytin to slightly increase; the heating prior to pressing also caused the colour of the oil produced to darken.

Key words: cold pressing, expeller press, rapeseed oil, quality, stability, Rancimat test, composition of fatty acids 