

Dr hab. inż. Małgorzata WRONIAK  
Mgr inż. Aleksandra PTASZEK  
Dr inż. Katarzyna RATUSZ  
Katedra Technologii Żywności  
Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

## WPŁYW SUROWCA NA JAKOŚĆ OLEJU RZEPAKOWEGO TŁOCZONEGO NA ZIMNO®

Effect of raw material on the quality of cold-pressed rapeseed oil®

**Słowa kluczowe:** olej rzepakowy, nasiona rzepaku, tłoczenie na zimno, prasa ślimakowa.

*Celem pracy przedstawionej w artykule była ocena przydatności różnych partii nasion rzepaku podwójnie ulepszonych (przemysłowych i ekologicznych) pochodzących z różnych regionów Polski do tłoczenia oleju "na zimno". Zakres pracy obejmował charakterystykę nasion pochodzących z różnych rejonów Polski, tłoczenie oleju w prasie ślimakowej oraz ocenę wydajności i jakości wytłoczonych olejów. Wykazano istotny wpływ partii nasion na wydajność i jakość uzyskanych w wyniku tłoczenia na zimno olejów. Oleje uzyskane z nasion zawierających duży udział zanieczyszczeń charakteryzowały się niższą jakością tj. wyższym stopniem hydrolizy i utlenienia olejów. Uzyskane oleje rzepakowe z różnych partii surowca różniły się pomiędzy sobą statystycznie istotnie pod względem ocenianych parametrów jakości.*

**Key words:** rapeseed oil, rapeseed, cold pressing, screw press.

*The aim of this study was to evaluate the usefulness of different batches of rapeseed doubly improved (industrial and environmental) from different regions of Poland for oil cold pressing method. The scope of work included: the characteristics of seeds from different regions of Polish, oil pressing in screw press and evaluation of efficiency and quality of the obtained oils. It was stated the significant effect of the seed batch on the yield and quality of cold pressed oils. Oils obtained from the seeds of which contain a large proportion of pollutants characterized by a lower quality of oil: a higher degree of oil hydrolysis and oxidation. Rapeseed oils obtained from different batches of raw materials differ from each other significantly in terms of evaluated the quality parameters.*

### WPROWADZENIE

Nasiona rzepaku pod względem wielkości produkcji są trzecim surowcem oleistym na świecie, po palmie oleistej i soi. Rzepak uprawiany jest głównie w Europie Zachodniej (odmiany ozime), w Chinach, Indiach i Kanadzie (odmiany jare) [8]. W ciągu ostatnich dwóch dekad światowa produkcja rzepaku i oleju rzepakowego wzrosła odpowiednio z około 24 mln ton nasion i około 9 mln ton oleju w 1990 roku do ponad 59 mln ton i 22 mln ton w roku 2010 [6]. Wielkość zbiorów rzepaku w Polsce w roku 2011 wyniosła około 2 mln ton, produkcja oleju surowego około 0,9 mln ton, a ilość wytworzonej śrutę w przybliżeniu 1,3 mln ton. Potencjał produkcji wyniósł około 3 mln ton, z czego 1,1–1,2 mln ton zostało wykorzystane do produkcji oleju rzepakowego na rynek krajowy [10].

Biorąc pod uwagę wartość odżywczą i stabilność oksydacyjną niewątpliwie do najważniejszych czynników determinujących jakość olejów jadalnych należy skład kwasów tłuszczowych i obecność związków towarzyszących o właściwościach przeciwutleniających. Porównując skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z sojowym i palmowym można zauważyć, że w oleju rzepakowym największy udział stanowi kwas oleinowy, którego w sojowym i palmowym jest odpowiednio 17–30% i 36–44%. Będący na drugim miejscu wśród wszystkich kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego (15–30%) kwas linolowy z rodziny n-6, jest z kolei dominujący w oleju sojowym (48–59%), a w oleju

palmowym stanowi tylko 9–12%. Kwas  $\alpha$ -linolenowy z rodziny n-3, którego w oleju rzepakowym jest od 5 do 14% występuje w podobnych ilościach w oleju sojowym (5–11%), natomiast w oleju palmowym jedynie w ilościach śladowych. Z kolei w oleju palmowym dominuje nasycony kwas palmitynowy, który w oleju sojowym stanowi od 8 do 13%, a w oleju rzepakowym od 2 do 7%. Spośród tych olejów olej rzepakowy charakteryzuje się korzystnie najniższą zawartością kwasów nasyconych, najwyższą monoenowych i polienowych kwasów tłuszczowych n-3, a dodatkowo bardzo dobrym stosunkiem n-6/n-3, który wynosi 2,2:1 [5].

W ciągu ostatnich lat można dostrzec tendencję do wybierania przez konsumentów produktów, w tym olejów, o niskim stopniu przetworzenia, z ograniczoną ilością substancji dodawanych do żywności, co wynika z rosnącej świadomości żywieniowej społeczeństwa [17]. Rozpowszechnioną praktyką w technologii produkcji oleju rzepakowego jest dwustopniowe wydobywanie oleju przez tłoczenie na gorąco i ekstrakcję rozpuszczalnikiem reszty tłuszczu z wycłoku oraz wynikające z tego oczyszczanie oleju w procesie rafinacji chemicznej. Jednakże producenci, w odpowiedzi na oczekiwania konsumentów, a także ze względów ekonomicznych wyrażają coraz większe zainteresowanie metodami, które nie wymagają tak rozbudowanego parku maszynowego, wielu drogich związków chemicznych używanych w procesie rafinacji czy wielkiej powierzchni do realizacji produkcji. Prowadzi to do poszukiwania i doskonalenia prostszych rozwiązań,

m.in. technologii tłoczenia „na zimno” [14]. Otrzymywany tym sposobem olej cechuje się wysoką jakością i dobrymi walorami żywieniowymi, a ponadto sama technologia jest prosta, tania i ekologiczna. Mimo niezaprzeczalnych zalet, olej zimnotłoczony otrzymuje się przy jednoczesnych dużych stratach tłuszczu pozostającego w wytlókach w porównaniu z ekstrakcją rozpuszczalnikiem, gdzie ilość tłuszczu resztkowego w śrucie poekstrakcyjnej jest niska. Wytlók z wysoką zawartością tłuszczu może być jednak wykorzystywany jako pasza dla zwierząt.

Bardzo istotną kwestią jest jakość surowca używanego do tłoczenia oleju, w tym szczególnie stopień jego zanieczyszczenia, uszkodzenia, czy wilgotność i dojrzałość nasion, które to w zasadniczy sposób determinują jakość produktu końcowego [13, 14]. W technologii tłoczenia na zimno, jako metody oczyszczania oleju, dopuszczone są tylko filtrowanie lub odwirowanie osadu i ewentualnie resztek wytlóku. Nie można więc usunąć niektórych niepożądanych składników, np. produktów hydrolizy, utlenienia, chlorofilu czy zanieczyszczeń chemicznych, takich jak: jony metali, pozostałości pestycydów, polichlorowanych bifenyli czy też wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, których poziom efektywnie obniża rafinacja chemiczna [12, 13, 27, 28].

Nasiona o niskiej jakości, zbyt wilgotne, spleśniałe, zęchłe, zanieczyszczone czy uszkodzone nie nadają się do tłoczenia na zimno. Tłuszcz jest doskonałym nośnikiem związków zapachowych, dlatego też wszystko, co wpływa negatywnie na walory sensoryczne produktu, może zostać przez niego „zapamiętane”. Producent nie może poprawiać jakości takiego oleju inaczej niż poprzez fizyczne oczyszczanie, usuwające tylko osad, a nie związki, które faktycznie pogarszają jakość produktu [3, 14].

Jednym z istotnych wyróżników jakości nasion, w dużym stopniu wpływającym na jakość oleju zimnotłoczonego, jest ich wilgotność, dlatego jej ciągłe monitorowanie jest bardzo ważne. Im większa wilgotność surowca, tym krótszy czas jego składowania. Surowiec o wilgotności 7% może być przechowywany przez okres 9 miesięcy bez obniżenia jakości, w przeciwieństwie do wilgotności rzędu 9%. Tys i in. [33] zalecają suszenie wilgotnych nasion w najniższej możliwej do uzyskania temperaturze, gdyż zbyt silnie wysuszone nasiona są najbardziej wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Badania przeprowadzone przez Kachel – Jakubowską [9] wykazały, że najkorzystniejszy zakres temperatur suszenia to 40–70°C. Wynikiem niewłaściwego suszenia nasion jest również wzrost ich podatności na uszkodzenia w trakcie transportu czy przesytywania. Nasiona połamane i uszkodzone, stanowią zanieczyszczenia użyteczne. Zanieczyszczenia obniżają wydajność oleju, zmieniając jego skład i smak. Osłabiają wyczuwalność pożądaných cech sensorycznych, może za to pojawić się wzrost intensywności takich negatywnych wyróżników smaku i zapachu jak: słomy, drewna, gorzki, stęchły, zelżały [3, 13, 14]. Po przekroczeniu 100°C temperatura suszenia wpływa negatywnie na właściwości mechaniczne nasion, przy czym odmiany jare są mniej odporne na uszkodzenia w porównaniu z ozimymi. Im czystsze i bardziej jednolite odmianowo są nasiona, tym trwałość wytłoczonego oleju zwiększa się. Stępniewski i in. [29] oszacowali, iż zbiór kombajnowy może powodować aż 10–50% uszkodzeń. Stwierdzili, że zawartość zanieczyszczeń i udział

nasion uszkodzonych mechanicznie jest zbliżony w różnych punktach skupu i waha się w zależności od pogody w danym roku.

W związku z powyższym celowe wydaje się poznanie czynników wpływających na wydajność i jakość tłoczonego oleju, jakimi mogą być między innymi jakość nasion (przemysłowych i ekologicznych) pochodzących z różnych regionów Polski.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących określenia przydatności różnych partii nasion rzepaku przemysłowych i ekologicznych do otrzymywania oleju tłoczonego na zimno.**

## MATERIAŁY I METODY

Materiał badany stanowiły nasiona rzepaku ozimego odmian podwójnie ulepszonych tzw. „00” (*Brassica napus*), pochodzące od dostawców z następujących elewatorów i gospodarstw: A: elewator Zakłady Tłuszczowe województwo kujawsko – pomorskie; B: elewator Zakłady Tłuszczowe województwo kujawsko – pomorskie; C: elewator Zakłady Tłuszczowe nasiona importowane; D: elewator Rolniczy Zakład Doświadczalny Wilanów – Obory SGGW w Warszawie – województwo mazowieckie; E: elewator Teresin – województwo mazowieckie; F: elewator Trawniki – województwo lubelskie; G: elewator Brzeg – województwo opolskie; H: elewator Strzelin – województwo dolnośląskie; I: gospodarstwo ekologiczne – województwo lubelskie; J: gospodarstwo ekologiczne – województwo lubelskie; K: gospodarstwo ekologiczne – województwo lubelskie. Nasiona dostarczone były w workach 50 kg i przechowywane w chłodnym pomieszczeniu w temp. 15°C.

Ocena jakości nasion obejmowała ocenę wilgotności metodą suszarkową [21], pomiar zawartości tłuszczu w wyniku ekstrakcji z użyciem eteru naftowego [18] w aparacie Soxtec firmy FOSS (Hilleroed, Dania) (4 godziny 30 minut), ocenę zawartości zanieczyszczeń [19], gęstości usypowej PN-73/R-74007, masy 1000 nasion (MTN) wg PN-68/R-74017 z wykorzystaniem licznika nasion typu „Kopciuszek”. Oceny sensorycznej – wizualnej nasion dokonano, określając następujące czynniki: połysk, stopień wyrośnięcia nasion, ilość nasion uszkodzonych, barwa nasion, obecność nasion zpleśniałych, obecność szkodników, zapach nasion (rys. 1).

Porcje nasion (1,5–2 kg) w dwóch seriach tłoczono na zimno w prasie ślimakowej firmy Farmet (Česká Skalice, Czechy) z wykorzystaniem dyszy o średnicy 8 mm. Temperatura oleju wypływającego z prasy wahała się w granicach 40 ± 2 °C, olej zbierano i poddawano naturalnej sedymentacji (3 dni) w warunkach chłodniczych oraz dekantacji. Do oceny wydajności tłoczenia (%) wykorzystano metodę wg Swetman i Head [30] na podstawie wzoru:

$$W = 100 \cdot \left(1 - \frac{R_n}{R_w}\right) \quad (1)$$

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.



Rys. 1. Przykłady charakterystyki wizualnej wybranych partii nasion rzepaku, (gdzie: A do H – oleje z nasion przemysłowych, a I do K – oleje z nasion z upraw ekologicznych).

Fig. 1. Examples of visual characteristics of selected batch of rapeseed, (where A to H – oils from industry seeds, and I to K – oils from organic farming seeds).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Ocena jakości olejów obejmowała oznaczenie liczby kwasowej (LK) [24], liczby nadtlenkowej w milirównownikach aktywnego tlenu w 1 kg badanego oleju [23], barwy [22] oraz zawartości feofityny a wg metody AOCS Cc 13i-96 [1]. Przeprowadzono pomiar absorpcji (A) próbek olejów po ich rozcieńczeniu w n-heksanie dla grupy barwników

karotenoidowych 1:10 przy  $\lambda=442$  nm, a chlorofilowych 1:1 przy  $\lambda=668$  nm. Barwę oleju obliczano ze wzoru:  $B = 1000 \cdot (A_{442} + A_{668})$ . Wyniki oznaczeń stanowią średnią arytmetyczną z dwóch serii doświadczeń i dwóch powtórzeń ( $n=2 \times 2$ ). Wyliczono odchylenia standardowe. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji jednoczynnikowej (wyznaczono grupy jednorodne) (ANOVA, test Tuckey'a, przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ ) przy wykorzystaniu programu Statgraphics 5.1. Różnice statystycznie istotne pomiędzy poszczególnymi średnimi zaznaczono w tabelach i na wykresach wykorzystując odmienne oznaczenia literowe.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

### Jakość nasion różnych partii nasion rzepaku

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę jakości badanych nasion przemysłowych pochodzących z różnych elewatorów w Polsce oraz nasion z upraw ekologicznych od rolników indywidualnych. Najmniejszą zawartością wody charakteryzowały się nasiona przemysłowe A (4,6%) oraz G (4,6%), co świadczyło o tym, że nasiona były zbyt wysuszone. Natomiast największą zawartością wody – nasiona B (7,1%) oraz z uprawy ekologicznej I (6,0%). W badaniach przeprowadzanych przez Borysa i in. [2] nasiona rzepaku przetwarzane w polskich zakładach tłuszczowych miały ok. 7,7% wody do tłoczenia na zimno i 5,9% do tłoczenia na gorąco. Nogala – Kałucka i in. [16] badali zawartość wody w nasionach w zależności od rejonu uprawy. Otrzymały wyniki były zbliżone, lecz tuż po zbiorze najwilgotniejsze spośród nich nasiona zebrano w regionie śląsko – opolskim (7,35%), a najbardziej suche w kujawsko – pomorskim (7,05%). Analizując te dane należy brać pod uwagę ilość opadów w okresie zbiorów w danym roku, ze znaczną ilością opadów przypadających właśnie na okres żniw rzepaku, tj. połowa lipca.

Tabela 1. Charakterystyka jakości badanych nasion

Table 1. Quality characteristics of examined seeds

Kod	Wilgotność w nasionach [%]	Tłuszcz w nasionach [%]	Wilgotność w wyłókach [%]	Tłuszcz w wyłókach [%]	Wydajność tłoczenia [%]	Zawartość zanieczyszczeń			Gęstość usypowa [kg/m <sup>3</sup> ]	M 1000 nasion [g]
						Użyteczne [%]	Nieuzyteczne [%]	Ogółem [%]		
A	4,6 a ±0,2	42,6 cd ±1,6	6,59 bcde ±0,31	27,2 bc ±0,9	42,9 b ±1,8	7,6 bc±0,8	4,2 b ±1,2	11,8 bc ±1,3	647,7 e ±2,7	6,8 d ±0,3
B	7,1 d ±0,4	44,1 d ±0,3	6,10 b ±0,87	30,6 e ±1,0	30,6 a ±2,4	16,0 f ±3,0	6,9 c ±1,7	12,9 d ±2,6	655,2 f ±1,7	7,7 e ±0,2
C	5,6 bc ±0,6	47,7 f ±0,7	7,14 e ±0,73	30,4 de ±2,3	28,6 a ±5,5	2,4 a ±0,3	1,3 a ±0,6	3,7 a ±0,7	673,2 h ±1,2	8,7 f ±0,4
D	5,2 abc ±0,4	42,2 bc ±0,3	6,24 bcd ±0,07	27,7 bc ±0,4	34,3 a ±1,1	11,7 de±1,4	3,4 ab ±0,7	15,0 c±1,7	618,3 b ±2,4	6,7 cd ±0,5
E	5,0 ab ±0,2	42,9 bcd ±2,0	6,44 bcd ±0,26	26,6 b ±1,4	45,9 b ±2,8	7,9 c ±0,8	2,8 ab ±0,7	10,6 b ±1,3	660,3 g ±1,1	7,6 e ±0,2
F	4,6 a ±0,2	41,3 b ±1,6	5,40 a ±0,29	29,4 e ±0,6	28,7 a ±1,5	18,4 g ±2,3	2,6 ab ±1,4	21,0 d ±2,3	627,4 c ±3,4	6,5 bcd ±0,3
G	4,8 ab ±0,2	42,8 d ±2,5	6,13 bc ±0,45	24,6 a ±1,7	42,8 b ±4,0	10,3 d ±2,2	4,1 b ±1,4	14,4 c ±3,0	643,5 e ±1,5	6,2 bcd ±0,1
H	4,8 ab ±0,1	46,0 ef ±0,4	6,11 b±0,43	23,2 a ±0,84	41,9 b ±3,7	5,4 b ±1,4	6,9 c ±3,4	12,3 bc ±4,5	645,5 e ±2,6	6,0 ab ±0,5
I	6,0 c ±0,5	49,2 g ±0,8	6,79 cde ±0,77	29,1 cd ±1,4	32,1 a ±3,2	2,6 a ±1,3	2,1 ab ±0,9	4,8 a ±2,1	639,4 d ±0,6	6,1 abc ±0,2
J	4,8 ab ±0,2	45,2 e ±0,3	6,44 bcd ±0,2	22,8 a ±0,7	40,9 b ±4,8	5,9 bc ±1,5	6,7 c ±2,4	12,6 bc ±2,4	672,6 h ±1,4	6,3 bcd ±0,3
K	5,5 abc ±0,6	39,5 a ±0,9	6,84 de ±0,05	27,7 bc ±1,1	29,8 a ±2,7	13,8 ef ±2,5	15,5 d ±3,0	28,9 e ±5,1	597,7 a ±2,8	5,5 a ±0,2

a, b, c, – wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$ .

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Największą zawartością tłuszczu charakteryzowały się nasiona rzepaku I, o wysokim stopniu czystości, z gospodarstwa ekologicznego w województwie lubelskim (49,2%) oraz nasiona importowane C (47,7%). Najniższą zawartość tłuszczu miały nasiona K z gospodarstwa ekologicznego (39,5%), wykazujące jednocześnie największy udział zanieczyszczeń spośród badanych partii nasion. W przypadku nasion przemysłowych próbki były do siebie statystycznie podobne, zawartość tłuszczu była zbliżona. Biorąc pod uwagę nasiona otrzymane w warunkach ekologicznych, wszystkie trzy partie różniły się między sobą statystycznie istotnie. Zanieczyszczenia nieużyteczne, nasiona roślin nieoleistych, chwastów, czy części strąków i łuski, charakteryzują się niską zawartością tłuszczu, zwiększając jednocześnie masę próbki. Mińkowski i Krygier [15] otrzymali podobne wyniki, badając podwójnie ulepszone odmiany polskiego rzepaku ozimego odmian Mar, Polo i Leo, których zawartość tłuszczu wynosiła średnio odpowiednio 48,9%, 48,0% i 46,2%. Rotkiewicz i in. [26] wykazali, że na zawartość tłuszczu wpływa wielkość nasion – im są większej średnicy, tym zawartość tłuszczu jest większa. Nogala – Kałucka i in. [16] badali zawartość tłuszczu w nasionach w zależności od rejonu uprawy. Najwyższe wartości odnotowano dla regionu zachodnio – pomorskiego (42,2%), a najmniejsze dla wielkopolskiego (41,8%).

Zawartość zanieczyszczeń w większości partii nasion znacznie przekraczała dopuszczalne 5% [20]. Do zanieczyszczeń użytecznych zaliczały się nasiona drobne, porośnięte, spleśniałe, zbutwiałe, uszkodzone mechanicznie i przez szkodniki, ściemniałe, przypalone lub mogły nimi być inne nasiona. Zawartość zanieczyszczeń użytecznych była największa w nasionach F (18,4%) i w rzepaku B, zaś najmniejsze ilości odnotowano w rzepaku C (2,4%) oraz I (2,6%). Do zanieczyszczeń nieużytecznych zaliczono zanieczyszczenia mineralne (piasek, grudki ziemi, drobne kamienie) oraz zanieczyszczenia organiczne (słoma, łodygi, plewy, chwasty szkodliwe i nieszkodliwe). Zawartość zanieczyszczeń nieużytecznych była największa w nasionach z ekologicznej uprawy K (15,5%), a najmniejsza w nasionach C (1,3%). Zawartość zanieczyszczeń ogółem była największa w nasionach K (28,9%), następnie w B (22,9%) i F (21,0%). Znaczna ilość materiału obcego w nasionach z uprawy ekologicznej mogła wynikać z ograniczonego użycia środków ochrony roślin, sposobu zbioru czy suszenia, bądź braku możliwości doczyszczania przed przechowywaniem. Partia ekologiczna I charakteryzowała się natomiast wręcz odwrotną zależnością, miała najmniejszą zawartość zanieczyszczeń wśród badanych, co wskazywało na jej dokładne oczyszczenie przed przechowywaniem. Zawartość zanieczyszczeń ogółem w nasionach rzepaku kierowanych do przerobu nie powinna przekraczać 5%, co zostało spełnione tylko w przypadku dwóch partii nasion – C oraz I. Krygier i in. [11] stwierdzili, że 20% nasion uszkodzonych w masie nasiennej rzepaku to ilość dyskwalifikująca wykorzystanie tych nasion, szczególnie do tłoczenia na zimno, co w tym przypadku również odnotowano dla partii rzepaku B, F, oraz K.

Najmniejszą masą 1000 nasion cechował się rzepak z gospodarstwa ekologicznego K (5,5 g), który jednocześnie charakteryzował się największym udziałem zanieczyszczeń wśród badanych próbek. Natomiast największą masę 1000 nasion stwierdzono w przypadku rzepaku z silosów ZT,

oznaczonych jako C (8,7 g). Masa 1000 nasion z upraw ekologicznych wahała się, lecz istotne różnice były między gospodarstwem ekologicznym J (6,3 g) i K (5,5 g). W badaniach Mińkowskiego i Krygiera [15] masa 1000 nasion wyniosła dla polskich podwójnie ulepszonych odmian Mar (4,79 g), Polo (5,56 g) i Leo (4,32 g). Szot i Tys [31] stwierdzili, że przedwczesny zbiór (5 dni przed optymalnym) to jeden z czynników ujemnie wpływających na tę cechę. Potwierdziły to badania Tysa i in. [35], którzy wykazali też wpływ sposobu zbioru na masę 1000 nasion.

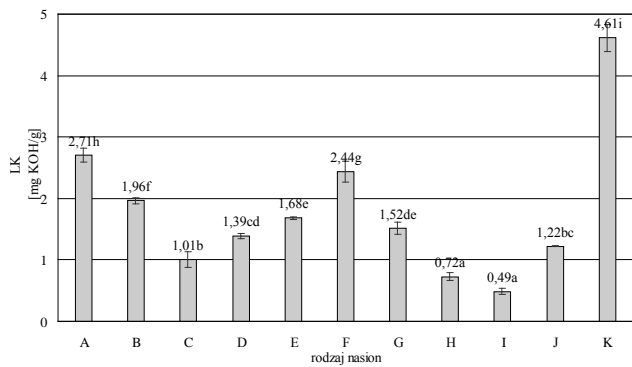
Najniższą wartością gęstości usypowej charakteryzowała się nasiona z gospodarstwa ekologicznego K (597,7 kg/m<sup>3</sup>), natomiast największą rzepak C (673,2 kg/m<sup>3</sup>) i surowiec z gospodarstwa ekologicznego J (672,6 kg/m<sup>3</sup>). Wśród nasion pochodzących z upraw ekologicznych stwierdzono różnice istotne statystycznie. Największą wartość gęstości miały nasiona J (672,6 kg/m<sup>3</sup>), a najmniejszą K. Mogła mieć na to wpływ zawartość zanieczyszczeń – im wyższa, tym bardziej malała wartość gęstości usypowej.

Analizując wytlók wykazano, iż najmniejszą zawartością wody charakteryzował się wytlók rzepaku z partii F (5,40%), a największą C (7,14%). Próbki różniły się pod tym względem statystycznie istotnie. W przypadku olejów w nasion ekologicznych wilgotność była podobna, a największą stwierdzono w przypadku rzepaku K (6,84%). Zawartość tłuszczu w wytlókach była wysoka. Największą zawartość tłuszczu resztkowego miały wytloki z nasion partii B (30,6%) i C (30,4%), a najmniejszą ekologiczne J (22,8%) i przemysłowe H (23,2%) oraz G (24,6%). Guadagnin i in. [7] tłocząc olej metodą „na zimno” otrzymali wytloki o zawartości tłuszczu resztkowego od 17 do 19%. Największą wydajność tłoczenia uzyskano dla nasion E z Teresina (45,9%), niewiele niższą dla A (42,9%) i elewatora w Brzegu G (42,8%). Najmniejszą wydajność tłoczenia odnotowano w przypadku nasion importowanych C (28,6%), F (28,7%) i rzepaku ekologicznego K (29,8%). W przypadku nasion ekologicznych oceniając istotność statystyczną różnic w wydajności tłoczenia stwierdzono, że próby I (32,1%) i K (29,8%) nie różniły się między sobą, odnotowano natomiast różnice w przypadku nasion J (40,9%).

#### Stopień hydrolizy i utlenienia uzyskanych w wyniku tłoczenia na zimno olejów

Wartość liczby kwasowej olejów uzyskanych z poszczególnych partii nasion kształtowała się w zakresie 0,49 – 4,61 mg KOH/g (rys. 2), przy dopuszczalnej, wg Codex Alimentarius, granicy do 4 mg KOH/g [4]. Wymagań tych nie spełnił olej wytłoczony z nasion ekologicznych K – 4,61 mg KOH/g, co mogło być spowodowane bardzo wysokim stopniem zanieczyszczenia tej partii nasion. Potwierdza to fakt, że z najczystszych (o niskiej zawartości zanieczyszczeń) prób nasion uzyskano oleje o najniższych wartościach LK – C (1,01 mg KOH/g) oraz I (0,49 mg KOH/g).

Niskie wartości LK olejów zostały przedstawione w badaniach Rotkiewicz i Konopki [25], gdzie maksymalna wartość LK to 1,69 mg KOH/g dla oleju z nasion ozimych. Granicznej wartości LK nie przekroczyły także badane przez Krygiera i in. [11] oleje rzepakowe tłoczone na zimno w prasie hydraulicznej oraz badane przez Tynek i in. [32] oleje tłoczone w prasie ślimakowej. Na rys. 3 przedstawiono wartości LOO



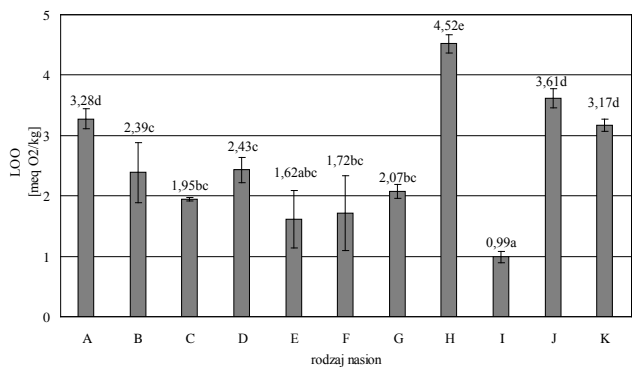
a, b, c... wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 2. Liczba kwasowa olejów w zależności od partii nasion rzepaków, (gdzie: A do H – oleje z nasion przemysłowych, a I do K – oleje z nasion z upraw ekologicznych).**

**Fig 2. The acid value of oils depending on the batch of rapeseed, (where A to H – oils from industry seeds, and I to K – oils from organic farming seeds).**

Źródło: Badania własne

Source: The own study



a, b, c... wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 3. Liczba nadtlenkowa olejów w zależności od partii nasion, (gdzie: A do H - oleje z nasion przemysłowych, a I do K - oleje z nasion z upraw ekologicznych).**

**Fig. 3. The peroxide value of oils depending on the batch of rapeseed, (where A to H - oils from industry seeds, and I to K - oils from organic farming seeds).**

Źródło: Badania własne

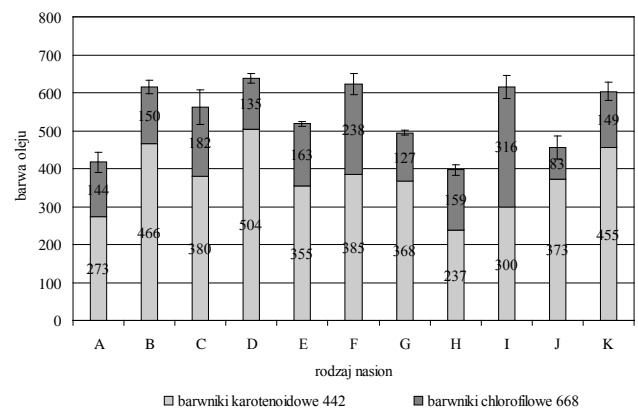
Source: The own study

olejów w zależności od partii nasion. Graniczna wartość liczby nadtlenkowej ( $LOO \leq 15$  meq  $O_2/kg$ ) dla olejów tłoczonych na zimno wg Codex Stan FAO/WHO [4], nie została przekroczona w żadnym z wytłoczonych olejów. Wartość LOO w poddanych badaniach próbkach wahała się w granicach od 0,99 do 4,52 meq  $O_2/kg$ . Najniższą wartość, podobnie jak w przypadku LK, stwierdzono w przypadku olejów z nasion ekologicznych I. Próbkę olejów z nasion z innych gospodarstw (J, K) miały wartości LOO wyższe (odpowiednio 3,61 i 3,17 meq  $O_2/kg$ ), lecz nie różniły się między sobą pod tym względem statystycznie istotnie. Niska wartość LOO wytłoczonych na zimno olejów rzepakowych została przedstawiona w badaniach Rotkiewicz i Konopki [25],

1,79 meq  $O_2/kg$  dla olejów z nasion ozimych. Nieco wyższe wartości LOO uzyskali Krygier i in. [11] w próbkach olejów z nasion przemysłowych od 2,05 do 2,50 meq  $O_2/kg$  oraz Wroniak i in. [36]. Także Guadagnin i in. [7] zaobserwowali niski stopień utlenienia oleju tłoczonego na zimno (tj.  $LOO=1,60$  meq  $O_2/kg$ ) podobnie jak i Tynek i in. [32].

### Barwa olejów i zawartość feofityny a

Na rys. 4 przedstawiono wartości barwy ogółem olejów oznaczonej metodą spektrofotometryczną i udział zawartości poszczególnych grup barwników w zależności od partii nasion. Najniższą wartość barwy ogółem (396) odnotowano w przypadku oleju z nasion przemysłowych H natomiast najwyższą (639) w oleju D (olej najciemniejszy). Stwierdzono, że najmniejszą zawartością barwników karotenoidowych cechował się olej z rzepaku H (237) oraz A (273), natomiast największą olej D (504).



**Rys. 4. Barwa olejów 1000 (A442+A668) w zależności od partii nasion rzepaków, (gdzie: A do H – oleje z nasion przemysłowych, a I do K – oleje z nasion z upraw ekologicznych).**

**Fig. 4. Color of oils 1000 (A442+A668) depending on the batch of rapeseed, (where A to H – oils from industry seeds, and I to K – oils from organic farming seeds).**

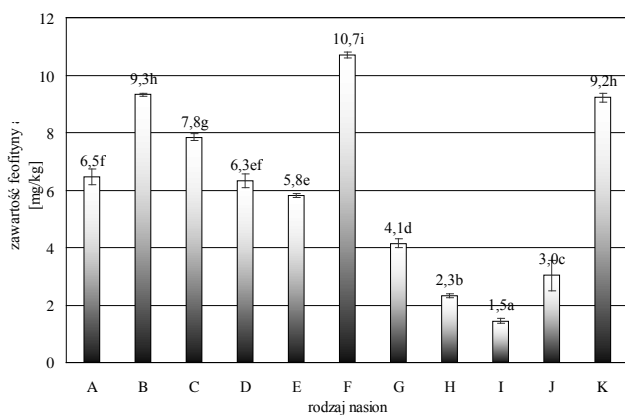
Źródło: Badania własne

Source: The own study

Najmniejszą zawartością barwników chlorofilowych charakteryzował się olej z rzepaku J (83), a największą próbka oleju z ekologicznego rzepaku I. Biorąc pod uwagę oleje wytłoczone z nasion ekologicznych, największą zawartość barwników chlorofilowych wykazał olej z partii nasion K (455) w porównaniu z pozostałymi nasionami ekologicznymi (I – 300, J – 373). Olej z rzepaku I charakteryzował się z kolei najwyższym udziałem karotenoidów (316). W badaniach Krygiera i in. [11] podczas tłoczenia najciemniejszy olej uzyskano z nasion uszkodzonych. Olej z czystych i nieuszkodzonych nasion miał trzy razy mniejszą zawartość sumy barwników w porównaniu z olejem z nasion uszkodzonych i zanieczyszczonych. Odnotowano też, że produkt z czystych i nieuszkodzonych nasion posiada o około 40% wyższą zawartość karotenoidów. Tys i in. [34] stwierdzili spadek zawartości barwników chlorofilowych w miarę przechowywania nasion, przy czym degradacja ta była najintensywniejsza w warunkach wysokiej wilgotności i temperatury. Niższa temperatura przechowywania powodowała

zahamowanie zmian hydrolitycznych i oksydacyjnych (LK, LOO) oraz ubytku chlorofilu.

Na rys. 5 przedstawiono zawartość feofityny a w olejach w zależności od partii nasion. Najmniejszą zawartością feofityny a wśród badanych olejów cechował się olej z rzepaku pochodzącego z ekologicznej uprawy I (1,5 mg/kg). Największą zawartość zaobserwowano natomiast w oleju z nasion F (10,7 mg/kg) oraz K (9,2 mg/kg). W przypadku olejów pochodzących z nasion ekologicznych stwierdzono istotne statystycznie różnice. Olej z nasion I miał niewielką zawartość feofityny a (1,5 mg/g), natomiast z nasion J wyższą (3,0 mg/g), a K najwyższą spośród wszystkich przebadanych partii nasion (9,2 mg/g).



a, b, c... wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 5. Feofityna a w olejach w zależności od partii nasion rzepaku, (gdzie: A do H - oleje z nasion przemysłowych, a I do K - oleje z nasion z upraw ekologicznych).**

**Fig. 5. Pheophytin a in oils depending on the batch of rapeseed, (where A to H - oils from industry seeds, and I to K - oils from organic farming seeds).**

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

## WNIOSKI

1. Stwierdzono duże zróżnicowanie jakości nasion z poszczególnych badanych partii, różniących się sposobem (ekologiczne i przemysłowe) i lokalizacją upraw. Analizowane nasiona rzepaku charakteryzowały się niską wilgotnością (od 4,6 do 5,6%), a tylko w dwu przypadkach optymalną tj. ok. 7%, co świadczyło o niewłaściwym magazynowaniu lub przesuszeniu nasion po zbiorze przed przechowywaniem. Przewaga barwników karotenoidowych w porównaniu z chlorofilowymi w otrzymanych olejach świadczyła o prawidłowej dojrzałości nasion, czyli o odpowiednim terminie zbioru.
2. Wykazano istotny wpływ jakości surowca na wydajność i jakość uzyskanych w wyniku tłoczenia na zimno olejów. Odnotowana duża zawartość zanieczyszczeń wpływała na obniżenie zawartości tłuszczu w masie nasion, obniżenie masy 1000 nasion i zmniejszenie wydajności tłoczenia.

3. Oleje uzyskane z nasion zawierających duży udział zanieczyszczeń charakteryzowały się niższą jakością tj. wyższym stopniem hydrolizy (liczba kwasowa oleju bezpośrednio po tłoczeniu dochodziła do 4,61 mg KOH/g) i utlenienia olejów, szczególnie w przypadku nasion długo przechowywanych. Uzyskane oleje rzepakowe z różnych partii surowca różniły się pomiędzy sobą statystycznie istotnie pod względem ocenianych parametrów jakości.

## LITERATURA

- [1] **AOCS 1997.** Recommended Practice Cc 13i – 96: Sampling and analysis of commercial fats and oils. Determination of chlorophyll pigments in crude vegetable oils.
- [2] **BORYS A., BORYS B., GRZEŚKIEWICZ S., PAKULSKA E. 2006.** „Charakterystyka składu chemicznego nasion rzepaku i uzyskanego z nich makucho przy tłoczeniu oleju metodą „na zimno” i „na gorąco”. *Tłuszcze Jadalne* 41, 1–2: 138–145.
- [3] **BRÜHL L., MATTHÄUS B. 2008.** „Sensory assessment of virgin rapeseed oils”. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110, 7: 608–610.
- [4] **CODEX ALIMENTARIUS FAO/WHO 2013.** Fats, oils and related products: Codex standard for named vegetable oils. Stan 210 – 1999 (amended 2013): 1–13.
- [5] **DUBOIS V., BRETON S., LINDER M., FANNI J., PARMENTIER M. 2007.** „Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential”. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109, 7: 710–732.
- [6] **FAOSTAT, 2012.** <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- [7] **GUADAGNIN M., CATTANI M., BALLONI L. 2013.** „Effect of pressing and combination of three storage temperatures and times on chemical composition and fatty acid profile of canola expellers”. *Italian Journal of Animal Science* 12, 43: 265–269.
- [8] **GUNSTONE F. D. 2005.** *Vegetable Oils w: Bailey’s Industrial Oil and Fat Products*, Shahidi F. (ed.), John Wiley & Sons, Hoboken 6: 213–267.
- [9] **KACHEL-JAKUBOWSKA M. 2008.** „Wpływ suszenia na jakość nasion rzepaku ozimego”. *Inżynieria Rolnicza* 1, 99: 127–135.
- [10] **KEMPCZYŃSKI L. 2011.** The current state and development opportunities of the Polish oil industry. 10<sup>th</sup> International Conference on Research and Technology „Rapeseed Oil in European modern country”, Toruń, Conference materials, 23.
- [11] **KRYGIER K., WRONIAK M., GRZEŚKIEWICZ S., OBIEDZIŃSKI M. 2000.** „Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno”. *Rośliny Oleiste* 21: 587–596.
- [12] **MATTHÄUS B. 2012.** Oil technology in: *Technological innovations in major world oil crops*, Volume 2: Perspectives Ed. S.K. Gupta. Springer Science Business Media, p: 23–92.

- [13] **MATTHÄUS B., BRÜHL L. 2003.** „Quality of cold-pressed edible rapeseed oil in Germany”. *Nahrung/ Food* 47, 6: 413–419.
- [14] **MATTHÄUS B., BRÜHL L. 2008.** „Why is it so difficult to produce high-quality virgin rapeseed oil for human consumption?” *European Journal of Lipid Science and Technology* 110, 7: 611–617.
- [15] **MIŃKOWSKI K., KRYGIER K. 1999.** „Charakterystyka nasion rzepaku ozimego polskich odmian Mar, Polo i Leo”. *Tłuszcze Jadalne* 34, 1/2: 6–14.
- [16] **NOGAŁA-KALUCKA M., GOGOLEWSKI M., JAWOREK M., SIGER A., SZULCZEWSKA A. 2002.** „Oznaczanie niektórych składników jako wyróżników jakości nasion rzepaku produkowanych w różnych regionach Polski”. *Rośliny Oleiste* 23: 447–460.
- [17] **OBIEDZIŃSKA A., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2012.** „Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 80, 1: 27–44.
- [18] **PN-73/A-82111.** Oznaczenie zawartości tłuszczu w nasionach i wyłokach metodą Soxhleta.
- [19] **PN-73/R-66147.** Nasiona oleiste przemysłowe. Oznaczenie zanieczyszczeń.
- [20] **PN-90/R-66151.** Rośliny przemysłowe oleiste. Ziarno rzepaku i rzepiku podwójnie ulepszanego.
- [21] **PN-91/A-74010.** Oznaczenie zawartości wody w nasionach oleistych, makuchach i śrutach poekstrakcyjnych.
- [22] **PN-A-86934: 1995.** Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne oznaczanie barwy.
- [23] **PN-EN ISO 3960: 2005.** Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby nadtlenkowej.
- [24] **PN-EN ISO 660: 2005.** Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby kwasowej i kwasowości.
- [25] **ROTKIEWICZ D., KONOPKA I. 1998.** „Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion zróżnicowanej jakości”. *Rośliny Oleiste* 19: 583–594.
- [26] **ROTKIEWICZ D., TAŃSKA M., KONOPKA I. 2002.** „Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju”. *Rośliny Oleiste* 23: 103–112.
- [27] **ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (WE) NR 1881/2006** z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, Dz. U. L 364 z 20.12.2006, str. 30, wraz z późniejszymi poprawkami, EUR-Lex (2014) www.eur-lex.europa.eu (29.10.2014).
- [28] **SINGH J., BARGALE P. C. 2000.** „Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression”. *Journal of Food Engineering* 43, 2: 75–82.
- [29] **STĘPNIEWSKI A., SZOT B., SOSNOWSKI S. 2003.** „Uszkodzenia nasion rzepaku w pozbiorowym procesie obróbki”. *Acta Agrophysica* 2, 1: 195–203.
- [30] **SWETMAN T., HEAD S. 1998.** Calculation of oil extraction efficiency. *INFORM.* 9: 1191.
- [31] **SZOT B., TYS J. 2003.** „Straty ilościowe i jakościowe nasion rzepaku powodowane terminem zbioru”. *Acta Agrophysica* 2,1: 205–211.
- [32] **TYNEK M., PAWŁOWICZ R., GROMADZKA J., TYLINGO R., WARDENCKI W., KARLOVITS G. 2012.** „Virgin rapeseed oils obtained from different rape varieties by cold pressed method – their characteristics, properties and differences”. *European Journal of Lipid Science and Technology* 114, 3: 357–366.
- [33] **TYS J., SUJAK A., RYBACKI R. 2002.** „Wpływ temperatury suszenia na zawartość barwników w nasionach rzepaku ozimego”. *Rośliny Oleiste* 23: 95–102.
- [34] **TYS J., SZWED G., STROBEL W. 1999.** „Wpływ zanieczyszczeń na cechy jakościowe przechowywanych nasion rzepaku”. *Rośliny Oleiste* 20: 487–494.
- [35] **TYS J., SZWED G., STROBEL W. 2000.** „Wartość technologiczna nasion rzepaku uzależniona od technologii zbioru i warunków przechowywania”. *Rośliny Oleiste* 21, 135–144.
- [36] **WRONIAK M., PTASZEK A., RATUSZ K. 2013.** „Ocena wpływu warunków tłoczenia w prasie ślimakowej na jakość i skład chemiczny olejów rzepakowych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1, 86: 92–104.