

Agnieszka Górecka, Małgorzata Wroniak, Krzysztof Krygier

SGGW w Warszawie, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, WTŻ

## Wpływ ogrzewania nasion rzepaku na jakość wytłoczonego oleju

### The influence of heat treatment of rapeseed on the quality of pressed oil

Słowa kluczowe: olej rzepakowy, tłoczenie oleju, obróbka termiczna nasion, jakość oleju, stabilność oksydacyjna, olej virgin

Key words: rapeseed oil, pressed oil, seed heat treatment, oil quality, oxidative stability, virgin oil

Celem pracy była ocena wpływu ogrzewania nasion rzepaku (temperatura, rozdrobnienie nasion) na jakość wytłoczonego oleju. Zakres pracy obejmował tłoczenie oleju z nasion (całych lub rozdrobnionych) ogrzewanych w różnych temperaturach oraz oznaczenie wybranych wyróżników jakości otrzymanych olejów, tj. oznaczenie: barwy spektrofotometrycznie, liczby kwasowej, nadtlenkowej, anizydynowej, wskaźnika Totox, zawartości barwników chlorofilowych i stabilności oksydacyjnej w teście Rancimat. Do badań wykorzystano sześć partii nasion rzepaku przemysłowego i zastosowano kilka wariantów obróbki nasion: nasiona rozdrabniano i kondycjonowano przez 40 minut w temperaturach: 40, 60, 80, 100 i 180°C, kondycjonowano całe nasiona przez 40 minut w temperaturach 80 i 100°C, a następnie rozdrabniano. Nasiona poddawano procesowi tłoczenia w prasie hydraulicznej CAWER LABORATORY PRESS (USA) przy stałym ciśnieniu 40 MPa przez 20 minut. Stwierdzono, że temperatura kondycjonowania nasion przed tłoczeniem ma istotny wpływ na szereg cech jakościowych oleju (ciemnienie, wzrost liczby kwasowej, nadtlenkowej, wzrost zawartości barwników chlorofilowych, wzrost stabilności oksydacyjnej), a mniejsze znaczenie ma rozdrabnianie nasion. Jediną zaletą kondycjonowania całych nasion jest ograniczenie hydrolizy — brak istotnych zmian liczby kwasowej w stosunku do kondycjonowania

The aim of the work was to determine the influence of heat treatment of rapeseed on the quality of pressed oil. In each oil colour (in iodine scale and spectrophotometric), acid value, peroxide value, anisidine value, Totox index, content of chlorophyll pigments and oxidative stability in Rancimat Test were determined. Six batches of industrial rapeseed were used in investigation. Seeds were flaked before cooking and heated for 40 minutes at 40, 60, 80, 100, 180°C or seeds were heated at 80, 100°C and then flaked. Oil was expelled using hydraulic CAWER LABORATORY PRESS for 20 minutes with the pressure 40 Mpa. It was stated that heat treatment had significant influence on the quality of pressed oils (getting darker, increase of acid value, peroxide value, content of chlorophyll pigments and positive increase of oxidative stability in Rancimat Test), with lower influence of seeds flaking. The only positive effect of heat treatment of non-flaked seeds was the limited fat hydrolysis (lack of significant changes of acid value). Moreover heat treatment of non-flaked seeds did not give the positive increase of oxidative stability. In order to receive optimum oil quality — keeping positive characteristics of oil (increase of pressing efficiency and oxidative stability) and minimal negative changes (decreasing flavour, higher acid and peroxide value, increase of colour pigments) it is most beneficial to flake seeds and use heat treatment

nasion rozdrobnionych. Kondycjonowanie całych nasion nie powoduje również korzystnego wzrostu stabilności oksydatywnej w teście Rancimat. Dla uzyskania optymalnej jakości oleju, osiągnięcia pożądaných zmian (wzrost wydajności tłoczenia, wzrost stabilności) i zminimalizowania negatywnych (pogarszanie smakowości, wzrost liczby kwasowej i nadtlenkowej oraz ilości barwników) najkorzystniejsze wydaje się rozdrabnianie nasion i stosowanie temperatury kondycjonowania 60–80°C. Gwarantuje to uzyskanie oleju o dobrych cechach sensorycznych i fizyko-chemicznych. Jedynie z punktu widzenia stabilności oleju lepiej kondycjonować nasiona w wyższej temperaturze.

in range 60–80°C. This can guarantee obtaining good quality oil with organoleptic characteristics and physical-chemical properties. Only with regard to oxidative stability the best results were obtained in higher temperatures.

## Wstęp

---

Ogrzewanie nasion i tłoczenie na gorąco wpływa istotnie nie tylko na wydajność procesu, ale także na jakość oleju. Podczas tłoczenia oleju w podwyższonej temperaturze zwiększa się jego wydobywanie, jak również zawartość substancji towarzyszących. Niektóre z nich, takie jak: chlorofile, związki siarkowe, fosfolipidy, powodują obniżenie jakości oleju, a inne, takie jak: tokoferole, sterole, karotenoidy, ją podwyższają (Prior i in. 1991a, Domysławski i Krygier 1992, Minguez-Mosquera i in. 1990, Niewiadomski 1993). Jak twierdzi Krygier i in. (1995) obniżenie temperatury tłoczenia poniżej 40°C pozwala na uzyskanie oleju o dobrych właściwościach sensorycznych i fizyko-chemicznych, który nadaje się do bezpośredniej konsumpcji. Jakość oleju tłoczonego na gorąco jest gorsza w porównaniu z olejem tłoczonym na zimno, ale znacznie lepsza w stosunku do oleju ekstrakcyjnego. Olej tłoczony na gorąco na ogół jest poddawany rafinacji, aby otrzymać olej o wyższej jakości.

W pracach badawczych do tłoczenia na zimno stosuje się laboratoryjne prasy ślimakowe, gdzie maksymalna temperatura oleju na wyjściu z prasy wynosi 50°C (Rotkiewicz i in. 1995, Rotkiewicz i Konopka 1998) oraz hydrauliczne, gdzie temperaturą tłoczenia jest w zasadzie temperatura otoczenia (Krygier i in. 2000a, b). W rzemieślniczych tłoczniach oleju rzepakowego obok zagranicznych linii technologicznych (Krupp, French, de Smet) z powodzeniem pracują także krajowe linie opracowane m.in. przez firmę Bispomasz (Fornal i in. 1994, Podkówa i in. 1994, Podkówa i Podkówa 1995).

Nasiona rzepaku przed tłoczeniem można poddawać procesowi rozdrabniania i podgrzewania (Sionek 1997).

Etap rozdrabniania nasion może mieć istotne znaczenie dla wydajności procesu tłoczenia, gdyż ułatwia wydobywanie tłuszczu dzięki zniszczeniu struktury

tkankowej nasion i łupiny, otwarciu części komórek, powiększeniu powierzchni wypływu oleju i zmniejszeniu oporu tkanki (Niewiadomski 1993). Szczególnie ważne jest to w przypadku nasion tłoczonych na zimno, gdzie nie występuje istotny czynnik wpływający na łatwość wydobycia tłuszczu z nasion, jakim jest wysoka temperatura. Rozdrobnienie nasion aktywuje enzymy komórkowe miazgi, szczególnie lipazę, peroksydazę, fosfolipazę, a w przypadku rzepaku także mirozynazę. Zwiększenie powierzchni wypływu i częściowe uwolnienie oleju z komórek sprzyja również procesom oksydacji tłuszczu (Rutkowski i Krygier 1979). Zatem należy podkreślić, że rozdrobnione nasiona powinny być jak najszybciej poddawane dalszemu przerobowi, bowiem wzmożona aktywność enzymów nasiennej i działalność atmosferycznego tlenu może doprowadzić do znacznego pogorszenia jakości i stabilności tłoczonego oleju i śruty (Domysławski i Krygier 1992).

W celu ułatwienia wypływu oleju pod wpływem tłoczenia, rozdrobnione nasiona można poddawać kondycjonowaniu, które polega na podgrzaniu surowca i ewentualnym doprowadzeniu miazgi nasiennej do optymalnej wilgotności. Zabieg ten wpływa pozytywnie na efekty technologiczne (łatwość i głębokość wydobycia tłuszczu), ale jednocześnie może wiązać się z obniżeniem jakości śruty i oleju (Niewiadomski 1993).

Podgrzewanie ułatwia wydobywanie oleju z miazgi nasiennej przez zmianę cech fizycznych oleju oraz właściwości fizykochemicznych substancji komórkowej. Na skutek podgrzewania miazgi następuje zmniejszenie lepkości oleju i jego napięcia powierzchniowego oraz łączenie się w większe skupiska (krople) rozpuszczonych w protoplazmie cząsteczek tłuszczu, co ułatwia następnie mechaniczne wytłoczenie oleju (Rutkowski i Krygier 1979). Poza tym kondycjonowanie inaktywuje endogenne enzymy (lipazy, mirozynaza), co zapobiega nadmiernemu wzrostowi zawartości wolnych kwasów tłuszczowych i związków siarkowych w oleju (Rutkowski i Krygier 1979, Rotkiewicz i in. 1999) oraz niszczy mikroflorę powierzchniową nasion (Rotkiewicz i in. 1999).

Z drugiej strony tradycyjne kondycjonowanie miazgi nasiennej zwiększa ilość zanieczyszczeń rozpuszczalnych w oleju, takich jak: barwniki chlorofilowe, wolne kwasy tłuszczowe i związki siarki. Przyczynia się do tego działalność enzymów (lipazy, mirozynazy) we wcześniejszych etapach procesu oraz termiczna destrukcja związków kompleksowych, z których uwalniają się nietriacyloglicerolowe składniki lipidów (Rotkiewicz i in. 1999). Mimo to stwierdzono, że ze wzrostem temperatury kondycjonowania nasion wzrasta stabilność oksydacyjna otrzymanego oleju. Prior i in. (1991b) tłumaczą to wzrostem zawartości fosfolipidów w oleju, które wykazują synergizm z tokoferolami. Rotkiewicz (1991) stosowała hydrotermiczną obróbkę całych nasion w temperaturze 106°C. W tych badaniach stwierdzono, że ośmiominutowe ogrzewanie nasion w strumieniu pary o temperaturze 106°C powoduje całkowitą inaktywację mirozynazy, a wraz z nią prawdopodobnie innych enzymów, np. lipaz, które są uznawane za mniej stabilne termicznie.

W badaniach Zadernowskiego i in. (1994) nad tłoczeniem kondycjonowanych liścieni osiągnięto największą wydajność dla temperatury 90 i 100°C. Ponadto stwierdzono, że podnoszenie temperatury tłoczenia pociągnęło za sobą zwiększenie zanieczyszczeń w oleju. Konsekwencją kondycjonowania liścieni w różnych temperaturach był wzrost ilości barwników w tłoczonych olejach, przy czym najwyższy stwierdzono w przypadku ogrzewania liścieni w temperaturze 70°C. Poza tym stosowanie coraz wyższych temperatur kondycjonowania powodowało niekorzystny wzrost zawartości fosforu i siarki w uzyskiwanych olejach.

## Material i metody badawcze

---

Do badań wykorzystano sześć partii nasion rzepaku przemysłowego, odmiany podwójnie uszlachetnionej, tzw. „00”, pochodzącej z Zakładów Przemysłu Tłuszczowego w Warszawie. Nasiona spełniały wymogi stawiane w normie na ziarno rzepaku PN-90/R-66151. Średnia zawartość wody w nasionach wynosiła 6,2%, a średnia zawartość zanieczyszczeń ogółem 4,7%.

Zastosowano kilka wariantów obróbki nasion:

- nasiona rozdrabniano i ogrzewano przez 40 minut w temperaturach: 40, 60, 80, 100 i 180°C,
- całe nasiona ogrzewano przez 40 minut w temperaturach 80 i 100°C, a następnie rozdrabniano.

Nasiona rozdrabniano w młynku laboratoryjnym typu WŻ-1 przez 10 sekund, ogrzewanie nasion prowadzono w suszarce laboratoryjnej.

Przygotowane nasiona poddawano procesowi tłoczenia w prasie hydraulicznej CAWER LABORATORY PRESS (USA) przy stałym ciśnieniu 40 MPa przez 20 min.

Oleje przebadano oznaczając:

- liczbę kwasową (PN-ISO 660:1998),
- liczbę nadtlenkową (PN-ISO 3960:1996),
- liczbę anizydynową i wskaźnik TOTOX (PN-93/A-86926),
- barwę w skali jodowej (PN-58/C-04526),
- barwę spektrofotometrycznie (PN-A-86934),
- spektrofotometrycznie zawartość barwników chlorofilowych (AOCS 1997),
- stabilność oksydacyjną olejów — test Rancimat w temperaturze 120°C (PN-ISO 6886:1997).

## Wyniki i dyskusja

---

Wszystkie badane oleje z nasion ogrzewanych do temperatury 80°C miały smak swoisty, przyjemny, roślinny, typowy dla oleju rzepakowego tłoczonego. Oleje z nasion ogrzewanych w 100°C posiadały już nieprzyjemny posmak tra-

wiasty, który w przypadku olejów z nasion ogrzewanych w 180°C był intensywny, miał także posmak spalenizny. Oleje wytłoczone z nasion ogrzewanych do 100°C były klarowne, jedynie w olejach z nasion podgrzewanych w 180°C wystąpiło zmętnienie i wytrącił się osad.

Ze wzrostem temperatury ogrzewania odnotowano wzrost zawartości zarówno barwników chlorofilowych, jak i karotenoidowych (tab. 1). Barwa ogółem olejów z nasion nie ogrzewanych i ogrzewanych do 60°C statystycznie się nie różniła. Oleje z nasion całych i rozdrobnionych ogrzewanych w 100°C charakteryzowały się barwą ogółem o 40% wyższą niż z nasion nie ogrzewanych, zaś oleje z nasion ogrzewanych w 180°C charakteryzowały się dwukrotnie wyższą wartością barwy ogółem. Oleje z nasion ogrzewanych w 80 i 100°C niezależnie od sposobu obróbki termicznej (nasiona całe, rozdrobnione) nie różniły się istotnie statystycznie między sobą.

Obróbka termiczna nasion przed tłoczeniem wpływa na zawartość barwników chlorofilowych w oleju wyrażoną jako mg feofityny a/kg (tab. 1). Ze wzrostem temperatury wzrasta zawartość feofityny a, chociaż w olejach z nasion ogrzewanych do 80°C nie różni się istotnie statystycznie od ilości w olejach z nasion nie ogrzewanych. W olejach z nasion rozdrobnionych ogrzewanych w temperaturze 180°C była dwukrotnie wyższa niż w olejach z nasion nie ogrzewanych. Oleje z całych nasion, jak i nasion rozdrobnionych ogrzewanych w temperaturze 80 i 100°C nie różniły się istotnie statystycznie między sobą. Obróbka termiczna rozdrobnionych nasion w temperaturze do 80°C nie spowodowała istotnego wzrostu zawartości barwników chlorofilowych w badanych olejach. Wyniki oznaczeń zawartości feofityny a i barwników chlorofilowych przy oznaczaniu barwy spektrofotometrycznie są zbieżne, zaobserwowano podobne tendencje wzrostu zawartości tej grupy barwników ze wzrostem temperatury kondycjonowania nasion.

Badane oleje, niezależnie od temperatury i metody obróbki termicznej, spełniały normę pod względem liczby kwasowej, której średnia wartość wynosiła od 1,82 do 2,30 mg KOH/g (tab. 1). Ze wzrostem temperatury wzrasta istotnie statystycznie liczba kwasowa otrzymanych z nich olejów, ale dotyczy to wyłącznie nasion rozdrobnionych. Ogrzewanie nasion całych nie powoduje wzrostu liczby kwasowej.

Średnia wartość liczby nadtlenkowej badanych olejów z nasion ogrzewanych kształtowała się w przedziale od 2,05 do 3,36 milirównoważników tlenu aktywnego/kg (tab. 1), zatem oleje spełniały wymagania podane w normie (10 milirównoważników tlenu aktywnego/kg). Zastosowanie obróbki termicznej nasion całych i rozdrobnionych spowodowało istotny statystycznie wzrost liczby nadtlenkowej badanych olejów. Zaobserwowano, że podwyższenie temperatury o kolejne 20°C powoduje wzrost liczby nadtlenkowej o 10% w stosunku do olejów z nasion nie ogrzewanych. Średnia wartość liczby nadtlenkowej olejów ogrzewanych w 180°C była wyższa o 61% od olejów uzyskanych bez zastosowania obróbki termicznej. Rozdrabnianie nasion lub jego brak przed obróbką termiczną nie miało istotnego

Tabela 1 pozioma

wpływu na wartość liczby nadtlenkowej. Oleje z całych, jak i rozdrobnionych nasion ogrzewanych w 100°C nie różniły się istotnie statystycznie.

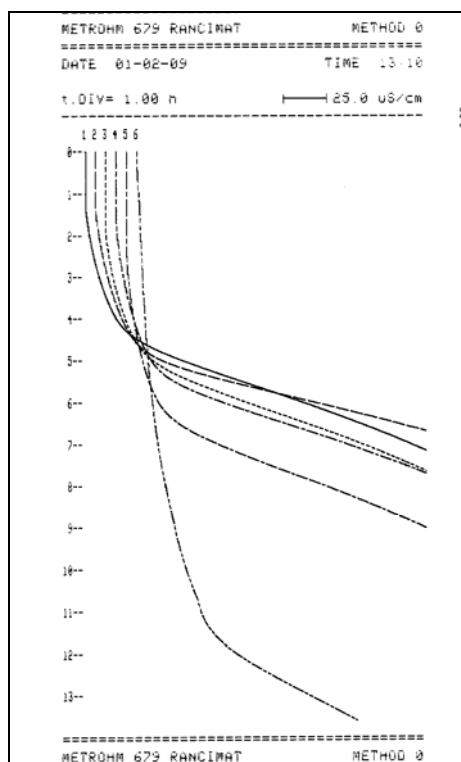
Średnia wartość liczby anizydynowej olejów z nasion ogrzewanych do 100°C (dla nasion rozdrobnionych i całych) wahała się od 0,90 do 1,09 i nie różniła się istotnie statystycznie między sobą (tab. 1). Jedynie oleje z nasion rozdrobnionych, ogrzewanych w temperaturze 180°C charakteryzowały się znacznie wyższą liczbą anizydynową, która wynosiła 9,58. Zatem można stwierdzić, że temperatura do 100°C nie powoduje wzrostu wartości liczby anizydynowej. Nie zaobserwowano również wpływu sposobu przygotowania nasion przed ogrzewaniem (rozdrabnianie lub jego brak) na wartość liczby anizydynowej.

Biorąc pod uwagę wskaźnik oksydacji tłuszczu Totox, odnotowano istotny wzrost tego wskaźnika ze wzrostem temperatury od wartości 5,02 dla olejów uzyskanych bez ogrzewania nasion, do wartości 16,32 w przypadku oleju z nasion ogrzewanych w 180°C (tab. 1). Przy czym wzrasta on nieznacznie dla olejów ogrzewanych w temperaturach do 100°C, co potwierdza statystyczna analiza wyników. Obróbka termiczna całych nasion spowodowała istotny statystycznie wzrost tego wskaźnika w stosunku do olejów z nasion nie ogrzewanych, jednakże nie zaobserwowano różnicy w wartości Totox dla olejów z nasion rozdrobnionych i całych ogrzewanych w temperaturach 80 i 100°C, co potwierdziła analiza statystyczna.

Ze wzrostem temperatury obróbki termicznej zaobserwowano wzrost czasu indukcji olejów (tab. 1), ale obserwacja ta dotyczy wyłącznie nasion rozdrobnionych. Najwyższą stabilnością oksydacyjną charakteryzował się olej z rozdrobnionych nasion ogrzewanych w 180°C. Jego czas indukcji był średnio aż o 109% dłuższy niż oleju z nasion nie ogrzewanych, mimo że olej ten charakteryzował się najwyższą ze wszystkich olejów liczbą nadtlenkową.

Zatem ogrzewanie całych nasion nie wpływa na stabilność oksydacyjną olejów. Pod tym względem obróbka termiczna nasion rozdrobnionych jest korzystniejsza. Można to tłumaczyć tym, że podczas obróbki całych nasion ograniczone jest powstawanie i przechodzenie do oleju związków o działaniu przeciwutleniającym, m.in. produktów nieenzymatycznego brunatnienia.

Przebieg krzywej stabilności olejów tłoczonych na zimno charakteryzuje się brakiem wyraźnego końca okresu indukcyjnego, tzn. załamanie krzywej nie jest gwałtowne, lecz stopniowo zmienia kierunek (rys. 1). Wzrost temperatury powoduje zaostrenie przegięcia krzywej utleniania, co potwierdza wcześniejsze opinie o wpływie lotnych produktów zawartych w olejach tłoczonych na zimno na przebieg krzywej oksydacji.



- 1 – olej z nasion nie kondycjonowanych  
*oil from not heated seeds*
- 2 – olej z nasion kondycjonowanych w temp. 40°C,  
*oil from seeds heated at 40 °C*
- 3 – olej z nasion kondycjonowanych w temp. 60°C  
*oil from seeds heated at 60 °C*
- 4 – olej z nasion kondycjonowanych w temp. 80°C  
*oil from seeds heated at 80 °C*
- 5 – olej z nasion kondycjonowanych w temp. 100°C  
*oil from seeds heated at 100 °C*
- 6 – olej z nasion kondycjonowanych w temp. 180°C  
*oil from seeds heated at 180 °C*

Rys. 1. Przykładowe krzywe charakterystyczne utleniania oleju w teście Rancimat w zależności od temperatury kondycjonowania nasion rozdrobnionych — *The example of characteristics curves of oil oxidation in Rancimat test in dependence of heat treatment of flaked seeds*

## Wnioski

Temperatura ogrzewania nasion przed tłoczeniem ma istotny wpływ na szereg cech jakościowych oleju, a mniejsze znaczenie ma rozdrabnianie. Jediną zaletą ogrzewania całych nasion w porównaniu do ogrzewania nasion rozdrobnionych jest ograniczenie hydrolizy tłuszczu w całych nasionach (brak istotnych zmian liczby kwasowej).

Dla uzyskania optymalnej jakości oleju i uzyskania pożądanych zmian, takich jak wzrost stabilności oleju, oraz zminimalizowania negatywnych zmian (wzrost liczby kwasowej i nadtlenkowej oraz ilości barwników), najkorzystniejsze wydaje się rozdrabnianie nasion oraz stosowanie temperatury kondycjonowania 60–80°C. Gwarantuje to uzyskanie oleju o dobrych cechach sensorycznych i fizyko-chemicznych. Jedinie z punktu widzenia stabilności oleju najlepiej kondycjonować nasiona w wyższej temperaturze.



## Conclusions

---

The heat treatment of rapeseed before pressing has significant influence on oil quality characteristic. Seed flaking has lower influence. The only positive effect of heat treatment of non-flaked seeds was limited hydrolysis of fat in whole seeds (lack of significant changes of acid value).

For optimum quality — keeping positive characteristic of oil such as increasing oxidative stability and minimal negative changes (higher acid and peroxide value, increase of colour pigments) it is most beneficial to flake seeds and use heat treatment in range 60–80°C. This can guarantee obtaining of oil with good organoleptic characteristics and physical-chemical properties. Only with regard to oxidative stability the best results were reached in higher temperatures.

## Literatura

---

- Domysławski W., Krygier K. 1992. Olejarnie, Informator branżowy, Wydawnictwo IBMER, Warszawa.
- Fornal J., Piskula M., Ostaszyk A., Walewski J., Kozłowska H. 1994. Charakterystyka procesu tłoczenia nasion rzepaku w prasie 02 PVO. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV: 161-170.
- Krygier K., Ratusz K., Supeł B. 1995. Jakość i stabilność olejów tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI: 307-313.
- Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M. 1998. Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX: 573-582.
- Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S., Obiedziński M. 2000a. Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI: 587-596.
- Krygier K., Wroniak M., Wódka M., Grześkiewicz S., Obiedziński M. 2000b. Badania wpływu czasu tłoczenia na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 23: 39-48.
- Minguez-Mosquera M., Gandul-Rojas B., Garrido-Fernandez J., Gallardo L. 1990. Pigments present in virgin olive oil. *JAACS*, 67: 192-196.
- Mińkowski K. 1995. Wpływ wybranych procesów technologicznych na jakość i trwałość oleju wiesiołkowego. *Tłuszcze Jadalne*, 25: 10-17.
- Niewiadomski H. 1993. *Technologia tłuszczów jadalnych*. WNT, Warszawa, 42-45.
- Podkówka W., Podkówka Z. 1995. Badania stabilności oleju z rzepaku tłoczonego na zimno. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI: 263-266.
- Podkówka W., Podkówka Z., Dorszewski P. 1994. Wartość pokarmowa wytlóków z nasion rzepaku otrzymywanych przy zastosowaniu prasy 02 PVO. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV: 179-182.
- Prior E., Vadke V., Sosulski F. 1991a. Effect of Heat Treatments on Canola Press Oils and Non-Triglyceride Components. *JAACS*, 68: 401-406.
- Prior E., Vadke V., Sosulski F. 1991b. Effect of Heat Treatments on Canola Press Oils. II Oxidative Stability. *JAACS*. 68: 407-411.

- Rotkiewicz D. 1991. Inaktywacja mirozynazy w nasionach rzepaku jako sposób poprawy jakości śruty i oleju. Zeszyty Naukowe ART, Olsztyn, 23, suplement A, 21-29.
- Rotkiewicz D., Konopka I., Sobieski G. 1995. Stabilność oleju rzepakowego tłoczonego i ekstrahowanego na zimno. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XVI: 293-300.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1998. Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion o zróżnicowanej jakości. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XIX: 583-591.
- Rotkiewicz D., Konopka I., Żylik S. 1999. Stan badań nad optymalizacją procesu przetwórstwa nasion rzepaku. I. Wydobywanie oleju. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX: 161-168.
- Rutkowski A., Krygier K. 1979. Technologia i analiza tłuszczów jadalnych. Wyd. SGGW, Warszawa, 51-52.
- Sionek B. 1997. Olej tłoczony na zimno. Rocznik PZH, 48, 3: 283-293.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Markiewicz K. 1994. Technologia tłoczenia oleju z obłuskanych nasion rzepaku. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XV: 171-178.

Tabela 1

Charakterystyka olejów z nasion ogrzewanych i wyniki analizy statystycznej, wartości średnie z 6 prób  
*Characteristics of oils from heated seeds and results of statistic analysis*

Cecha <i>Characteristic</i>	Temperatura ogrzewania — <i>Temperature of heat treatment</i> [°C]							
	nasiona rozdrobnione — <i>flaked seeds</i>						nasiona całe — <i>non-flaked seeds</i>	
	20	40	60	80	100	180	80	100
Smakowitość w 20°C <i>Flavour</i>	swoista, przyjemna, roślinna				swoista, lekki posmak trawiasty	swoista, inten- sywny posmak trawiasty, spalony	swoista, przyjemna roślinna	swoista, lekko trawiasty posmak
Klarowność po 24 h — <i>Transparency</i>	klarowny					mętny, osad	klarowny	klarowny
Barwa w skali jodowej <i>Colour in iodine scale</i> [mg jodu/100 ml]	45a	45a	45a	58b	130c	130d	58b	58b
Barwa ogółem spektrofotometrycznie <i>Spectrophotometric colour</i>	987a	1060ab	1123abc	1263bcd	1382d	1956e	1178abcd	1324cd
A <sub>442</sub>	0,560a	0,616ab	0,664b	0,743cd	0,773d	0,915e	0,674bc	0,741cd
A <sub>668</sub>	0,426a	0,444ab	0,459ab	0,520ab	0,609b	1,040c	0,504ab	0,583ab
Barwniki chlorofilowe <i>Chlorophyll pigments</i> [mg feofityny a/kg]	16,01a	17,01ab	16,83ab	18,73abc	20,74cd	32,01e	19,84bcd	23,04d
Liczba kwasowa — <i>Acid value</i> [mgKOH/g]	1,82a	1,89b	2,04c	2,17d	2,24e	2,30f	1,83a	1,80a
Liczba nadtlenkowa — <i>Peroxide value</i> [m.równ. O <sub>2</sub> /kg]	2,05a	2,30b	2,49c	2,67d	2,90e	3,36f	2,88e	3,03e
Liczba anizydynowa — <i>Anisidin value</i> [absorbancja × 100]	0,90a	0,96a	0,94a	1,02a	0,92a	9,58b	1,06a	1,09a
Wskaźnik Totox — <i>Totox index</i>	5,02a	5,50ab	5,92bc	6,33cd	6,72de	16,32f	6,80de	7,17e
Czas indukcji — <i>Induction time</i> [h]	4,68a	4,84ab	5,02bc	5,25c	5,99d	9,76e	4,64a	4,84ab

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$   
*Values marked with the same letter do not differ significantly at  $\alpha = 0.05$*