

**Małgorzata Tańska, Daniela Rotkiewicz**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych

## **Wartość technologiczna frakcji nasiennych rzepaku przechowywanego przez okres jednego roku**

### **Technological value of rapeseed seed fractions after one year storage**

Słowa kluczowe: wymiary nasion rzepaku, wartość technologiczna po przechowywaniu, jakość oleju

Key words: seed size of rapeseed, technological value after storage, quality of oil

Celem pracy było ustalenie, w jakim stopniu roczny okres przechowywania zmienia wartość technologiczną frakcji nasion rzepaku o zróżnicowanych wymiarach oraz jaka jest jakość wyekstrahowanego z nich oleju. Nasiona rzepaku przemysłowego przechowywanego w warunkach magazynu płaskiego przez rok rozdzielono za pomocą sit na trzy frakcje: >2,0 mm, 1,6–2,0 mm oraz <1,6 mm. Ustalono udział poszczególnych frakcji oraz oznaczono wilgotność, masę 1000 nasion, zawartość tłuszczu, zanieczyszczeń, fosforu fitynowego, związków fenolowych, glukozydów, skład lipidowy i wydajność tłoczenia. W wyekstrahowanym oleju oznaczono barwę, zawartość karotenoidów, fosfolipidów ogółem i niehydratowalnych, zawartość skoniugowanych kwasów dienowych i trienowych oraz liczby charakteryzujące stopień hydrolizy i utlenienia oleju: liczbę kwasową (LK), liczbę nadtlenkową (LN) oraz liczbę anizydynową (LA). Stwierdzono, że przechowywanie nasion rzepaku przez rok wpłynęło na wzrost udziału frakcji najdrobniejszej. Wyróżniki wartości technologicznej poszczególnych frakcji w większości uległy istotnym zmianom. Największe zmiany miały miejsce we frakcji najdrobniejszej, w której zwiększyła się zawartość zanieczyszczeń, zwłaszcza nasion uszkodzonych i spleśniałych oraz nastąpiło największe pogorszenie jakości wyekstrahowanego z niej oleju. Pogorszenie to wyrażało się wzrostem zawartości fosfolipidów ogółem i niehydratowalnych, liczby kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej oraz skoniugowanych kwasów dienowych.

The purpose of this work was to determine to what degree one year storage of rapeseed seeds, whose size was differentiated, influence technological value of seeds and oil quality. Seeds of rape, stored in planar store, were separated on sieves receiving three fractions: >2.0; 1.6–2.0 and <1.6 mm. Shares of fractions were established and seeds were analysed by determining moisture, 1000 seed weight, and content of fat, impurities, phytine phosphorus, phenolic compounds, glucosinolates; also composition of lipids and yield of pressing were estimated. In extracted oils the following elements were analysed: the colour, content of carotenoids, total and non-hydratable phospholipids, composition of fatty acids, content of conjugated diene and triene acids and values characterising oil hydrolysis and oxidation: acid value (LK), peroxide value (LN) and anisidine value (LA). It was found that one year storage of rapeseed seeds increased the smallest fraction share. The values of technological quality factors of individual fractions were undergoing significant changes. The largest changes were observed in the smallest fraction, in which impurities content increased, especially damaged and mouldy seeds as well as the greatest quality deterioration of extracted oil was observed. This deterioration was expressed by increases of content of general and non-hydratable phospholipids, of acid, peroxide and anisidine values and content of conjugated diene.

## Wstęp

---

Wartość technologiczna nasion rzepaku jako surowca do produkcji oleju jadalnego zależy od wielu czynników. Spośród nich wymienia się między innymi czynniki uprawowe, takie jak odmiana, warunki glebowo-klimatyczne i agrotechniczne oraz czynniki technologii sprzętu, suszenia i przechowywania (Tańska i Rotkiewicz 2003). W ostatnich latach za czynnik warunkujący wartość technologiczną nasion rzepaku uznano ich wymiary (Mińkowski 2000, Rotkiewicz i in. 2002). Nasiona o wymiarach większych cechują się korzystniejszą proporcją zarodka (liścienie + korzonek zarodkowy) do okrywy nasiennej niż nasiona drobne (Mińkowski 2000). Okrywę nasienną cechuje niska zawartość tłuszczu, nie przekraczająca 15%, podczas gdy w liścieniach tłuszcz stanowi powyżej 50% ich suchej masy (Mińkowski i Krygier 1998, Zadernowski i in. 1993). Tłuszcz okrywy nasiennej jest gorszej jakości niż zarodka, gdyż zawiera więcej gliceroli niepełnych, wolnych kwasów tłuszczowych, produktów utlenienia lipidów, barwników oraz związków fosforu (Mińkowski i Krygier 1998, Zadernowski i in. 1993, Rotkiewicz i in. 2002). Śruta poekstrakcyjna z większym udziałem okrywy nasiennej ma wyższą zawartość włókna surowego, a tym samym niższą wartość pokarmową (Chibowska i in. 1995). Usuwanie okrywy nasiennej rzepaku w procesie obłuszczenia poprawia wprawdzie jakość oleju i śruty, ale utrudnia tłoczenie i ekstrakcję (Ochodzki i Rakowska 1994, Zadernowski i in. 1994). Technologia obłuskiwania nasion rzepaku jest trudna, stąd żaden z licznych pomysłów na jej wykonanie nie znalazł zastosowania w przemyśle olejarskim (Niewiadomski 1983, Rotkiewicz i Zadernowski 1997). Podobne korzyści do obłuskiwania może przynieść frakcjonowanie nasion rzepaku. Badania wstępne (Rotkiewicz i in. 2002) wykazały, że frakcje o większych wymiarach są surowcem o wyższej wartości technologicznej niż frakcja najdrobniejsza. Otrzymany z niej olej zawiera dużo barwników chlorofilowych oraz produktów hydrolizy i utlenienia lipidów. W cytowanej pracy analizowano wartość technologiczną frakcji wyodrębnionych z nasion tuż po sprzęcie (Rotkiewicz i in. 2002). Podczas przechowywania wartość technologiczna nasion rzepaku pogarsza się. Jedną z przyczyn pogorszenia mogą być przemiany biochemiczne związane z upływem czasu, określane jako „starzenie się” nasion (Dawidowicz-Grzegorzewska i Podstolski 1992). Stąd celem prezentowanej pracy jest ocena wartości technologicznej frakcji nasiennych wyodrębnionych z rzepaku przechowywanego przez okres jednego roku.

## Material i metody

---

Materiał do badań stanowiły przemysłowe nasiona rzepaku podwójnie uszlachetnionego, ze zbiorów 2001 roku, analizowane we wcześniejszej pracy jako świeżo zebrane (Rotkiewicz i in. 2002). Partię nasion o masie 500 kg przechodo-

wywano przez okres jednego roku w warunkach magazynu płaskiego: wilgotność względna powietrza 65–75%, temperatura 4–16°C, wysokość przyzmy 1 m, aktywne wietrzenie przez przerzucanie przyzmy co 2 miesiące (październik, grudzień 2001, luty, kwiecień, czerwiec 2002). Pobraną próbę nasion oczyszczano standardowo i frakcjonowano na sitach, uzyskując trzy frakcje:

- 1) nasiona drobne, o wymiarach < 1,6 mm,
- 2) nasiona średnie, o wymiarach 1,6–2,0 mm
- 3) nasiona dorodne, o wymiarach > 2,0 mm.

We frakcjach nasiennych oznaczano: zawartość wilgoci według PN-62/R-66163, zawartość tłuszczu wg PN-73/R-66164, masę 1000 nasion za pomocą licznika nasion typu LN-S-50, zawartość zanieczyszczeń zgodnie z normą PN-91/R-66160, zawartość fosforu w substancji nietłuszczowej (fitynowy) metodą z wanadanem amonowym wg PN-88/A-86930, całkowitą zawartość związków fenolowych metodą Ribereau-Gayon (1972) i glukozyolanów metodą glukozyową Heaney'a i in. (1988), udział lipidów niepolarnych i polarnych metodą chromatografii kolumnowej (Bekes i in. 1983 z modyfikacjami Fenyvesi-Simon i in. 1992) oraz badano wydajność tłoczenia oleju na laboratoryjnej prasie ślimakowej „Komet”, typ CA-596, produkcji IBG Monforts-Reiners. Wydajność tłoczenia wyrażano w procentach jako stosunek masy oleju wytłoczonego do masy oleju faktycznie zawartego w poszczególnych frakcjach.

W olejach poszczególnych frakcji nasiennych, wyekstrahowanych eterem naftowym w aparatach Soxhleta oznaczano: barwę wg PN-A-86934:1995, zawartość karotenoidów wg Toro-Vazquez (1991), zawartość fosforu fosfolipidowego ogółem i niehydratowalnego zgodnie z normą PN-88/A-86930, liczbę kwasową wg PN-60/A-86921, liczbę nadtlenkową wg PN-ISO-3960:1996, liczbę anizydynową i wskaźnik Totox wg PN-93/A-86926 oraz zawartość skoniugowanych kwasów dienowych ( $A_{233}$ ) i trienowych ( $A_{268}$ ) wg AOCS Cd 7-58:1973.

Wyniki badań, wykonanych w trzech równoległych powtórzeniach poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji z testami Duncana ( $\alpha = 0,05$ ).

## Wyniki i dyskusja

W badanej próbce nasion rzepaku przemysłowego przechowywanego przez rok, udział frakcji o różnych wymiarach był następujący: 16,96% frakcji powyżej 2,0 mm, 70,22% frakcji 1,6–2,0 mm oraz 12,82% frakcji poniżej 1,6 mm (tab. 1).

W porównaniu do ich udziału w materiale tuż po sprzęcie, wynoszącym odpowiednio 16,88, 77,27 oraz 5,86%, nastąpiły zmiany w udziale frakcji średniej i drobnej. Po rocznym okresie przechowywania udział frakcji średniej obniżył się o 7% i o tę samą wartość wzrósł udział frakcji drobnej. Za jedną z możliwych przyczyn wzrostu udziału frakcji drobnej można uznać obniżenie wilgotności

Tabela 1

Wyróżniki wartości technologicznej nasion — *Discriminates of rapeseed technological value*

Wyróżnik <i>Discriminate</i>	Frakcje nasion — <i>Seed fractions</i>					
	> 2,0 mm		1,6–2,0 mm		< 1,6 mm	
	2001*	2002	2001*	2002	2001*	2002
Udział frakcji [%] — <i>Share of fraction</i>	16,88 a	16,96 a	77,27 a	70,22 b	5,86 a	12,82 b
Wilgotność nasion [%] — <i>Seeds moist</i>	6,17 a	6,10 a	6,25 a	6,02 b	7,45 a	7,01 b
<i>Zanieczyszczenia użyteczne [%] — Usable impurities</i>						
— ogółem — <i>total</i>	1,95 a	1,96 b	3,36 a	3,43 b	6,75 a	8,03 b
— nasiona zielone — <i>green seeds</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
— nasiona porośnięte — <i>sprouted seeds</i>	0,71 a	0,72 a	0,14 a	0,17 b	0,78 a	0,83 a
— inne — <i>others</i>	1,24 a	1,24 a	3,22 a	3,26 b	5,97 a	7,20 b
<i>Zanieczyszczenia nieużyteczne [%] — Useless impurities</i>						
— ogółem — <i>total</i>	4,70 a	4,84 a	3,12 a	3,39 a	12,89 a	13,36 b
— nasiona spleśniałe — <i>mouldy seeds</i>	2,32 a	2,45 a	2,32 a	2,56 a	5,86 a	6,40 b
— nasiona chwastów — <i>weed seeds</i>	2,38 a	2,39 a	0,80 a	0,83 a	5,95 a	5,90 a
— mineralne — <i>minerals</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09 a	1,06 a
Masa 1000 nasion [g] <i>1000 seed weight</i>	5,49 a	5,42 a	4,71 a	4,62 b	2,95 a	2,85 b
Zawartość tłuszczu [% s.m.] <i>Fat content</i>	42,76 a	43,42 b	42,92 a	43,42 a	35,72 a	35,96 a
Fosfor fitynowy [ppm w s.m.b.] <i>Phytine phosphorus content</i>	9885 a	9150 b	10149 a	9669 b	10773 a	10466 b
Związki fenolowe [% s.m.] <i>Phenolic compounds</i>	3,75 a	3,66 b	4,15 a	3,77 b	4,32 a	4,00 b
Glucozylolany [µM/g s.m.b.] <i>Glucosinolates</i>	5,58 a	5,53 a	5,12 a	5,13 a	2,33 a	2,36 a
Wydajność tłoczenia [%] <i>Yield of pressing</i>	77,65 a	77,75 a	73,83 a	78,55 b	65,76 a	76,28 b
<i>Skład lipidów nasion [%] — Seed lipids composition:</i>						
— lipidy niepolarne — <i>non-polar lipids</i>	96,14 a	97,08 b	96,42 a	96,89 b	93,38 a	96,18 b
— glikolipidy — <i>glicolipids</i>	1,25 a	0,97 b	1,39 a	0,87 b	2,80 a	1,07 b
— fosfolipidy — <i>phospholipids</i>	2,61 a	1,95 b	2,20 a	2,24 a	3,82 a	2,75 a

Analizy statystycznej dokonano w obrębie poszczególnych frakcji. Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) — *Statistical analysis was executed for individual fractions. Values marked with the same letter are not significantly different ( $\alpha = 0.05$ )*

2001\* — wyniki opublikowane zamieszczone ponownie w celu zwiększenia czytelności pracy — *the results have been already published, here included for better clarity of the work* (Rotkiewicz i in. 2002)

frakcji średniej, z której część nasion, po wyschnięciu i obniżeniu wymiarów, mogła przemieścić się do frakcji drobnej. Inną przyczyną mógł być wzrost zawartości zanieczyszczeń użytecznych, zwłaszcza nasion mocno uszkodzonych (pokruszonych), przynależnych do podgrupy „inne” (tab. 1). Podczas przechowywania materiał był kilkakrotnie przerzucany, co mogło spowodować uszkodzenie dodatkowej liczby nasion. Szwed i Tys (1995a, b) udowodnili, że nasiona suche oraz drobne są bardziej podatne na działanie sił dynamicznych i łatwiej ulegają uszkodzeniu. Wysychanie nasion rzepaku wiąże się z pogłębieniem różnicy wilgotności okrywy nasiennej i zarodka. Okrywa jako zewnętrzna część morfologiczna nasienia o niskiej zawartości tłuszczu (Mińkowski i Krygier 1998, Zadernowski i in. 1993) wysycha szybciej, przez co może stawać się podatniejsza na kruszenie. Nasiona pozbawione okrywy mogą łatwo rozpadać się na połówki liścieniowe i korzonek zarodkowy, gdyż elementy te nie są zrosnięte ze sobą, a jedynie ściśle upakowane wewnątrz okrywy (Kozirok i in. 2003). Po przechowywaniu w każdej frakcji zwiększyła się zawartość nasion spleśniałych, przy czym w największym stopniu, o około 0,5%, we frakcji drobnej (tab. 1). Przyczyną zwiększenia udziału nasion spleśniałych mogło być ujawnienie się pleśni istniejącej już po zbiorze, która w początkowym stadium swego rozwoju mogła być niewidoczna, a ujawniła się po znacznie późniejszym rozwinięciu się podczas przechowywania. Masa 1000 nasion wszystkich frakcji uległa niewielkiemu obniżeniu, będącemu prawdopodobnie efektem utraty wilgoci. Zawartość tłuszczu po przechowywaniu zwiększyła się we wszystkich frakcjach. We frakcji największej wzrost ten wynosił 0,66% i był istotny, natomiast we frakcjach średniej i drobnej wynosił odpowiednio 0,5 i 0,24%. Przyczyną zwiększenia zawartości tłuszczu w przechowywanych nasionach mogły być przemiany w obrębie grup lipidów. Stwierdzono mianowicie, że we wszystkich frakcjach obniżył się udział lipidów polarnych, a wzrósł niepolarnych (tab. 1). Podczas wydobywania oleju niepolarnym eterem naftowym wydobywa się wyłącznie lipidy niepolarne, polarne natomiast pozostają w substancji nietłuszczowej jako składniki związane ze strukturami komórkowymi. Po rocznym okresie przechowywania udział lipidów niepolarnych zwiększył się istotnie we wszystkich frakcjach kosztem lipidów polarnych, zatem stwierdzony wzrost zawartości tłuszczu w nasionach jest pozorny. Przemiany lipidów podczas przechowywania nasion rzepaku związane są z ich starzeniem się. Dawidowicz-Grzegorzewska i Podstolski (1992) badając ultrastrukturalne zmiany w obrębie komórek nasiennych przechowywanego rzepaku uznali, że mają one charakter rozpadu struktur zorganizowanych, np. zanikanie membran sferozomów i koalescencja tłuszczu.

Dezorganizacja strukturalna prawdopodobnie umożliwia bezpośredni kontakt substratów i enzymów, prowadząc m.in. do wytworzenia pochodnych lipidów.

Stwierdzone przemiany lipidów wpłynęły na wzrost wydajności tłoczenia, istotny we frakcjach średniej i drobnej, wynoszący odpowiednio 4,72 oraz 10,52% (tab. 1). Po przechowywaniu najwyższą wydajnością tłoczenia wynoszącą 78,55% cechowała się frakcja średnia, najniższą frakcja drobna — 76,28%.

Tabela 2

Wyróżniki jakości oleju ekstrakcyjnego — *Discriminates of extracted oil quality*

Wyróżnik <i>Discriminate</i>	Fracje nasion — Seed fractions					
	> 2,0 mm		1,6–2,0 mm		< 1,6 mm	
	2001*	2002	2001*	2002	2001*	2002
Absorbancja dla — <i>Absorbance for:</i>						
— karotenoidów (A <sub>442</sub> ) — <i>carotenoids</i>	0,628 a	0,660 a	0,799 a	0,863 b	1,106 a	1,406 b
— chlorofili (A <sub>668</sub> ) — <i>chlorophylls</i>	0,223 a	0,117 b	0,231 a	0,156 b	0,358 a	0,280 b
— barwa ogółem (B) — <i>total colour</i>	851 a	776 b	1030 a	1019 b	1464 a	1686 b
Karotenoidy [ppm] — <i>Carotenoids</i>	32,4 a	36,98 b	38,0 a	41,04 b	68,4 a	69,39 b
Fosfor fosfolipidowy [ppm] <i>Phospholipid phosphorus</i>	398 a	437 b	409 a	492 b	682 a	758 b
Fosfor fosfolipidowy niehydratowalny <i>Non-hydratable phospholipid phosphorus</i> [ppm]	123 a	138 b	160 a	166 a	188 a	219 b
Liczba kwasowa [mg KOH/g oleju] <i>Acid value</i>	1,19 a	1,96 b	2,85 a	2,87 a	4,69 a	5,98 b
Liczba nadtlenkowa [mEq O <sub>2</sub> /kg oleju] <i>Peroxide value</i>	1,92 a	2,31 a	2,79 a	3,63 b	2,83 a	4,49 b
Liczba anizydynowa — <i>Anisidine value</i>	1,05 a	1,32 b	1,55 a	2,34 b	2,12 a	4,12 b
Wskaźnik Totox — <i>Totox factor</i>	4,88	5,94	7,12	9,80	7,78	13,10
Dieny [%] — <i>Diene</i>	0,193 a	0,174 b	0,168 a	0,174 b	0,154 a	0,206 b
Trieny [%] — <i>Triene</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 a	0,001 a

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations as in Table 1*

Zawartość fosforu fitynowego istotnie zmniejszyła się we wszystkich frakcjach przechowywanych nasion. Obniżenie to, we frakcjach od największej do najmniejszej, wynosiło odpowiednio 8, 5 i 3%. Obniżenie zawartości fityn można uznać za zmianę pozytywną, polepszającą wartość żywieniową substancji nietłuszczowej.

Zawartość związków fenolowych istotnie obniżyła się po przechowywaniu, natomiast glukozyolanów nie zmieniła się.

Olej wyekstrahowany z frakcji nasiennych rzepaku przechowywanego, uległ pogorszeniu w porównaniu do oleju z frakcji nasiennych rzepaku tuż po zbiorze. Najgłębsze zmiany nastąpiły w oleju frakcji najdrobniejszej, w którym istotnie zwiększyła się ogólna zawartość fosfolipidów, a w tym ich form niehydratowalnych, wolnych kwasów tłuszczowych, nadtlenków, wtórnych produktów utlenienia oraz kwasów dienowych. Najmniej, aczkolwiek istotnie, zmieniły się wyróżniki

oleju frakcji > 2,0 mm, których wartości, za wyjątkiem liczby nadtlenkowej, istotnie zwiększyły się.

Analizując barwę oleju wyekstrahowanego z poszczególnych frakcji przechowywanych nasion stwierdzono, że nastąpił spadek absorpcji mierzonej dla chlorofilii w olejach wszystkich frakcji oraz wzrost zawartości karotenoidów (tab. 2). Spadku absorpcji barwników chlorofilowych nie da się jednoznacznie zinterpretować w kategoriach korzystny – niekorzystny. Barwniki chlorofilowe ulegając zmianom tworzą zarówno barwne jak i bezbarwne pochodne, o zwiększonej w stosunku do chlorofili aktywności prooksydacyjnej (Ramamurthi i Low 1995, Usuki i in.).

## Wnioski

---

- Przechowywanie nasion rzepaku przez okres jednego roku zmienia ich wartość technologiczną. Zmiany pozytywne, tj.: wzrost zawartości tłuszczu wolnego, wydajności tłoczenia oraz spadek zawartości fosforu fitynowego, są niwelowane przez zmiany negatywne: zwiększenie zawartości zanieczyszczeń, zwłaszcza nasion uszkodzonych oraz fosfolipidów i produktów utlenienia w olejach.
- Negatywne zmiany są najwyraźniejsze w przypadku frakcji drobnej, o wymiarach < 1,6 mm.
- Frakcja najdrobniejsza powinna być separowana z masy nasiennej przed przechowywaniem. Eliminowanie tej frakcji po przechowywaniu wydaje się być niecelowe, gdyż spowoduje ona wówczas negatywne zmiany w jakości oleju.

## Conclusions

---

- One year storage of rape seeds influences their technological value. Positive changes: the increase of free fat content and efficiency of pressed oil and the decrease of phytine phosphorus content are leveled by negative changes: the increase of impurities, especially damaged seeds, and phospholipids and oxidation products in oils.
- Negative changes are most significant in the smallest fraction (<1,6 mm).
- The smallest seeds should be separated before storage of bulk mass. Removing this fraction after storage does not seem to be appropriate, because it may cause negative changes in oil quality.

## Literatura

---

- Bekes F., Zawistowska U., Bushuk W. 1983. Protein-lipid complexes in the gliadin fraction. *Cereal Chem.*, 60 (5): 371-378.
- Chibowska M., Smulikowska S., Pastuszewska B. 1995. Wpływ włókna i tłuszczu na strawność składników pokarmowych i wartość energetyczną śruty rzepakowej i rzepaku podwójnie ulepszanego dla kurcząt. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (2): 365-368.
- Dawidowicz-Grzegorzewska A., Podstolski A. 1992. Age-related changes in the ultrastructure and membrane properties of *Brassica napus* L. seeds. *Annals of Botany*, 69: 39-46.
- Fenyvesi-Simon K., Karpati M., Laszity R. 1992. Total and starch lipids of some wheat cultivars grown in Hungary. *Acta Alimentaria*, 21 (1): 11-21.
- Heaney R.K., Spinks E.A., Fenwick G.R. 1988. Improved method for the determination of the total glucosinolate content of rapeseed by determination of enzymically released glucose. *Analys*, 113: 1515-1517.
- Kozirok W., Tańska M., Rotkiewicz D. 2003. Zastosowanie cyfrowej analizy obrazu (DIA) w ocenie jakości nasion rzepaku. XXV Konferencja Naukowa Rośliny Oleiste, Poznań, 1-2 kwietnia 2003.
- Mińkowski K. 2000. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 157-166.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (1): 219-230.
- Niewiadomski H. 1983. *Technologia nasion rzepaku*, WNT Warszawa.
- Ochodzki P., Rakowska M. 1994. Fizjologiczne znaczenie niestrawnych komponentów nasion rzepaku oraz drogi zmierzające do obniżenia ich zawartości. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV (1): 91-104.
- Ramamurthi S., Low N.H. 1995. Effect of possible chlorophyll breakdown products on canola oil. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 1479-1483.
- Ribereau-Gayon P. 1972. *Plant phenolics*. Heywood V.H. (ed.), Hafner Publishing Co., New York.
- Rotkiewicz D., Zadernowski R. 1997. Obłuskiwanie nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 493-504.
- Rotkiewicz D., Tańska M., Konopka I. 2002. Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1), 103-112.
- Szwed G., Tys J. 1995a. Susceptibility of rape seeds to dynamic damages depending on moisture and storage time. *Zeszyt Probl. Post. Nauk Rol.*, 427: 87-90.
- Szwed G., Tys J. 1995b. Resistance of rape seeds to the impact of dynamic forces. *Zeszyt Probl. Post. Nauk Rol.*, 427: 83-86.
- Tańska M., Rotkiewicz D. 2003. Czynniki kształtujące wartość technologiczną nasion rzepaku. XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Postępy w technologii tłuszczów roślinnych”, Krasnobród, 19-21 maja 2003.
- Toro-Vazquez J.F. 1991. Interactions among oil components during adsorption: effects on carotenoids and peroxides. *J. Food Sci.*, 56 (6): 1648-1650.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Markiewicz K. 1994. Technologia tłoczenia oleju z obłuskanych nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XV (2): 171-178.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B. 1993. Tłuszcz frakcji morfologicznych nasion rzepaku. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 151-155.