

Daniela Rotkiewicz, Małgorzata Tańska, Iwona Konopka

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

Wymiary nasion rzepaku jako czynnik kształtujący ich wartość technologiczną oraz jakość oleju

Seed size of rapeseed as a factor determining their technological value and quality of oil

Słowa kluczowe: rzepak, masa tysiąca nasion, zawartość tłuszczu, zanieczyszczenia, skład kwasów tłuszczowych, glukozynolany, fityna, związki fenolowe, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, liczba anizydynowa, frakcjonowanie nasion

Keywords: oilseed rape, 1000 seed weight, fat content, impurities, fatty acid composition, glucosinolates, phytin, phenolic compounds, acid value, peroxide value, anisidine value, seed fractionation

Celem pracy było zbadanie wpływu wymiarów nasion rzepaku na ich wartość technologiczną oraz na jakość oleju. Nasiona rzepaku przemysłowego separowano na sitach na trzy frakcje: <1,6 mm, 1,6–2,0 mm oraz >2,0 mm. W nasionach każdej frakcji analizowano: wilgotność, masę tysiąca nasion, zawartość tłuszczu, zanieczyszczeń, fosforu ogółem i fitynowego, związków fenolowych i glukozynolanów oraz określono skład lipidowy i wydajność tłoczenia. W wyekstrahowanym oleju oznaczono barwę, zawartość karotenoidów, fosfolipidów ogółem i niehydratowalnych, skład kwasów tłuszczowych, 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 istotny wpływ wielkości nasion na ich wartość technologiczną. Frakcje nasion o wymiarach 1,6–2,0 mm oraz powyżej 2,0 mm charakteryzują się wyższą wartością technologiczną, gdyż zawierają mniej zanieczyszczeń, więcej tłuszczu i są bardziej podatne na tłoczenie. Olej z nasion frakcji o większych wymiarach jest lepszy jakościowo, gdyż zawiera mniej składników nietriacyloglicerolowych, takich jak: chlorofile, fosfolipidy oraz produkty hydrolizy i utlenienia lipidów. Frakcja

The purpose of this work was to examine the influence of seed size of rapeseed on their technological value and on oil quality. Seeds were separated on sieves for receiving three fractions: <1.6 mm; 1.6–2.0 and >2.0. Following parameter were analysed in seeds of every fraction: moisture, 1000 seed weight, fat content, impurities, total and phytine phosphorus, phenolic compounds, glucosinolates, composition of lipids and yield of pressing. 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) were estimated in extracted oils. The differences among investigated seed fractions were stated. Fractions of seeds in size 1.6–2.0 mm and above 2.0 mm had higher technological value because they contained less impurities, largest fat content and were more susceptible to pressing. Oil from large seeds was of better quality because it contained fewer non-triacylglycerol compounds, such as chlorophylls, phospholipids and products of oil hydrolysis and oxidation. Seed fraction in size below 1.6 mm was of poor value because it contained more impurities and lower fat content in composition of which more

nasienna o wymiarach poniżej 1,6 mm charakteryzuje się niską wartością technologiczną, gdyż zawiera najwięcej zanieczyszczeń, a najmniej tłuszczu, w składzie którego jest więcej lipidów polarnych, barwników chlorofilowych, fosfolipidów niehydratowalnych oraz produktów hydrolizy i utlenienia lipidów. Badania wykazały, że frakcję nasienną o wymiarach poniżej 1,6 mm powinno się eliminować z rzepaku wykorzystwanego do produkcji olejów jadalnych, zwłaszcza tłoczonych na zimno.

was polar lipids, chlorophylls, non-hydratable phospholipids and products of oil hydrolysis and oxidation. The research showed that fraction of seeds below 1.6 mm should be not used for production of edible oils, especially cold-pressed oils.

Wstęp

Nasiona rzepaku przeznaczone do produkcji oleju jadalnego powinny spełniać odpowiednie wymagania jakościowe. Dotyczy to wilgotności nasion, zawartości zanieczyszczeń, glukozyolanów alkenowych, kwasu erukowego oraz wolnych kwasów tłuszczowych w oleju (PN-90/R-66151). Wymagania te są wystarczające dla surowców przetwarzanych według tradycyjnej technologii olejarskiej, tzn. dwustopniowego wydobywania oraz wielostopniowej rafinacji oleju (Niewiadomski 1993). Rafinacja pozwala na uzyskanie olejów o dobrych cechach organoleptycznych, jednak obniża ich wartość żywieniową (straty witamin A i E, izomeryzacja trans niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych) oraz niekorzystnie wpływa na środowisko naturalne zanieczyszczając je produktami odpadowymi (Niewiadomski 1983, 1993; Niewiadomski i Szczepańska 1989). Świadomość tego stanu rzeczy spowodowała w ostatnich latach rozwój technologii niskoodpadowych, a wśród nich technologii tłoczenia na zimno (Fitch-Hauman 1997, Krygier i in. 1998). Olej rzepakowy tłoczony na zimno produkuje się z takiego samego surowca jak olej wydobywany tradycyjnie. Tymczasem jakość surowca w tej technologii ma pierwszorzędne znaczenie dla jakości uzyskiwanego oleju (Rotkiewicz i Konopka 1998). Nasiona przeznaczone do tłoczenia na zimno należałoby zatem specjalnie selekcjonować. Jednym ze sposobów selekcjonowania może być separacja sitowa. Przedmiotem prezentowanej pracy jest ocena wartości technologicznej frakcji nasion rzepaku o zróżnicowanych wymiarach oraz ocena jakości otrzymanego z nich oleju.

Material i metody

Material do badań stanowiły nasiona rzepaku podwójnie uszlachetnionego, krajowe i z importu, ze zbiorów 2001 r., pobrane z linii technologicznej krajowej olejarni. Nasiona, przed poddaniem ich analizom, oczyszczono standardowo na separatorze typu S \dot{Z} D, usuwając frakcję poniżej 1,25 mm oraz aspirując cząstki

pyłów. Następnie partię tych nasion podzielono na frakcje o różnej wielkości, przesiewając przez zestaw sit o średnicy oczek 1,6 i 2,0 mm. Uzyskano w ten sposób trzy frakcje nasion:

- I — nasiona drobne o wymiarach poniżej 1,6 mm,
- II — nasiona średnie o wymiarach 1,6–2,0 mm oraz
- III — nasiona dorodne o wymiarach powyżej 2,0 mm.

We frakcjach nasion badano: zawartość wilgoci według PN-62/R-66163, zawartość tłuszczu według 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 ogółem w nasionach i fitynowego w substancji nietłuszczowej, metodą z wanadanem amonowym stosując normę PN-88/A-86930, zawartość związków fenolowych ogółem metodą Ribereau-Gayon (1972), glukozynolanów ogółem metodą glukozową Heaney'a i in. (1988), udział lipidów niepolarnych i polarnych (fosfolipidów i glikolipidów) metodą chromatografii kolumnowej (Bekes i in. 1983 z modyfikacjami Fenyvesi-Simon i in. 1992) oraz wydajność tłoczenia oleju na prasie ślimakowej typu Komet. Wydajność tłoczenia wyrażano jako % stosunek masy wytłoczonego oleju do masy oleju faktycznie zawartego w poszczególnych frakcjach.

W olejach wyekstrahowanych eterem naftowym oznaczano: barwę według normy PN-A-86934:1995, zawartość karotenoidów (Toro-Vazquez 1991), zawartość fosforu fosfolipidowego ogółem i niehydratowalnego (usuwając wcześniej fosfolipidy hydratowalne wodą) zgodnie z normą PN-88/A-86930, skład kwasów tłuszczowych oleju według normy PN-EN-ISO-5508:96 (estry metylowe przygotowywano według Zadernowskiego i Sosulskiego 1978), liczbę kwasową według normy PN-60/A-86921, liczbę nadtlenkową według normy PN-ISO-3960:1996, liczbę anizydynową i wskaźnik TOTOX według normy PN-93/A-86926 oraz zawartość skoniugowanych kwasów dienowych (A_{233}) i trienowych (A_{268}) według AOCS Cd 7 – 58: 1973.

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

Omówienie i dyskusja wyników

W badanej próbie nasion rzepaku przemysłowego udział poszczególnych frakcji był następujący: nasiona najdorodniejsze, powyżej 2,0 mm, stanowiły 16,88%, nasion o wymiarach 1,6–2,0 mm było najwięcej — 77,27%, a nasion o wymiarach poniżej 1,6 mm najmniej — 5,86% (tab. 1). Wielkość nasion zależna jest m.in. od odmiany oraz warunków agrotechnicznych i klimatycznych. Mińkowski i Krygier (1998) badając wielkość nasion trzech krajowych odmian rzepaku: Mar, Polo

i Leo stwierdzili, że frakcja >2,0 mm stanowi w nich odpowiednio 50,2, 76,1 oraz 21,7%, frakcja 1,6–2,0 mm — 46,8, 23,5 oraz 73,9%, a frakcja <1,6 mm odpowiednio 3,0, 0,4 oraz 4,4%. Spośród czynników agrotechnicznych na wielkość nasion oddziałują m.in. środki ochrony roślin, które z reguły zwiększają udział nasion najdrobniejszych (Rotkiewicz i in. 2001). Dowodem na wpływ czynników klimatycznych na wielkość nasion są badania rzepaku przemysłowego ze zbiorów 1999 r., który cechował się odmiennym udziałem frakcji, a mianowicie: 9% frakcji >2,0 mm, 60% frakcji 1,6–2,0 mm oraz 31% frakcji <1,6 mm (Rotkiewicz i Konopka 2000).

Tabela 1

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

Wyróżnik <i>Discriminate</i>	Frakcje nasion — <i>Seed fractions</i>		
	>2,0 mm	1,6–2,0 mm	<1,6 mm
1. Udział frakcji [%] — <i>Share of fraction</i>	16,88 ^a	77,27 ^b	5,86 ^c
2. Wilgotność nasion [%] — <i>Seeds moisture</i>	6,17 ^a	6,25 ^a	7,45 ^b
3. Zanieczyszczenia użyteczne [%] — <i>Use impurities:</i>			
ogółem — <i>total</i>	1,95 ^a	3,36 ^b	6,75 ^c
nasiona zielone — <i>green seeds</i>	0,00	0,00	0,00
nasiona porośnięte — <i>sprouted seeds</i>	0,71 ^a	0,14 ^b	0,78 ^a
inne — <i>others</i>	1,24 ^a	3,22 ^b	5,97 ^c
4. Zanieczyszczenia nieużyteczne [%] — <i>Useless impurities:</i>			
ogółem — <i>total</i>	4,70 ^a	3,12 ^b	12,89 ^c
nasiona spleśniałe — <i>muldy seeds</i>	2,32 ^a	2,32 ^a	5,86 ^b
nasiona chwastów — <i>weed seeds</i>	2,38 ^a	0,80 ^b	5,95 ^c
mineralne — <i>minerals</i>	0,00 ^a	0,00 ^a	1,09 ^b
5. Masa 1000 nasion [g] — <i>Mass of 1000 seeds</i>	5,49 ^a	4,71 ^b	2,95 ^c
6. Zawartość tłuszczu [% s.m.] — <i>Fat content</i>	42,76 ^a	42,92 ^a	35,72 ^b
7. Fosfor ogółem [ppm w s.m.] — <i>Phosphorus content</i>	6087 ^a	6614 ^b	7856 ^c
8. Fosfor fitynowy [ppm w s.m.b.] <i>Phytine phosphorus content</i>	9885 ^a	10149 ^b	10773 ^c
9. Związki fenolowe [% s.m.] — <i>Phenolic compounds</i>	3,75 ^a	4,15 ^b	4,32 ^c
10. Glukozynolany [μM g s.m.b.] — <i>Glucosinolates</i>	5,58 ^a	5,12 ^a	2,33 ^b
11. Wydajność tłoczenia [%] — <i>Yield of pressing</i>	38,40 ^a	36,88 ^b	28,22 ^c
12. Skład lipidów nasion [%] — <i>Seed lipids composition:</i>			
lipidy niepolarne — <i>non-polar lipids</i>	96,14 ^a	96,42 ^a	93,38 ^b
glikolipidy — <i>glicolipids</i>	1,25 ^a	1,39 ^a	2,80 ^b
fosfolipidy — <i>phospholipids</i>	2,61	3,20	3,82

Wartości w wierszach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Values in lines marked by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$)

Wilgotność poszczególnych frakcji nasion była niejednakowa. Najbardziej wilgotne (7,45%) były nasiona najdrobniejsze, podczas gdy wilgotność frakcji nasion większych była o ponad 1% niższa (tab. 1). Przyczyn takiego rozkładu wilgotności można upatrywać zarówno w większej higroskopijności nasion drobnych, o większym udziale okrywy nasiennej (Mińkowski 2000), jak i większej zawartości zanieczyszczeń, zwłaszcza nasion chwastów. Nasiona chwastów zawierają niewielkie ilości tłuszczu, stąd ich higroskopijność, a tym samym wilgotność, jest wyższa.

Zawartość zanieczyszczeń użytecznych i nieużytecznych była istotnie zależna od wielkości nasion. Najwięcej zanieczyszczeń, łącznie 19,64%, zawierała frakcja najdrobniejsza (tab. 1). Wśród zanieczyszczeń użytecznych tej frakcji dominowały nasiona mocno uszkodzone, głównie różnej wielkości fragmenty nasion, od połówek nasion do drobnych cząstek liścieni i okrywy nasiennej. Wśród zanieczyszczeń nieużytecznych tej frakcji nasion, w równych ok. 6% ilościach, zawarte były nasiona spleśniałe oraz nasiona chwastów, zwłaszcza rdestu, gwiazdnicy i przytulii czepnej (tab. 1). W tej frakcji były też zanieczyszczenia mineralne (1,09%), które nie występowały we frakcjach nasion większych. Nasion niedojrzałych nie było w żadnej frakcji, co świadczy o ich sprzeczności we właściwym terminie.

Analizując zawartość zanieczyszczeń zauważa się, że wszystkie frakcje zawierały zbyt dużo zanieczyszczeń nieużytecznych (3,12–12,89%), podczas gdy w nasionach do przetwórstwa, według normy PN-90/R-66151, nie powinno ich być więcej niż 1%. Spośród wszystkich grup zanieczyszczeń za szczególnie szkodliwe uznaje się nasiona porośnięte i spleśniałe oraz uszkodzone mechanicznie, przy czym stopień ich szkodliwości zwiększa się wraz z upływem czasu przechowywania nasion. Enzymy rodzime i/lub drobnoustrojów w czasie przechowywania rozkładają składniki nasion, w tym lipidowe, zwiększając w oleju ilość wolnych kwasów tłuszczowych oraz produktów utlenienia (Gogolewski i in. 1996, Bielecka i in. 1992, Jędrychowski i Grabska 1992).

Masa tysiąca nasion w poszczególnych frakcjach była istotnie różna. Masa nasion frakcji najdrobniejszej była prawie dwa razy niższa niż frakcji największej (tab. 1).

Zawartość tłuszczu we frakcji największej i średniej była zbliżona i wynosiła odpowiednio 42,76 i 42,92%. Istotnie mniej tłuszczu, 35,72%, zawierała frakcja najdrobniejsza (tab. 1). Ta różnica, stanowiąca 7%, może być w znacznej mierze wynikiem bardzo dużej, prawie 20% zawartości zanieczyszczeń, wśród których 1/3 masy stanowiły nasiona chwastów, zawierające z reguły niewielkie ilości tłuszczu (Niewiadomski 1983). Kolejną z możliwych przyczyn najniższej zawartości tłuszczu we frakcji nasion najdrobniejszych jest większy udział okrywy nasiennej, zawierającej <6% tłuszczu (Mińkowski 2000).

Zawartość fosforu ogólnego w nasionach poszczególnych frakcji była istotnie zróżnicowana. Najwięcej fosforu zawierały nasiona frakcji najdrobniejszej, naj-

mniej — frakcji najdorodniejszej (tab. 1). Fosfor, w dojrzałych nasionach rzepaku, stanowią w 60–90% fityny (Thompson 1990, Rotkiewicz i in. 1987). Pozostałą jego ilość w większości stanowią fosfolipidy, będące lipidami membranowymi komórek nasiennych (Tzen i in. 1993). Podczas przetworstwa nasion fosfolipidy przenikają do oleju (Niewiadomski 1993), fityny natomiast pozostają w substancji nietłuszczowej (Thompson 1990).

Zawartość fosforu fitynowego w substancji nietłuszczowej była istotnie zróżnicowana. Najwięcej fosforu fitynowego było w substancji nietłuszczowej nasion frakcji najdrobniejszej, najmniej — frakcji najdorodniejszej (tab. 1). Mińkowski i Krygier (1998) oraz Mińkowski (2000) nie stwierdzili istotnej zależności pomiędzy wielkością nasion krajowych odmian rzepaku a zawartością fityn. W cytowanych badaniach stwierdzono jedynie tendencję do występowania mniejszej zawartości fityn w nasionach drobniejszych. Fosfor fitynowy w śrucie poekstrakcyjnej postrzegany jest jako składnik antyżywniowy. Fityny oraz ich łatwo tworzące się kompleksy z minerałami i białkami, nie mogą być trawione w przewodzie pokarmowym zwierząt na skutek braku fitazy, inaktywowanej całkowicie podczas prażenia nasion i toastowania śruty (Erdman 1979, Thompson 1990).

Zawartość związków fenolowych była istotnie większa we frakcjach nasion drobniejszych (tab. 1). Podobną tendencję w zawartości tanin skondensowanych, będących składnikiem związków fenolowych, wykazali Mińkowski i Krygier (1998) oraz Mińkowski (2000) dla nasion dwóch odmian rzepaku ozimego: Leo i Polo. Natomiast w nasionach rzepaku odmiany Mar cytowani autorzy nie wykazali zależności pomiędzy wielkością nasion a zawartością tanin skondensowanych. Mińkowski (2000) stwierdził ponadto, że więcej tanin skondensowanych występuje w okrywach nasiennych, a mniej w zarodku. Związki fenolowe w nasionach rzepaku są składnikami antyżywniowymi, gdyż zmniejszają smakowość śruty oraz ograniczają wykorzystanie białka (Kozłowska i in. 1990).

Głukozynolany, obok związków fenolowych i fityn, są także antyżywniowym składnikiem rzepaku. Ich zawartość w nasionach obydwu frakcji o większych wymiarach była istotnie większa niż we frakcji nasion najdrobniejszych (tab. 1). Potwierdza to wyniki badań Mińkowskiego i Krygiera (1998) oraz pozwala uznać, że jedną z przyczyn niższej zawartości glikozynolanów w nasionach drobnych jest około trzykrotnie niższa ich zawartość w okrywie nasiennej, co stwierdził Mińkowski (2000).

Wydajność tłoczenia była istotnie zróżnicowana dla poszczególnych frakcji nasion: niższa dla nasion drobniejszych, a wyższa dla największych. Różnica w wydajności tłoczenia pomiędzy frakcją nasion największych i najmniejszych wynosiła aż 10% (tab. 1). Można uznać, że była ona zarówno konsekwencją niskiej zawartości tłuszczu, jak i dużej zawartości zanieczyszczeń we frakcji nasion najdrobniejszych.

Skład lipidów nasion był zbliżony w obrębie frakcji większych i istotnie różny od składu frakcji najdrobniejszej. W lipidach nasion frakcji największej i średniej lipidy niepolarne stanowiły po ok. 96%, w lipidach nasion frakcji najdrobniejszej ich udział był natomiast o ok. 3% niższy (tab. 1). Wśród lipidów polarnych, stanowiących 4–5% lipidów nasion frakcji większych i 6,5% lipidów frakcji najdrobniejszej, dominowały fosfolipidy.

Barwa oleju wyekstrahowanego z poszczególnych frakcji, kształtowana przez karotenoidy i chlorofile, była istotnie zależna od wielkości nasion. Najbardziej intensywną barwą cechował się olej z nasion frakcji najdrobniejszej, najjaśniejszą — olej z nasion frakcji najdorodniejszej. Barwniki chlorofilowe w ok. 25% kształtowały barwę oleju z nasion każdej frakcji (tab. 2). Zawartość karotenoidów w oleju z nasion frakcji najdrobniejszej wynosiła 68,4 ppm i była ponad dwukrotnie wyższa niż w oleju z nasion frakcji największej (tab. 2).

Zawartość fosforu fosfolipidowego, zarówno hydratowalnego jak i niehydratowalnego, była istotnie różna w olejach wyekstrahowanych z nasion poszczególnych frakcji. Najmniej obu form fosforu zawierał olej z nasion frakcji najdorodniejszej, najwięcej z nasion frakcji najdrobniejszej (tab. 2). Fosfor niehydratowalny jest technologicznie „gorszym” rodzajem fosforu w oleju, gdyż wymaga stosowania kwasów, a jego szlamy nie są utylizowane i stanowią obciążenie dla środowiska (Niewiadomski 1983, Płatek 1998).

W składzie kwasów tłuszczowych olejów z nasion różnych frakcji istotne różnice wystąpiły tylko w udziale kwasu palmitynowego i oleinowego. Udział kwasu palmitynowego był istotnie wyższy w oleju z nasion frakcji najdrobniejszej, a udział kwasu oleinowego w tym oleju, istotnie niższy (tab. 2).

Stwierdzone w pracy proporcje poszczególnych kwasów tłuszczowych, odbiegają nieco od powszechnie stwierdzanych w odmianach będących w obrocie krajowym. Dotyczy to głównie zwiększonego (65,3–71,34%) udziału kwasu oleinowego oraz zmniejszonego (5,23–5,83%) udziału kwasu linolenowego. Przyczyna tego tkwi w „tajemnicy” materiału badawczego, o którym wiadomo tylko tyle, że był on nieokreśloną bliżej mieszaniną nasion odmian uprawianych w kraju oraz importowanych przez firmy działające na terenie kraju

Liczba kwasowa olejów z poszczególnych frakcji nasion była istotnie różna: największa w oleju z nasion frakcji najdrobniejszej, najmniejsza w oleju z nasion frakcji największej. Liczba nadtlenkowa olejów była mniej zróżnicowana: zbliżona do siebie w olejach z nasion frakcji średniej i drobnej, przy czym istotnie wyższą niż w oleju z nasion frakcji dorodnej (tab. 2). Zbliżona zawartość nadtlenków w olejach z nasion frakcji średniej i drobnej, przy jednocześnie istotnie wyższej wartości liczby anizydynowej oleju nasion frakcji drobnej, może wskazywać na ten szczególny stan utlenienia, w którym nadtlenki szybko przekształcają się w produkty wtórne. Kwasów trienowych nie stwierdzono w żadnej próbie oleju, natomiast zawartość kwasów dienowych była istotnie zróżnicowana i najwyższa

Tabela 2

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

Wyróżnik <i>Discriminate</i>	Olej z nasion o wielkości <i>Oil from seeds of size:</i>		
	> 2,0 mm	1,6-2,0 mm	<1,6 mm
1. Absorbancja dla — <i>Absorbance for:</i> karotenoidów (A ₄₄₂) — <i>carotenoids</i> chlorofili (A ₆₆₈) — <i>chlorophylls</i> barwa ogółem (B) — <i>total colour</i>	0,628 ^a 0,223 ^a 851	0,799 ^b 0,231 ^b 1030	1,106 ^c 0,358 ^c 1464
2. Karotenoidy [ppm] — <i>Carotenoids</i>	32,4 ^a	38,0 ^b	68,4 ^c
3. Fosfor fosfolipidowy [ppm] <i>Phospholipid phosphorus</i>	398 ^a	409 ^b	682 ^c
4. Fosfor fosfolipidowy niehydratowalny [ppm] <i>Non-hydratable phospholipid phosphorus</i>	123 ^a	160 ^b	188 ^c
5. Skład kwasów tłuszczowych [%] <i>Composition of fatty acids</i>			
C _{14:0}	0,00	0,01	0,00
C _{16:0}	4,20 ^a	4,70 ^a	5,69 ^b
C _{16:1}	0,00	0,01	0,00
C _{18:0}	0,08	0,47	0,08
C _{18:1}	71,34 ^a	69,35 ^a	65,39 ^b
C _{18:2}	19,13	18,54	21,17
C _{18:3}	5,23	5,42	5,83
C _{20:0}	0,00	0,06	0,07
C _{20:1}	0,13	0,53	1,19
C _{22:1}	0,17	1,32	0,53
inne — <i>others</i>	0,00	0,37	0,00
6. Liczba kwasowa [mg KOH/g oleju] — <i>Acid value</i>	1,19 ^a	2,85 ^b	4,69 ^c
7. Liczba nadtlenkowa [mEq O ₂ /kg oleju] <i>Peroxide value</i>	1,92 ^a	2,79 ^b	2,83 ^b
8. Liczba anizydynowa — <i>Anisidine value</i>	1,05 ^a	1,55 ^b	2,12 ^c
9. Wskaźnik TOTOX — <i>TOTOX factor</i>	4,88 ^a	7,12 ^b	7,78 ^c
10. Dieny [%] — <i>Diene</i>	0,193 ^a	0,168 ^b	0,154 ^c
11. Trieny [%] — <i>Triene</i>	0,000	0,000	0,000

Wartości w wierszach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)*Values in lines marked by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$)*

w oleju nasion frakcji >2,0 mm, a najniższa w oleju nasion frakcji <1,6 mm (tab. 2). Kwasy o wiązaniach sprzężonych, tworzące się z kwasów o wiązaniach izolowanych, są pierwszymi produktami procesu utleniania (Tynek i Drozdowski 1998), które mogą ulegać dalszej degradacji do produktów aldehydowych i ketonowych, na co może wskazywać wyższa wartość liczby anizydynowej oleju z nasion najdrobniejszych.

Wnioski

- Frakcjonowanie przeznaczonych do przetwórstwa nasion rzepaku na partie o różnej wielkości prowadzi do otrzymania surowców o zróżnicowanej wartości technologicznej.
- Frakcja o wymiarach powyżej 2,0 mm jest najwyższej jakości surowcem olejarskim, który w pierwszej kolejności powinien być wykorzystany w technologii zimnego tłoczenia. Użycie tego surowca w tradycyjnej technologii może uprościć rafinację.
- Frakcja o wymiarach 1,6–2,0 mm, stanowiąca około 70% próby nasion przemysłowych, powinna być wykorzystywana w tradycyjnej technologii przetwórstwa.
- Frakcja poniżej 1,6 mm, według wyników prezentowanej pracy, nie powinna być wykorzystywana do produkcji olejów jadalnych.

Conclusions

- Fractionation of seeds of rapeseed into parties of different sizes leads to the obtainment of raw materials with diverse technological values.
- Large seeds (above 2,0 mm), are the best for cold pressing technology. Using this fraction in traditional technology can simplify refining procedure.
- Medium seeds fraction (1,6–2,0 mm), which makes about 70% of industrial seeds should be used in traditional technology of processing.
- Small seeds fraction (below 1,6 mm) according to the results of this work should not be used for production of edible oils.

Literatura

- Bekes F., Zawistowska U., Bushuk W. 1983. Protein-lipid complexes in the gliadin fraction. *Cereal Chem.*, 60 (5): 371-378.
- Bielecka M., Biedrzycka E., Biedrzycka El., Śmieszek M. 1992. Wpływ uszkodzeń i wilgotności nasion rzepaku na ich jakość mikrobiologiczną. *Rośliny Oleiste*, XIV: 487-493.
- Erdman J.W. 1979. Oilseed phytates: nutritional implications. *JAACS*, 56: 736-739.
- Fenyvesi-Simon K., Karpati M., Lasztity R. 1992. Total and starch lipids of some wheat cultivars grown in Hungary. *Acta Alimentaria*, 21 (1): 11-21.

- Fitch-Hauman B. 1997. Mechanical extraction: capitalizing of solvent-free processing. *INFORM*, 8 (2): 165-174.
- Gogolewski M., Szeliga M., Bartkowiak E. 1996. Wpływ zanieczyszczeń na zmiany lipidów nasion rzepaku w czasie ich przechowywania. *Rośliny Oleiste*, XVII (2): 577-584.
- 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.
- Jędrychowski L., Grabska J. 1992. Wpływ uszkodzeń i wilgotności nasion rzepaku na aktywność enzymów lipolitycznych. *Rośliny Oleiste*, XIV: 141-151.
- Kozłowska H., Naczek M., Shahidi F., Zadernowski R. 1990. Phenolic acids and tannins in rapeseed and canola. Chapter 11 in "Canola and rapeseed". Ed. F. Shahidi, published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M. 1998. Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, XIX (2): 573-582.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. *Rośliny Oleiste*, XIX (1): 219-230.
- Mińkowski K. 2000. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka. *Rośliny Oleiste*, XXI (1): 157-166.
- Niewiadomski H., Szczepańska H. 1989. Produkty uboczne i odpady tłuszczowe: wykorzystanie i wpływ na środowisko. PWN Warszawa.
- Niewiadomski H. 1993. Technologia tłuszczów jadalnych. WNT Warszawa.
- Niewiadomski H. 1983. Technologia nasion rzepaku. WNT Warszawa.
- Plątek T. 1998. Fosfolipidy a skuteczność odszlamowywania oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 33 (1-2): 44-55.
- Ribereau-Gayon P. 1972. Plant phenolics. Heywood V. H. (ed.), Hafner Publishing Co., New York.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 1998. Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion o zróżnicowanej jakości. *Rośliny Oleiste*, XIX (2): 583-591.
- Rotkiewicz D., Konopka I. 2000. Wpływ wybranych czynników technologicznych na zawartość fosforu w oleju rzepakowym. *Rośliny Oleiste*, XXI (1): 215-224.
- Rotkiewicz D., Murawa D., Konopka I., Warmiński K. 2001. Wartość technologiczna nasion rzepaku jarego traktowanego różnymi kombinacjami środków ochrony roślin. *Rośliny Oleiste*, XXII (1): 291-302.
- Thompson L.U. 1990. Phytates in canola/rapeseed. Chapter 10 in "Canola and rapeseed". Ed. F. Shahidi, published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Toro-Vazquez J.F. 1991. Interactions among oil components during adsorption: effects on carotenoids and peroxides. *J. Food Sci.*, 56 (6): 1648-1650.
- Tzen J.T.C., Cao Y., Laurent P., Ratnayake C., Huang A.H.C. 1993. Lipids, proteins and structure of seed oil bodies from diverse species. *Plant Physiol.*, 101: 267-276.
- Tynek M., Drozdowski B. 1998. Monitorowanie oksydacyjno-termicznych przemian tłuszczów metodą spektrofotometryczną. *Żywność, technologia, jakość*, 5, 4 (17): 27-38.
- Zadernowski R., Sosulski F. 1978. Composition of total lipids in rapeseed. *JAACS*, 55: 870-872.