

Karol Mińkowski

Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie

Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka

Influence of variety and size of winter rapeseed on content and chemical composition of hull and embryo

Słowa kluczowe: rzepak, nasiona, łupina, zarodek, skład chemiczny

Key words: rapeseed, hull, embryo, chemical composition

Badaniom poddano frakcje nasion o wielkości >2,0–2,5 mm i 1,6–2,0 mm z trzech podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego Mar, Polo i Leo. Określono w nich procentową zawartość łupiny oraz zarodka po ich ręcznej separacji, a w uzyskanym materiale oznaczono zawartość takich składników jak: sucha masa, tłuszcz, białko, włókno surowe, glukozynolany, kwas taniowy, taniny skondensowane, fityniany, żelazo, miedź i cynk. Stwierdzono, że nasiona małe (1,6–2,0 mm) w przypadku każdej z badanych odmian zawierały więcej łupiny niż nasiona duże (>2,0–2,5 mm), a jej udział był też uzależniony od odmiany z której pochodziły. Skład chemiczny, zarówno łupiny jak i zarodka tylko w niewielkim stopniu zależał od odmiany i wielkości nasion. Natomiast w zawartości analizowanych składników stwierdzono znaczne różnice między łupiną i zarodkiem.

The study was carried out on seeds fractions size >2.0–2.5 mm and 1.6–2.0 mm of three Polish double low varieties of winter rapeseed Mar, Polo and Leo. The content of hull and embryo after their hand separation were determined and content of dry matter, oil, crude protein, glucosinolates, tannic acid, condensed tannins, phytate, iron, copper and zinc was investigated in them. It was stated, that small seeds (1.6–2.0 mm) from each examined variety contained more hull than big ones (>2.0–2.5 mm) and its share depended also on the variety it came from. The chemical composition of both hull and embryo only in a little degree depended on a variety and size of seeds. In the content of analysed components however, the substantial differences between hull and embryo were noticed.

Wstęp

Przydatność technologiczna i żywieniowa nasion rzepaku zależy od zawartości suchej masy i takich składników odżywczych jak: tłuszcz, białko, sacharydy oraz przeciwżywniowych: glukozynolanów, związków fenolowych, fitynianów i niektórych metali ciężkich. W badaniach nad wartością technologiczną

i żywieniową całych nasion rzepaku odmian Mar, Polo i Leo stwierdzono, że nasiona duże (>2,0–2,5 mm) w porównaniu do nasion małych (1,6–2,0 mm) wyróżniają się między innymi wyższą zawartością tłuszczu oraz białka ogółem i mniejszą włókna surowego, ale równocześnie wyższą zawartością glukozytanów. Zaznaczyły się także tendencje do różnic między odmianami (Mińkowski, Krygier 1998). Wyniki te wskazują na korzyści jakie można by uzyskać przez segregację surowca na nasiona duże i małe przed ich dalszym wykorzystaniem do przerobu. Nasiona rzepaku pod względem budowy anatomicznej składają się z okrywy nasiennej, zwanej łupiną, oraz zarodka (Herse 1982). Łupina może stanowić 12÷20% masy nasion, a podstawowe składniki zarodka, to jest liścienie 75÷83% i korzonek zarodkowy około 5% (Byszewski 1972). W związku z różnymi funkcjami fizjologicznymi, jakie pełnią łupina oraz zarodek, ich skład chemiczny także jest zróżnicowany (Niewiadomski 1990).

Celem pracy było określenie wpływu odmiany i wielkości nasion rzepaku na procentowy udział wyodrębnionych składników anatomicznych nasion (łupiny i zarodka) oraz ich skład chemiczny.

Material i metody

Praca była kontynuacją wcześniejszych badań (Mińkowski, Krygier 1998) i została wykonana na tym samym surowcu wyjściowym. Badaniom poddano frakcje nasion o wielkości >2,0–2,5 mm (nasiona duże) i 1,6–2,0 mm (nasiona małe). Analizy zawartości tłuszczu, białka ogółem, włókna surowego, glukozytanów, tanin hydrolizujących, tanin skondensowanych, fitynianów, żelaza, miedzi i cynku wykonywano zgodnie z metodykami podanymi w cytowanej publikacji.

Zawartość łupiny oraz zarodka oznaczano wagowo, po ich ręcznym rozdeleniu z nasion wstępnie nawilżanych na wilgotnej bibule filtracyjnej przez 12 godzin. Po tym czasie nasiona nacinano skalpelem bądź paznokciem i przez naciśnięcie oddzielano łupinę od liścieni. Po suszeniu owiewowym w temperaturze pokojowej w pomieszczeniu o obniżonej do 50% wilgotności i ich zważeniu wyliczano zawartość łupiny. Średnią zawartość łupiny obliczono na podstawie oznaczeń dla 30 nasion w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Zawartość łupiny oraz zarodka w nasionach różnych odmian i o różnej wielkości

Udział łupiny w nasionach zależał od ich wielkości i odmiany, co przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Zawartość łupiny oraz zarodka w zależności od odmiany i wielkości nasion (%)
The content of hull and embryo dependent on variety and size of seeds (%)

Odmiana Variety	Wielkość nasion [mm] — Size of seeds [mm]			
	>2,0–2,5		1,6–2,0	
	łupina — hull	zarodek — embryo	łupina — hull	zarodek — embryo
Mar	16,1	83,9	17,0	83,0
Polo	13,8	86,2	16,6	85,4
Leo	14,1	85,9	14,5	85,5

Największą zawartość łupiny w nasionach dużych oraz małych stwierdzono u odmiany Mar (odpowiednio 16,1 i 17,0%), a stosunkowo niską u odmiany Leo (14,1 i 14,5%). Zależność udziału łupiny w nasionach rzepaku od ich wielkości i odmiany omawiają w swoich publikacjach także inni autorzy (Abdel-Latif 1980, Shirzadegan i Röbbelen 1985, Liu i in. 1995, Jensen i in. 1995). Według Niewiadomskiego (1990) zawartość łupiny wynosi 15–20% masy całych nasion rzepaku, natomiast Thakor i in. (1995) dla odmiany Westar podają zawartość 14,5% łupiny, a Nowak i in. (1985) dla odmiany Skrzyszowicki tylko 12%.

Charakterystyka składu chemicznego łupiny oraz zarodka

Otrzymane średnie wyniki zestawiono w tabeli 2 dla odmiany Mar, tabeli 3 dla Polo i tabeli 4 dla odmiany Leo.

Zawartość tłuszczu w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 5,9 dla odmian Mar i Polo do 6,1% sm. dla Leo, z nasion małych — od 5,8 dla Mar i Polo do 6,2% sm. dla Leo. Blisko 10-krotnie więcej tłuszczu stwierdzono w zarodku: z nasion dużych — od 54,2 dla Leo do 57,5% sm. dla Mar i z nasion małych — od 53,4 dla Leo do 56,6% sm. dla Mar. Zarodki z nasion małych zawierały od 0,5 do 0,8% mniej tłuszczu niż z nasion dużych. Znacznie więcej tłuszczu w łupinie według Nowak i in. (1985) zawierała odmiana Skrzyszowicki. Natomiast Naczek i in. (1994) w łupinie rzepiku odmiany Excel stwierdzili zawartość 5,5%, a więc zbliżoną jak w niniejszych badaniach w małych nasionach rzepaku odmiany Mar.

Zawartość białka w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 14,1 dla odmiany Mar do 15,8% smb. dla Leo, a z nasion małych — od 14,5 dla Mar do 16,1% smb. dla Leo. Około trzykrotnie wyższą zawartość białka niż w łupinie odnotowano w zarodku: z nasion dużych — od 43,7 dla odmiany Leo do 44,3% smb. dla Mar i z nasion małych — od 43,4 dla odmiany Leo do 44,0% smb. dla Mar. Dla porównania Naczek i in. (1994) w łupinie z odmiany rzepiku Excel znaleźli 15,1% białka, zaś w nieodtłuszczonych zarodkach 28,3%, a Baudet (1982) odpowiednio: 20,3 i 49,4% smb. białka. Mitaru i in. (1982) w łupinie z odmian rzepaku Tower oraz Regent stwierdzili 15,1 oraz 17,3%, a Nowak i in. (1985) z odmiany Skrzyszowicki 13,9% białka.

Tabela 2

Skład chemiczny łupiny oraz zarodka nasion rzepaku odmiany Mar
The chemical composition of hull and embryo of rapeseed variety Mar

Cechy Item	Wielkość nasion [mm] — <i>Size of seeds [mm]</i>			
	>2,0–2,5		1,6–2,0	
	łupina hull	zarodek embryo	łupina hull	zarodek embryo
Sucha masa — <i>Dry matter [%]</i>	90,2	93,5	90,4	93,4
Tłuszcz [% sm.] — <i>Fat [% dm.]</i>	5,9	57,9	5,8	57,1
Białko ogółem [% smb.] <i>Total protein [% ddm.]</i>	14,1	44,3	14,5	44,0
Włókno surowe [% smb.] <i>Crude fibre [% ddm.]</i>	38,5	6,4	39,7	6,6
Glukozynolany [$\mu\text{M}/1\text{g}$ smb.] <i>Glucosinolates [$\mu\text{M}/1\text{g}$ ddm.]</i>	6,1	26,1	7,4	23,0
Kwas taninowy [% smb.] <i>Tannic acid [% ddm.]</i>	0,69	2,60	0,64	2,30
Taniny skondensowane [mg/100g smb.] <i>Condensed tannins [mg/100g ddm.]</i>	790	201	721	178
Fityniany [% smb.] — <i>Phytate [% ddm.]</i>	0,54	5,60	0,46	5,19
Żelazo [mg/kg smb.] — <i>Iron [mg/kg ddm.]</i>	97,8	79,5	89,6	75,4
Miedź [mg/kg smb.] — <i>Copper [mg/kg ddm.]</i>	9,4	4,5	10,1	4,8
Cynk [mg/kg smb.] — <i>Zinc [mg/kg ddm.]</i>	6,2	60,7	7,9	56,1

Objaśnienie skrótów: sm. – sucha masa, smb. — sucha masa beztluszczowa, μM – mikromole,
 dm. – dry matter, ddm. – dry defatted matter

Zawartość włókna surowego w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 38,5 dla odmiany Mar do 41,7% smb. dla Leo i z nasion małych — od 39,7 dla Mar do 42,8% smb. dla Leo. W zarodku stwierdzono około 6-krotnie mniej włókna surowego niż w łupinie. Zawartość tego składnika w zarodku kształtowała się na zbliżonym poziomie: z nasion dużych — od 6,4 dla odmiany Mar do 6,7% smb. dla Leo i z nasion małych — od 6,6 dla Mar do 6,9% smb. dla Leo. Odnotowane w pracy ilości włókna surowego są zbliżone do danych literaturowych (Mitaru i in. 1982, Bell i Shires 1982).

Zawartość glukozynolanów w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 5,0 dla odmiany Polo do 6,8 $\mu\text{mola/g}$ smb. dla Leo i z nasion małych — od 5,5 dla Polo do 7,4 $\mu\text{mola/g}$ smb. dla Mar. W zarodku, w porównaniu z łupiną, było 3 do 5-krotnie więcej glukozynolanów. Ich zawartość w zarodku z nasion dużych wynosiła od 17,4 dla odmiany Polo do 28,5 $\mu\text{mola/g}$ smb. dla Mar i z nasion małych od 16,1 dla odmiany Polo do 24,9 $\mu\text{mola/g}$ smb. dla Mar. Proporcje pomiędzy ilością

glukozynolanów w zarodku oraz łupinie zależały od wyjściowej zawartości tych związków w nasionach. Im było ich mniej w całych nasionach, tym stosunek był bardziej wyrównany, obniżała się bowiem ilość glukozynolanów w zarodku, a utrzymywała w łupinie. Zarodek z nasion dużych, niezależnie od odmiany, zawierał więcej glukozynolanów niż z nasion małych. Zbieżne wyniki otrzymali Bell i Shires (1982) dla odmiany Tower. Największą koncentrację glukozynolanów w zarodku stwierdził Bell (1993) w fazie pełnej dojrzałości nasion.

Tabela 3

Skład chemiczny łupiny oraz zarodka nasion rzepaku odmiany Polo
The chemical composition of hull and embryo of rapeseed variety Polo

Cechy <i>Item</i>	Wielkość nasion [mm] — <i>Size of seeds [mm]</i>			
	>2,0–2,5		1,6–2,0	
	łupina <i>hull</i>	zarodek <i>embryo</i>	łupina <i>hull</i>	zarodek <i>embryo</i>
Sucha masa — <i>Dry matter</i> [%]	91,0	94,4	90,6	93,9
Tłuszcz [% sm.] — <i>Fat</i> [% dm.]	5,9	56,6	5,8	56,1
Białko ogółem [% smb.] <i>Total protein</i> [% ddm.]	15,6	44,0	14,8	43,8
Włókno surowe [% smb.] <i>Crude fibre</i> [% ddm.]	39,4	6,6	39,8	6,8
Glukozynolany [μ M/1g smb.] <i>Glucosinolates</i> [μ M/1g ddm.]	5,0	17,4	5,5	16,1
Kwas taninowy [% smb.] <i>Tannic acid</i> [% ddm.]	0,78	2,02	0,70	1,87
Taniny skondensowane [mg/100 g smb.] <i>Condensed tannins</i> [mg/100 g ddm.]	532	138	558	150
Fityniany [% smb.] — <i>Phytate</i> [% ddm.]	0,43	3,97	0,38	3,76
Żelazo [mg/kg smb.] — <i>Iron</i> [mg/kg ddm.]	98,0	82,1	84,6	76,3
Miedź [mg/kg smb.] — <i>Copper</i> [mg/kg ddm.]	11,1	6,2	9,6	6,4
Cynk [mg/kg smb.] — <i>Zinc</i> [mg/kg ddm.]	14,6	79,9	15,8	69,6

Zawartość kwasu taninowego w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 0,69 dla odmiany Mar do 0,86% smb. dla Leo i z nasion małych — od 0,64 dla Mar do 0,78% smb. dla Leo. Łupina z nasion małych każdej z odmian zawierała ich nieco więcej niż łupina z nasion dużych. Od 1,5 do 3-krotnie więcej kwasu taninowego niż w łupinie stwierdzono w zarodku z nasion dużych — od 2,02 dla Polo do 2,60% smb. dla Mar i z nasion małych — od 1,87 dla Polo do 2,30% smb. dla Mar. Ilość kwasu taninowego w zarodku w niewielkim stopniu zależała od wielkości nasion, natomiast była wyraźnie zależna od odmiany.

Tabela 4

Skład chemiczny łupiny oraz zarodka nasion rzepaku odmiany Leo
The chemical composition of hull and embryo of rapeseed variety Leo

Cechy <i>Item</i>	Wielkość nasion [mm] — <i>Size of seeds [mm]</i>			
	>2,0–2,5		1,6–2,0	
	łupina <i>hull</i>	zarodek <i>embryo</i>	łupina <i>hull</i>	zarodek <i>embryo</i>
Sucha masa — <i>Dry matter</i> [%]	90,5	95,1	90,2	95,3
Tłuszcz [% sm.] — <i>Fat</i> [% dm.]	6,1	54,2	6,2	53,4
Białko ogółem [% smb.] <i>Total protein</i> [% ddm.]	15,8	43,7	16,1	43,4
Włókno surowe [% smb.] <i>Crude fibre</i> [% ddm.]	41,7	6,7	42,8	6,9
Glukozynolany [μ M/1 g smb.] <i>Glucosinolates</i> [μ M/1 g ddm.]	6,8	20,4	6,6	18,5
Kwas taninowy [% smb.] <i>Tannic acid</i> [% ddm.]	0,86	2,20	0,78	2,22
Taniny skondensowane [mg/100 g smb.] <i>Condensed tannins</i> [mg/100 g ddm.]	670	190	715	216
Fityniany [% smb.] — <i>Phytate</i> [% ddm.]	0,61	5,80	0,54	5,11
Żelazo [mg/kg smb.] — <i>Iron</i> [mg/kg ddm.]	117,1	92,1	112,2	96,9
Miedź [mg/kg smb.] — <i>Copper</i> [mg/kg ddm.]	7,5	5,5	7,4	5,1
Cynk [mg/kg smb.] — <i>Zinc</i> [mg/kg ddm.]	7,6	57,9	6,9	55,2

Zawartość tanin skondensowanych w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 532 mg dla odmiany Polo do 790 mg/100 g smb. dla Mar i z nasion małych — od 558 mg dla Polo do 721 mg/100 g smb. dla Mar. Około 3 do 4 razy mniej tanin skondensowanych oznaczono w zarodku: z nasion dużych — od 138 mg dla Polo do 201 mg/100g smb. dla Mar i z nasion małych — od 150 mg dla Polo do 216 mg/100 g smb. dla Leo. Nie stwierdzono wyraźnego związku pomiędzy ilością tanin skondensowanych w zarodku a wielkością nasion, z których je wydzielono, zależała ona natomiast od odmiany. Zawartość tanin skondensowanych w zarodku rzepaku określana jest na 0,09–0,39%, a rzepiku 0,23–0,54% (Blair i in. 1984). W łupinie rzepaku Mitaru i in. (1982) stwierdzili od 0,02 do 0,22%, natomiast Naczka i in. (1994) od 0,01 aż do 1,6%. Na tym tle wyniki uzyskane w pracy potwierdzają obecność znacznych ilości tanin skondensowanych w łupinie, a mniejszych w zarodku.

Zawartość fitynianów w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 0,43 dla odmiany Polo do 0,61% smb. dla Leo, z nasion małych — od 0,38 dla Polo do 0,54% smb. dla Leo. Łupina z nasion dużych dla każdej z odmian zawierała nieco więcej fitynianów niż z nasion małych. Około 10-krotnie więcej fitynianów niż

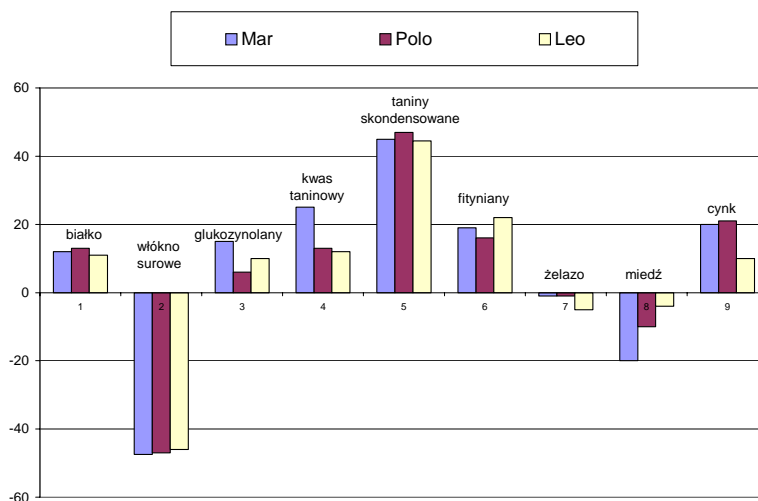
w łupinie znaleziono w zarodku: z nasion dużych — od 3,97 dla odmiany Polo do 5,80% smb. dla Leo; z nasion małych — od 3,76 dla Polo do 5,19% smb. dla Mar. Ilość fitynianów w zarodku z nasion dużych była każdorazowo nieco większa niż z nasion małych, natomiast duże zróżnicowanie wystąpiło pomiędzy odmianami.

Zawartość żelaza w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 97,8 dla odmiany Mar do 117,1 mg/kg smb. dla Leo; z nasion małych — od 84,6 dla Polo do 112,2 mg/kg smb. dla Leo. Dla każdej z odmian stwierdzono wyższą zawartość żelaza w łupinie z nasion dużych niż w łupinie z nasion małych. W zarodku notowano niższe zawartości żelaza niż w łupinie i wynosiły one: z nasion dużych — od 79,5 dla odmiany Mar do 92,1 mg/kg smb. dla Leo; z nasion małych — od 75,4 dla Mar do 96,9 mg/kg smb. dla Leo. Zarodek z nasion dużych, podobnie jak łupina, zawierał więcej żelaza niż z nasion małych. Zbliżone wyniki podają Amarowicz i in. (1989) oraz Markiewicz i in. (1993).

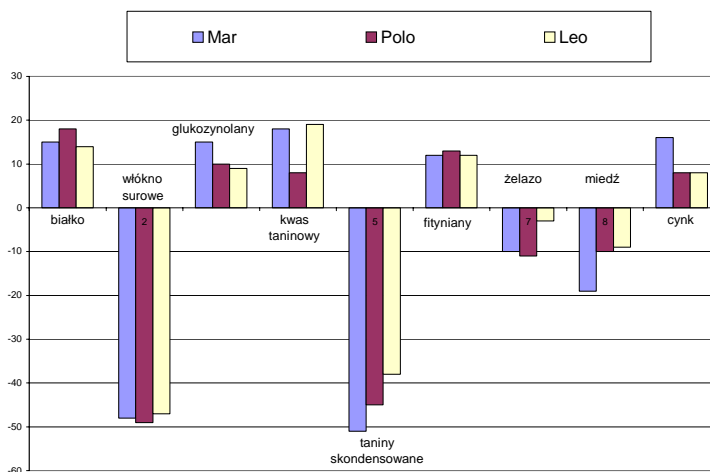
Zawartość miedzi w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 7,5 dla odmiany Leo do 11,1 mg/kg smb. dla Polo; z nasion małych zakres był zbliżony — od 7,4 dla Leo do 11,0 mg/kg smb. dla Mar. W porównaniu z łupiną notowano w zarodku blisko 2-krotnie niższe zawartości miedzi: z nasion dużych — od 4,5 dla Mar do 6,2 mg/kg smb. dla Polo i w zbliżonym zakresie z nasion małych — od 4,8 dla Mar i Leo do 6,4 mg/kg smb. dla Polo. Nie zanotowano wyraźnego związku pomiędzy ilością miedzi w zarodku a wielkością nasion, widoczne były natomiast różnice międzyodmianowe. Podobne tendencje stwierdzili Markiewicz i in. (1993).

Zawartość cynku w łupinie wynosiła: z nasion dużych — od 6,2 dla odmiany Mar do 14,6 mg/kg smb. dla Polo i z nasion małych — od 6,9 dla Leo do 15,8 mg/kg smb. dla Polo. Cynk, odwrotnie niż miedź, znajdował się przede wszystkim w zarodku, gdzie jego zawartość była od 5- do blisko 10-krotnie wyższa niż w łupinie i wynosiła: z nasion dużych — od 57,9 dla odmiany Leo do 79,9 mg/kg smb. dla Polo a dla nasion małych — od 55,2 dla Leo do 69,6 mg/kg smb. dla Polo, i nie zależała od wielkości nasion. W badaniach Markiewicza i in. (1993) w zarodku znaleziono 70,5, a w łupinie 10,3 mg/kg cynku.

Porównując skład chemiczny suchej masy beztłuszczowej zarodka ze składem suchej masy beztłuszczowej całych nasion wyliczono procentowe zmiany zawartości analizowanych składników, jakie nastąpiły po ręcznym usunięciu łupiny, które przedstawiają rysunki 1 i 2.



Rys. 1. Zmiany zawartości (%) składników suchej masy beztuszczowej nasion rzepaku po usunięciu łupiny. Frakcja >2,0–2,5 mm — *Changes of content (%) of compounds of dry defatted matter after dehulling. Fraction >2.0–2.5 mm*



Rys. 2. Zmiany zawartości (%) składników suchej masy beztuszczowej nasion rzepaku po usunięciu łupiny. Frakcja 1,6–2,0 mm — *Changes of content (%) of compounds of dry defatted matter after dehulling. Fraction 1.6–2.0 mm*

Wnioski

1. Zawartość łupiny w nasionach rzepaku ozimego zależy od odmiany i wielkości nasion. Spośród badanych odmian najwięcej łupiny mają nasiona odmiany Mar. Najmniej łupiny we frakcji nasion dużych zawiera odmiana Polo, a nasion małych odmiana Leo. Nasiona małe badanych odmian zawierają więcej łupiny niż nasiona duże.
2. Skład chemiczny, zarówno łupiny jak i zarodka, tylko w niewielkim stopniu zależy od odmiany i wielkości nasion. Natomiast w zawartości analizowanych składników istnieją znaczne różnice między łupiną i zarodkiem.
3. W porównaniu z łupiną, niezależnie od odmiany, zarodek zawiera około 10-krotnie więcej tłuszczu, 3-krotnie więcej białka, 6-krotnie mniej włókna surowego, 3- do 5-krotnie więcej glukozyolanów, 1,5- do 3-krotnie więcej kwasu taninowego, 3- do 4-krotnie mniej tanin skondensowanych, 10-krotnie więcej fitynianów, nieco mniej żelaza, blisko 2-krotnie mniej miedzi i 4,5- do 9-krotnie więcej cynku.

Literatura

- Abdel-Latif A. 1980. Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung des Rohfasergehaltes in Raps-samen. Dissertation, Landwirtschaftliche Fakultät Göttingen: 75. Amarowicz R., Kostyra H., Kozłowska H. 1989. Zawartość składników mineralnych w nasionach rzepaku odmiany Jantar. *Tłuszcze Jadalne*, 27: 9-17.
- Baudet M. 1982. Le depelliculage et des graines de colza. *Bulletin CETIOM*, nr 79: 16-23
- Bell J.M., Shires A. 1982. Composition and digestibility by pigs of hull fraction from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 557-567.
- Bell J.M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 679-697.
- Blair R., Reichert R.D. 1984. Carbohydrate and phenolic constituents in a comprehensive range of rapeseed and canola fractions: nutritional significance for animals. *J. Sci. Food Agric.*, 35: 29-35.
- Byszewski W. 1972. *Surowce roślinne*. PWN, Warszawa: 162.
- Herse J. 1982. Szczegółowa uprawa roślin. *Praca zbiorowa*. PWN, Warszawa: 337-338, 341, ryc. 54.
- Jensen S.K., Liu Y.G., Eggum B.O. 1995. The influence of variations in seed size and hull content on composition and digestibility of rapeseed. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress.*, Cambridge, UK, 188-190.
- Liu Y.G., Jensen S.K., Eggum B.O. 1995. The influence of seed size on digestibility and growth performance of broiler chickens fed full-fat rapeseed. *J. Sci. Food and Agric.*, 67: 135-140.

- Markiewicz K., Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Markiewicz E. 1993. Wybrane składniki mineralne w oleju rzepakowym. *Post. Nauk Roln.*, 6/246: 157-160.
- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. *Rośliny Oleiste*, XIX, 1: 219-230.
- Mitaru B.N., Blair R., Bell J.M., Reichert R.D. 1982. Tannins and fiber content of rapeseed and canola hulls. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 661-663.
- Naczka M., Nichols T., Pink D., Sosulski F. 1994. Condensed tannins in canola hulls. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 2196-2200.
- Niewiadomski H. 1990. Rapeseed. *Chemistry and Technology*. Elsevier, Amsterdam: 32-82.
- Nowak H., Zadernowski R., Fornal J., Fornal Ł. 1985. Skład chemiczny i struktura okrywy nasiennej rzepaku. II Krajowe Symp. Chem. i Techn. Tłuszcz. Referaty i streszczenia doniesień. Gdańsk: 214-216.
- Price M.L., Van Scoyoc S., Butler L.G. 1978. A critical evaluation of the vanilin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, 28: 1214-1218.
- Shirzadegan M., Röbbelen G. 1985. Influence of seed color and hull proportion on quality properties of seeds in *Brassica napus* L. *Fette, Seifen, Anstrichmitt.*, 87: 235-237.
- Thakor N.J., Sokhansanj S., Mc Gregor I., Mc Curdy S. 1995. Dehulling of canola by hydrothermal treatments. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 72: 597-602.