

Franciszek Wielebski

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Poznaniu

Reakcja różnych typów hodowlanych odmian rzepaku ozimego na poziom stosowanej agrotechniki

II. Jakość zbieranego plonu

Response of different types of winter oilseed rape varieties to crop production systems II. Quality of seeds yield

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, mieszańce, poziom agrotechniki, białko, tłuszcz, kwasy tłuszczowe, glukozytolany

Badania realizowano w oparciu o 3-letnie doświadczenia polowe prowadzone w latach 2005/6–2007/8 w dwóch miejscowościach: Zielęcín (N 52°10' E 16°22') i Łagiewniki (N 51°46' E 17°14'). Badano w nich reakcję form mieszańcowych rzepaku ozimego: złożonych (Kaszub i Pomorzanin) i zrestorowanych (Kronos i Extrem) oraz odmiany populacyjnej (Bojan) na dwa poziomy agrotechniki: standardowy i intensywny.

Poziom stosowanej technologii uprawy miał istotny wpływ na zawartość tłuszczu i białka w nasionach, bardzo słabo natomiast różnicował zawartość kwasów tłuszczowych w oleju i glukozytolanów w nasionach wszystkich badanych odmian. Bardziej niż od poziomu agrotechniki zawartość tłuszczu, białka i glukozytolanów w nasionach oraz skład kwasów tłuszczowych oleju zależały od odmiany i środowiska.

W okresie 3 lat badań zawartość tłuszczu zmieniała się o 5,6, białka o 4,3 punkty procentowe, zaś glukozytolanów o 2,7 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion. Nasiona badanych form rzepaku w Łagiewnikach w porównaniu do nasion z Zielęcína zawierały istotnie więcej tłuszczu (o 4,2 punkty procentowe), natomiast mniej białka (o 2 punkty procentowe) i glukozytolanów (o 2,8 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion).

Dla jakości nasion i oleju nie wykazano współdziałania intensywności uprawy z odmianami.

Key words: winter oilseed rape, hybrids, crop production systems, protein, fat, glucosinolates

Field trials were carried out in years 2005/6–2007/8 at Agricultural Experimental Stations in Wielichowo Zielęcín (N 52°10' E 16°22') and Łagiewniki (N 51°46' E 17°14'). Two crop production systems and three types of winter rape varieties: composite hybrids (Kaszub and Pomorzanin) and restored hybrids (Kronos and Extrem) and open pollinated variety (Bojan) were studied. Description of experiment is given in part I of this publication.

The intensity level of applied technology had a significant effect on fat content and total protein content in seeds, however it differentiated very faintly fatty acids composition of oil and glucosinolate content in seeds of all studied cultivars. The intensive crop production system which was characterized by N fertilization higher by 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ produced seeds which in all studied cultivars accumulated more (by 0.5%) of total protein as well as they contained less (by 1.1%) of fat as

compared to seeds produced with a standard system. The content of fat, proteins and glucosinolate in seeds as well as composition of fatty acids in oil were more dependent on cultivar and environment than from crop production system. The highest content of fat, total protein and glucosinolates accumulated in the seeds of composite hybrid Kaszub (respectively 41.9 and 21.8% as well as 17.1 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ seeds). The lowest fat (41%) content was in seeds of restored hybrid Extrem. The lowest total protein and glucosinolates content was in the seeds of restored hybrid Kronos (respectively 20.6% and 10.1 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ seeds).

During the period of 3 years of investigations the content of fat varied about 5.6 and total protein about 4.3 proportional points, and glucosinolates content by 2.7 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ seeds. The seeds of studied rape varieties grown in Łagiewniki in comparison with seeds from Ziełecin contained significantly more fat (by 4.2 proportional points), however they accumulated less total protein (by 2 proportional points) and glucosinolates (by 2.8 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ seeds). The differences of fat content and total protein content between varieties did not exceed one proportional point.

The study showed that the interaction between cultivars and intensity of production technology was not significant and also had no effect on quality of seeds and oil.

Wstęp

Stosowane metody uprawy winny gwarantować nie tylko uzyskanie wysokich plonów, ale także zapewnić odpowiednią jakość zbieranych nasion. Jakość plonu rzepaku determinowana jest głównie przez zawartość tłuszczu i białka w nasionach oraz obecność szkodliwych związków siarkowych zwanych glukozynolanami. Aktualnie uprawiane odmiany rzepaku podwójnie ulepszonych są źródłem oleju o wysokiej wartości spożywczej oraz wysokobiałkowej śruty o znacznie obniżonej zawartości glukozynolanów. Wyniki wielu badań wykazały, że skład chemiczny nasion rzepaku kształtowany jest głównie przez genotyp odmiany ale w pewnym stopniu może być modyfikowany przez warunki środowiska i agrotechnikę (Muśnicki i in. 1999, Jankowski i Budzyński 2000, Tys i Jankowski 2002, Malarz i in. 2006). Spośród czynników agrotechnicznych największy wpływ na jakość zbieranych nasion ma nawożenie mineralne. Poziom i termin nawożenia azotem (Muśnicki i in. 1999) ma decydujący wpływ na zawartość tłuszczu i białka, natomiast nawożenie siarką głównie modyfikuje zawartość glukozynolanów w nasionach (Zhao i in. 1995, Wielebski i Muśnicki 1998, Krauze i Bowszys 2000, Podleśna 2003). Wykazano również, że wpływ nawożenia mineralnego na zawartość w nasionach rzepaku tłuszczu, białka i glukozynolanów zależy od warunków środowiskowych (Champolivier i in. 1999), a zwłaszcza niedoboru wody w fazie kwitnienia (Hu i in. 2007) i dojrzewania. Warunki pogodowe silnie determinują rozwój rzepaku, a tym samym wysokość i jakość plonu. Skład kwasów tłuszczowych w oleju jest kontrolowany głównie na drodze genetycznej, jednak pewien wpływ mają też warunki środowiska (Krzymański i in. 2009) oraz czynnik agrotechniczny (Jędrzejak in. 2005).

Celem badań było określenie wpływu intensywności uprawy i warunków środowiska na jakość plonu nasion form mieszańcowych rzepaku ozimego.

Material i metody

Przedmiotem badań były nasiona pochodzące z doświadczeń polowych prowadzonych w latach 2006–2008 na polach Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Wielichowo-Zielęcin (N 52°10' E 16°22') oraz Gospodarstwa Łagiewniki (N 51°46' E 17°14') należącego do Spółki Hodowla Roślin Smolice. W doświadczeniach badano reakcję form mieszańcowych rzepaku ozimego: złożonych (Kaszub i Pomorzanin) i zrestorowanych (Kronos i Extrem) oraz odmiany populacyjnej (Bojan) na dwa poziomy agrotechniki: standardowy i intensywny.

Metodyka badań polowych oraz warunki pogodowe w latach badań przedstawione zostały w I części pracy (Wielebski 2009).

W zebranych nasionach rzepaku określono zawartość białka ogólnego i tłuszczu oraz szczegółowo przeanalizowano skład kwasów tłuszczowych, a także ilość i jakość glukozyolanów. Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych i plonu nasion obliczono wydajność tłuszczu i białka ogólnego z 1 ha.

Zawartość tłuszczu w nasionach oceniono wykorzystując magnetyczny rezonans jądrowy (NMR). Skład kwasów tłuszczowych i zawartość glukozyolanów w nasionach oznaczono za pomocą chromatografii gazowej (Byczyńska i Krzymański 1969, Michalski i in. 1995). Zebrane dane poddano analizie statystycznej za pomocą pakietu Statistica. Istotność różnic określono testem Tukeya na poziomie ufności $P = 0,05$ i wyrażono je literowo. Ponadto podano najmniejsze istotne różnice (NIR), również według wielokrotnego testu Tukeya.

Wyniki i dyskusja

Synteza trzyletnich wyników badań wykazała, że zawartość tłuszczu i białka była determinowana przez wszystkie badane czynniki, natomiast skład kwasów tłuszczowych i zawartość glukozyolanów zmieniała się tylko pod wpływem czynnika genetycznego i środowiskowego. W wariacie intensywnym uprawy, w którym w porównaniu do uprawy standardowej stosowano wyższe (o 60 kg N·ha⁻¹) nawożenie azotowe, nasiona badanych odmian gromadziły istotnie więcej (średnio o 0,5%) białka ogólnego oraz zawierały mniej (o 1,1%) tłuszczu (tab. 1). Spadek zawartości tłuszczu był jednak mniejszy niż przyrost plonu nasion wywołany zwiększonym nawożeniem azotowym. Plon nasion przedstawiono w pierwszej części pracy. Intensywna technologia spowodowała zatem istotne zwiększenie zarówno wydajności białka jak i tłuszczu z 1 ha. Podobne zależności wykazano w badaniach innych autorów (Jasińska i in. 1997, Kozak 1999, Wójtowicz 2004, Kotecki in. 2004). Badane odmiany reagowały podobnie na stosowane technologie albowiem nie stwierdzono współdziałania odmiany z poziomem uprawy zarówno dla zawartości tłuszczu i białka ogółem w nasionach, jak również wydajności tłuszczu i białka

z hektara. Różnice w zawartości tłuszczu i białka między odmianami były niewielkie i nie przekraczały 1% wartości bezwzględnej. Spośród badanych odmian najwięcej tłuszczu i białka gromadziły nasiona mieszańca złożonego Kaszub (odpowiednio 41,9 i 21,8%). Najmniej tłuszczu zawierał mieszaniec zrestorowany Extrem (41%), a najmniej białka było w nasionach mieszańca zrestorowanego Kronos (20,6%). Zróżnicowanie plonu tłuszczu i białka było głównie determinowane przez plon nasion. Wysoki plon nasion mieszańcowej odmiany Extrem zapewnił jej również najwyższą wydajność tłuszczu i białka z hektara.

Tabela 1
Zawartość tłuszczu i białka ogółem w nasionach rzepaku oraz wydajność składników pokarmowych — *Fat and total protein content and their nutrients yield per ha*

Czynniki <i>Factors</i>	Zawartość — <i>Content</i> [%]		Wydajność — <i>Yields</i> [dt·ha ⁻¹]	
	tłuszcz <i>fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>	tłuszcz <i>fat</i>	białko ogółem <i>total protein</i>
Poziom agrotechniki — <i>Crop production system</i>				
Standardowa — <i>Standard</i>	42,1 b	21,1 a	19,9 a	9,95 a
Intensywna — <i>Intensive</i>	41,0 a	21,6 b	20,9 b	11,0 b
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,28	0,20	0,73	0,31
V%	7,87	10,5	15,0	16,2
Odmiany — <i>Cultivars</i>				
Bojan	41,5 b	21,1 b	20,2 bc	10,2 a
Kaszub	41,8 c	21,8 c	19,2 a	10,1 a
Pomorzanin	41,7 bc	21,7 c	19,4 ab	10,2 a
Kronos	41,6 bc	20,6 a	21,0 c	10,4 a
Extrem	41,0 a	21,5 c	22,1 d	11,6 b
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,31	0,33	0,99	0,53
V%	8,06	10,4	14,1	16,2
Lata — <i>Years</i>				
2006	41,8 b	21,4 b	20,1 a	10,3 a
2007	38,6 a	23,4 c	19,0 a	11,5 b
2008	44,2 c	19,2 a	22,0 b	9,6 a
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,94	0,42	1,78	0,97
V%	5,66	6,49	13,8	15,0
Miejsce — <i>Location</i>				
Łagiewniki	43,6 b	20,3 a	20,9 b	9,8 a
Zielęcín	39,4 a	22,4 b	19,8 a	11,2 b
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,28	0,30	1,08	0,54
V%	6,25	9,39	15,0	15,7

V% — współczynnik zmienności — *coefficient of variability*

Znacznie bardziej niż pod wpływem technologii uprawy i czynnika genetycznego zawartość tłuszczu i białka zmieniała się pod wpływem czynnika środowiskowego. W okresie 3 lat badań średnia zawartość tłuszczu wahała się od 38,6 do 44,2%, a zawartość białka od 19,2 do 23,4%. Różnice w zawartości tych składników nie były wywołane stopniem dojrzałości nasion w czasie zbioru, albowiem zawartość wody w zbieranych nasionach każdego roku wahała się od 6,4–7,0%, co wskazywało na ich odpowiednią dojrzałość. W zawartości tłuszczu i białka stwierdzono istotne współdziałanie intensywności uprawy z miejscowością oraz latami badań. Nie stwierdzono natomiast współdziałania tych 3 czynników razem. Istotnym zmianom pod wpływem zwiększonej intensywności uprawy podlegała zawartość tłuszczu i białka w Łagiewnikach. Na nieco gorszych glebach w Zielecinie poziom agrotechniki tylko nieistotnie różnicował zawartość tych składników (tab. 2). Istotne różnice w zawartości tłuszczu i białka pod wpływem poziomu agrotechniki stwierdzono w roku 2006 i 2008, w których to fazie kwitnienia i wykształcania nasion towarzyszył duży niedobór opadów. Brak reakcji na intensywność uprawy obserwowano natomiast w roku 2007, który charakteryzował się dużą ilością opadów w okresie kwitnienia i wykształcania nasion (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość tłuszczu i białka ogółem w nasionach rzepaku – interakcja ze środowiskiem
Fat and total protein content in seeds – interaction with environment

Czynnik <i>Factor</i>	Tłuszcz — <i>Fat</i> [%]		Białko ogółem — <i>Total protein</i> [%]	
	poziom agrotechniki — <i>crop production system</i>			
	standardowa <i>standard</i>	intensywna <i>intensive</i>	standardowa <i>standard</i>	intensywna <i>intensive</i>
Lata — <i>Years</i>				
2006	42,5	41,1	20,8	22,1
2007	38,7	38,6	23,4	23,5
2008	45,1	43,4	19,0	19,3
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,48		0,35	
Miejsce — <i>Location</i>				
Łagiewniki	44,4	42,8	19,8	20,8
Zielecin	39,7	39,1	22,3	22,4
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,39		0,28	

Hu i in. (2007) stwierdzili również, że zawartość tłuszczu i białka w nasionach pod wpływem nawożenia azotem zmienia się intensywniej w warunkach niedoboru wody w fazie kwitnienia. Niezależnie od poziomu agrotechniki nasiona wszystkich badanych odmian najwyższą zawartością białka oraz najniższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się w roku 2007. Wyższe (o 2–4°C) niż przeciętne tempera-

tury i susza w fazie kwitnienia oraz opady znacznie przekraczające normę w okresie wykształcania i dojrzewania nasion w roku 2007 sprzyjały bardziej gromadzeniu białka. Duży wpływ warunków pogodowych na zawartość tłuszczu i białka w nasionach wykazały badania innych autorów (Muśnicki i in. 1999, Kotecki i in. 2005, Malarz i in. 2006, Wielebski 2007). Niezależnie od roku badań i poziomu agrotechniki nasiona badanych odmian rzepaku w Łagiewnikach zawierały średnio o 4,2% istotnie więcej tłuszczu i o 2% mniej białka niż nasiona w Zielęcinie. Różnice te spowodowane były właściwościami gleby, albowiem obserwowano je we wszystkich latach badań. Zwięźlejsze gleby łagiewnickie lepiej zapewne chłoneły i zatrzymywały wodę niż lżejsze gleby zielęcińskie, co mogło przyczynić się do lepszego nagromadzenia tam tłuszczu w nasionach i jednocześnie gorszego nagromadzenia białka.

Poziom stosowanej technologii uprawy miał niewielki wpływ na zawartość 7 podstawowych kwasów tłuszczowych w oleju (tab. 3). Słabo także różnicował zawartość glukozyolanów w nasionach (tab. 4). Intensywna uprawa, która w porównaniu do standardowej ($100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) charakteryzowała się wyższym o $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wiosennym nawożeniem azotowym i dolistnym dokarmianiem siarką ($10 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$), zwiększyła istotnie tylko zawartość kwasu eikozenowego w oleju, a z oznaczonych glukozyolanów istotnie podniosła zawartość glukobarassiconapiny. Wójtowicz (2004) wykazał natomiast, że nawożenie azotem nie wywierało istotnego wpływu na skład kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku ozimego. Tymczasem badania Jędrzejak i in. (2005) dotyczące nawożenia azotem rzepaku jarego wykazały, że w porównaniu z kontrolą ($60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$), dawka $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowała wzrost zawartości kwasu palmitynowego, stearynowego, linolowego i linolenowego, a obniżenie oleinowego. Forma jara rzepaku rozwija się później i często bardziej susza wpływa na jej plon niż u formy ozimej, co jeszcze silniej modyfikuje skład chemiczny nasion. Podobnie prace wielu autorów (Zhao i in. 1995, Haneklaus in. 1999) wskazują na istotny wzrost zawartości glukozyolanów pod wpływem nawożenia siarką. Również w wyniku nawożenia azotem obserwowano nieznaczny wzrost glukozyolanów, zwłaszcza glukobarassiconapiny (Wójtowicz i Jajor 2006) lub progointryny (Bilsboroow i in. 1995).

Podobnie jak zawartość tłuszczu i białka również skład kwasów tłuszczowych w oleju oraz zawartość glukozyolanów w nasionach badanych odmian bardziej niż od poziomu agrotechniki zależała od odmiany i środowiska. Istotne różnice odmianowe wykazano w stosunku do wszystkich badanych kwasów tłuszczowych (tab. 3). Odmiany mieszańcowe w porównaniu z populacyjną odmianą Bojan zawierały istotnie więcej kwasu linolenowego, a mniej kwasu stearynowego. W warunkach dużych niedoborów wody, jakie wystąpiły w pierwszym (2006) i ostatnim (2008) roku badań, nasiona ocenianych odmian gromadziły istotnie więcej kwasu oleinowego i stearynowego, natomiast zawierały mniej kwasu palmitynowego i linolowego. Podobne zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych w warunkach

Tabela 3

Wpływ czynników doświadczenia na skład kwasów tłuszczowych w oleju badanych odmian rzepaku
Effect of experimental factors on fatty acid composition in oil of investigated oilseed rape cultivars

Czynnik Factor	Kwasy tłuszczowe — Fatty acids [%]									
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{21:1}	C _{22:1}	SFA	UFA	C _{18:2} /C _{18:3}
Poziom agrotechniki — Crop production system										
Standardowa — Standard	4,64	1,70	63,3	20,2	8,73	1,33	0,13	6,34	92,2	2,33
Intensywna — Intensive	4,64	1,68	63,1	20,2	8,77	1,41	0,21	6,32	92,1	2,33
NIR — LSD _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Odmiany — Cultivars										
Bojan	4,68 b	1,86 c	62,9 a	20,7 c	8,60 a	1,26 a	0,04 a	6,55 c	92,2 b	2,42 c
Kaszub	4,65 b	1,71 b	62,9 a	20,0 b	8,84 c	1,51 b	0,35 b	6,36 b	91,8 a	2,29 b
Pomorzanin	4,64 b	1,67 b	63,4	19,5 a	8,78 bc	1,63 b	0,40 b	6,31 b	91,7 a	2,25 a
Kronos	4,80 c	1,68 b	63,3	20,1 b	8,88 c	1,24 a	0,04 a	6,48 c	92,2 b	2,29 b
Extrem	4,44 a	1,52 a	63,5	20,7 c	8,66 ab	1,23 a	0,01 a	5,96 a	92,8 c	2,41 c
NIR — LSD _{0,05}	0,08	0,05	0,46	0,27	0,14	0,14	0,19	0,09	0,33	0,04
Lata — Years										
2006	4,51 a	1,82 b	65,1 c	19,4 a	7,66 a	1,30 a	0,13	6,32	92,2	2,54 c
2007	4,93 b	1,46 a	61,5 a	21,8 b	8,89 b	1,34 ab	0,13	6,39	92,1	2,45 b
2008	4,48 a	1,79 b	63,0 b	19,4 a	9,70 c	1,48 b	0,25	6,28	92,0	2,00 a
NIR — LSD _{0,05}	0,11	0,15	0,63	0,19	0,20	0,17	ni	ni	ni	0,06
Miejsce — Location										
Łagiewniki	4,62 a	1,70	63,6 b	19,9 a	8,66 b	1,35	0,17	6,32	92,2	2,33
Zielęcín	4,67 b	1,68	62,8 a	20,4 b	8,84 a	1,39	0,17	6,35	92,1	2,33
NIR — LSD _{0,05}	0,04	ni	0,62	0,19	0,20	ni	ni	ni	ni	ni

ni — różnica nieistotna — non significant difference

C_{16:0} — palmitynowy — palmitic C_{18:0} — stearynowy — stearic

C_{18:3} — linolenowy — linolenic C_{21:1} — eikozenowy — eicosenic

Nasycone kwasy tłuszczowe — Saturated fatty acids SFA (C_{16:0} + C_{18:0})

C_{18:1} — oleinowy — oleic C_{22:1} — erukowy — erucic

Nienasycone kwasy tłuszczowe — Unsaturated fatty acids UFA (C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3})

C_{18:2} — linolowy — linoleic

Tabela 4

Wpływ czynników doświadczenia na zawartość glukozynolanów w nasionach badanych odmian rzepaku
Effect of experimental factors on glucosinolate content in seeds of investigated oilseed rape cultivars

Czynnik Factor	Zawartość glukozynolanów [$\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion] — Glucosinolate content [$\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ seeds]									
	glnap	glbra	progo	naplo	indol	4-OH	alken	indol	suma — total	
Poziom agrotechniki — Crop production system										
Standardowa — Standard	3,09	0,76 a	5,94	0,14	0,14	4,24	9,93	4,38	14,3	
Intensywna — Intensive	3,08	0,84 b	6,13	0,14	0,14	4,36	10,2	4,50	14,7	
NIR — $LSD_{0,05}$	ni	0,06	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	
Odmiany — Cultivars										
Bojan	2,61 b	0,53 a	4,40 a	0,10 a	0,16 bc	4,40 b	7,6 a	4,57 b	12,2 b	
Kaszub	3,61 c	1,05 c	7,57 c	0,14 b	0,14 b	4,58 bc	12,4 c	4,71 bc	17,1 d	
Pomorzanie	3,63 c	1,00 c	7,18 bc	0,15 b	0,17 c	4,65 c	12,0 c	4,83 c	16,8 d	
Kronos	2,04 a	0,55 a	4,20 a	0,10 a	0,11 a	3,99 a	6,9 a	4,10 a	11,0 a	
Extrem	3,54 c	0,86 b	6,82 b	0,21 c	0,11 a	3,88 a	11,4 c	3,99 a	15,4 c	
NIR — $LSD_{0,05}$	0,33	0,11	0,65	0,03	0,02	0,19	1,05	0,19	1,07	
Lata — Years										
2006	3,11	0,58 a	5,82 a	0,07 a	0,12	3,80 a	9,58 a	3,92 a	13,5 a	
2007	2,97	1,27 b	7,14 b	0,25 c	0,17	4,43 b	11,7 b	4,59 b	16,2 b	
2008	3,17	0,54 a	5,15 a	0,10 b	0,14	4,67 b	8,94 a	4,81 b	13,8 a	
NIR — $LSD_{0,05}$	ni	0,19	1,25	0,03	ni	0,33	2,07	0,37	2,07	
Miejsce — Location										
Łagiewniki	2,80 a	0,70 a	5,21 a	0,13 a	0,12 a	4,16 a	8,83 a	4,28 a	13,1 a	
Zielęcín	3,38 b	0,90 b	6,86 b	0,15 b	0,16 b	4,43 b	11,3 b	4,60 b	15,9 b	
NIR — $LSD_{0,05}$	0,18	0,06	0,36	0,01	0,01	0,19	0,58	0,20	0,66	

ni — różnica nieistotna — non significant difference

glnap — glukonapina — gluconapin

glbra — glukobrassicinapina — glucobrassicinapin

naplo — napoleiferyna — napoleiferin

4-OH — 4-hydroksyglukobrassicyna — 4-hydroksyglucobrassicin

alken — alkenowe — alkenyl

indol — indolowe — indol

progo — progoitryna — progoitryn

dużego deficytu wody obserwował autor w swoich wcześniejszych badaniach (Wielebski 2007). Kotecki i in. (2002) wykazali natomiast, że w warunkach niedoboru wody malała zawartość kwasu oleinowego, a wzrastała zawartość kwasu linolowego i linolenowego. Podobne zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych otrzymał Wielebski (2006) w warunkach dużego deficytu wody tylko na lekkich glebach Zielęcina. Istotny wpływ warunków wilgotnościowo-termicznych na skład kwasów tłuszczowych wykazały również badania wielu innych autorów (Jędrzejak i in. 2005, Spasibionek 2006). Na nieznaczny tylko wpływ warunków środowiskowych na skład kwasów tłuszczowych wskazują natomiast badania Heimanna (1998) i Muśnickiego (1999).

Niezależnie od intensywności uprawy istotne różnice w zawartości glukozyolanów wystąpiły między odmianami. Spośród badanych odmian istotnie najwięcej glukozyolanów zawierały nasiona mieszańców złożonych: Kaszub i Pomorzanin (17,1 i 16,8 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). Z pozostałych odmian mieszańców zrestorowany Extrem (15,4 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion) charakteryzował się istotnie wyższą, a Kronos (11,0 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion) istotnie niższą zawartością glukozyolanów w porównaniu z odmianą populacyjną Bojan (12,2 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). Zawartość glukozyolanów w nasionach była istotnie modyfikowana przez warunki siedliskowe. Istotnie wyższą zawartość glukozyolanów alkenowych i sumy wszystkich glukozyolanów stwierdzono w nasionach rzepaku uprawianego w drugim (2007) roku badań, który charakteryzował się korzystnymi warunkami wilgotnościowymi, zwłaszcza w fazie wykształcania i dojrzewania nasion. Natomiast Hu i in. (2007) obserwowali wzrost zawartości glukozyolanów w nasionach, gdy w okresie kwitnienia rzepaku wystąpił niedobór opadów. We wszystkich latach nasiona badanych odmian rzepaku w Zielęcinie charakteryzowały się wyższą zawartością zarówno glukozyolanów alkenowych i indolowych, jak i sumy wszystkich glukozyolanów.

Wnioski

1. Poziom stosowanej technologii uprawy miał istotny wpływ na zawartość tłuszczu i białka w nasionach, bardzo słabo natomiast różnicował zawartość kwasów tłuszczowych w oleju i glukozyolanów w nasionach wszystkich badanych odmian rzepaku.
2. Zawartość tłuszczu, białka i glukozyolanów w nasionach oraz zawartość kwasów tłuszczowych w oleju zależała bardziej od środowiska i odmiany niż od poziomu agrotechniki.
3. W okresie 3 lat badań zawartość tłuszczu zmieniała się o 5,6, białka o 4,3 punkty procentowe, zaś glukozyolanów o 2,7 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion. Nasiona badanych form rzepaku w Łagiewnikach w porównaniu do nasion z Zielęcina zawierały

istotnie więcej tłuszczu (o 4,2 punkty procentowe), natomiast mniej białka (o 2 punkty procentowe) i glukozyolanów (o $2,8 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ nasion). Różnice w zawartości tłuszczu i białka między odmianami nie przekraczały 1 punkta procentowego.

4. Dla jakości nasion i oleju nie wykazano współdziałania intensywności uprawy z odmianami.

Literatura

- Bilborrow P.E., Evans E.J., Milford G.F.J., Fieldsend J.K. 1995. The effects of S and N on the yield and quality of oilseed rape in the U.K. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 1: 280-283.
- Byczyńska B., Krzymański J. 1969. Szybki sposób otrzymania estrów metylowych kwasów tłuszczowych do analizy metodą chromatografii gazowej. Tłuszcze Jadalne, XIII: 108-114.
- Champolivier L., Merrien A. 1999. Comparison of growth, yield, yield components and seed quality of an „hybrid-line” composite versus a classical line. Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, CD ROM.
- Haneklaus S., Paulsen H.M., Gupta A.K., Bloem E., Schnug E. 1999. Influence of Sulfur Fertilization on yield and quality of oilseed rape and mustard. Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, CD ROM.
- Hu L., Cheng H., Zhou G., Fu T. 2007. Effect of different nitrogen nutrition on the quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) stressed by drought: Proc. 12th Int. Rapeseed Congress, Wuhan, Chiny, 3: 269.
- Heimann S. 1998. Rzepak ozimy, rzepak jary. Synteza wyników doświadczeń odmianowych COBORU. Słupia Wielka, 1140.
- Jankowski K., Budzyński W. 2000. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie i energochłonność produkcji rzepaku ozimego. I. Wysokość i jakość plonu nasion. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXI (2): 429-438.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XVIII (1): 187-198.
- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na profil kwasów tłuszczowych oleju rzepaku jarego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI (1): 139-148.
- Krauze A., Bowszys T. 2000. Wpływ stosowania różnych technologii nawozów siarkowych na plonowanie i jakość rzepaku ozimego i jarego. Fol. Univ. Agric. Stetin. 204, Agricultura, 81: 133-142.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2002. Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego. II. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIII (2): 303-312.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2004. Wpływ zróżnicowanego poziomu agrotechniki na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXV (1): 97-107.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005. Wpływ zróżnicowanej technologii uprawy na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVI (1): 111-124.

- Kozak M. 1999. Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na rozwój i plonowanie rzepaku. Cz. II. Następczy wpływ grochu i bobiku na rozwój i plonowanie rzepaku. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rol., LXXIV: 27-42.
- Krzymański J., Bartkowiak-Broda I., Krygier K., Szostak W.B., Tys J., Ptasznik S., Wroniak M. 2009. Teraz rzepak, Teraz olej, Tom II. Olej rzepakowy – nowy surowiec, nowa prawda. Monografia: 120.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2006. Wpływ zagęszczenia roślin w łanie na wysokość i jakość plonu trzech odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVII, 2: 299-310.
- Michalski K., Kołodziej K., Krzymański J. 1995. Quantitative analysis of glucosinolates in seeds of oilseed rape – effect of sample preparation on analytical results. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 3: 911-913.
- Muśnicki Cz., Tobała P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XX (2): 459-469.
- Podleśna A. 2003. Wstępna ocena potrzeb nawożenia siarką rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIV (2): 641-649.
- Spasibonek S. 2006. New mutants of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) with changed fatty acid composition. Plant Breeding, 125: 259-267.
- Tys J., Jankowski K. 2002. Wpływ technologii uprawy i zbioru na jakość nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIII (1): 85-94.
- Wielebski F. 2006. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. II. Wpływ na jakość i skład chemiczny nasion. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVII (2): 283-297.
- Wielebski F. 2007. Reakcja różnych typów odmian rzepaku ozimego na zmienne zagęszczenie roślin w łanie. II. Jakość plonu nasion. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVIII (2): 227-236.
- Wielebski F. 2009. Reakcja różnych typów hodowlanych odmian rzepaku ozimego na poziom stosowanej agrotechniki. I. Charakterystyka dojrzewających roślin rzepaku oraz jego plonowanie i układ elementów plonotwórczych. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXX (1): 75-90.
- Wielebski F., Muśnicki Cz. 1998. Wpływ wzrastających dawek siarki i sposobu jej aplikacji na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego w warunkach doświadczeń polowych. Roczn. Akad. Rol. w Poznaniu, CCCIII: 149-167.
- Wójtowicz M. 2004. Wpływ nawożenia azotowego i warunków środowiskowych na cechy biologiczne i użytkowe złożonych odmian mieszańcowych rzepaku ozimego Kaszub i Mazur. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXV (1): 109-124.
- Wójtowicz M., Jajor E. 2006. Wpływ nawożenia azotowego na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXVII (1): 31-43.
- Zhao F.J., Evans E.J., Bilsborrow P.E. 1995. Varietal differences in sulphur uptake and utilization in relation to glucosinolate accumulation in oilseed rape. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 1: 271-273.