

Daniela Rotkiewicz, Danuta Murawa*, Iwona Konopka, Kazimierz Warmiński*

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

* Katedra Ochrony Powietrza i Toksykologii Środowiska

Wartość technologiczna nasion rzepaku jarego traktowanego różnymi kombinacjami środków ochrony roślin

Technological value of spring rapeseed after treatment with different combinations of plant protection agents

Słowa kluczowe: rzepak jary, środki ochrony roślin, jakość nasion

Key words: spring rapeseed, plant protection agents, quality of seeds

Badano wpływ niektórych kombinacji herbicydów, insektycydów i fungicydów na wybrane wyróżniki jakości technologicznej nasion rzepaku jarego, takie jak masę tysiąca nasion i ich wielkość, zawartość zanieczyszczeń, białka, tłuszczu, udział lipidów niepolarnych, gliko- i fosfolipidów oraz skład kwasów tłuszczowych frakcji niepolarnych. Spośród stosowanych w ochronie rzepaku jarego kombinacji środków ochrony roślin w odniesieniu do jakości nasion obydwu badanych odmian, niekorzystnie oddziałują kombinacje z herbicydami, zarówno w postaci preparatu Roundup Ultra 360 SL, jak i preparatu Butisan 400 SC. Obniżają one masę nasion oraz zmieniają proporcje kwasów tłuszczowych, obniżając udział kwasów nienasyconych. Kombinacja preparatów: Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC zwiększa ponadto ilość zanieczyszczeń, zwłaszcza nasion zielonych.

The effect of some combinations of herbicides, insecticides and fungicides on the selected technological parameters of two varieties of spring rapeseed was investigated. Mass of 1000 seeds, their size, content of impurities, amount of protein and fat, share of non-polar, glyco- and phospholipids in total fat and fatty acids composition of non-polar lipids were analysed. It was observed that combinations with both herbicides: Butisan 400 SC and Roundup Ultra 360 SC had unfavourable influence on quality of spring rapeseed seeds. The combinations decrease the mass of seeds and change the proportions of fatty acids, decreasing the content of unsaturated acids. Combination: Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC increases also the content of impurities, especially in green seeds.

Wstęp

Wartość technologiczna nasion rzepaku, warunkowana odmianą, może być modyfikowana przez czynniki agrotechniczne, m.in. takie jak: nawożenie (Budzyński i Ojczyk 1996, Kotecki i in. 1999) oraz stosowanie herbicydów

(Przeździecki i Murawa 1988, Murawa i Adomas 1995, Murawa i in. 1996 i 1997, Rotkiewicz i in. 1997). Nasze wcześniejsze badania dowiodły, że herbicydy mogą istotnie zmieniać zawartość glukozyolanów, związków fenolowych i fityn, stanowiących biologicznie aktywne nieodżywcze składniki nasion rzepaku. Wykazano, że kierunek i zakres zmian są zależne zarówno od rodzaju herbicydu jak i odmiany rzepaku oraz splotu czynników klimatycznych w latach uprawy (Rotkiewicz i in. 2000). Badania prowadzone przez Murawę i in. (1996, 1997) dowiodły natomiast, że stosowanie herbicydów nie powoduje zmian w zawartości białka i tłuszczu w nasionach rzepaku jarego, a tylko nieznacznie modyfikuje udziały poszczególnych kwasów tłuszczowych.

Poza herbicydami w ochronie rzepaku jarego stosuje się fungicydy i insektycydy, dostępne w szerokiej gamie środków (Wałkowski 2000). Ich łączne stosowanie nie było dotąd badane pod kątem oddziaływania na wartość technologiczną nasion. Prezentowana praca dotyczy badań nad wpływem kombinacji herbicydów, insektycydów i fungicydów na wybrane wyróżniki jakości technologicznej nasion rzepaku.

Material i metody

Materiałem badawczym były nasiona dwóch odmian rzepaku jarego, Star i Margo, uprawianego w 1999 r. w trzech powtórzeniach, na glebie pseudogłacjalnej lekkiej, pylastej, klasy IIIa, kompleksu 4. Zabiegi uprawowe wykonano zgodnie z zalecaną dla rzepaku jarego technologią. Środki ochrony roślin zastosowano w dawkach i terminach zalecanych przez Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu (tab. 1). Stosowano następujące środki ochrony roślin:

- herbicydy — Butisan 400 SC, Roundup Ultra 360 SL,
- insektycyd — Decis 2.5 EC,
- fungicyd — Ronilan 500 SC

W nasionach oznaczono: masę tysiąca nasion, procentowe udziały nasion o różnej wielkości (sita 1,2; 1,6; 2,0 mm), zawartość zanieczyszczeń (PN-73/R-66147), zawartość białka (PN-75/A-04018), tłuszczu (PN-73/R-66164), udział lipidów niepolarnych, gliko- i fosfolipidów (Bekes i in. 1983 z modyfikacjami Fenyvesi-Simon i in. 1992) po ich ekstrakcji z nasion metodą Folcha (Rutkowska 1981) oraz skład kwasów tłuszczowych niepolarniej frakcji (PN-EN-ISO-5508:96).

Analizę statystyczną wyników (analizy chemiczne — 3 powtórzenia, pozostałe — 5 powtórzeń) przeprowadzono z zastosowaniem analizy wariancji. Do weryfikacji istotności różnic zastosowano test Duncana ($\alpha = 0,05$).

Tabela 1

Schemat stosowania środków ochrony roślin — *The scheme of plant protection agents applying*

L.p.	Opis próby <i>Sample description</i>	Substancja czynna biologicznie <i>Biological active compound</i>	Dawka <i>Dose</i> [l/h]	Termin stosowania <i>Term of applying</i>
1.	Kontrola — <i>Control</i>	—	—	—
2.	Pielęgnacja mechaniczna <i>Mechanical weeding</i> + Decis 2.5 EC	deltametryna	0,2	30 dni od początku wschodów <i>30 days from germination</i> w fazie 4–8 łuszczyń — <i>in stage of 4–8 siliques</i>
3.	Roundup Ultra 360 SL + Decis 2.5 EC	glifosat deltametryna	3,0 0,2	przed zbiorem — <i>before harvest</i> początek kwitnienia — <i>beginning of flowering</i>
4.	Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC	metazachlor deltametryna	3,0 0,2	1 dzień po zasiewie — <i>1 day after sowing</i> początek kwitnienia — <i>beginning of flowering</i>
5.	Butisan 400 SC + Ronilan 500 SC	metazachlor winklozolina	3,0 1,2	1 dzień po zasiewie — <i>1 day after sowing</i> w fazie 4–8 łuszczyń — <i>in stage of 4–8 siliques</i>
6.	Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC	metazachlor deltametryna winklozolina	3,0 0,2 1,2	1 dzień po zasiewie — <i>1 day after sowing</i> początek kwitnienia — <i>beginning of flowering</i> w fazie 4–8 łuszczyń — <i>in stage of 4–8 siliques</i>
7.	Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC	deltametryna winklozolina	0,2 1,2	początek kwitnienia — <i>beginning of flowering</i> w fazie 4–8 łuszczyń — <i>in stage of 4–8 siliques</i>

Omówienie i dyskusja wyników

Masa 1000 nasion rzepaku była cechą odmianową. Wyższą masą 1000 nasion cechował się rzepak odmiany Star (tab. 2). Kontrolna próba tych nasion miała masę 4,50 g i była wyższa o 0,19 g od masy 1000 nasion kontrolnej próby nasion odmiany Margo. Ciekawe jest, że masy 1000 nasion każdej z odmian okazały się znacznie wyższe od podawanych przez COBORU (Wałkowski 2000), a wynoszących 3,3 g dla nasion rzepaku Star i 3,5 g dla nasion rzepaku Margo. Większość zastosowanych kombinacji środków ochrony roślin wpłynęła na obniżenie masy 1000 nasion obu odmian rzepaku, przy czym znaczniejszą redukcję zauważono w przypadku odmiany Margo, w której różnica pomiędzy średnią masą 1000 nasion obiektów doświadczalnych i kontrolnego wynosiła 0,41 g, podczas gdy w odmianie Star 0,22 g (tab. 2). Spośród stosowanych kombinacji środków ochrony roślin najbardziej niekorzystny wpływ na ten wyróżnik w odmianie Star miała kombinacja preparatów Decis 2.5 EC + Ronilan 500 EC, a w odmianie Margo — Decis 2.5 EC zastosowany łącznie z pielęgnacją mechaniczną. Najbardziej zachowawczo działały natomiast kombinacje z preparatem Butisan 400 SC; w przypadku odmiany Star z preparatami Decis 2.5 EC + Ronilan 500 EC, a w odmianie Margo

z preparatem Ronilan 500 EC (tab. 2). Badania przeprowadzone przez Murawę i Adomas (1995) oraz Koteckiego i in. (1999) na nasionach rzepaku Bolko i Lisonne wykazały podobny, negatywny wpływ środków ochrony roślin na masę 1000 nasion.

Tabela 2

Masa 1000 nasion (MTN) i skład frakcyjny nasion rzepaku
Mass of 1000 seeds and share of seeds of different volume

L.p.*	Star				Margo			
	MTN 1000 seeds mass [g]	Udział nasion Share of seeds [%]			MTN 1000 seeds mass [g]	Udział nasion Share of seeds [%]		
		1,2–1,6 mm	1,6–2,0 mm	>2,0 mm		1,2–1,6 mm	1,6–2,0 mm	>2,0 mm
1.	4,50 a	12,01 a	85,97 a	2,03 a	4,31 a	8,96 a	88,45 a	2,59 a
2.	4,38 b	15,04 b	82,87 b	2,09 a	3,78 b	12,35 b	86,34 b	1,29 bc
3.	4,21 c	16,97 c	80,87 c	2,15 a	3,91 b	12,01 b	86,37 b	1,62 b
4.	4,36 b	11,14 a	85,91 a	2,93 b	3,92 b	10,43 c	88,11 a	1,46 b
5.	4,20 c	16,43 c	81,60 bc	1,97 a	4,09 ab	12,77 b	85,63 b	1,70 b
6.	4,45 a	13,35 ab	83,74 b	2,81 b	3,87 b	12,16 b	86,65 b	1,19 c
7.	4,11 c	15,32 b	81,89 bc	2,74 b	3,86 b	13,35 d	84,50 c	2,15 d
Średnio Mean	4,32	14,32	83,26	2,39	3,96	11,72	86,58	1,70

* — opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

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

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

Analiza rozkładu wielkości nasion rzepaku obu odmian wykazała ich zróżnicowanie (tab. 2). Nasiona rzepaku odmiany Margo były bardziej wyrównane, gdyż niezależnie od stosowanego wariantu ochrony nasiona o wymiarach 1,6–2,0 mm były frakcją o największej liczebności, stanowiącą 84,50–88,45% (tab. 2). Średnia zawartość nasion najdrobniejszych była o 2,6% wyższa w rzepaku odmiany Star. Większość stosowanych kombinacji środków ochrony roślin zwiększała udział nasion drobnych w obu odmianach rzepaku.

Nasiona kontrolne rzepaku odmiany Margo i Star zawierały odpowiednio 3,37 i 2,48% zanieczyszczeń użytecznych (tab. 3). W obu odmianach najwięcej zanieczyszczeń użytecznych stwierdzono w nasionach z obiektów, w których stosowano Butisan 400 SC. Na wzrost zawartości zanieczyszczeń użytecznych w nasionach tych prób decydujący wpływ miała ilość nasion zielonych, przekraczająca dopuszczalną dla przetwórstwa 2% zawartość (PN-90/R-66151). Zwiększona ilość nasion zielonych może świadczyć o hamującym wpływie preparatu Butisan 400 SC na ich dojrzewanie. Nasiona zielone zawierają więcej

barwników chlorofilowych, niepełnych gliceroli oraz wolnych kwasów tłuszczowych, przez co dają olej o obniżonej stabilności (Prior i in. 1991, Suzuki i Nishioka 1993, Ward i in. 1994). Zawartość zanieczyszczeń nieużytecznych była zaskakująco wysoka we wszystkich próbach nasion obu odmian. Wśród nich najwięcej było nasion chwastów oraz nasion spleśniałych. Wpływ zastosowanych kombinacji środków ochrony roślin był podobny do stwierdzonego w przypadku nasion zielonych, gdyż najwięcej zanieczyszczeń nieużytecznych zawierały nasiona z obiektów, na których stosowano Butisan 400 SC.

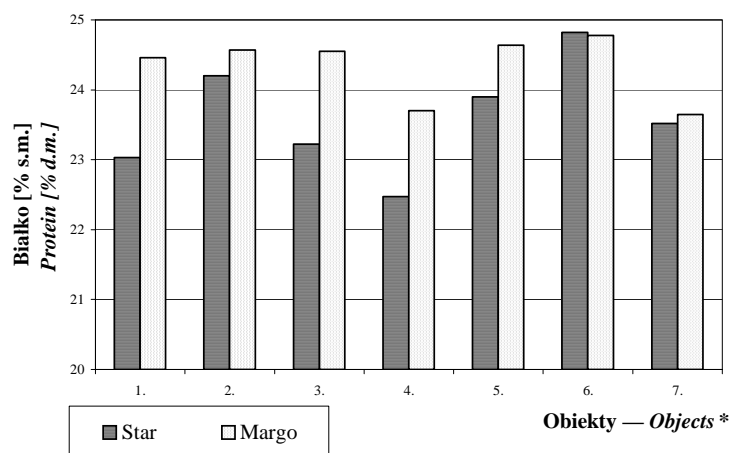
Tabela 3
Zanieczyszczenia próbek nasion rzepaku [%] — *The content of impurities in rapeseed samples*

L.p.*	Zanieczyszczenia użyteczne <i>Useful impurities</i>		Zanieczyszczenia nieużyteczne <i>Useless impurities</i>		
	ogółem <i>total</i>	nasiona zielone <i>green seeds</i>	ogółem <i>total</i>	nasiona chwastów <i>weed seeds</i>	nasiona spleśniałe <i>mouldy seeds</i>
Star					
1.	2,48 a	1,57 a	3,16 a	1,84 a	1,32 a
2.	1,58 b	0,49 b	2,64 a	0,88 b	1,76 ac
3.	1,93 ab	1,40 a	1,30 b	0,51 b	0,79 b
4.	2,37 a	1,31 a	1,56 b	0,08 c	1,48 a
5.	3,89 c	3,13 c	3,11 a	0,95 b	2,16 c
6.	3,36 c	2,39 ac	2,36 a	0,21 bc	2,15 c
7.	1,62 b	0,93 ab	1,72 b	0,90 b	0,82 ab
Średnio <i>Mean</i>	2,46	1,60	2,26	0,77	1,50
Margo					
1.	3,37 a	2,66 a	2,22 a	1,59 a	0,55 a
2.	1,95 b	1,24 b	1,87 a	0,72 b	1,13 b
3.	1,74 b	0,80 b	1,33 b	0,63 b	0,70 a
4.	2,66 ab	2,18 a	1,62 ab	0,46 bc	1,16 b
5.	3,53 a	2,45 a	1,96 a	0,07 c	1,89 c
6.	4,85 c	3,54 c	2,34 ac	0,13 c	2,21 c
7.	2,11 b	1,41 b	2,77 c	1,51 a	1,26 b
Średnio <i>Mean</i>	2,89	2,04	2,02	0,73	1,27

*opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

Wartości w kolumnach (oddzielnie dla obu odmian) oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$) — *Values in columns (separately for each variety) marked by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$)*

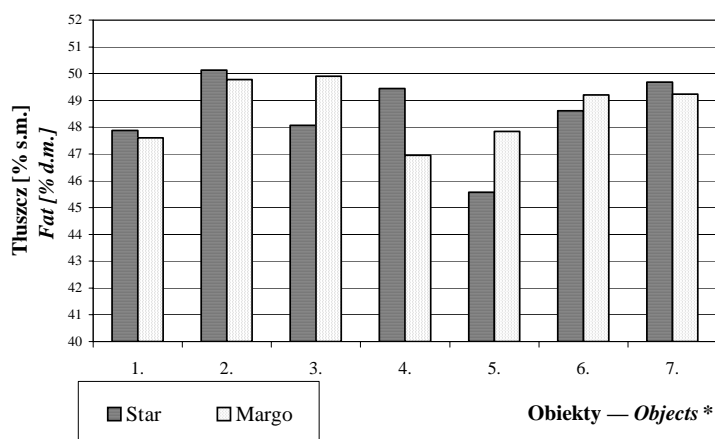
Zawartość białka ogółem w nasionach kontrolnych rzepaku odmiany Star wynosiła 23,03%, a w odmianie Margo 24,46% (rys. 1) i była o 4–5% wyższa od stwierdzonej w latach ubiegłych przez Murawę i in. (1996) oraz w porównaniu do badań COBORU (Wałkowski 1998, 2000). Nasiona z obiektów doświadczalnych zawierały wyrównaną zawartość białka. W przypadku obu odmian stwierdzono jedynie tendencję do ubytku białka w próbach nasion z upraw ze stosowaniem preparatów Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC oraz do wzrostu jego zawartości w próbach z obiektów, na których stosowano pełną ochronę. Badania Murawy i Przeździeckiego (1980), Murawy i in. (1996) oraz Przeździeckiego i Murawy (1988) wskazują natomiast na zwiększanie zawartości białka w nasionach rzepaku jarego po zastosowaniu w uprawie takich herbicydów jak: Kerb 50 W, Mezoramil 50 WP, Treflan EC-2 i EC-4, Devrinol, Benazalox, Cresopur, Alanex 48 EC i Butisan 400 SC oraz na zmniejszenie przez Treflan 26 EC.



* — opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

Rys. 1. Zawartość białka w nasionach rzepaku jarego — *Content of protein in seeds of spring rape*

Rok 1999 sprzyjał nagromadzeniu w nasionach obu odmian rzepaku tłuszczu surowego, którego zawartość w niektórych próbach doświadczalnych była wyższa w porównaniu do wyników z lat ubiegłych nawet o 8% (Murawa i in. 1996, 1997; Wałkowski 1998, 2000). Zawartość tłuszczu w nasionach prób kontrolnych obu odmian była zbliżona i wynosiła 47,88% w odmianie Star i 47,60% w odmianie Margo (rys. 2). Nie odnotowano większego wpływu żadnej ze stosowanych kombinacji środków ochrony, a jedynie tendencję do wzrostu ilości tłuszczu o 1–2% w nasionach z obiektów, na których stosowano Decis 2.5 EC. Zauważalny jest też hamujący wpływ kombinacji Butisan 400 SC + Ronilan 500 SC w rzepaku odmiany Star, co jest zbieżne z najwyższą zawartością nasion zielonych w tej próbie (tab. 3).



* — opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

Rys. 2. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach rzepaku jarego — *Content of crude fat in seeds of spring rape*

Skład frakcji lipidowych tłuszczu ogółem, wydobytego z nasion mieszaniną chloroformu z metanolem (2:1), był zbliżony w obu odmianach. Lipidy niepolarne stanowiły 96,79–97,51%, fosfolipidy 2,21–2,93%, a glikolipidy 0,21–0,58% (tab. 4). Podobne udziały podstawowych składników lipidów rzepaku stwierdziła w swoich badaniach Płatek (1996, 1998). Nieznacznie wyższą ilość fosfolipidów zauważono w niektórych próbach nasion z obiektów, na których stosowano preparat Butisan 400 SC, co również potwierdza tezę o jego wpływie na hamowanie dojrzewania nasion. Fosfolipidy stanowią grupę lipidów, mających głównie funkcje strukturalne. Są one składnikami membran biologicznych, w tym sferozomów gromadzących tłuszcz zapasowy (Tzen i Huang 1992, Tzen i in. 1993). Wraz z osiągnięciem przez nasiona dojrzałości część fosfolipidów ulega przekształceniu w tłuszcze zapasowe, głównie triacyloglicerole (Grzesiuk i Kulka 1998, Kulka i Górecki 1995).

Tabela 4

Skład frakcji lipidowych oleju [% sumy lipidów] — *The composition of lipids [% of total]*

L.p.*	Star			Margo		
	lipidy niepolarne <i>nonpolar lipids</i>	glikolipidy <i>glycolipids</i>	fosfolipidy <i>phospholipids</i>	lipidy niepolarne <i>nonpolar lipids</i>	glikolipidy <i>glycolipids</i>	fosfolipidy <i>phospholipids</i>
1.	97,08 a	0,58 a	2,34 a	96,79 a	0,50 a	2,71 ab
2.	97,00 a	0,51 a	2,49 a	97,02 a	0,50 a	2,48 a
3.	97,07 a	0,28 b	2,65 a	97,47 a	0,21 b	2,32 a
4.	96,83 a	0,24 b	2,93 b	97,16 a	0,28 b	2,56 a
5.	97,08 a	0,28 b	2,64 a	96,85 a	0,26 b	2,89 b
6.	97,27 a	0,25 b	2,48 a	97,51 a	0,28 b	2,21 a
7.	96,92 a	0,26 b	2,82 ab	97,31 a	0,28 b	2,41 a
Średnio <i>Mean</i>	97,04	0,38	2,62	97,16	0,33	2,51

* — opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)*Values in columns marked by the same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$)*

W lipidach niepolarnych obu odmian rzepaku było obecnych 11 kwasów, przy czym dominowały nienasycone kwasy szeregu C₁₈; kwas oleinowy stanowił 62,16–68,95%, linolowy 19,24–22,42%, a linolenowy 6,67–9,28% (tab. 5). Udział kwasu oleinowego był obniżany przez większość kombinacji środków ochrony roślin, przy czym najbardziej znacząco przez Roundup Ultra 360 SL + Decis 2,5 EC w odmianie Star (o 4,5%) oraz Butisan 400 SC + Decis 2,5 EC + Ronilan 500 SC w odmianie Margo (o 2,5%) (tab. 6). Jego ubytek był częściowo rekompensowany przez wzrost ilości kwasu linolenowego w tych próbach, wynoszący 2% w odmianie Star i 1,3% w odmianie Margo. Stosowane środki ochrony roślin nie zmieniały udziału kwasu linolowego, a także palmitynowego, stanowiącego około 4% sumy kwasów tłuszczowych w lipidach niepolarnych obu odmian rzepaku. Wśród kwasów tłuszczowych o mniejszym udziale, stwierdzono obecność kwasu margarynowego w lipidach dwóch prób nasion rzepaku odmiany Star oraz czterech odmiany Margo (tab. 5). Kwas ten nie jest syntetyzowany w organizmach, zatem jego obecność w lipidach nasion z obiektów traktowanych herbicydami można uznać za metabolit wtórny, powstający na drodze α -utleniania kwasów tłuszczowych. Kwas C_{17:0} wymieniany jest w składzie typowych kwasów tłuszczowych występujących w oleju rzepakowym niskoerukowym (Magnusson i in. 1993).

Tabela 5

Kwasy tłuszczowe niepolarniej frakcji lipidów [% sumy kwasów]
Fatty acid composition of non-polar lipids [% of total acids]

L.p.*	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{22:0}	C _{22:1}	Inne Others
Star											
1.	3,36	0,00	0,68	66,69	22,05	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.	4,02	0,06	0,90	64,13	22,14	8,12	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00
3.	4,26	0,20	1,10	62,16	22,09	9,03	0,21	0,78	0,00	0,00	0,05
4.	3,86	0,16	0,96	65,03	21,86	7,52	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00
5.	3,81	0,06	0,82	67,11	21,11	6,67	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
6.	4,07	0,21	1,07	63,04	22,01	8,80	0,00	0,74	0,00	0,00	0,07
7.	4,08	0,14	0,83	64,70	22,42	7,43	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00
Średnio Mean	3,92	0,12	0,91	64,70	21,95	7,78	0,03	0,51	0,00	0,00	0,01
Margo											
1.	3,71	0,14	0,94	66,09	20,53	7,96	0,11	0,51	0,00	0,00	0,00
2.	3,82	0,14	0,95	67,36	19,56	7,50	0,12	0,55	0,00	0,00	0,00
3.	3,14	0,00	0,71	68,95	19,24	7,44	0,00	0,28	0,09	0,13	0,00
4.	3,97	0,22	1,30	63,93	19,94	9,19	0,31	0,93	0,00	0,00	0,08
5.	4,14	0,24	1,35	63,79	20,39	8,72	0,37	0,91	0,00	0,00	0,08
6.	3,21	0,21	1,26	63,62	20,37	9,28	0,38	0,98	0,00	0,00	0,08
7.	4,15	0,24	1,28	64,99	19,72	8,36	0,27	0,91	0,00	0,00	0,07
Średnio Mean	3,73	0,17	1,11	65,53	19,96	8,35	0,22	0,72	0,01	0,02	0,04

*opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

Pomimo wymienionych różnic w zawartości kwasu oleinowego i linolenowego, sumy kwasów nienasyconych w większości analizowanych prób nasion rzepaku były zbliżone (tab. 6). Stosunek kwasów nienasyconych do nasyconych był generalnie obniżony przez środki ochrony roślin, poza kombinacją preparatów Roundup Ultra 360 SL + Decis 2,5 EC w odmianie Margo. Stosunek niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy + linolenowy) do kwasu oleinowego, wyznaczający wartość żywieniową oleju, wynosił 0,43 w kontrolnych próbach olejów obu odmian rzepaku. Był on zwiększany przez cztery spośród pięciu kombinacji środków ochrony roślin w rzepaku odmiany Star, a w rzepaku odmiany Margo przez dwie kombinacje, a mianowicie: Butisan 400 SC + Ronilan 500 SC oraz Butisan 400 SC + Decis 2,5 EC + Ronilan 500 SC. Zwiększanie udziału NNKT w olejach, aczkolwiek korzystne żywieniowo, obniża jednak ich trwałość, gdyż wielonienasycone kwasy tłuszczowe ulegają szybszemu

utlenianiu (Drozdowski 1994). Stwierdzony w pracy wpływ różnych kombinacji środków ochrony roślin na różnicowanie udziału kwasów tłuszczowych w lipidach rzepaku nie potwierdza wyników badań uzyskanych przez Murawę i Adomas (1995) oraz Murawę i in. (1997). Cytowani autorzy jednakże stosowali wyłącznie herbicydy, które nie powodowały zmiany udziału kwasów tłuszczowych.

Tabela 6

Udziały kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia

Proportions of fatty acids with different saturation degree

L.p.	Kwasy tłuszczowe [% ogółu] <i>Fatty acids [% of total]</i>				Stosunki kwasów <i>Acids proportions</i>	
	nasycone <i>saturated</i>	jedno- nienasycone <i>mono- unsaturated</i>	wielo- nienasycone <i>poly- unsaturated</i>	nienasycone ogółem <i>total unsaturated</i>	nienasycone do nasyconych <i>unsaturated – saturated</i>	$\frac{C_{18:2} + C_{18:3}}{C_{18:1}}$
Star						
1.	4,04 d	66,69 a	28,95 a	95,64 a	23,67	0,43
2.	4,92 b	64,80 b	30,26 ab	95,06 a	19,32	0,47
3.	5,62 a	63,14 c	31,12 b	94,26 a	16,77	0,50
4.	4,82 bc	65,80 a	29,38 a	95,18 a	19,75	0,45
5.	4,63 c	67,59 a	27,78 a	95,37 a	20,60	0,41
6.	5,21 b	63,99 bc	30,81 b	94,80 a	18,20	0,48
7.	4,91 b	65,23 b	29,85 a	95,08 a	19,36	0,46
Średnio <i>Mean</i>	4,88	65,32	29,73	95,05	19,67	0,45
Margo						
1.	4,76 b	66,74 a	28,49 ab	95,23 a	20,01	0,43
2.	4,89 b	68,05 ab	27,06 b	95,11 a	19,45	0,40
3.	3,94 c	69,36 b	26,68 b	96,04 a	24,38	0,39
4.	5,66 a	65,08 a	28,43 a	93,51 b	16,52	0,44
5.	5,94 a	64,94 a	29,11 a	94,05 ab	15,83	0,47
6.	4,93 b	64,81 a	29,52 a	94,46 ab	19,16	0,47
7.	5,77 a	66,14 a	28,08 ab	94,22 ab	16,33	0,43
Średnio <i>Mean</i>	5,12	66,44	28,22	94,66	18,81	0,43

* — opis prób jak w tabeli 1 — *sample description as in Table 1*

Wartości w kolumnach (oddzielnie dla obu odmian) oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$) — *Values in columns (separately for each variety) marked by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$)*

Podsumowanie badań

Spośród stosowanych w ochronie rzepaku jarego kombinacji środków ochrony roślin w odniesieniu do jakości nasion obydwu badanych odmian, niekorzystnie oddziałują kombinacje z herbicydami, zarówno w postaci preparatu Roundup Ultra 360 SL jak i preparatu Butisan 400 SC (kombinacje 3, 4, 5, 6). Obniżają one masę nasion oraz zmieniają proporcje kwasów tłuszczowych, obniżając udział kwasów nienasyconych. Kombinacja 6 (Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC) zwiększa ponadto ilość zanieczyszczeń, zwłaszcza nasion zielonych.

Conclusion

Among tested combinations of plant protection agents, combinations with both herbicides: Butisan 400 SC and Roundup Ultra 360 SC (combination 3, 4, 5, 6) have unfavourable influence on spring rape seeds quality. These combinations decrease the mass of seeds and change the proportions of fatty acids, decreasing the content of unsaturated acids. Combination 6 (Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC) increases also the content of impurities, especially in green seeds.

Literatura

- Bekes F., Zawistowska U., Bushuk W. 1983. Protein-lipid complexes in the gliadin fraction. *Cereal Chem.*, 60 (5): 371–378.
- Budzyński W., Ojczyk T. 1996. Rzepak – produkcja surowca olejarskiego. ART Olsztyn.
- Drozdowski B. 1994. Rozdz. 7 w: Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. Praca zbiorowa pod red. Z.E. Sikorskiego. WNT, Warszawa.
- 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.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1998. *Biologia ziarniaków zbóż*. PWN, Warszawa.
- Magnusson G., Gustafsson G., Leissner R. (ed.). 1993. *Vegetable oils and fats*. Produced by Karlshamns. Printed in Sweden by: Halls Offset, Växjö, Second edition.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste*, XX (2): 643–652.
- Kulka K., Górecki R.J. 1995. Lipidy rozwijających się nasion. Cz. I. Powstawanie lipidów. *Post. Nauk Rol.*, 3: 37–49.
- Murawa D., Adomas B. 1995. Wpływ herbicydów na plonowanie i niektóre cechy jakości nasion rzepaku ozimego podwójnie uszlachetnionego. *Rośliny Oleiste*, XVI (1): 195–200.
- Murawa D., Adomas B., Rotkiewicz D. 1997. Olej i białko nasion rzepaku jarego ze zbiorów 1996 w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste*, XVIII (1): 407–413.

- Murawa D., Adomas B., Bowszys T. 1996. Jakość nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste*, XVII (2): 367–375.
- Murawa D., Przeździecki Z. 1980. Wpływ herbicydu Kerbu 80 W, Mesoranilu 50 Wp i Treflanu EC 2 na zawartość tłuszczu surowego oraz skład kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku ozimego i jarego. *Zesz. Nauk. ART Olsztyn*, 30: 308–315.
- Plątek T. 1996. Niektóre aspekty usuwania fosfolipidów z oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 31 (3-4): 92–97.
- Plątek T. 1998. Fosfolipidy, a skuteczność odszlamowania oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 33 (1-2): 44–50.
- Prior E.M., Vadke V.S., Sosulski F.W. 1991. Effect of heat treatments on canola press oils. I. Non-triglyceride components. *JAACS*, 68 (6): 401–406.
- Przeździecki Z., Murawa D. 1988. Badanie skuteczności kilku herbicydów stosowanych w rzepaku jarym oraz ich wpływ na plon i skład chemiczny nasion. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Agricultura*, 45: 203–213.
- Rotkiewicz D., Murawa D., Konopka I. 2000. Biologicznie aktywne nieodżywcze składniki nasion rzepaku jarego traktowanego herbicydami. *Progress in Plant Protection*, 40 (1): 237–242.
- Rotkiewicz D., Nowak-Polakowska H., Murawa D., Konopka I. 1997. Wpływ herbicydów na zawartość związków antyżywniowych w nasionach rzepaku jarego ze zbiorów 1995 roku. *Rośliny Oleiste*, XVIII (2): 415–420.
- Rutkowska U. 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa.
- Suzuki K., Nishioka A. 1993. Behaviour of chlorophyll derivatives in canola oil processing. *JAACS*, 70 (9): 837–841.
- Tzen J.T.C., Huang A.H.C. 1992. Surface structure and properties of plant seed oil bodies. *J. Cell Biol.*, 117 (2): 327–335.
- Tzen J.T.C., Cao Y., Laurent P., Ratnayake Ch., Huang A.H.C. 1993. Lipids, proteins and structure of seed oil bodies from diverse species. *Plant Physiol.*, 101: 267–276.
- Wałkowski T. 1998. Rzepak jary. IHAR Poznań.
- Wałkowski T. 2000. Rzepak jary. IHAR Poznań.
- Ward K., Scarth R., Daun J.K., Thorsteinson C.T. 1994. Effects of processing and storage on chlorophyll derivatives in commercially extracted canola oil. *JAACS*, 71 (8): 811–815.