

## WPŁYW ZRÓŻNICOWANEJ OCHRONY ROŚLIN NA SKŁAD CHEMICZNY NASION RZEPAKU JAREGO\*

Danuta Murawa, Kazimierz Warmiński  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** W latach 1999-2001 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu zróżnicowanej ochrony rzepaku przed szkodnikami, chorobami i chwastami na jakość nasion. Oznaczono zawartość tłuszczu surowego, białka ogólnego i glukozyzolanów oraz wyliczono plon tłuszczu i białka. Stwierdzono, że brak ochrony przed szkodnikami w całym cyklu badań wpływał na obniżenie zawartości tłuszczu o 1,8-2,8 punktu procentowego w porównaniu z obiektami, w których taką ochronę stosowano. Zawartość pozostałych składników nasion nie była modyfikowana stosowanymi środkami ochrony roślin. Nasiona polskiej odmiany mieszańcowej złożonej Margo charakteryzowały się lepszą jakością w porównaniu z odmianą populacyjną Star, ze względu na istotnie niższy poziom glukozyzolanów i większą zawartość białka.

**Słowa kluczowe:** rzepak jary, jakość nasion, insektycydy, fungicydy, herbicydy, pielęgnacja mechaniczna

### WSTĘP

Podstawowym kryterium oceny jakościowej nasion rzepaku w technologii olejarskiej jest zawartość tłuszczu. Dodatkowymi kryteriami tej oceny są: zawartość związków azotowych oraz substancji obniżających przyswajalność białka [Murawa 1990]. Olej rzepakowy, z chwilą wprowadzenia do praktyki rolniczej odmian podwójnie ulepszonych, zaliczany jest do najcenniejszych tłuszczów jadalnych, przede wszystkim ze względu na wysoki poziom (ok. 90%) kwasów nienasyconych o osiemnastu atomach węgla: oleinowego C18:1, linolowego C18:2 i linolenowego C18:3 [Ackman 1990, Krygier 1997, Jerzewska i Ptasznik 2000]. Mimo że zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku jest uwarunkowana genetycznie, to ekspresja tej cechy zależy w znacznym stopniu od sposobu uprawy i zbioru, nawożenia, pogody i innych czynników [Hoffmann i in. 1979].

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Danuta Murawa, Katedra Ochrony Powietrza i Toksykologii Środowiska Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, pl. Łódzki 2, 10-726 Olsztyn, e-mail: danuta.murawa@uwm.edu.pl

\* Praca finansowana przez Komitet Badań Naukowych (projekt nr 5 P06B 02115)

Nasiona oraz produkty uzyskane po wydobyciu oleju z nasion – makuch lub śruta poekstrakcyjna – zaliczane są do pasz wysokobiałkowych [Praca pod red. Pastuszewskiej 1992, Banaszekiewicz 1999]. Czynnikiem limitującym wykorzystanie paszowe śruty z odmian tradycyjnych i niskoerukowych („0”) jest obecność glukozyolanów, których produkty przemian odznaczają się stosunkowo wysoką toksycznością [Krzymański 1993a]. Mogą one wpływać na zahamowanie wzrostu zwierząt i ograniczać ich reprodukcję, wywoływać zaburzenia metabolizmu jodu (działanie goitrogenne) oraz powodować uszkodzenia wątroby i nerek (działanie hepato- i nefrotoksyczne). Za najbardziej toksyczne wśród tych związków uznano nitryle oraz oksazolidyntiony [Krzymański 1970, Rakowska i in. 1981, Macholz i in. 1987, Vermorel i in. 1987, Sørensen 1990].

W badaniach Campbella i in. [1999] produkty przemian glukozyolanów alkenowych wykazywały działanie antyżywniowe, czego nie stwierdzono w przypadku GLS indolowych (4-hydroksyglukobrassyliny). W ostatnich latach zwraca się również coraz większą uwagę na korzystne aspekty aktywności biologicznej izotiocyjanianów (ITC) – kolejnych produktów przemian GLS – wobec organizmu ludzi i zwierząt. Wykazano m.in. działanie przeciwnowotworowe tych związków [Fahey 2002, Seow i in. 2002, Thornalley 2002].

Prace hodowlane, dzięki którym uzyskano odmiany podwójnie ulepszone (z obniżoną zawartością GLS), pozwoliły na uzyskanie śruty rzepakowej wysokiej jakości [Krzymański 1993a, b]. Pierwsze odmiany podwójnie ulepszone (niskoerukowe i nisko-glukozyolanowe tzw. Canola) zarejestrowano w Kanadzie w 1978 r. [Dale 1987], natomiast w Polsce w 1984 r. [Krzymański i Bartkowiak-Broda 1987].

Jakość nasion rzepaku, a zwłaszcza zawartość tłuszczu, białka i związków antyżywniowych może być kształtowana nie tylko przez czynniki genetyczne, ale także przez czynniki siedliskowe i agrotechniczne, jak nawożenie i ochrona zasiewów [Asare i Scarisbrick 1995, Mendham 1995, Jensen i in. 1996, Brown i in. 1999, Muśnicki i in. 1999, Butkute i in. 2000, Kotecki i in. 2001, Adomas 2003], co skłoniło autorów niniejszej pracy do podjęcia badań w tym zakresie.

Celem pracy jest ocena jakości nasion rzepaku jarego odmian populacyjnej Star i mieszańcowej złożonej Margo uprawianych w warunkach zróżnicowanej ochrony.

## MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe założono w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach koło Ostródy, w cyklu trzyletnim (1999-2001), na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej pylastej. Badano dwa czynniki stałe: odmiany (ustaloną Star i mieszańcową Margo) oraz zróżnicowaną ochronę. Obiekty doświadczalne rozmieszczono w trzech powtórzeniach, w układzie losowanych podbloków (split-plot). W doświadczeniu zastosowano insektycyd Decis 2,5 EC (w dawce  $0,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), fungicyd Ronilan 500 SC ( $1,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), herbicydy Butisan 400 SC ( $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i Roundup Ultra 360 SL ( $3,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz pielęgnację mechaniczną w sześciu kombinacjach. Dla porównania wprowadzono siódmy obiekt – kontrolny. Pozostałe zabiegi agrotechniczne przeprowadzono zgodnie z zaleceniami dla rzepaku jarego. Zbiór nasion wykonano dwuetapowo.

Sezon wegetacyjny 1999 charakteryzował się korzystnymi warunkami meteorologicznymi dla rozwoju rzepaku jarego, natomiast lata 2000 i 2001 cechował nierównomierny rozkład opadów i posucha w okresie największego zapotrzebowania na wodę. Szczegółowy

opis eksperymentu polowego i warunków meteorologicznych panujących w okresie badań (1999-2001) przedstawiono w pracy Murawy i Warmińskiego [2004].

Ocenę jakości nasion przeprowadzono na podstawie oznaczenia najważniejszych składników nasion, a mianowicie tłuszczu surowego, białka ogólnego i glukozyolanów. Zawartość tłuszczu surowego określono metodą ekstrakcyjną, stosując eter naftowy cz.d.a. (POCh Gliwice, temperatura wrzenia 40-60°C) i ekstrahując nim tłuszcz w aparacie Soxhleta dwuetapowo: po wstępnej ekstrakcji zmielonych nasion w młynku laboratoryjnym, próbki powtórnie mielono i prowadzono drugi etap ekstrakcji do momentu całkowitego usunięcia tłuszczu [zgodnie z PN-73/R-66164]. Białko ogólne (azot ogólny) oznaczono metodą destylacyjną Kjeldahla [PN-75/A-04018], przyjmując współczynnik przeliczeniowy N x 6,25. Mineralizację nasion do oznaczeń białka ogólnego wykonano w stężonym (96%) kwasie siarkowym (VI) cz.d.a. (POCh Gliwice) i 30% nadtlenu wodoru cz.d.a. (POCh Gliwice) w kolbie ogrzewanej palnikiem gazowym [według PN-91/R-04014]. Suchą masę nasion, niezbędną do przeliczeń zawartości poszczególnych składników chemicznych na % s.m., oznaczano metodą suszarkową (w temperaturze 105°C) według PN-88/R-04013. Zawartość glukozyolanów w nasionach ze zbioru 2000 i 2001 r. oznaczono metodą chromatografii gazowej pochodnych silylowych, zmodyfikowaną przez Michalskiego i in. [1995]. Analizy chromatograficzne wykonano w Oddziale Poznańskim Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin.

Do statystycznego opracowania wyników z poszczególnych lat badań zastosowano analizę wariancji ANOVA (test F). Identyfikację różnic w obrębie czynników przeprowadzono z wykorzystaniem testu Duncana, wyznaczając grupy jednorodne dla poziomów istotności  $p = 0,05$  i  $0,01$ . Obliczenia wykonano pakietem programów STATISTICA 6.0 PL (StatSoft, Inc.).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna wyników badań wykazała istotny wpływ zastosowanych kombinacji ochronnych na zawartość tłuszczu surowego w nasionach w latach 2000 i 2001, przy czym najniższy poziom tego składnika odnotowano w obiektach niechronionych przed szkodnikami (kontrolnym oraz kombinacji Butisan + Ronilan), w których wartość tej cechy była o 1,8-2,8 punktu procentowego niższa w porównaniu z pozostałymi obiektami chronionymi (tab. 1). Brown i in. [1999] oraz Kotecki i in. [1999] również stwierdzili zmniejszenie zawartości tłuszczu w nasionach rzepaku niechronionego przed szkodnikami. Z kolei w badaniach Markusa i in. [1996] takiej zależności nie wykazano, podkreślając jednak niewielkie nasilenie pojawu sładyszka rzepakowego. O wpływie zabiegów ochronnych na zawartość tłuszczu w nasionach rzepaku donoszą również Hallgren [1990] oraz Muśnicki i in. [1999].

W przeprowadzonym doświadczeniu istotne różnice odmianowe w zawartości tłuszczu w nasionach stwierdzono jedynie w 2000 r., w którym odmiana Star charakteryzowała się wyższym o 0,43 punktu procentowego poziomem omawianego składnika, w porównaniu z odmianą Margo (47,05% s.m.) (tab. 1). Zawartość tłuszczu w nasionach odmiany Star stwierdzona w prowadzonym doświadczeniu była o około 10 punktów procentowych wyższa w porównaniu z wartościami podawanymi przez Žilėnaitė i Zakarauskaitė [2000], a o około 2 punkty procentowe niższa wobec uzyskanej przez Adomas [2003].

Tabela 1. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach, % s.m. (średnie z czynników)  
 Table 1. Content of crude fat in seeds, % of d.m. (means for the factors)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year			Średnia – Mean 1999-2001
	1999	2000	2001	
Kontrolny – Control	44,74 a*	45,83 a A	47,79 ab A	46,12 ab AB
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	46,95 a	47,73 bc B	49,84 c A	48,17 c C
Roundup + Decis	45,99 a	48,48 c B	49,73 c A	48,07 c C
Butisan + Decis	45,20 a	47,43 b B	48,82 abc A	47,15 bc ABC
Butisan + Ronilan	43,72 a	45,67 a A	47,19 a A	45,53 a A
Butisan + Decis + Ronilan	45,91 a	47,83 bc B	49,37 bc A	47,70 c BC
Decis + Ronilan	46,46 a	47,87 bc B	49,67 c A	48,00 c C
Star cv.	45,49 x	47,48 x	48,98 x	47,32 x
Margo cv.	45,65 x	47,05 y	48,85 x	47,18 x

\* jednakowymi literami oznaczono wartości nie różniące się istotnie przy poziomie  $p = 0,05$  (małe litery) i przy  $p = 0,01$  (wielkie litery) – test Duncan – values followed by the same letter are not significantly different at  $p = 0.05$  (lower-case letters) and  $p = 0.01$  (capital letters) – Duncan's test

W poszczególnych latach badań nie odnotowano istotnych różnic w zawartości białka ogólnego w nasionach pomiędzy obiektami chronionymi (tab. 2). Badane odmiany różniły się istotnie zawartością białka w nasionach w latach 1999 i 2000 r., przy czym wyższymi wartościami tej cechy odznaczała się odmiana Margo. Wyniki te znajdują potwierdzenie w doświadczeniach COBORU [Lewandowski 2002], chociaż wcześniejsze badania tej jednostki [Heimann 1999] wykazały, że wyższą zawartością białka w nasionach odznaczała się odmiana Star. Badania Koteckiego i in. [2001] prowadzone w latach 1999 i 2000 dowiodły, że poziom białka w nasionach obu odmian rzepaku (Star i Margo) był zbliżony.

Tabela 2. Zawartość białka ogólnego w nasionach, % s.m. (średnie z czynników)  
 Table 2. Content of total protein, % of d.m. (means for the factors)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year			Średnia – Mean 1999-2001
	1999	2000	2001	
Kontrolny – Control	23,49 a	22,88 a	22,79 a	23,05 a
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	23,66 a	22,88 a	22,75 a	23,10 a
Roundup + Decis	23,85 a	22,76 a	22,36 a	22,99 a
Butisan + Decis	23,57 a	22,45 a	22,31 a	22,78 a
Butisan + Ronilan	23,93 a	22,49 a	22,37 a	22,93 a
Butisan + Decis + Ronilan	23,61 a	22,40 a	22,17 a	22,73 a
Decis + Ronilan	23,05 a	22,56 a	22,11 a	22,57 a
Star cv.	23,23 x	22,58 x	22,49 x	22,77 x
Margo cv.	23,95 y	22,68 y	22,32 x	22,98 y

objaśnienia jak do tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Plony tłuszczu i białka, będące funkcją zawartości tych składników w nasionach i plonu nasion, w całym cyklu badań w większym stopniu zależały od przebiegu pogody i badanych czynników stałych aniżeli zawartość tłuszczu i białka. Wprowadzone w doświadczeniu zabiegi ochronne wywierały istotny wpływ na kształtowanie plonu

tłuszczu obu odmian (tab. 3). W 1999 r. najwyższy plon tłuszczu odnotowano w kombinacji Butisan + Decis + Ronilan (pełna ochrona), kształtujący się w obu odmianach średnio na poziomie 1236 kg·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 139,8% wydajności uzyskanej z obiektu kontrolnego. W pozostałych kombinacjach chronionych wartości omawianej cechy były istotnie wyższe w porównaniu z obiektem kontrolnym. Należy przy tym podkreślić, że plon tłuszczu w większości obiektów (z wyjątkiem kombinacji Butisan + Ronilan) kształtował się na tym samym poziomie statystycznym, jaki uzyskano w obiekcie z pełną ochroną. W 2000 r. stwierdzono wyraźniejszy wpływ badanych poziomów ochronnych na plon tłuszczu, przy czym najniższe wartości odnotowano w obiektach kontrolnym oraz kombinacji Butisan + Ronilan (odpowiednio 132 i 221 kg·ha<sup>-1</sup>). W pozostałych kombinacjach stwierdzono istotnie wyższy plon tłuszczu w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najwyższe wartości plonu tłuszczu obu odmian uzyskano w kombinacjach odchwaszczanych herbicydem doglebowym ze zwalczaniem szkodników [Butisan + Decis + Ronilan oraz Butisan + Decis]. Plon tłuszczu w omawianych obiektach był 4,4-4,7 razy wyższy od uzyskiwanego w obiekcie kontrolnym. W 2001 r. istotny wzrost plonu tłuszczu wynosił od 132% w kombinacji Butisan + Ronilan do 273% po zastosowaniu pełnej ochrony [Butisan + Decis + Ronilan], w porównaniu z obiektem kontrolnym, w którym uzyskano zaledwie 77 kg tłuszczu z 1 ha (tab. 3).

Tabela 3. Plon tłuszczu surowego, kg·ha<sup>-1</sup> (średnie z czynników)  
Table 3. Yield of crude fat, kg·ha<sup>-1</sup> (means for the factors)

Obiekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year			Średnia – Mean 1999-2001
	1999	2000	2001	
Kontrolny – Control	884 a A	132 a A	77 a A	364 a A
Pielęgnacja mechaniczna. + Decis Mechanical weed control + Decis	1152 bc A	450 b B	239 D	614 cd CD
Roundup + Decis	1068 bc A	485 bc BC	136 b B	563 bc BC
Butisan + Decis	1099 bc A	615 d C	234 d CD	650 de CD
Butisan + Ronilan	1059 b A	221 a A	179 c BC	487 b B
Butisan + Decis + Ronilan	1236 c A	583 cd BC	287 e D	702 e D
Decis + Ronilan	1110 bc A	498 bc BC	133 b B	580 cd BC
Star cv.	998 X	404 x	193 x	532 X
Margo cv.	1176 Y	449 x	175 x	600 Y

objaśnienia jak do tabeli 1 – for explanations, see Table 1

W badaniach Koteckiego i in. [1999] uzyskano średnio o 14% wyższy plon tłuszczu w obiekcie z intensywną ochroną rzepaku jarego przed szkodnikami w porównaniu z obiektem niechronionym. W przeprowadzonym doświadczeniu plon tłuszczu obu odmian rzepaku uzyskany w 1999 r. był wyższy od wykazanego w badaniach Koteckiego i in. [2001], prowadzonych w tych samych sezonach wegetacyjnych, natomiast w 2000 r. kształtował się na poziomie zbliżonym.

W 1999 r. we wszystkich obiektach chronionych stwierdzono istotny przyrost plonu białka, o 19-38% w porównaniu z obiektem kontrolnym. W kolejnych latach różnice te były znacznie wyższe i wynosiły: w 2000 r. – 222-349%, a w 2001 r. – 62-359%, przy czym w 2000 r. w kombinacji Butisan + Ronilan nie odnotowano istotnego zwiększenia plonu białka w porównaniu z obiektem niechronionym (tab. 4).

Tabela 4. Plon białka ogólnego, kg·ha<sup>-1</sup> (średnie z czynników)  
 Table 4. Yield of total protein, kg·ha<sup>-1</sup> (means for the factors)

Obiekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year			Średnia – Mean 1999-2001
	1999	2000	2001	
Kontrolny – Control	435 a A	69 a A	37 a A	180 a A
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	546 b A	222 b B	108 d C	292 cd BC
Roundup + Decis	519 b A	241 bc BC	63 b B	274 bc BC
Butisan + Decis	536 b A	310 d C	111 d CD	319 de CD
Butisan + Ronilan	542 b A	117 a A	90 c C	250 b B
Butisan + Decis + Ronilan	599 b A	288 cd BC	133 e D	340 e D
Decis + Ronilan	518 b A	242 bc BC	60 b B	273 bc BC
Star cv.	478 X	199 x	90 x	256 X
Margo cv.	578 Y	227 y	82 y	296 Y

objaśnienia jak do tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Plon białka uzyskany w przeprowadzonym doświadczeniu ze zbioru 1999 r. był zbliżony do podawanych przez Jensena i in. [1996], Murawę i in. [1996], Jasińską i in. [1997], Koteckiego i in. [2001] oraz Adomas [2003], natomiast niższy od podawanego przez Koteckiego i in. [1999]. Plony białka odnotowane w latach 2000 i 2001 były znacznie niższe od uzyskanych w badaniach cytowanych autorów.

Układ warunków meteorologicznych w latach 2000-2001 wpływał istotnie na zawartość progoitryny, glukonapiny i glukobrassikanapiny, a także na sumę glukozyolanów alkenowych i GLS ogółem w nasionach obu odmian rzepaku. Warunki pogodowe panujące w 2000 r. [Murawa i Warmiński 2004] sprzyjały większemu gromadzeniu się GLS w nasionach, przy czym w porównaniu z rokiem 2001, w którym zawartość progoitryny wynosiła odpowiednio: 8,36 i 6,93  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ , w roku 2000 poziom tego glukozyolanu był o 43% wyższy w odmianie Star i o 22% w odmianie Margo (tab. 5). Różnice w zawartości glukonapiny i glukobrassikanapiny pomiędzy latami badań były większe aniżeli odnotowane w przypadku progoitryny. Wynosiły one, średnio dla obu odmian, odpowiednio 72 i 267%, na korzyść 2000 r. Udział omawianych związków, przekraczający 50% ogółu GLS, wywierał znaczący wpływ zarówno na sumę GLS alkenowych, jak i na GLS ogółem. W 2000 r. odnotowano w obu odmianach o 46% wyższy poziom GLS alkenowych i o 32% wyższy poziom sumy GLS w porównaniu z 2001 r. (9,79 i 14,13  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ ).

Warunki pogodowe w lipcu w obu latach badań, charakteryzujące się wysoką sumą opadów [Murawa i Warmiński 2004], przypuszczalnie nie wywierały wpływu na kształtowanie się zawartości GLS, natomiast wpływ taki mogła mieć susza panująca podczas fazy pąkowania i kwitnienia (czerwiec 2000 i 2001 r.) (tab. 5). Według Jensena i in. [1996] niedobór wody i wysokie temperatury powietrza w fazie kwitnienia lub dojrzewania rzepaku jarego, trwające dłużej niż 6 dni, wpływają na wzrost zawartości GLS w nasionach, co znajduje potwierdzenie w niniejszej pracy. Badania szeregu autorów [Osipowa cyt. za Žilėnaitė i Zakarauskaitė 2000, Rotkiewicz i in. 2000, Pykało 2002 oraz Adomas 2003] dowodzą, że warunki pogodowe są czynnikiem modyfikującym zawartość glukozyolanów w nasionach roślin krzyżowych.

Tabela 5. Zawartość glukozynolanów (GLS) w nasionach,  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.}^{-1}$   
 Table 5. Glucosinolate content in seeds,  $\mu\text{mol}\cdot\text{g d.m.}^{-1}$

Objekt / odmiana Object / cultivar	Glukozynolany alkenowe Alkenyl-glucosinolates				Glukozynolany indolowe Indolyl-glucosinolates				Suma GLS Total GLS
	Rok badań – Year of investigation – 2000		Rok badań – Year of investigation – 2001		Rok badań – Year of investigation – 2000		Rok badań – Year of investigation – 2001		
	Prog	GNap	GBNap	Napol	4-OH-GBras	Inne – Others	Σ	Σ	
Kontrolny – Control	11,65 a	3,00 a	1,45 a	0,55 a	16,65 a	4,20 a	0,35 a	4,55 a	21,20 a
Plegnacja mechaniczna + Decis	9,70 a	2,65 a	1,30 a	0,45 a	14,10 a	4,60 a	0,45 a	5,05 a	19,15 a
Roundup + Decis	8,00 a	2,50 a	0,75 a	0,40 a	11,65 a	3,80 a	0,20 a	4,00 a	15,65 a
Butisan + Decis	10,75 a	2,65 a	1,05 a	0,35 a	14,80 a	4,15 a	0,35 a	4,50 a	19,30 a
Butisan + Romilan	11,20 a	2,40 a	1,45 a	0,45 a	15,50 a	4,50 a	0,55 a	5,05 a	20,55 a
Butisan + Decis + Romilan	9,75 a	2,45 a	1,00 a	0,25 a	13,45 a	3,55 a	0,15 a	3,70 a	17,15 a
Decis + Romilan	10,25 a	2,55 a	0,85 a	0,35 a	14,00 a	3,70 a	0,25 a	3,95 a	17,95 a
Star cv.	11,93 Y	2,87 y	1,54 Y	0,39 x	16,73 Y	4,23 x	0,23 x	4,46 x	21,19 Y
Margo cv.	8,44 X	2,33 x	0,70 X	0,41 x	11,89 X	3,91 x	0,43 x	4,34 x	16,23 X
Rok badań – Year of investigation – 2001									
Kontrolny – Control	7,75 a	1,45 a	0,30 a	0,20 a	9,70 a	4,45 a	0,35 a	4,80 a	14,50 a
Plegnacja mechaniczna + Decis	6,85 a	1,80 a	0,30 a	0,15 a	9,10 a	4,00 a	0,30 a	4,30 a	13,40 a
Roundup + Decis	6,15 a	1,35 a	0,25 a	0,60 a	8,35 a	4,30 a	0,25 a	4,55 a	12,90 a
Butisan + Decis	7,10 a	1,35 a	0,30 a	0,40 a	9,15 a	4,15 a	0,30 a	4,45 a	13,60 a
Butisan + Romilan	9,75 a	1,75 a	0,40 a	0,30 a	12,20 a	5,25 a	0,35 a	5,60 a	17,80 a
Butisan + Decis + Romilan	7,75 a	1,27 a	0,23 a	0,30 a	9,55 a	2,50 a	0,17 a	2,67 a	12,25 a
Decis + Romilan	8,15 a	1,60 a	0,35 a	0,30 a	10,40 a	3,70 a	0,35 a	4,05 a	14,45 a
Star cv.	8,36 Y	1,70 y	0,40 Y	0,34 x	10,80 Y	4,24 x	0,23 x	4,47 x	15,27 Y
Margo cv.	6,93 X	1,32 x	0,21 X	0,33 x	8,77 X	3,86 x	0,36 x	4,22 x	12,99 X

Prog – progotryna – progotrin, GNap – glukonapina – gluconapin, GBNap – glukobrassicinapina – glucobrassicinapin, Napol – napoleiferyna – napoleiferin  
 4-OH-Gbras – 4-hydroksyglukobrassicyna – 4-hydroxyglucobrassicin  
 Pozostałe objaśnienia jak do tabeli 1 – for explanations, see Table 1

W latach badań (2000-2001) nie stwierdzono istotnego wpływu kombinacji ochronnych na kształtowanie poziomu poszczególnych glukozyolanów, jak również sumy GLS alkenowych, indolowych oraz GLS ogółem (tab. 5). Zauważalna była jedynie tendencja do obniżania zawartości GLS w nasionach obu odmian po zastosowaniu glifosatu i deltametryny (Roundup + Decis), zwłaszcza w 2000 r., co nie zostało jednak potwierdzone statystycznie. W całym cyklu badań testowane odmiany rzepaku różniły się istotnie zawartością progoitryny, glukonapiny i glukobrassikanapiny oraz sumą GLS alkenowych i GLS ogółem. Nasiona odmiany Star zawierały w latach 2000 i 2001 średnio: 10,15  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$  progoitryny, 2,29  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$  glukonapiny oraz 0,97  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$  glukobrassikanapiny, natomiast w nasionach odmiany Margo stwierdzono niższe poziomy glukozyolanów, odpowiednio o 34, 20 i 113%. Suma GLS alkenowych w nasionach odmiany Star wynosiła w 2000 r. 16,73  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$  i w 2001 r. 10,80  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ , a w nasionach odmiany Margo odpowiednio: 11,89 i 8,77  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ . Zawartość napoleiferyny i 4-hydroksyglukobrassycyny oraz sumy GLS indolowych nie zależała ani od odmiany, ani od lat badań i wynosiła przeciętnie (odpowiednio): 0,37, 4,06 i 4,37  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ . Suma glukozyolanów zależała od odmiany i wynosiła w nasionach odmiany Star w 2000 r. 21,19  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ , a w 2001 r. 15,27  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$ , natomiast nasiona odmiany Margo zawierały odpowiednio o 2,28-4,96  $\mu\text{mol}\cdot\text{g s.m.b.}^{-1}$  mniej glukozyolanów. Sumaryczna zawartość GLS w nasionach odmiany Star stwierdzona w przeprowadzonym doświadczeniu była zbliżona do podawanej przez Butkute i in. [2000], Rotkiewicz i in. [2000], Žilėnaitė i Zakarauskaitė 2000 oraz Adomas [2003]. Niższą zawartość glukozyolanów w nasionach odmiany Margo, a zatem ich lepszą jakość, stwierdzoną w niniejszych badaniach, potwierdzają badania COBORU [Heimann 1999, Lewandowski 2002].

## WNIOSKI

1. Spośród analizowanych składników chemicznych nasion jedynie zawartość tłuszczu ulegała istotnym zmianom po zastosowaniu środków ochrony roślin. Najniższy poziom tłuszczu odnotowano w obiektach niechronionych chemicznie przed szkodnikami.
2. Najwyższe plony tłuszczu i białka uzyskano przy pełnej ochronie zasiewów.
3. Stosowane środki ochrony roślin nie wpływały na zawartość i udział glukozyolanów alkenowych i indolowych w nasionach rzepaku jarego.
4. W cyklu badań nasiona odmiany Margo charakteryzowały się lepszą jakością, ze względu na niższą zawartość glukozyolanów, a wyższą – białka.

## LITERATURA

- Ackman R.G., 1990. Canola Fatty Acids – An Ideal Mixture For Health, Nutrition And Food Use. [In:] Canola And Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition And Processing Technology. Ed. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold New York, 81-98.
- Adomas B., 2003. Jakość plonu nasion rzepaku jarego (*Brassica napus* var. *oleifera* f. *annua*) oraz łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) i łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) w zależności od stosowanych środków ochrony roślin. UWM Olsztyn, Rozpr. Monogr. 75, 9-85.
- Asare E., Scarisbrick D.H., 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield componets and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crop Res. 44 (1), 41-46.



- Banaszkiewicz T., 1999. Skład i wartość pokarmowa frakcji nasion rzepaku uzyskanych podczas obłuskiwania na mlewniku walcowym. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XX* (1), 295-304.
- Brown J., McCaffrey J.P., Harmon B.L., Davis J.B., Brown A.P., Erickson D.A., 1999. Effect of late season insect infestation on yield, yield components and oil quality of *Brassica napus*, *B. rapa*, *B. juncea* and *Sinapis alba* in the Pacific Northwest region of the United States. *J. Agric. Sci.* 132 (3), 281-288.
- Butkutė B., Mašauskienė A., Sidlauskas G., Sliesaravičienė L., 2000. Accumulation of glucosinolates in the seed of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Sodininkystė ir Daržininkystė Mokslo Darbai* 19 (3), 2, 294-305.
- Campbell L.D., Slominski B., Jensen S.K., 1999. Is there a need to reduce the level of indole glucosinolates in canola/rapeseed? (In:) Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress New Horizons for an old crop, Canberra, Australia, <http://www.regional.org.au/au/gc/3/454.htm>.
- Dale A., 1987. Canola – the universal oilseed? 7<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, Abstracts, 39.
- Fahey J.W., 2002. Dietary Phytochemical Delivery: Glucosinolates/Isothiocyanates (Report). *Nutr. Today* 37 (5), 214-217.
- Hallgren E., 1990. Influence of different factors on the effect of chemical weed control in spring-sown Oilseed Crops. Vaxtodling, 16, Published by Institutionen for Vaxtodlingslara, Sverige Lantbruksuniversitet, Uppsala (CAB Abstracts, Online).
- Heimann S., 1999. Rzepak ozimy. Rzepak jary. Synteza wyników odmianowych 1998, 1140.
- Hoffmann W., Mudra A., Plarre W., 1979. Szczegółowa hodowla roślin. PWRiL Warszawa.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M., 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XVIII* (1), 199-208.
- Jensen C.R., Mogensen V.O., Mortensen G., Fieldsend J.K., Milford G.F.J., Andersen M.N., Thage J.H., 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. *Field Crop Res.* 47 (2-3), 93-105.
- Jerzewska M., Ptasznik S., 2000. Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod względem zmienności kwasów tłuszczowych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXI* (2), 557-568.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XX* (2), 643-652.
- Kotecki A., Malarz W., Aniołowski K., 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXII* (1), 81-89.
- Krygier K., 1997. Współczesne roślinne tłuszcze jadalne. *Przem. Spoż.* 51 (4), 11-13.
- Krzymański J., 1970. Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.* 14 (2), 95-133.
- Krzymański J., 1993a. Możliwości pełniejszego wykorzystania wartości rzepaku podwójnie ulepszanego. *Post. Nauk Roln.* 6, 161-166.
- Krzymański J., 1993b. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami olejnymi w Polsce. *Post. Nauk Roln.* 40/45 (5), 7-14.
- Krzymański J., Bartkowiak-Broda I., 1987. Recent achievements in breeding work on winter rape (*Brassica napus* L.) in Poland. 7<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, Abstracts, 4.
- Lewandowski A., 2002. Rzepak jary. [W:] Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. Zbożowe. Okopowe. Strączkowe. Oleiste. Praca pod red. R. Szymczyka, COBORU Słupia Wielka.
- Macholz R., Ackermann H., Diedrich M., Kujawa M., 1987. New aspect of toxicology of progoitrin and its splitting products. 7<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, Abstracts, 64.

- Markus J., Podlaska J., Dmoch J., Pietkiewicz S., Łoboda T., Lewandowski M., 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słoďyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy róznej obsadzie i nawożeniu. III. Skład chemiczny nasion rzepaku odmiany Leo. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XVII (2), 325-336.
- Mendham N.J., 1995. Physiological basis of seed yield and quality in oilseed rape. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Rapeseed Congress Rapeseed today and tomorrow, UK Cambridge, UK, 485-490.
- Michalski K., Kołodziej K., Krzymański J., 1995. Quantitative analysis of glucosinolates in seeds of oilseed rape – effect of sample preparation on analytical results. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Cambridge UK, vol. 3, 911-913.
- Murawa D., 1990. Badania nad wpływem herbicydów i niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. Acta Acad. Agric. Techn. Olst., Agricultura 50, Suppl. B, 3-59.
- Murawa D., Adomas B., Bowszys T., 1996. Jakość nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XVII (2), 367-375.
- Murawa D., Warmiński K., 2004. Plonowanie rzepaku jarego w warunkach zróżnicowanej ochrony. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2), 221-233.
- Muśnicki C., Tobała P., Muśnicka B., 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XX (2), 459-469.
- Praca pod red. B. Pastuszewskiej, 1992. Rzepak w żywieniu zwierząt. Wyd. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt, Omnitech Press Warszawa.
- PN-73/R-66164. Oznaczanie zawartości tłuszczu w nasionach. owocach oleistych i śrucie poekstrakcyjnej.
- PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- PN-88/R-04013. Analiza chemiczno-rolnicza. Oznaczanie powietrznie suchej i suchej masy.
- PN-91/R-04014. Analiza chemiczno-rolnicza roślin. Metody mineralizacji materiału roślinnego do oznaczania makro- i mikroelementów.
- Pykało I., 2002. Wpływ herbicydów na plonowanie i skład chemiczny nasion gorczycy białej (*Sinapis alba* L.). UWM Olsztyn, praca doktorska.
- Rakowska M., Twarkowska J., Szkiłładź W., Neumann M., Krzymański J., Byczyńska B., 1981. Porównanie współczynników wydajności wzrostowej białka (PER) śruty z nowych form hodowlanych rzepaku ozimego o obniżonej zawartości glukozyolanów. Hod. Rośl. Aklim. Nas. 25, 163-183.
- Rotkiewicz D., Murawa D., Konopka I., Warmiński K., 2000. Glukozyolany nasion dwóch odmian rzepaku jarego traktowanego herbicydami. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXI (1), 271-277
- Seow A., Yuan J.M., Sun C.L., Van Den Berg D., Lee H.P., Yu M.C., 2002. Dietary isothiocyanates, glutathione S-transferase polymorphisms and colorectal cancer risk in Singapore Chinese Health Study. Carcinogenesis 23 (12), 2055-2061.
- Sørensen H., 1990. Glucosinolates: Structure – Properties – Function. [In:] Canola And Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition And Processing Technology. Ed. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold New York, 149-172.
- Thornalley P.J., 2002. Isothiocyanates: mechanism of cancer chemopreventive action. Anti-Cancer Drugs 13 (4), 331-338.
- Vermorel M., Heaney R.K., Fenwick G.R., 1987. The antinutritional effects of high and low glucosinolate rapeseed meals and progoitrin together with myrosinase in the growing rat. 7<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, Abstracts, 63.
- Žilėnaitė L., Zakarauskaitė D., 2000. Productivity and quality of new spring rape varieties. Sodininkystė ir Daržininkystė Mokslo Darbai 19 (3), 2, 135-140.

## **EFFECT OF VARIED PLANT CONTROL ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SPRING RAPESEED**

**Abstract.** A field experiment was conducted over 1999-2001 into the effect of varied control of rape against pests, diseases and weeds on the seed quality. Crude fat, total protein and glucosinolates contents were determined and the protein and fat yields were calculated. It was found that the absence of any pest control throughout the study period resulted in a decrease in fat content by 1.8-2.8 %, as compared to the protected rape. The other seed components analysed remained unaffected by the plant control applied. The quality of the Polish composite hybrid cultivar, Margo, was better than that of the conventional cultivar, Star, due to a significantly lower content of glucosinolates and a higher protein content.

**Key words:** spring rape, quality of seeds, insecticides, fungicides, herbicides, mechanical weed control