

## PLONOWANIE RZEPAKU JAREGO W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEJ OCHRONY\*

Danuta Murawa, Kazimierz Warmiński

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki trzyletnich badań (1999-2001) nad wpływem zróżnicowanej ochrony na plonowanie rzepaku jarego odmiany ustalonej Star i mieszańcowej Margo. W całym okresie badań najwyższy plon uzyskano po zastosowaniu pełnej ochrony chemicznej (Butisan 400 SC + Decis 2,5 EC + Ronilan 500 SC). Szeregując czynniki biotyczne od najbardziej do najmniej obniżających plon nasion stwierdzono następującą kolejność: szkodniki, chwasty, choroby. Związane to było z silną redukcją organów generatywnych głównie przez słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.), objawiającą się zmniejszeniem liczby łuszczyn na pędzie głównym i liczby nasion w łuszczynie. Przeprowadzona analiza regresji dowiodła, że plon nasion determinowany był przede wszystkim liczbą łuszczyn na pędzie głównym oraz na pędach bocznych.

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

### WSTĘP

Uprawa rzepaku jarego w Polsce na przestrzeni dziesięcioleci miała znaczenie marginalne przede wszystkim ze względu na znacznie niższe plony nasion w porównaniu z formą ozimą [Dembiński 1975, Muśnicki i in. 1997]. Podniesienie plenności odmian rzepaku jarego poprzez hodowlę oraz doskonalenie agrotechniki, w tym także ochrony zasiewów, warunkuje wzrost opłacalności uprawy.

Najważniejszymi czynnikami agrotechnicznymi modyfikującymi plon rzepaku jarego są: termin siewu, nawożenie azotem oraz ochrona przed agrofagami, zwłaszcza szkodnikami [Praca pod red. Budzyńskiego i Ojczyk 1996, Budzyński 1998, Kolnik i Zubal 1998, Muśnicki i Toboła 1998, Wałkowski 2001, 2002].

Największe straty w plonie rzepaku jarego powoduje słodyszek rzepakowy (*Meligethes aeneus* F.). Rzekak ozimy w sprzyjających warunkach ma zdolność regenera-

---

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)

cji uszkodzonych przez słodyszka rzepakowego pąków kwiatowych [Lerin 1988, Pietkiewicz i in. 1996, Podlaska i in. 1996, Lewandowski i in. 1998]. Z kolei możliwości kompensacji uszkodzeń rzepaku jarego przez fitofagi są niewielkie, a zatem jego wrażliwość na żerowanie szkodników w porównaniu z formą ozimą jest wyższa [Axelsen i Nielsen 1990, Budzyński i in. 2000]. Żerowanie tego szkodnika na niechronionych plantacjach rzepaku jarego powoduje zwykle wyższe straty plonu niż na plantacjach formy ozimej [Wałkowski 2002], a ponadto może pogorszyć jego jakość [Brown i in. 1999].

Chwasty są jednym z ważniejszych czynników wpływających na obniżenie wysokości i jakości plonu roślin uprawnych. Konkurencyjność chwastów wobec rzepaku jarego, zwłaszcza w początkowej fazie rozwoju, jest wysoka. Na zachwaszczonych plantacjach rzepaku jarego straty w plonie sięgają od kilku nawet do 46% [Przeździecki i Murawa 1988, Franek 1997, Budzyński 1998, Kotecki i in. 1999, Adomas 2003].

Krótki okres wegetacji rzepaku jarego jest czynnikiem ograniczającym występowanie chorób, stąd mniejsze ich nasilenie w porównaniu z formą ozimą [Praca pod red. Budzyńskiego i Ojczyk 1996, Murawa i in. 1996]. Jednakże w ostatnich latach zauważalny jest wzrost porażenia roślin tego gatunku przez grzyby z rodzaju *Alternaria*, *Erysiphe* i *Peronospora* [Sadowski i in. 2001]. Badania Lemańczyka i in. [1997] dowiodły, że silniejsze porażenie roślin rzepaku przez patogeny grzybowe stwierdzono w obiektach bez ochrony przed szkodnikami w porównaniu z obiektami, na których stosowano pełną ochronę chemiczną. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym porażeniu rzepaku przez patogeny jest duże zachwaszczenie, wpływające na wzrost wilgotności powietrza w łanie. W takich warunkach stosowanie fungicydów może okazać się mało skuteczne [Murawa i in. 2000].

Problem zwalczania agrofagów na plantacjach rzepaku jarego powinien zatem być traktowany kompleksowo, bowiem straty ekonomiczne powstają zazwyczaj w efekcie współdziałania dwóch lub więcej gatunków szkodliwych. Dodatkowym impulsem do przeprowadzenia prezentowanego doświadczenia była mało poznana reakcja odmian mieszańcowych na środki ochrony roślin.

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanej ochrony przed agrofagami na plonowanie odmiany ustalonej i mieszańcowej rzepaku jarego.

## 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, o odczynie lekko kwaśnym ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,1-6,5$ ), zaliczanej do kompleksu żytanego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Obiekty doświadczalne rozmieszczono w trzech powtórzeniach, w układzie losowanych podbloków (split-plot), z dwiema zmiennymi: odmiany (ustalona 'Star' i mieszańcowa 'Margo') oraz zróżnicowana ochrona stosowana zgodnie ze schematem zamieszczonym w tabeli 1. Powierzchnia poletek wynosiła  $20 \text{ m}^2$ .

Zabiegi agrotechniczne przeprowadzano zgodnie z zaleceniami dla rzepaku jarego. W całym cyklu badań stosowano nawożenie przedsiewne w wysokości: N –  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (mocznik),  $\text{K}_2\text{O}$  –  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (sól potasowa 60%  $\text{K}_2\text{O}$ ) oraz  $\text{P}_2\text{O}_5$  –  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (superfosfat potrojny). Nawożenie pogłówne azotem stosowano w fazie pąkowania w ilości  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (mocznik). Rzepak wysiewano w stanowisku po zbożach, w rozstawie rzędów wynoszącej 0,2 m, z wyjątkiem obiektu pielęgnowanego mechanicznie (0,4 m), w terminach:

04.05.1999 r., 13.04.2000 r. i 20.04.2001 r. Gęstość siewu we wszystkich kombinacjach wynosiła 150 kiełkujących nasion na 1 m<sup>2</sup>. Zbiór nasion wykonano dwuetapowo (09.08.1999 r., 23.08.2000 r. i 10.08.2001 r.). Plon nasion podano przy 13% wilgotności.

Tabela 1. Schemat zastosowanych środków ochrony roślin

Table 1. Plant protection agents application

Obiekt Object	Substancja biologicznie czynna Active ingredient	Dawka preparatu Dose of agent dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	Termin stosowania* Time of application
Kontrolny – Control	–	–	–
Pielęgnacja mechaniczna Mechanical weed control	–	–	B
+ Decis 2,5 EC	deltametryna – deltamethrin	0,2	C
Roundup Ultra 360 SL	glifosat – glyphosate	3,0	E
+ Decis 2,5 EC	deltametryna – deltamethrin	0,2	C
Butisan 400 SC	metazachlor – metazachlor	3,0	A
+ Decis 2,5 EC	deltametryna – deltamethrin	0,2	C
Butisan 400 SC	metazachlor – metazachlor	3,0	A
+ Ronilan 500 SC	winklozolina – vinclozolin	1,2	D
Butisan 400 SC	metazachlor – metazachlor	3,0	A
+ Decis 2,5 EC	deltametryna – deltamethrin	0,2	C
+ Ronilan 500 SC	winklozolina – vinclozolin	1,2	D
Decis 2,5 EC	deltametryna – deltamethrin	0,2	C
+ Ronilan 500 SC	winklozolina – vinclozolin	1,2	D

- \* A – 1-2 dni po zasiewie – 1-2 days after sowing  
 B – 30 dni od początku wschodów – 30 days since emergence  
 C – faza pąkowania (3) – budding stage (3 applications)  
 D – faza 4-8 łuszczyn – 4-8 siliques stage  
 E – przed zbiorem – before harvest

W fazie dojrzałości technicznej określono: liczbę łuszczyn na pędzie głównym i pędach bocznych (na 10 roślinach z poletka) oraz liczbę nasion w łuszczynie (średnio z 30 łuszczyn z rośliny), po zbiorze rzepaku – masę tysiąca nasion.

Do statystycznego opracowania wyników z poszczególnych lat badań zastosowano analizę wariancji ANOVA (test F) dla układu dwuczynnikowego (metody ochrony i odmiany). W syntezie wyników jako dodatkowy czynnik przyjęto lata i wykonano analizę wariancji dla układu trójczynnikowego. W przypadku odrzucenia ( $F_{emp.} > F_{kryt.}$ ) hipotezy zerowej o równości wszystkich średnich w grupach wykonywano test post-hoc (Duncana), aby zidentyfikować istotność różnicowania średnich [Duncan 1955]. Wyniki testu post-hoc przedstawiono w formie grup jednorodnych, które oznaczono jednakowymi literami. Do oceny parametrów przyjęto dwa poziomy istotności  $p = 0,05$  (małe litery) oraz  $p = 0,01$  (wersaliki).

Siłę zależności występujących pomiędzy plonem nasion ( $z$ ) a elementami jego struktury ( $x_1, x, y$ ) określano za pomocą dwóch modeli analizy korelacji i regresji:

a) modelu liniowego wielu zmiennych  $z = f(x_1, \dots, x_n)$  (regresja wieloraka liniowa):

$$z = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_n \cdot x_n$$

b) modelu kwadratowego trzech zmiennych  $z = f(x, y)$  (regresja wieloraka kwadratowa):

$$z = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + b_3 \cdot x \cdot y + b_4 \cdot y^2 + b_5 \cdot y$$

W tabeli wyników analizy regresji wielu zmiennych dla plonu i elementów jego struktury podano standaryzowane ( $\beta$ ) i niestandaryzowane ( $b_i$ ) współczynniki regresji. Współczynniki  $\beta$  posłużyły do oceny relatywnego wkładu poszczególnych zmiennych niezależnych (elementów struktury plonu) w predykcji zmiennej zależnej (plonu nasion), natomiast  $b_i$  są współczynnikami równania regresji. Obliczenia wykonano pakietem programów STATISTICA 6.0 PL [StatSoft, Inc. 2001].

Opady atmosferyczne w poszczególnych latach doświadczenia rozłożone były nierównomiernie (tab. 2). Największą sumę opadów w sezonie wegetacyjnym (kwiecień – sierpień) odnotowano w 1999 r., była ona o 42% wyższa w porównaniu ze średnią z wielolecia. Pozostałe lata charakteryzowały się opadami przeciętnymi. W pierwszym roku badań (1999) obfite opady występujące w kwietniu (101,6 mm wobec średniej wieloletniej wynoszącej 35,2 mm) uniemożliwiły terminowy wysiew rzepaku jarego, który wykonano dopiero 4 maja. Maj był mokry i zimny, czerwiec skrajnie mokry i ciepły, natomiast sierpień suchy. Pomimo opóźnionego terminu siewu układ warunków pogodowych w okresie wegetacji wpłynął korzystnie na wzrost i rozwój roślin.

Tabela 2. Warunki meteorologiczne w Bałcynach

Table 2. Meteorological conditions at Bałcyny

Wyszczególnienie Specification	Miesiąc – Month					Średnia lub suma Mean or total
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	
Średnia dobowa temperatura powietrza – Mean daily air temperature, °C						$\bar{x}$
1999	8,3	11,0	16,7	19,1	16,9	14,4
2000	11,0	14,0	15,9	15,9	17,5	14,9
2001	7,3	12,2	13,8	19,5	18,4	14,2
Średnia z wielolecia 1961-1990 Mean for 1961-1990	6,6	12,4	15,7	16,9	16,5	13,6
Suma opadów – Total precipitation, mm						$\Sigma$
1999	101,6	69,1	155,6	75,5	53,0	454,8
2000	20,2	32,5	33,1	104,2	140,5	330,5
2001	43,5	31,3	48,8	135,4	81,8	340,8
Średnia z wielolecia 1961-1990 Mean for 1961-1990	35,2	56,7	68,3	81,3	78,1	319,6

Sezon wegetacyjny 2000 r. charakteryzował się wyjątkowo niekorzystnym rozkładem opadów dla rozwoju rzepaku jarego. Kwiecień i maj były suche, czerwiec bardzo suchy (fenofazy rzepaku jarego: od wschodów do kwitnienia), a w lipcu i sierpniu wystąpiły bardzo obfite opady.

W trzecim roku badań (2001), w okresie największego zapotrzebowania na wodę, tj. w fazie pąkowania i kwitnienia (czerwiec), wystąpiły posucha i niskie temperatury powietrza. Niedobory opadów odnotowano również w maju. Lipiec natomiast był skrajnie mokry i ciepły, a sierpień – przeciętny.

Rzepak jary plonuje najlepiej w rejonach o obfitych i dobrze rozłożonych opadach. Według Klatta optymalna suma opadów w okresie od kwietnia do sierpnia w przeciętnych warunkach glebowych wynosi około 325 mm [Wałkowski 2002]. W przedstawionym doświadczeniu suma opadów w kolejnych latach badań była wyższa od optymalnej, przy czym ich rozkład był najbardziej korzystny w 1999 r., a najmniej korzystny w 2000 r.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W pierwszym roku badań (1999) wszystkie zastosowane kombinacje ochronne wpłynęły istotnie na zwiększenie liczby łuszczyń na pędzie głównym, nie różnicowały natomiast obsady łuszczyń na pędach bocznych. W obiekcie bez ochrony przed szkodnikami (Butisan + Ronilan) odnotowano słabą reakcję roślin na te zabiegi ochronne (tab. 3 i 4).

Tabela 3. Liczba łuszczyń na pędzie głównym (średnia z czynników)

Table 3. Number of siliques on the main stem (factors mean)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year						Średnia – Mean 1999-2001	
	1999		2000		2001			
Kontrolny – Control	11,0	a A*	2,9	a A	10,5	a	8,1	a A
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	23,3	c BC	10,8	bc B	11,6	a	15,2	b B
Roundup + Decis	19,9	bc BC	8,6	b B	11,1	a	13,2	b B
Butisan + Decis	21,9	c BC	11,0	bc B	12,8	a	15,2	b B
Butisan + Ronilan	17,8	b A	2,4	a A	9,8	a	10,0	a A
Butisan + Decis + Ronilan	23,8	c C	12,1	c B	10,8	a	15,6	b B
Decis + Ronilan	22,7	c BC	8,2	b B	10,0	a	13,6	b B
Star	21,0	x	11,2	Y	13,3	Y	15,2	Y
Margo	19,1	x	4,8	X	8,6	X	10,8	X

\* jednakowymi literami oznaczono wartości nie różniące się istotnie przy poziomie  $p = 0,05$  (małe litery) i przy  $p = 0,01$  (duże litery): a, b, c; A, B, C – dla porównania obiektów i interakcji; x, y, X, Y – dla porównania odmian (test Duncana) – values followed by the same letter are not significantly different at  $p = 0,05$  (lower-case letter) and  $p = 0,01$  (capital letter): a, b, c; A, B, C – to compare objects and interactions, x, y, X, Y – to compare cultivars (Duncan's test)

W kolejnym roku badań (2000) rośliny osłabione długotrwałą wiosenną suszą (tab. 2) zawiązały średnio o 60% mniej łuszczyń na pędzie głównym niż w 1999 r., a wpływ metod ochrony na jej kształtowanie okazał się istotny (tab. 3). W obiektach, w których nie stosowano insektycydu Decis, obie odmiany wytworzyły średnio mniej niż 3 łuszczyń na pędzie głównym. Największą liczbą łuszczyń (10,8-12,1) odznaczały się rośliny obu odmian w obiektach z zastosowaniem zarówno regulacji zachwaszczenia, jak i zwalczania szkodników (pielęgnacja mechaniczna + Decis, Butisan + Decis oraz Butisan + Decis + Ronilan).

W trzecim roku doświadczenia (2001) liczba łuszczyń na pędzie głównym nie była modyfikowana przez stosowane środki i metody ochronny (tab. 3). Zaobserwowano jednakże ich wpływ na zawiązywanie większej liczby łuszczyń na pędach bocznych (tab. 4).

Badane w doświadczeniu metody ochrony jedynie w 2000 r. wpłynęły istotnie na kształtowanie liczby nasion w łuszczyń (tab. 5). Rzepak niechroniony przed szkodnikami (obiekty: kontrolny oraz Butisan + Ronilan) miał gorzej wypełnione łuszczyń. W obiektach tych odnotowano mniejszą liczbę nasion w łuszczyń (średnio o 7 szt.) w porównaniu z pozostałymi obiektami, w których liczba nasion w łuszczyń była podobna i wynosiła około 20-21 sztuk. W pozostałych latach badań (1999 i 2000) nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy metodami ochrony pod względem liczby nasion w łuszczyń.

Tabela 4. Liczba łuszczyń na pędach bocznych\* (średnia z czynników)  
 Table 4. Number of siliques on lateral branches \* (factors mean)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year						Średnia – Mean 1999-2001	
	1999		2000		2001			
Kontrolny – Control	46,8	a	9,9	a A	13,2	a A	23,3	a
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	56,3	a	20,6	b B	28,6	c C	35,2	c
Roundup + Decis	33,1	a	14,5	a A	22,9	b B	23,5	a
Butisan + Decis	43,2	a	21,0	b B	24,0	b B	29,4	abc
Butisan + Ronilan	52,2	a	16,0	a A	22,7	b B	30,3	abc
Butisan + Decis + Ronilan	51,9	a	27,4	c B	22,8	b B	34,0	bc
Decis + Ronilan	39,3	a	16,3	a A	21,4	b B	25,7	ab
Star	40,2	x	15,1	x	22,5	x	25,9	x
Margo	52,0	y	20,8	y	22,0	x	31,6	y

objaśnienia jak w tabeli 3 – for explanations, see Table 3

\* przeciętnie na jednej roślinie rzepaku jarego – mean per spring rape plant

Tabela 5. Liczba nasion w łuszczyń (średnia z czynników)  
 Table 5. Number of seeds per silique (factors mean)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year						Średnia – Mean 1999-2001	
	1999		2000		2001			
Kontrolny – Control	20,5	a	14,0	a A	19,2	a	17,9	a AB
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	24,6	a	20,3	b B	18,7	a	21,2	b C
Roundup + Decis	22,3	a	19,7	b B	20,4	a	20,8	b C
Butisan + Decis	22,4	a	20,0	b B	19,2	a	20,5	b BC
Butisan + Ronilan	22,0	a	12,9	a A	17,5	a	17,5	a A
Butisan + Decis + Ronilan	22,9	a	21,3	b B	19,0	a	21,1	b C
Decis + Ronilan	22,4	a	20,6	b B	19,4	a	20,8	b BC
Star	22,9	x	19,7	y	20,2	y	20,9	y
Margo	22,0	x	17,1	x	17,9	x	19,0	x

objaśnienia jak w tabeli 3 – for explanations, see Table 3

Masa tysiąca nasion (MTN) badanych odmian rzepaku jarego nie ulegała zmianom w poszczególnych latach badań (tab. 6). W pierwszym roku – najkorzystniejszym dla rozwoju roślin rzepaku jarego – nie odnotowano istotnych różnic pomiędzy kombinacjami w poziomie analizowanej cechy. W 2000 r. masa tysiąca nasion obu odmian była natomiast istotnie modyfikowana przez zastosowane środki i metody ochrony roślin. We wszystkich obiektach chronionych stwierdzono mniej dorodne nasiona w porównaniu z obiektem kontrolnym, przy czym najniższą wartością MTN charakteryzowały się rośliny z obiektów, w których nie stosowano regulacji zachwaszczenia (Roundup + Decis oraz Decis + Ronilan) (tab. 6). W 2001 r. najdorodniejszymi nasionami charakteryzowały się rośliny obu odmian z obiektu Butisan + Ronilan (4,53 g), a najmniej dorodnymi – z desykcją i zwalczaniem szkodników (Roundup + Decis) (4,00 g). W całym okresie badań najwyższą MTN odnotowano na obiektach bez ochrony przed szkodnikami (4,30-4,33 g), a najniższą – w obiekcie z desykcją i zwalczaniem szkodników (4,05 g). Glifosat – substancja biologicznie czynna preparatu Roundup Ultra 360

SL – zastosowany w doświadczeniu jako desykant i środek zwalczający chwasty przed zbiorem powoduje zahamowanie syntezy aminokwasów aromatycznych, a przez to zamieranie potraktowanych nim roślin [Franz i in. 1997]. Prawdopodobnie działanie glifosatu było przyczyną obniżenia masy tysiąca nasion w latach 2000 i 2001, o niekorzystnych warunkach dla rozwoju rzepaku.

Tabela 6. Masa tysiąca nasion, g (średnia z czynników)  
Table 6. 1000 seed weight, g (factors mean)

Objekt / odmiana Object / cultivar	Rok – Year						Średnia – Mean 1999-2001	
	1999		2000		2001			
Kontrolny – Control	4,34	a	4,41	d C	4,15	ab AB	4,30	c BC
Pielęgnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	4,14	a	4,08	bc AB	4,11	a AB	4,11	ab AB
Roundup + Decis	4,09	a	4,06	ab AB	4,00	a A	4,05	a A
Butisan + Decis	4,19	a	4,14	bc B	4,41	bc BC	4,25	bc ABC
Butisan + Ronilan	4,32	a	4,15	bc B	4,53	c BC	4,33	c C
Butisan + Decis + Ronilan	4,29	a	4,16	c B	4,28	abc ABC	4,24	bc ABC
Decis + Ronilan	4,21	a	3,99	a A	4,16	ab AB	4,12	ab AB
Star	4,41	Y	4,32	Y	4,20	x	4,31	Y
Margo	4,04	X	3,96	X	4,26	x	4,09	X

objaśnienia jak w tabeli 3 – for explanations, see Table 3

Odmiana Margo, w porównaniu z odmianą Star, charakteryzowała się istotnie mniejszą liczbą łuszczyń na pędzie głównym w latach 2000 i 2001 (tab. 3), a większą na pędach bocznych w 1999 i 2000 r. (tab. 4). W całym cyklu badań stwierdzono także istotne różnice odmianowe pod względem liczby nasion w łuszczyń (tab. 5). W łuszczyń odmiany Margo stwierdzono średnio o 2 nasiona mniej niż w łuszczyń odmiany Star. Ponadto nasiona odmiany Margo były mniej dorodne (tab. 6).

Najwyższy plon nasion uzyskano w 1999 r., średnio na poziomie 2,32 t·ha<sup>-1</sup> (odmiana Star) i 2,71 t·ha<sup>-1</sup> ('Margo'). W drugim roku badań (2000) plon nasion obu odmian był ponad dwukrotnie niższy, a w trzecim roku (2001) 5-6-krotnie niższy w porównaniu z 1999 (tab. 7).

W 1999 r. najkorzystniejszą ze stosowanych kombinacji ochronnych okazała się pełna ochrona rzepaku, po zastosowaniu której odnotowano plon nasion obu odmian o 27% wyższy niż w obiekcie bez ochrony. Nie wykazano natomiast istotnej zwyżki plonu w obiekcie, w którym przeprowadzono desykację i zwalczanie szkodników (Roundup + Decis).

Wpływ zastosowanej metody ochrony na wysokość plonu był wyraźniejszy w 2000 r. niż w 1999 r. Najwyższe plony nasion odnotowano w obiektach, w których zastosowano ochronę przed szkodnikami. W obiekcie kontrolnym uzyskano plon nasion równy 0,35 t·ha<sup>-1</sup>, co stanowi jedynie 22-31% plonu z obiektów, w których zastosowano preparat Decis. W kombinacji Butisan + Ronilan uzyskano również wyższy plon nasion, lecz istotny tylko przy poziomie p = 0,05 (tab. 7).

Tabela 7. Plon nasion rzepaku jarego, t·ha<sup>-1</sup>  
 Table 7. Seed yield of spring rape, t·ha<sup>-1</sup>

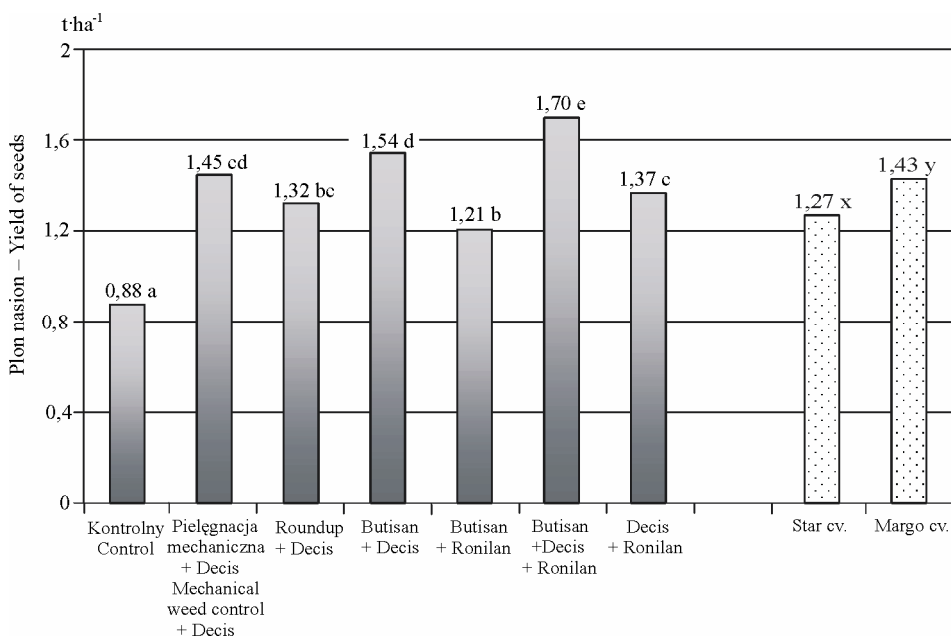
Obiekty – Objects	1999			2000			2001		
	Star	Margo	Średnia Mean	Star	Margo	Średnia Mean	Star	Margo	Średnia Mean
Kontrolny – Control	1,98	2,20	2,09 a A	0,33	0,37	0,35 a A	0,17 a A	0,21 ab AB	0,19 a A
Pielegnacja mechaniczna + Decis Mechanical weed control + Decis	2,42	2,87	2,64 bc B	1,15	1,10	1,13 c B	0,52 d CD	0,63 d DE	0,58 d CD
Roundup + Decis	2,19	2,67	2,43 ab AB	1,04	1,41	1,22 c B	0,29 bc AB	0,35 c B	0,32 b B
Butisan + Decis	2,37	2,62	2,50 bc AB	1,54	1,61	1,58 d D	0,60 d D	0,52 d CD	0,56 d C
Butisan + Ronilan	2,43	2,67	2,55 bc AB	0,74	0,46	0,60 b A	0,56 d D	0,37 c BC	0,47 c C
Butisan + Decis + Ronilan	2,59	3,15	2,87 c B	1,46	1,63	1,55 d CD	0,78 e E	0,58 d D	0,68 e D
Decis + Ronilan	2,28	2,81	2,54 bc AB	1,05	1,45	1,25 c BC	0,31 bc AB	0,31 bc AB	0,31 b B
Średnia – Mean	2,32 X	2,71 Y		1,04 x	1,15 x		0,46 x	0,42 x	

objaśnienia jak w tabeli 3 – for details, see Table 3



W trzecim roku badań (2001) zastosowane środki i metody ochrony roślin rzepaku okazały się również czynnikiem silnie determinującym wysokość plonu nasion. Plon nasion obu odmian uzyskany w obiekcie z pełną ochroną chemiczną był 3,5-krotnie wyższy od otrzymanego w obiekcie kontrolnym. W obiektach, w których nie stosowano regulacji zachwaszczenia w początkowym okresie wzrostu rzepaku (obiekty: Roundup + Decis oraz Decis + Ronilan), odnotowano niezadowalające, chociaż istotne działanie tych preparatów (tab. 7). W 2001 r. uzyskano najniższe plony nasion w odniesieniu do pozostałych lat badań (1999 i 2000). Jednocześnie stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian na zastosowane kombinacje ochronne, co znajduje potwierdzenie w interakcji międzyczynnikowej. Odmiana Star reagowała silniej; w obiekcie kontrolnym jej plon był 4,5-krotnie niższy niż w obiekcie, w którym stosowano pełną ochronę.

W całym okresie badań we wszystkich obiektach chronionych uzyskano wyższy plon nasion niż w obiekcie kontrolnym, przy czym najlepsze efekty odnotowano po zastosowaniu pełnej ochrony chemicznej (Butisan + Decis + Ronilan) oraz w obiektach, w których regulację zachwaszczenia przeprowadzono na początku wegetacji łącznie ze zwalczaniem szkodników (rys. 1).



jednakowymi literami oznaczono wartości nie różniące się istotnie przy poziomie  $p = 0,05$  (test Duncana) values followed by the same letter are not significantly different at  $p = 0.05$  (Duncan's test)

Rys. 1. Plon nasion rzepaku jarego (średnia z lat 1999-2001)

Fig. 1. Yield of spring rapeseed seeds (mean for 1999-2001)

Mimo że odmiana Margo charakteryzowała się istotnie niższą masą tysiąca nasion, liczbą łuszczyń na pędzie głównym oraz gorszym wypełnieniem łuszczyń (tab. 3, 5, 6) w porównaniu z odmianą Star, to plon nasion był średnio o 13% wyższy (rys. 1). Analiza regresji wielorakiej potwierdziła hipotezę, że plon nasion obu odmian rzepaku jarego

był determinowany przede wszystkim liczbą łuszczyń na pędach bocznych ( $\beta = 0,49$ ,  $p < 0,000001$ ), a w mniejszym stopniu liczbą łuszczyń na pędzie głównym ( $\beta = 0,38$ ,  $p = 0,005$ ) (tab. 8, rys. 2). Liczba nasion w łuszczyńce oraz MTN nie wpłynęła na plon nasion ( $\beta < 0,02$ ,  $p > 0,4$ ). Uzyskana w doświadczeniu zależność stanowi potwierdzenie wyników badań prowadzonych na jarych roślinach oleistych przez Jan-kowskiego i Budzyńskiego [2003].

Tabela 8. Wyniki analizy regresji wielorakiej plonu nasion (zmienna zależna) oraz elementów jego struktury

Table 8. Multiple regression analysis results for seed yield (dependent variable) and its components

Zmienne niezależne $x_i$ Independent variables $x_i$	Parametr – Parameter		
	$\beta$	$b_i$	p
1) liczba łuszczyń na pędzie głównym number of siliques on the main stem	0,377425	0,053463	0,004988
2) liczba łuszczyń na pędach bocznych number of siliques on lateral branches	0,493507	0,029798	0,000000
3) liczba nasion w łuszczyńce number of seeds per silique	0,018751	0,005359	0,871663
4) MTN – 1000 seed weight	-0,053379	-0,198025	0,438525
$b_0$		0,551484	0,667123
R = 0,8081			
p < 0,00001			

Model regresji:  $PLON = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_4 \cdot x_4$  – Regression model:  $YIELD = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_4 \cdot x_4$

$b_0$  – wyraz wolny równania – free term of the equation

$b_i$  – współczynniki równania regresji ( $b_1, b_2 \dots$ ) – regression equation coefficients ( $b_1, b_2 \dots$ )

$x_i$  – zmienne niezależne – independent variables

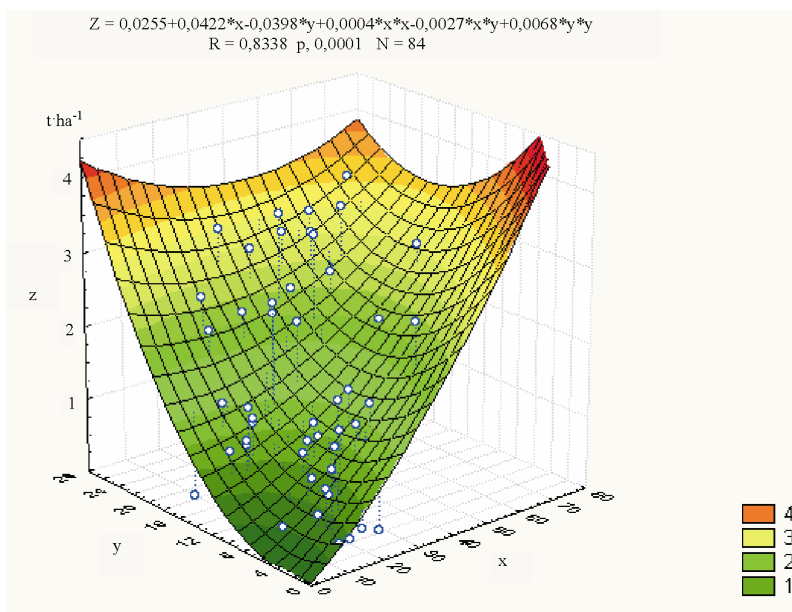
$\beta$  – standaryzowane współczynniki regresji (wagi) – standardized regression coefficients (weights)

p – poziom istotności – significance level (p-level)

R – współczynnik korelacji wielorakiej – multiple correlation coefficient

W badaniach prowadzonych przez Wałkowskiego [2001] w latach 1998-2000 odmiana Star plonowała o 6% wyżej w porównaniu z odmianą Margo, natomiast w badaniach COBORU [Lewandowski 2002] obie odmiany plonowały na poziomie zbliżonym.

Wzrost poziomu plonowania rzepaku jarego i związanej z nim opłacalności uprawy pod wpływem stosowanej ochrony przed szkodnikami odnotowano w badaniach szeregu autorów [Budzyński i in. 2000, Jankowski 2000, Seta i in. 2000]. W badaniach monitoringowych Inspekcji Ochrony Roślin przeprowadzonych w latach 1999-2001 w województwach śląskim i warmińsko-mazurskim stwierdzono najsilniejsze w kraju uszkodzenia rzepaku przez słodyszka rzepakowego oraz wzrost tych uszkodzeń w latach 2000-2001 w porównaniu z 1999 r. [Wójtowicz i Wójtowicz 2002]. Wyniki te mogą tłumaczyć wykazaną w przedstawionym doświadczeniu silniejszą reakcję rzepaku na zaniechanie ochrony przed szkodnikami w latach 2000 i 2001 w porównaniu z rokiem 1999.



- 1 – liczba łuszczyń na pędzie głównym – number of siliques on the main stem
- 2 – liczba łuszczyń na pędach bocznych – number of siliques on lateral branches
- 3 – liczba nasion w łuszczyźnie – number of seeds per silique
- 4 – MTN – 1000 seed weight

Rys. 2. Zależność plonu nasion (z) od liczby łuszczyń na pędzie głównym (y) i pędach bocznych (x) (nieliniowa regresja wieloraka; 1999-2001)

Fig. 2. Seed yield (z) depending on the number of siliques per main stem (y) and lateral branches (x) (nonlinear multiple regression; 1999-2001)

## PODSUMOWANIE

Przedstawione badania wykazały, że rzepak jary silnie reaguje na zróżnicowaną ochronę. Największe straty plonu obserwuje się w wyniku żerowania szkodników, a najmniejsze w wyniku porażenia przez choroby. Zaniechanie ochrony przed szkodnikami wyraźnie wpływa na obniżenie liczby łuszczyń na pędzie głównym i w mniejszym stopniu na wypełnienie łuszczyń nasionami. To z kolei skutkuje obniżeniem plonu, ponieważ jest on kształtowany przede wszystkim liczbą łuszczyń. Ponadto można stwierdzić, że rzepak jary jest rośliną bardzo wrażliwą na okresowe niedobory wody. W latach o niekorzystnym rozkładzie opadów atmosferycznych uzyskuje się plon nasion wynoszący poniżej  $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w skrajnych przypadkach nawet poniżej  $0,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , pomimo zastosowania optymalnej agrotechniki. Tak niski plon nie rekompensuje nawet poniesionych kosztów uprawy [Jankowski 2000]. Wyniki doświadczenia wskazują również na to, że w sprzyjających warunkach pogodowych odmiana mieszańcowa Margo plonuje wyżej niż odmiana Star, a stosując kompleksową ochronę można uzyskać plon wynoszący ponad  $3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

## PIŚMIENNICTWO

- 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.
- Axelsen J., Nielsen P.S., 1990. Compensation in spring rape after attack by pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.). Tidsskr. Plant. 94 (2), 195-199 (CAB Abstracts, Online).
- 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.
- Budzyński W., 1998. Reakcja rzepaku jarego na termin siewu i sposób odchwaszczania. Rośl. Oleiste 19 (1), 125-133.
- Budzyński W., Jankowski K., Zielonka R., 2000. Efektywność nawożenia azotem rzepaku jarego chronionego i niechronionego przed szkodnikami. I. Nawożenie i ochrona a plon nasion. Rośl. Oleiste 21 (2), 513-525.
- Dembiński F., 1975. Rośliny oleiste. PWRiL Warszawa.
- Duncan D.B., 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11, 1-42.
- Franek M., 1997. Wrażliwość odmian rzepaku jarego na herbicydy w zależności od warunków uprawy. Rośl. Oleiste 18 (2), 399-405.
- Franz J., Mao M.K., Sikorski J.A., 1997. Glyphosate: A Unique Globale Herbicide. ACS Monograph 189, Washington D.C.
- Jankowski K., 2000. Efektywność nawożenia azotem rzepaku jarego chronionego i niechronionego przed szkodnikami. II. Koszt produkcji nasion. Rośl. Oleiste 21 (2), 527-537.
- Jankowski K., Budzyński W., 2003. Rola elementów struktury plonu w kształtowaniu plonu jarych roślin oleistych. [W:] Streszczenia z Jubileuszowej XXV Konf. Nauk. Rośliny Oleiste, Poznań, 43.
- Kolnik B., Zubał P., 1998. Vplyv terminu výsevu, dusikátého hnojenia a výsevku na urodu jarnej repky (*Brassica napus* L.). Rostl. Výroba 44 (4), 163-166.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. Rośl. Oleiste 20 (2), 643-652.
- Lemańczyk G., Jankowski K., Sadowski C., Klepin J., 1997. Wpływ zróżnicowanego zwalczania szkodników na zdrowotność rzepaku ozimego. Rośl. Oleiste 18 (2), 371-379.
- Lerin J., 1988. Yield losses associated with 2 successive pests *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. and *Meligethes aeneus* F. on winter rape (cultivar Bienvenu). Agronomie 8 (3), 251-256.
- Lewandowski A., 2002. Rzepak jary. [W:] Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. Zbożowe. Okopowe. Strączkowe. Oleiste, Praca pod red. R. Szymczyka, COBORU Słupia Wielka.
- Lewandowski M., Dmoch J., Podlaska J., Markus J., Łoboda T., Pietkiewicz S., 1998. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy dwu poziomach nawożenia i obsady roślin. Rośl. Oleiste 19 (1), 313-318.
- Murawa D., Ciepielewska D., Sądej W., Majchrzak B., 1996. Agrofagi rzepaku jarego. Rośl. Oleiste 17 (2), 361-366.
- Murawa D., Adomas B., Banaszkiwicz T., Warmiński K., 2000. Synergistic effect of pesticides on diseases occurrence in spring rape cultivars. [In:] Proceedings of AFPP-sixth International Conference on Plant Diseases, Tours, France, 2, 905-908.
- Muśnicki C., Tobała P., 1998. Reakcja rzepaku jarego podwójnie ulepszanego na termin siewu. Rośl. Oleiste 19 (1), 135-140.
- Muśnicki C., Tobała P., Muśnicka B., 1997. Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski oraz zmienność ich plonowania. Rośl. Oleiste 18 (2), 269-278.
- Pietkiewicz S., Łoboda T., Dmoch J., Podlaska J., Markus J., 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy różnej obsadzie i nawożeniu. II. Wskaźniki fotosyntetycznej produktywności. Rośl. Oleiste 17 (2), 319-324.

- Podlaska J., Markus J., Dmoch J., Łoboda T., Pietkiewicz S., Lewandowski M., 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez stodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy różnej obsadzie i nawożeniu. I. Niektóre cechy morfologiczne. Rośl. Oleiste 17 (2), 311-318.
- Praca pod red. W. Budzyńskiego i T. Ojczyk, 1996. Rzepak – produkcja surowca olejarskiego. Wyd. ART Olsztyn.
- Przeździecki Z., Murawa D., 1988. Badanie skuteczności kilku herbicydów stosowanych w rzepaku jarym na plon i skład chemiczny nasion. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura 45, 203-213.
- Sadowski C., Jankowski K., Łukanowski A., Trzciniński J., 2001. Wpływ terminu siewu na zdrowotność rzepaku jarego. Rośl. Oleiste 22 (1), 113-120.
- Seta G., Drzewiecki S., Mrówczyński M., 2000. Opłacalność stosowania insektycydów i ich mieszanin z nawozami do dolistnego stosowania w zwalczaniu stodyszka rzepakowego na rzepaku jarym w latach 1998-1999. Rośl. Oleiste 21 (1), 113-118.
- StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Wałkowski T., 2001. Wpływ terminu i gęstości wysiewu na plony rzepaku jarego odmiany populacyjnej Star i mieszańca złożonego Margo. Rośl. Oleiste 22 (2), 409-422.
- Wałkowski T., 2002. Rzepak jary. IHAR Radzików.
- Wójtowicz M., Wójtowicz A., 2002. Uszkodzenia rzepaku ozimego przez szkodniki w okresie wiosennym w latach 1999-2001. Rośl. Oleiste 23 (1), 119-128.

## **YIELDING OF SPRING RAPE EXPOSED TO DIFFERENT PLANT PROTECTION AGENTS**

**Abstract.** The paper presents the results of three-year investigations (1999-2001) upon the effect of different method of plant protection on the yielding of spring rape, 'Star' (conventional) and 'Margo' (F<sub>1</sub> hybrid). Throughout the research period the highest yield was recorded following the application of full chemical control (Butisan 400 SC + Decis 2.5 EC + Ronilan 500 SC). Classifying the biotic agents from the most to the least grain-yield decreasing, the following order was noted: insects – weeds – diseases, which was due to a high reduction of generative organs, mainly by pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.), seen as a lower number of siliques on the main stem and the number of seeds per silique. Multiple regression analysis showed that the yield of seeds was determined mainly by the number of siliques on the main stem and on lateral branches.

**Key words:** spring rape, yield, insecticides, fungicides, herbicides, mechanical weed control