

MARIA OGRODOWCZYK**ALINA LIERSCH****IWONA BARTKOWIAK-BRODA**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Badanie zależności plonu nasion od cech biometrycznych u odmian mieszańcowych i populacyjnych rzepaku ozimego

Komunikat

Relationship between yield and biometric characters of hybrid and open pollinated varieties of winter oilseed rape

Short communication

Obecnie hodowla rzepaku w Polsce i w świecie rozwija się w dwóch kierunkach: hodowli odmian populacyjnych i mieszańcowych. Celem pracy było porównanie zmienności wybranych cech plonotwórczych i plonowania oraz określenie zależności i współzależności pomiędzy badanymi cechami w doświadczeniach z rodami populacyjnymi i mieszańcami pokolenia F_1 utworzonymi przy wykorzystaniu systemu hybrydyzacji CMS *ogura*. W roku 2000/2001 w pięciu miejscowościach zostały wykonane dwa doświadczenia wstępne polowe. W pierwszym doświadczeniu obiektami badań było 18 rodów rzepaku ozimego oraz dwie wzorcowe populacyjne odmiany Lisek i Kana. W drugim doświadczeniu badano 18 mieszańców pokolenia F_1 rzepaku ozimego oraz również dwie odmiany wzorcowe: Lisek i odmianę mieszańcową F_1 Buffalo. W obu doświadczeniach oceniono plonowanie oraz cechy decydujące o wysokości plonu: przezimowanie roślin, wczesność oraz długość kwitnienia, wysokość roślin, wysokość łanu i masę 1000 nasion. Wykonano analizy statystyczne obejmujące analizy wariancji zbiorcze z wszystkich miejscowości, obliczenia średnich cech, zakresu zmienności, współczynników zmienności oraz wskaźników genetycznego uwarunkowania cech. Wykonano obliczenia macierzy korelacji pomiędzy badanymi cechami dla obu doświadczeń. Przeprowadzono również analizę przyczynowo-skutkową współzależności cech w oparciu o model ścieżek Wrighta.

Słowa kluczowe: cechy jakościowe, plon, rzepak ozimy

Nowadays breeding of oilseed rape in Poland and in the world develops in two directions: breeding of open pollinated varieties and breeding of hybrid varieties. The aim of this work was comparison of variability of yield-forming characters and yield and their phenotype and genotype relationship in experiments with open pollinated strains and F_1 hybrids created by utilisation of CMS *ogura* system. In 2000/2001 in five locations two initial field experiments were conducted. Subject of the first experiment were 18 strains of winter oilseed rape and two standard varieties: Lisek and Kana. In the second experiment, 18 F_1 hybrids of winter oilseed rape and two standard varieties: Lisek and hybrid variety

F₁ Buffalo were investigated. In both experiments yield and some determined yield plant characters: overwintering, earliness and duration of flowering, height of plants, height of canopy, and weight of 1000 seeds were estimated. Statistical analysis include a summary analysis of variance for locations, calculation of average, range, variation coefficient, index of heritability for the traits. Moreover, matrix of phenotype and genotype correlation between studied traits for both experiments was calculated. Also causal-consecutive relationship by the use of Wright method of path coefficients was estimated.

Key words: quality traits, winter oilseed rape, yield

WSTĘP

Obecnie w Polsce i świecie hodowane są dwa typy odmian rzepaku ozimego jak i jarego: odmiany populacyjne i mieszańcowe. Przesłanką do podjęcia badań i hodowli odmian mieszańcowych rzepaku był wysoki efekt heterozji występujący w plonie nasion. Plonowanie mieszańców pokolenia F₁ może być wyższe w porównaniu do form rodzicielskich o 20 do 40%. Wykazały to liczne badania przeprowadzone przez wielu autorów na różnym materiale hodowlanym (Schuster, Michael, 1976; Lefort-Buson, Dattée, 1982, 1985 a, 1985 b; Krzymański i in., 1983, 1993, 1994; Grabiec, Krzymański, 1984; Grant, Beversdorf, 1985).

Oczekuje się, że dzięki odmianom mieszańcowym w sposób istotny zwiększy się produktywność rzepaku, a zatem konkurencyjność w stosunku do innych roślin oleistych.

Hodowla odmian mieszańcowych w Europie jest oparta głównie na dwóch systemach: genowo-cytoplazmatycznej męskiej sterility CMS *ogura* zwanej także Ogu — INRA (Ogura, 1968) oraz genetycznej męskiej sterility MSL-NPZ Lembke (Frauen, Paulmann, 1999). Od momentu zarejestrowania we Francji w 1994 roku pierwszej odmiany mieszańcowej złożonej Synergy (Pinochet, 1995), obserwuje się w Europie ciągły wzrost liczby zarejestrowanych różnego typu odmian mieszańcowych rzepaku oraz wzrost powierzchni, na której uprawia się te odmiany. W sezonie wegetacyjnym 2000/2001 w krajach Unii Europejskiej produkujących rzepak, odmianami mieszańcowymi obsiane było około 22% powierzchni przeznaczonej pod uprawę tej rośliny: we Francji 24%, w Niemczech 16%, Wielkiej Brytanii 21%, Danii 26% (Renard i in., 1997; Pinochet, Bertrand, 2000). Poza Europą, w Kanadzie mieszańce zajmują 10% powierzchni uprawy rzepaku, w Chinach 20%, w Australii 5%. W Polsce badania i hodowla odmian mieszańcowych rzepaku prowadzone w Zakładzie Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu oraz w Spółce Hodowla Roślin Strzelce, skupiają się przede wszystkim na badaniach nad CMS *ogura* i hodowli odmian mieszańcowych w oparciu o ten system. Efektem tych prac są cztery odmiany mieszańcowe złożone zarejestrowane w latach 2001–2002: Mazur, Kaszub, Lubusz, Pomorzanin plonujące do 17% powyżej odmian wzorcowych (Woś, 2002).

Celem pracy było porównanie zmienności wybranych cech plonotwórczych i plonowania oraz określenie zależności i współzależności pomiędzy badanymi cechami w doświadczeniach z rodami populacyjnymi i mieszańcami pokolenia F₁ utworzonymi przy wykorzystaniu systemu hybrydyzacji CMS *ogura*.

MATERIAŁ I METODY

W roku 2000/2001 w pięciu miejscowościach zostały wykonane dwa doświadczenia wstępne polowe. W pierwszym doświadczeniu obiektami badań było 18 rodów rzepaku ozimego oraz dwie wzorcowe populacyjne odmiany Lisek i Kana. W drugim doświadczeniu badano 18 mieszańców pokolenia F₁ rzepaku ozimego oraz również dwie odmiany wzorcowe: Lisek i odmianę mieszańcową F₁ Buffalo.

W obu doświadczeniach oceniono plonowanie oraz cechy decydujące o wysokości plonu: przezimowanie roślin, wczesność oraz długość kwitnienia, wysokość roślin i masę 1000 nasion.

Wyniki pomiarów opracowano statystycznie wykonując zbiorcze analizy wariancji z wszystkich miejscowości, obliczenia średnich cech, zakresu zmienności, współczynników zmienności oraz wskaźników genetycznego uwarunkowania cech. Wykonano również obliczenia macierzy korelacji pomiędzy badanymi cechami dla doświadczeń z rodami oraz dla doświadczeń z mieszańcami. W oparciu o wyliczone współczynniki korelacji przeprowadzono analizę przyczynowo-skutkową współzależności cech w oparciu o model ścieżek Wrighta. Cechy bonitacyjne poddano przed obliczeniami transformacji przekształcając wartości obserwacji według wzoru:

$$x' = \arcsin \sqrt{0,125 \times (x - 1)},$$

gdzie x oznacza ocenę w skali (Węgrzyn i in., 1996).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonej zbiorczej analizy wariancji stwierdzono znaczne istotne różnicowanie zarówno środowisk, jak i badanych rodów rzepaku ozimego i mieszańców pokolenia F₁ dla każdej z badanych cech (w obu doświadczeniach) (tab. 1).

Tabela 1

Analiza wariancji dla doświadczenia z rodami i mieszańcami pokolenia F₁ rzepaku ozimego
Analysis of variance for trials with strains and F₁ hybrids of winter oilseed rape

Źródło zmienności Source of variability	Stopnie swobody Degrees of freedom	Doświadczenie z rodami Trial with strains		Doświadczenie z mieszańcami Trial with F ₁ hybrids	
		średni kwadrat mean square	F obl. F cal.	średni kwadrat mean square	F obl. F cal.
1	2	3	4	5	6
plon nasion seed yield					
Środowiska — Environments	4	2340,06	426,87**	3942,62	1302,8**
Genotypy Genotypes	19	44,13	8,05**	16,70	5,51**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	9,93	1,81**	9,48	3,13**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	8,76		6,49	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	10,32	1,88**	10,48	3,46**
Błąd doświadczenia Experimental error	285	5,48		3,03	

1	2	3	4	5	6
przezimowanie overwintering					
Środowiska Environments	4	0,51	115,36**	4503,06	1172,30**
Genotypy Genotypes	19	0,02	4,56**	16,52	4,30**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	0,01	2,28**	10,34	2,69**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	0,01		7,60	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	0,01	2,23**	13,08	3,41**
Błąd doświadczenia Experimental error	285	0,005		3,84	
początek kwitnienia beginning of flowering					
Środowiska Environments	4	0,35	591,02**	0,89	1569,05**
Genotypy Genotypes	19	0,11	30,55**	0,02	7,46**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	0,00	3,68**	0,00	3,47**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	0,00		0,00	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	0,00	3,60**	0,00	3,29**
Błąd doświadczenia Experimental error	285	0,001		0,00	
koniec kwitnienia end of flowering					
Środowiska Environments	4	3,50	2035,71**	4,03	2565,32**
Genotypy Genotypes	19	0,04	29,28**	0,02	10,20**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	0,01	7,32**	0,01	4,55**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	0,03		0,01	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	0,01	3,96**	0,00	1,87*
Błąd doświadczenia Experimental error	285	0,0001		0,002	
długość kwitnienia duration of flowering					
Środowiska Environments	4	1336,98	1636,94**	767,40	2338,9**
Genotypy Genotypes	19	155,66	40,95**	81,44	26,81**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	108,42	6,99**	37,35	5,99**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	59,05		30,37	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	49,37	4,24**	6,98	2,24**
Błąd doświadczenia Experimental error	285				

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6
wysokość roślin height of plants					
Środowiska Environments	4	19,46	168,55**	24,37	302,96**
Genotypy Genotypes	19	1,43	11,92**	0,59	7,37**
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	76	0,10	0,89	0,18	2,26**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	0,09		0,07	
Odchylenie od regresji Regress deviation	57	0,11	0,91	0,24	2,98**
Błąd doświadczenia Experimental error	285	0,12		0,08	
masa 1000 nasion 1000 seeds weight					
Środowiska Environments	2	7,26	1031,13**	19,73	2060,51**
Genotypy Genotypes	19	0,12	16,22**	0,33	
Interakcja genotypy × środowiska Interaction genotypes × environments	38	0,02	2,67**	0,40	41,96**
Regresja względem środowiska Regression on environment	19	0,03			
Odchylenie od regresji Regress deviation	19	0,01	1,57		
Błąd doświadczenia Experimental error	171	0,01		0,01	

* — Istotne dla $\alpha = 0,05$;* — Significant at $\alpha = 0,05$ ** — Istotne dla $\alpha = 0,01$ ** — Significant at $\alpha = 0,01$

W tabeli 2 przedstawiono obok średnich badanych cech dla rodów rzepaku ozimego i mieszańców pokolenia F_1 również analogiczne wyniki dla odmiany Lisek biorącej udział w obu doświadczeniach. Przedstawione średnie dla odmiany Lisek nie różnią się w obu doświadczeniach, co świadczy o możliwości bezpośredniego porównywania średnich dla rodów i mieszańców pokolenia F_1 .

Badane w doświadczeniu mieszańce w porównaniu z rodami charakteryzowały się wyraźnie wyższym poziomem plonowania i masą 1000 nasion.

Najwyższą zmienność zarówno w doświadczeniu z rodami rzepaku ozimego, jak i w doświadczeniu z mieszańcami pokolenia F_1 rzepaku ozimego odnotowano dla plonu nasion (współczynnik zmienności odpowiednio: 23,60 i 25,57), najniższą natomiast zmienność w obu doświadczeniach obserwowano dla cech początek (współczynnik zmienności odpowiednio: 1,54 i 1,58) oraz koniec kwitnienia (współczynnik zmienności odpowiednio: 2,70 i 2,60) (tab. 2).

W tabeli 3 przedstawiono macierz współczynników korelacji pomiędzy badanymi cechami w doświadczeniu z rodami i doświadczeniu z mieszańcami. Stwierdzono znaczne podobieństwo współczynników korelacji plonu z pozostałymi cechami w obu doś-

wiadczeniach; najwyższą dodatnią, wysoce istotną korelację uzyskano z cechą koniec kwitnienia (0,56 i 0,76), z cechą długość kwitnienia (0,63 i 0,85) oraz z wysokością roślin (0,49 i 0,59), a wysoce istotną ujemną z masą 1000 nasion (-0,58 i -0,45) i przezimowaniem (-0,43 i -0,41).

Wykonana analiza współczynników ścieżek pozwoliła prześledzić wzajemne związki, jakie zachodzą między skorelowanymi cechami. Wyniki analizy ścieżek, uwzględniające efekty bezpośrednie i pośrednie przedstawiono w tabeli 4. Stwierdzono brak istotnego bezpośredniego wpływu przezimowania na plon nasion (-0,097 i 0,003), mimo istotnych ujemnych współczynników korelacji (-0,43 i -0,41). Wynikało to z wpływów pośrednich innych cech. Stwierdzono również istotność efektów bezpośrednich początku kwitnienia (0,900 i -0,37) mimo braku korelacji tej cechy z plonem.

Tabela 2

Średnie wartości cech, zakresy zmienności, współczynniki zmienności i wskaźniki genetycznego uwarunkowania cech

Mean values, ranges of variability, coefficients of variability and indices of heritability for the traits

Cechy Traits	Doświadczenie z rodami Trial with strains				Doświadczenie z mieszańcami Trial with F ₁ hybrids			
	średnie means	zakres zmien- ności range of variability	współczyn- nik zmienności coefficient of variability	wskaźnik genetycznego uwarunkowania cech index of heritability	średnie means	zakres zmien- ności range of variability	współczyn- nik zmienności coefficient of variability	wskaźnik genetycznego uwarunkowania cech index of heritability
Plon nasion Seed yield (dt/ha)	49,22	46–57	23,60	0,78	52,85	49–55	25,57	0,43
Lisek	50,32				49,87			
Bonitacja przezimowania Overwintering	1,25	1,14–1,36	17,73	0,42	1,29	1,03–1,46	14,84	0,72
Lisek	1,22				1,24			
Początek kwitnienia Beginning of flowering (il. dni od 1.01.)	126,7	123–128	1,54	0,98	126,3	124–127	1,58	0,92
Lisek	126,1				127,0			
Koniec kwitnienia End of flowering (il. dni od 1.01.)	149,7	147–151	2,70	0,64	150,3	149–151	2,60	0,70
Lisek	151,4				153,7			
Długość kwitnienia (dni) Duration of flowering (days)	22,3	20–24	17,72	0,83	24,0	22–26	16,33	0,74
Lisek	23,0				26,7			
Wysokość roślin Height of plant (cm)	152,6	143–164	8,78	0,93	152,2	144–158	8,00	0,69
Lisek	151,2				151,00			
Masa 1000 nasion 1000 seeds weight (g)	4,62	4,26–5,17	12,18	0,85	5,04	4,47–5,65	18,62	-0,23
Lisek	4,63				4,60			

Tabela 3

Macierz współczynników korelacji pomiędzy badanymi cechami doświadczenia z rodami i mieszańcami pokolenia F₁ rzepaku ozimego
Matrix of phenotype correlation of investigated traits for trial with strains and F₁ hybrids of winter oilseed rape

Cechy Traits	1	2	3	4	5	6	7
doświadczenie z rodami trial with strains							
1 Plon nasion — Seed yield	1						
2 Bonitacja przezimowania — Overwintering	-0,431**	1					
3 Początek kwitnienia — Beginning of flowering	-0,090	0,232*	1				
4 Koniec kwitnienia — End of flowering	0,595**	-0,350**	0,214*	1			
5 Długość kwitnienia — Duration of flowering	0,630**	-0,457**	-0,266*	0,885**	1		
6 Wysokość roślin — Height of plants	0,486**	-0,249*	-0,097	0,078	0,123	1	
7 Masa 1000 nasion — 1000 seeds weight	-0,575**	0,306**	0,296**	0,097	-0,186	-0,603**	1
doświadczenie z mieszańcami trial with F ₁ hybrids							
1 Plon nasion — Seed yield	1						
2 Bonitacja przezimowania — Overwintering	-0,405**	1					
3 Początek kwitnienia — Beginning of flowering	-0,186	-0,402**	1				
4 Koniec kwitnienia — End of flowering	0,758**	-0,632**	0,241*	1			
5 Długość kwitnienia — Duration of flowering	0,847**	-0,640**	-0,268**	0,870**	1		
6 Wysokość roślin — Height of plants	0,590**	-0,091	-0,511**	0,242*	0,500**	1	
7 Masa 1000 nasion — 1000 seeds weight	-0,448**	0,234*	0,083	-0,064	-0,108	-0,152	1

n = 400; * — Istotne dla $\alpha = 0,05$ n = 400; * — Significant at $\alpha = 0.05$ ** — Istotność przy $\alpha = 0,01$ ** — Significant at $\alpha = 0.01$

Tabela 4

Bezpośrednie (podkreślone) i pośrednie wpływy cech struktury plonu na plon nasion w doświadczeniu z rodami i mieszańcami pokolenia F₁ rzepaku ozimego
Direct (underlined) and indirect effects of the yield structure traits on seed yield in trials with strains and F₁ hybrids of winter oilseed rape

Cecha Trait		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	Współczynnik korelacji ^a Correlation coefficient ^a
1	2	3	4	5	6	7	8	9
doświadczenie z rodami trial with strains								
x ₁	przezimowanie overwintering	<u>-0,097</u>	0,209	0,561	-1,002	-0,100	-0,002	-0,431**
x ₂	początek kwitnienia beginning of flowering	-0,022	<u>0,900</u>	-0,343	-0,583	-0,039	-0,002	-0,090
x ₃	koniec kwitnienia end of flowering	0,034	0,193	<u>-1,603</u>	1,941	0,031	-0,001	0,595**
x ₄	długość kwitnienia duration of flowering	0,044	-0,239	-1,419	<u>2,193</u>	0,049	0,001	0,630**
x ₅	wysokość roślin height of plants	0,024	-0,087	-0,125	0,270	<u>0,400</u>	0,004	0,486**
x ₆	masa 1000 nasion 1000 seeds weight	-0,030	0,266	-0,156	-0,408	-0,241	<u>-0,007</u>	-0,575**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
doświadczenie z mieszanećmi trial with F ₁ hybrids								
x ₁	przezimowanie overwintering	0,003	0,148	-0,672	0,220	-0,024	-0,081	-0,405**
x ₂	początek kwitnienia beginning of flowering	-0,001	-0,370	0,256	0,092	-0,135	-0,029	-0,186
x ₃	koniec kwitnienia end of flowering	-0,002	-0,089	1,063	-0,299	0,064	0,022	0,758**
x ₄	długość kwitnienia duration of flowering	-0,002	0,099	0,925	-0,344	0,132	0,037	0,847**
x ₅	wysokość roślin height of plants	-0,000	0,189	0,257	-0,172	0,264	0,053	0,590**
x ₆	masa 1000 nasion 1000 seeds weight	0,001	-0,031	-0,068	0,037	-0,040	-0,347	-0,448**

a — Współczynnik korelacji danej cechy niezależnej z plonem nasiona

a — Correlation coefficient of the following independent trait with seed yield

* Istotne dla $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

** Istotne dla $\alpha = 0,01$

** Significant at $\alpha = 0.01$

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania dokumentują fakt istotnej zależności wielkości plonu nasion od takich cech, jak przezimowanie roślin, długość kwitnienia i wysokość roślin. Uzyskane wyniki mogą ułatwić hodowcom wybór cech, które należy w pierwszym rzędzie uwzględniać podczas selekcji materiału hodowlanego.
2. Stwierdzone wyraźne istotne zróżnicowanie dla środowisk świadczy o silnym wpływie środowiska na wysokość i wierność plonowania zarówno rodów, jak i mieszańców pokolenia F₁ rzepaku ozimego.
3. Analiza współczynników ścieżek pozwala na dokładniejszą interpretację zależności pomiędzy cechami określonymi przy pomocy współczynników korelacji.

LITERATURA

- Frauen M., Paulmann W. 1999. Breeding of hybrid varieties of winter rapeseed on the MSL — system. Proc. of 10th Intern. Rapeseed Congress, 26–29. Sept., Australia (CD-ROM).
- Grabiec B., Krzymański J. 1984. Badania nad wykorzystaniem zjawiska heterozji w hodowli rzepaku ozimego w Polsce. Wyniki Badań nad Rzepakiem Ozimym: 65 — 73.
- Grant I., Beversdorf W. D. 1985. Heterosis and combining ability estimates in spring planted oilseed rape (*Brassica napus* L.). Can. J. Genet. Cytol. 27: 472 — 478.
- Krzymański J., Bulińska M., Korytowska W., Piętka T. 1983. Odziedziczalność i heterozja niektórych cech u rzepaku ozimego dwuzerowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 290: 141 — 158.
- Krzymański J., Piętka T., Krótka K. 1993. Zdolność kombinacyjna i heterozja mieszańców diallelicznych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. I. Pokolenie F₁. Post. Nauk Rol. 5/93: 41 — 52.
- Krzymański J., Piętka T., Krótka K. 1994. Zdolność kombinacyjna i heterozja mieszańców diallelicznych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. II. Pokolenia F₁ i F₂. Rośliny Oleiste XV (1): 21 — 32.
- Lefort-Buson M., Dattée Y. 1982. Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) I. Heterosis. Agronomie 2 (4): 315 — 322.

- Lefort-Buson M., Dattée Y. 1985 a. Etude de l'hétérosis chez le colza oléagineux d'hiver (*Brassica napus* L.). Comparaison de deux populations, l'une homozygote et l'autre heterozygote. *Agronomie* 5 (2): 101 — 110.
- Lefort-Buson M., Dattée Y. 1985b. Etude de l'hétérosis chez le colza oleagineux d'hiver (*Brassica napus* L.). II. Structure genetique d'une population de lignées. *Agronomie* 5 (3): 201 — 208.
- Ogura H. 1968. Studies on the new male-sterility in Japanese radish with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. *Mem. Fac. Agric. Ragostrima Univ.* 6 (2): 39 — 78.
- Pinochet X. 1995. Arrivée de materiel de type cybride en France. *Bulletin GCIRC* 11: 32 — 37.
- Pinochet X., Bertrand R. 2000. Oilseed rape grain yield productivity increases with hybrid varietal types: a first balance sheet with post registration tests in France and in Europe. *OCL*, vol. 7: 11 — 16.
- Renard M., Delourme R., Pierre J. 1997. Mise sur le marché d 'hybrides de colza. *Bulletin GCIRC* 14: 114 — 122.
- Schuster W., Michael J. 1976. Untersuchungen über Inzuchtdepressionen und Heterosiseffekte bei Raps (*Brassica napus oleifera*). *Z. Pflanzenzüchtung* 77: 56 — 66.
- Węgrzyn S., Śmiałowski T., Grochowski L. 1996. Zmienność i współzależność cech oraz ocena zjawisk genetycznych w kolekcji roboczej żyta ozimego. *Biul. IHAR* 200: 69 — 84.
- Woś H. 2002. Nowe odmiany rzepaku ozimego Hodowli Roślin Strzelce. *Agro Serwis* 13 (244): 8 — 9.

PODZIĘKOWANIE

Autorzy składają podziękowanie Pani dr Elżbiecie Januszewicz z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za cenne rady oraz udostępnienie programu do obliczeń analizy ścieżek.