

Aleksandra Piotrowska, Krystyna Krótka, Jan Krzymański  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

## Wartość gospodarcza żółtonasiennych linii rzepaku ozimego

### Economical value of yellow-seeded lines of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, żółte nasiona, wartość gospodarcza, zdolność kombinacyjna, zawartość tłuszczu, włókno detergentowe neutralne NDF, włókno detergentowe kwaśne ADF

Key words: winter oilseed rape, yellow seeds, economical value, combining ability, fat content, neutral detergent fibre NDF, acid detergent fibre ADF

Zabarwienie okrywy nasiennej u rzepaku łączy się ściśle z zawartością włókna. Formy żółtonasienne charakteryzują się mniejszą zawartością włókna, a szczególnie zawartych w nim związków polifenolowych. Śruta poekstrakcyjna uzyskana z żółtych nasion jest wartościową paszą wysokobiałkową o lepszej strawności. Żółte zabarwienie okrywy nasiennej uzyskano na drodze krzyżowania naturalnego mutanta znalezionej w podwójnie ulepszonym rzepaku ozimym z linią rzepaku jarego uzyskaną z krzyżowań międzygatunkowych — rzepak × rzepik. Otrzymane formy żółtonasienne charakteryzują się mniejszą plennością i zimotrwałością, posiadają też inne cechy niekorzystne, takie jak np. skłonność do porastania nasion w łuszczyńce, czy nieprawidłowe otwieranie się pąka kwiatowego. Prace nad wyeliminowaniem tych cech są zaawansowane. W sezonie 1998/99 oceniano wartość gospodarczą 220 linii żółtonasiennych. Plon nasion linii kształtował się w granicach 58,6–90,7% plonu odmiany Kana, a zawartość tłuszczu wynosiła 97,7–112,4% w porównaniu do odmiany Kana. Niektóre z badanych linii dorównują plonem oleju tej odmianie. Zdolność kombinacyjna wybranych żółtonasiennych linii wsobnych była oceniana w krzyżowaniach w układzie diallelicznym. Pokolenie F<sub>1</sub> mieszań-

The colour of the seed coat in rapeseed is closely connected with fibre content. Yellow-seeded genotypes are characterised by lower fibre content, especially its component polyphenolic compounds. Oil-meal obtained from these seeds is valuable fodder with a high protein content and better digestibility. Yellow colour of seed coat of our breeding materials was developed by the crossing of natural mutant with the line obtained from interspecific cross *Brassica napus* × *Brassica rapa*. The yellow-seeded genotypes which were obtained up to now by further crossing and recombinations are characterised by lower seed yield and insufficient cold resistance. They have also same other defects (the tendency to sprouting of seeds in pods, abnormal opening of flower buds). Works for undesirable trait elimination are in advance. Performance of 220 yellow-seeded inbred lines were tested in field trails during 1998/99 season. The seed yield of lines ranged between 58.6–90.7 per cent of Kana variety seed yield. Oil content amounted 97.7–112.4 per cent as compared to Kana variety, so considering the yield of oil some lines reached the level equal to Kana. Combination ability of selected yellow-seeded inbred lines was examined in diallel cross. The hybrids of F<sub>1</sub> generation were

ców z tych krzyżowań było badane w doświadczeniach polowych w porównaniu z wzorcem, którym była odmiana Kana. Część linii rodzicielskich pod względem ogólnej zdolności kombinacyjnej dla plonu nasion i tłuszczu była zróżnicowana istotnie. Niektóre mieszańce wykazują istotną specyficzną zdolność kombinacyjną dla tych cech. Najlepsze mieszańce mogą stanowić materiał wyjściowy do dalszych prac. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość dalszego podnoszenia wartości gospodarczej i jakości rzepaku o żółtej okrywie nasiennej.

compared with a standard variety Kana in field trials. Significant differences GCA and SCA were found. These differences among inbred lines and cross combinations can be used for further breeding for improvement. The results obtained in this research show the possibility to rise the value of rapeseed with yellow seed coat according to seed yield and oil yield and quality.

## Wstęp

---

Zabarwienie okrywy nasiennej u rzepaku łączy się ściśle z zawartością włókna w nasionach. Żółta okrywa nasienna jest cieńsza od czarnej. Formy żółtonasienne charakteryzują się mniejszą zawartością włókna, a szczególnie występujących w nim związków polifenolowych, natomiast wyższą zawartością tłuszczu i białka. Uzyskana z nich śruta poekstrakcyjna jest wartościową paszą wysokobiałkową o wyższej strawności i może być zamiennikiem importowanej śruty sojowej.

W badaniach Ochodzkiego i Piotrowskiej (1997) zawartość białka surowego w 15 próbach rzepaku żółtonasiennego pochodzących z Zakładu Roślin Oleistych IHAR wynosiła średnio 45% suchej masy beztłuszczowej i była o 2% wyższa od zawartości białka w nasionach rzepaku ciemnonasiennego. Zawartość włókna w liniach żółtonasiennych w badanych próbach była niższa: włókna detergentowego neutralnego (NDF) o 4%, włókna detergentowego kwaśnego (ADF) o 6% w porównaniu z rzepakiem ciemnonasiennym. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (Słominski 1997, Słominski i in. 1999).

Otrzymane dotychczas formy żółtonasienne rzepaku ozimego odbiegają właściwościami gospodarczymi od obecnie uprawianych odmian. Cechują się mniejszą plennością i zimotrwałością oraz przejawiają skłonność do porastania nasion w łuszczyźnie. Prace nad tymi formami podążają w kierunku eliminowania tych niekorzystnych cech i poprawienia ich wartości gospodarczej poprzez wzajemne krzyżowanie najwartościowszych linii żółtonasiennych oraz krzyżowanie ich również z formami ciemnonasiennymi. Dla celowego ukierunkowania tych prac konieczne jest określenie zdolności kombinacyjnej linii żółtonasiennych. Znajomość ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej ma duże znaczenie ze względu na niską odziedziczalność plonu nasion, którego wzrost u mieszańców zależy od doboru rodziców o wysokiej zdolności kombinacyjnej i doboru par rodziców o dobrej specyficznej zdolności kombinacyjnej (Krzymański i in. 1993, 1994 i 1999).

## Material i metody

Żółte zabarwienie okrywy nasiennej linii rzepaku ozimego w Zakładzie Roślin Oleistych uzyskano przez połączenie dwu źródeł genetycznych tej cechy. Pierwsze źródło to roślina — naturalny mutant o przezroczystej okrywie nasiennej znaleziona w materiałach hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego w 1978 roku. Z rośliny tej uzyskano linie o beżowych lub jasnobrązowych nasionach, barwa zależała od przebiegu pogody w czasie wegetacji, a szczególnie w okresie dojrzewania. Podobne mutanty (transparent testa) uzyskano obecnie u rzodkiewnika (Debeaujon i Koornneef 2000, Debeaujon i in. 2000a). Są one związane z zaburzeniami biosyntezy flawonoidów.

Drugie źródło genetyczne to linia rzepaku jarego otrzymana w 1979 roku z kolekcji Canada Agriculture Research Station w Saskatoon w Kanadzie, a pochodząca prawdopodobnie z mieszańców międzygatunkowych uzyskanych w Szwecji przez Olssona (1960). Linia ta segregowała dając pewną liczbę roślin o nasionach z żółtymi liczkami. Występowanie tej cechy zależało od roku i od położenia łuszczyzny na roślinie. Linia ta miała skłonność do porastania nasion w łuszczyźnie, a pokrój roślin był podobny w niektórych elementach do rzepiku (grubość, pokrój i kolor liścia, niska rozeta, kształt kwiatostanu, drobne nasiona).

Oba źródła genetyczne zostały połączone przez krzyżowanie w 1979 roku. Z materiału tego na drodze chowu wsobnego i selekcji oraz krzyżowania z najlepszymi rodami ciemnonasiennego ozimego rzepaku podwójnie ulepszanego zostały wyprowadzone linie żółtonasienne. Otrzymane linie odbiegały znacznie właściwościami gospodarczymi od obecnie uprawianych odmian. Cechowały się mniejszą plennością i zimotrwałością, posiadały zróżnicowaną zawartość tłuszczu w nasionach oraz często przejawiały skłonność do porastania nasion w łuszczyźnie. W ostatnich latach prowadzi się intensywne prace nad ich ulepszaniem na drodze krzyżowania z najbardziej wartościowymi rodami rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego o normalnej ciemnej barwie nasion.

Jednym z głównych zadań w segregujących pokoleniach było i jest ustabilizowanie żółtej barwy nasion. W celu określenia zabarwienia nasion linii żółtonasiennych przyjęto pięciostopniową skalę, gdzie 1 — oznacza barwę brązową, 2 — barwę brązową z przebarwieniem żółtym, 3 — zabarwienie w połowie żółte i brązowe, 4 — barwę w dużej przewadze żółtą, 5 — barwę żółtą. Dzięki ostrej selekcji połączonej z chowem wsobnym udało się wyprowadzić nowe, bardziej wartościowe linie o ustabilizowanej barwie nasion.

Dla oceny wartości gospodarczej wyselekcjonowanych 220 linii wsobnych w sezonie 1998/99 zostały założone równoległe cztery doświadczenia w układzie bloków losowanych z systematycznie rozmieszczonym wzorcem. Był nim ród PN-610z/98 o barwie w przewadze żółtej (4 — w skali pięciostopniowej). Badane linie charakteryzowały się barwą ocenioną na 3–4. Zawartość glukozyolanów

w nasionach tych linii wynosiła 2,8–10,2  $\mu\text{M/g}$  nasion. Doświadczenia wysiane były na polu wolnym od samosiewów rzepaku czarnonasiennego w Łagiewnikach — Zakładzie Spółki Hodowla Roślin Smolice. Zebrane w doświadczeniach obserwacje, uzyskany plon nasion i wyniki analiz chemicznych opracowano statystycznie stosując programy ANCOV i PARGEN Zakładu Roślin Oleistych IHAR.

Zawartość tłuszczu oznaczano wykorzystując magnetyczny rezonans jądrowy — NMR. Zawartość glukozyolanów analizowano metodą chromatografii gazowej sililowych pochodnych desulfoglukozyolanów, a wyniki wyrażono w  $\mu\text{M/g}$  nasion.

Dla określenia zdolności kombinacyjnej linii żółtonasiennych wykonano w sezonie 1997/98 krzyżowania w układzie diallelicznym ( $8 \times 8$ ). Pokolenie  $F_1$  z tych krzyżowań i formy rodzicielskie oceniano w czterech równoległych doświadczeniach, również założonych metodą losowanych bloków z wzorcem. Zmienność glebową wewnątrzblokową i różnice między doświadczeniami usunięto poprzez poletka wzorcowe. Obliczenia ogólnych i specyficznych zdolności kombinacyjnych wykonano metodą Griffinga (1956) w oparciu o wykorzystanie programów własnych na podstawie metodyki Dobek i in. (1983).

## Wyniki i ich dyskusja

Żółtonasienny ród PN-610z/98, użyty jako wzorzec przy ocenie linii żółtonasiennych został porównany z czołową odmianą Kana w doświadczeniu przedwstępnym dla określenia poziomu jego plonu nasion i plonu oleju. Wyniki zostały zestawione w tabeli 1. Plon nasion żółtonasiennego wzorca wynosił 80%, a plon oleju 83,2% plonów odmiany Kana.

Tabela 1  
Plon nasion, zawartość tłuszczu odmiany Kana i żółtonasiennego rodu PN-610z/98 (doświadczenie przedwstępne Łagiewniki 1998/1999) — *Seed yield, oil content of Kana variety and yellow seeded strain PN-610z/98 (preliminary field trial — Łagiewniki 1998/1999)*

Odmiana lub ród <i>Variety or strain</i>	Plon nasion <i>Seed yield</i>		Zawartość tłuszczu <i>Oil content</i>		Plon tłuszczu <i>Yield of oil</i>	
	dt/ha	% wzorca	%	% wzorca	dt/ha	% wzorca
Kana	34,6	100,0	46,5	100,0	16,1	100,0
PN-610z/98	27,7	80,0	48,5	104,3	13,4	83,2
NIR <sub>0,05</sub>	2,5		0,6			
NIR <sub>0,01</sub>	3,4		0,7			

Tabela 2

Plon nasion i zawartość tłuszczu żółtonasiennych linii rzepaku ozimego — *Seed yield and oil content for yellow seeded lines of winter oilseed rape*  
(doświadczenia I–IV Łagiewniki 1998/1999 — *field trials I–IV, Łagiewniki 1998/1999*)

Linia — <i>Line</i>	Plon nasion — <i>Seed yield</i>			Zawartość tłuszczu — <i>Oil content</i>			Plon oleju <i>Oil yield</i> [dt/ha]	Średnia PN-610z/98 w doświadczeniach <i>General mean PN-610z/98 in field trials</i>	
	[dt/ha]	A	B	% sm. %dm	A	B		plon — <i>seed yield</i> [dt/ha]	zawartość tłuszczu <i>oil content</i> [%]
<i>Doświadczenie I — Field trial I</i>									
PN-14029/2i/2	23,85	73,2	58,6	51,87*	101,8	106,2	12,4	32,56	50,96
PN-14107/11	36,94	113,4	90,7	49,26	96,6	100,8	18,2		
PN-W-98	34,81	106,9	85,5	50,95	100,0	104,3	17,7		
PN-14110/2i	33,59	103,2	82,4	49,66	97,4	101,6	16,7		
PN-14341/2i	33,40	102,5	82,0	51,38	100,8	105,1	17,2		
PN-14335/w2	32,72	100,5	80,4	50,15	98,4	102,6	16,4		
<i>Doświadczenie II — Field trial II</i>									
PN-14364/w/2i	37,71	105,8	84,0	51,25*	102,0	106,4	19,3	35,64	50,25
PN-14374/6i	39,53	110,9	88,7	50,08	99,6	103,9	19,8		
PN-14347/2i	39,08	109,6	87,7	47,08	93,7	97,7	18,4		
PN-14349/w1i	37,81	106,1	84,9	48,85	97,2	101,4	18,5		
PN-14364/1i	37,30	104,7	83,2	47,00	93,5	97,5	17,5		
PN-14353/w2i	37,15	104,2	83,3	49,15	97,8	102,0	18,2		
PN-14132/1/2i	36,90	103,5	82,8	49,00	97,5	101,7	18,1		
PN 34z/98	36,63	102,8	82,2	50,23	99,9	104,2	18,4		
PN-14348/w2i	36,18	101,5	81,2	48,30	96,1	100,2	17,5		
<i>Doświadczenie III — Field trial III</i>									
PN-14369/w1	34,83	93,6	74,9	52,60**	104,1	108,6	18,3	37,19	50,53
PN-14369/5i	31,36	84,3	37,4	52,37**	103,6	108,1	16,4		
PN-14382/1i	36,06	97,0	77,6	52,05**	103,0	107,4	18,8		
PN-14369/3i	34,49	90,1	72,1	51,90**	102,7	107,1	17,9		
PN-14394/5i	32,47	87,3	69,8	51,50*	101,9	106,3	16,7		
<i>Doświadczenie IV — Field trial IV</i>									
PN-293/97/9i	35,07	96,1	76,9	53,59**	107,8	112,4	18,8	36,48	49,72
PN-293/97/7i	30,45	83,5	66,8	51,52**	103,6	108,1	15,7		
PN-14405/1i	36,41	99,8	79,8	50,59*	101,8	106,2	18,4		
PN-14415/1i	37,51	102,8	82,2	50,29	101,2	105,6	18,9		
PN-14418/2i	37,14	101,8	81,4	49,78	100,1	104,4	18,5		

A — % wzorca PN-610z/98 — *per cent of standard PN-610z/98*; B — % odmiany Kana — *per cent of Kana variety*

Poziom plonowania najwyżej plonujących wsobnych linii jasnonasiennych przewyższających tą cechą istotnie wzorzec (PN-610z/98) oraz zawartość tłuszczu w ich nasionach obrazuje tabela 2. W porównaniu do odmiany Kana widać, że plon nasion linii żółtonasiennych nie osiągnął jeszcze poziomu plonowania odmian ciemnonasiennych i jest niższy, kształtując się w granicach 58,6–90,7%. Linie żółtonasienne charakteryzują się natomiast wyższą zawartością tłuszczu w nasionach, która wynosi 97,7–112,4% w porównaniu z odmianą Kana i tym samym najlepsze dorównują jej plonem oleju.

Tabela 3 przedstawia analizę wariancji zdolności kombinacyjnych dla plonu i zawartości tłuszczu w pokoleniu F<sub>1</sub> mieszańców diallelicznych. Linie rodzicielskie pod względem ogólnej zdolności kombinacyjnej dla plonu nasion i zawartości tłuszczu w nasionach wykazują istotne różnicowanie (tab. 4). Wskazuje to na duży udział addytywnego uwarunkowania tych cech u badanych linii i pozwala przewidywać pozytywne rezultaty dalszego ulepszania tych cech na drodze hodowli rekombinacyjnej.

Tabela 3  
Analiza wariancji diallelicznego układu krzyżowań żółtonasiennych linii rzepaku ozimego  
*Variance analysis for diallel cross design of yellow seeded lines of winter oilseed rape*

Źródło zmienności <i>Source of variability</i>	Stopnie swobody <i>Degrees of freedom</i>	Suma kwadratów <i>Sum of squares</i>	Średni kwadrat <i>Mean square</i>	Prawdopodobieństwo P(F>F <sub>0</sub> ) <i>Probability</i>
Plon nasion [dt/ha] — <i>Seed yield</i>				
Bloki — <i>Blocks</i>	1	0,33	0,33	
Mieszańce — <i>Hybrids</i>	55	1844,30	33,53	0,042*
o.z.k. — <i>g.c.a.</i>	7	402,44	57,49	0,016*
s.z.k. — <i>s.c.a.</i>	20	697,11	34,86	0,070
Efekty krzyżowań odwrotnych <i>Reciprocal effects</i>	28	744,76	26,60	0,221
Błąd — <i>Error</i>	55	1152,07	20,95	
Razem — <i>Total</i>	111	2996,69		
Zawartość tłuszczu w nasionach [%] — <i>Oil content in seeds</i>				
Bloki — <i>Blocks</i>	1	9,22	9,22	
Mieszańce — <i>Hybrids</i>	55	107,94	1,96	0,013*
o.z.k. — <i>g.c.a.</i>	7	31,76	4,54	0,001**
s.z.k. — <i>s.c.a.</i>	20	46,85	2,34	0,011*
Efekty krzyżowań odwrotnych <i>Reciprocal effects</i>	28	29,33	1,05	0,510
Błąd — <i>Error</i>	55	58,79	1,07	
Razem — <i>Total</i>	111	175,95		

\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha=0,05$* ; \*\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha=0,01$*   
o.z.k. — ogólna zdolność kombinacyjna — *g.c.a. — general combining ability*  
s.z.k. — specyficzna zdolność kombinacyjna — *s.c.a. — specific combining ability*

Tabela 4

Ogólna zdolność kombinacyjna (o.z.k.) żółtonasiennych linii rzepaku ozimego  
*General combining ability (g.c.a.) of yellow seeded lines of winter oilseed rape*

Linia <i>Line</i>	Ocena o.z.k. <i>Estimation of g.c.a.</i>	Prawdopodobieństwo (F>Fo) <i>Probability</i>
<i>Plon nasion [dt/ha] — Seed yield</i>		
PN-5705/5i	-0,1945	0,825
PN-5739/1i	-1,9792	0,027*
PN-5745/14i	0,2341	0,790
PN-5994/1i	1,6573	0,063
PN-5999/1i	-2,2250	0,014*
PN-6090/4i	1,1979	0,176
PN-11371/1i	-0,5219	0,553
PN-6005/19i	1,8313	0,041*
<i>Zawartość tłuszczu w nasionach [%] — Oil content in seeds</i>		
PN-5705/5i	-0,0304	0,878
PN-5739/1i	-0,3580	0,075
PN-5745/14i	0,1065	0,591
PN-5994/1i	-0,0371	0,851
PN-5999/1i	0,5491	0,007**
PN-6090/4i	-0,3414	0,089
PN-11371/1i	0,6709	0,001**
6005/19i	-0,5596	0,006**

\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha = 0,05$* ; \*\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha = 0,01$*

W tabeli 5 przedstawiono mieszańce o najwyższej i najniższej specyficznej zdolności kombinacyjnej. W plonie nasion spośród 30 mieszańców 3 charakteryzowały się istotnie dodatnią specyficzną zdolnością kombinacyjną, 2 mieszańce miały istotnie ujemną. W zawartości tłuszczu 4 mieszańce wykazują dodatnią specyficzną zdolność kombinacyjną.

Efekty krzyżowań odwrotnych okazały się nieistotne. W przyszłości będzie więc można zamiast diallelicznego układu krzyżowań stosować krzyżowanie w układzie czynnikowym, które pozwala na przebadanie dwukrotnie większej liczby linii przy takim samym nakładzie pracy.

Intensywne prace nad uzyskaniem jarego rzepaku żółtonasiennego są prowadzone w Saskatoon w Kanadzie (Rakow i in. 1999, 1999a; Gruber 1999). Jednak również i tam na razie nie udało się uzyskać odmian dorównujących wartością gospodarczą odmianom o ciemnych nasionach. Początek prac nad żółtonasiennym rzepakiem ozimym w Giessen sygnalizują Friedt i Lühs (1999).

Tabela 5

Specyficzna zdolność kombinacyjna (s.z.k.) żółtonasiennych linii rzepaku ozimego — wybrane wartości najwyższe i najniższe — *Specific combining ability (s.c.a.) of yellow seeded winter oilseed rape lines — selected highest and lowest values*

Mieszaniec <i>Hybrid</i>	Ocena s.z.k. <i>Estimation of s.c.a.</i>
Plon nasion [dt/ha] — <i>Seed yield</i>	
5739/li × 6090/4i	5,8745**
5705/5i × 6090/4i	5,1040*
5745/14i × 6005/19i	4,6985*
5994/li × 5999/li	3,0179
6090/4i × 6005/19i	-3,1838
5999/li × 6090/4i	-3,6652
5739/li × 5745/14i	-4,6208*
Zawartość tłuszczu w nasionach [%] — <i>Oil content in seeds</i>	
5999/li × 11371/li	1,4340**
5705/5i × 5739/li	1,2443**
5994/li × 11371/li	1,0644*
5745/14i × 6005/19i	0,9104*
5739/li × 5999/li	-0,8965*
5739/li × 11371/li	-0,9571*
5994/li × 6005/19i	-1,0134*
5745/14i × 11371/li	-1,0850*

\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha = 0,05$* ; \*\* — istotne przy — *significant at the level  $\alpha = 0,01$*

Dziedziczenia cechy żółtego zabarwienia nasion u rzepaku nie udało się dotąd ustalić w zadowalający sposób. Jedną z przyczyn tej sytuacji może być to, że poszczególni autorzy pracują na materiale pochodzącym z różnych źródeł genetycznych. Wyniki prac nad ustaleniem sposobu dziedziczenia się żółtej barwy nasion w chińskich materiałach hodowlanych przedstawił zespół profesora Liu Houli pracujący w Wuhan. Badania tego zespołu wskazują, że cechę żółtej okrywy nasiennej determinują dwie pary genów dominujących w sposób właściwy dla epistazy dominującej (Wu Jiangsheng i in. 1999).

Prace nad uzyskaniem odmian rzepaku o żółtych nasionach mogłyby być znacznie przyspieszone, gdyby udało się opracować markery DNA sprzężone z barwą nasion tak, jak to zostało zrobione dla gorczycy sarepskiej (Negi 2000).



## Wnioski

---

- Wsobne linie żółtonasienne rzepaku ozimego ustępują w plonie nasion wzorcowej odmianie ciemnonasiennej, jednak wysoka zawartość tłuszczu w nasionach tych linii powoduje zmniejszenie tego dystansu, jeżeli porównywać plony oleju.
- Ogólna zdolność kombinacyjna badanych żółtonasiennych linii wsobnych wykazała ich istotne zróżnicowanie. Podobnie specyficzna zdolność kombinacyjna była również istotnie zróżnicowana. Pozwala to na wybór najlepszych linii i ich kombinacji do dalszych prac hodowlanych.
- Segregacja i rekombinacja cech w następnych pokoleniach mieszańców z najkorzystniejszych kombinacji krzyżowań diallelicznych powinna pozwolić na otrzymanie materiałów roślinnych o większym zróżnicowaniu ważnych gospodarczo cech, co zapewni szybszy postęp w doskonaleniu materiałów hodowlanych rzepaku o żółtych nasionach.

## Literatura

---

- Debeaujon I., Koornneef M. 2000. Gibberellin requirement for Arabidopsis seed germination is determined both by testa characteristics and embryonic abscisic acid. *Plant Physiology* 122/2: 415-424.
- Debeaujon I., Leon-Kloosterziel K.M., Koornneef M. 2000a. Influence of the testa on seed dormancy, germination and longevity in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 122/2: 403-413.
- Dobek A., Kaczmarek Z., Kielczewska H., Łuczkiwicz T. 1983. Podstawy teoretyczne analizy krzyżówek diallelicznych. *Biuletyn IHAR*, 151: 9-29.
- Friedt W., Lüchs W.W. 1999. Breeding of rapeseed (*Brassica napus*) for modified seed quality – synergy of conventional and modern approaches. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9: 463-492.
- Gruber M.Y., Auser P., Rakow G. 1999. Plant transformation in yellow-seeded *Brassica napus* breeding germplasm. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Krzymański J., Piętka T., Krótka K. 1993. Zdolność kombinacyjna i heterozja mieszańców diallelicznych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. I. Pokolenie F<sub>1</sub>. *Postępy Nauk Rolniczych*, 5: 41-51.
- Krzymański J., Piętka T., Krótka K. 1994. Zdolność kombinacyjna i heterozja mieszańców diallelicznych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. II. Pokolenie F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>. *Rośliny Oleiste*, 15 (1): 21-32.

- Krzymański J., Piętka T., Ogródowczyk M., Krótka K. 1999. Ocena wartości kombinacyjnej mieszańców między liniami wsobnymi rzepaku ozimego i odmianami wykonana w układzie czynnikowym. I. Pokolenie F<sub>1</sub>. *Rośliny Oleiste*, XX (2): 335-355.
- Negi MS., Devic M., Delseny M., Lakshmikumaran M. 2000. Identification of AFLP fragments linked to seed colour in *Brassica juncea* and conversion to a SCAR marker for rapid selection. *Teor. Appl. Genet.*, 101 (1-2): 146-152.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 1997. Zmienność składu chemicznego odtłuszczonych nasion rzepaku o niskiej zawartości włókna. *Rośliny Oleiste*, XVIII (2): 511-523.
- Olsson G., 1960. Species crosses within the genus *Brassica*. II. Artificial *Brassica napus* L. *Hereditas*, 46: 351-386.
- Rakow G., Raney J.P., Relf-Eckstein J. 1999. Agronomic performance and seed quality of a new source of yellow seeded *Brassica napus*. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Rakow G., Relf-Eckstein J., Raney J.P., Gugel R. 1999a. Development of high yielding, disease resistant, yellow-seeded *Brassica napus*. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Słominski B.A. 1997. Developments in the breeding of low fibre rapeseed/canola. Mat. Konf.: Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie. Radzików, 24-25.IV.1997, 89-100.
- Słominski B.A., Kienzle H.D., Ping Jiang, Campbell L.D., Pickard M., Rakow G. 1999. Chemical composition and nutritive value of Canola-quality *Sinapis alba mustard*. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Wu Jiangsheng, Shi Shuwen, Wu Daowan and Liu Houli. 1999. Studies on the inheritance of yellow seedcoat in rapeseed (*Brassica napus* L.). Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.