

Bożena Szestowicka  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin  
Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

## Prace nad formami żółtonasiennymi w obrębie rodzaju *Brassica*

Śruta rzepakowa jest bardzo wartościową paszą wysokobiałkową. Może być stosowana w mieszankach paszowych jako zamiennik importowanej śruty sojowej. Mimo, że skład aminokwasowy rzepaku jest dobrze zbilansowany, wykorzystanie śruty rzepakowej jako źródła białka w dawkach żywieniowych dla zwierząt hodowlanych jest ograniczone ze względu na dużą zawartość włókna surowego, zlokalizowanego głównie w łusce nasion rzepaku (Pastuszewska 1992). Opracowane metody mechanicznego oddzielania okrywy nasiennej rzepaku są energochłonne. Na drodze hodowlanej udało się obniżyć zawartość włókna u jarych gatunków z rodzaju *Brassica* (tabele 1 i 3). Obniżona zawartość włókna w łusce nasion rzepaku łączy się ściśle z zabarwieniem okrywy nasiennej. Najwięcej tego składnika zawierają nasiona czarne i ciemnobrązowe, nieco mniej — żółtobrązowe, znacznie mniej — czysto żółte. Odmiany i rody żółtonasienne charakteryzują się także podwyższoną zawartością oleju (tabela 2 i 4; Cohen, Knowles 1984) a nawet oleju i białka (tabela 1).

Tabela 1. Zawartość oleju, białka i włókna w nasionach trzech kanadyjskich odmian rzepiku jarego wg Downey'a (1983)

Odmiana	Kolor nasion	Procentowa zawartość		
		oleju w nasionach	białka w śrucie	włókna w b.s.m.
Torch	ciemnobrązowy	39,9	41,6	14,2
Candle	częściowo żółty	42,2	42,2	10,9
R 500	czysty żółty	44,5	47,0	8,2

U jarych gatunków z rodzaju *Brassica* – *B. campestris* i *B. juncea* występują naturalne formy żółtonasienne. Znane są także formy *B. carinata* o jasnych nasionach. Pozwoliło to na wykonanie wielu prac badawczych mających na celu poznanie mechanizmu dziedziczenia barwy okrywy nasiennej i wykorzystanie tych badań w hodowli nowych odmian. Prace te zaowocowały szeregiem wyników i wniosków, które nie zawsze są ze sobą zgodne. Jednak wszyscy autorzy podkreślają dominację genów ciemnej barwy okrywy nasiennej nad genami żółtonasienności.

Tabela 2. Zawartość oleju i białka w nasionach *Brassica juncea* wg Woods'a (1980)

Odmiana	Barwa okrywy nasiennej	Procentowa zawartość	
		oleju	białka
Domo	żółta	38,4	21,5
Blaze	brązowa	34,8	22,1
Comm brown	brązowa	35,1	21,8
Ekla	brązowa	33,1	22,1

Tabela 3. Porównanie składu śruty jarego rzepaku ciemnonasiennego ze śrutą jarego rzepiku żółtonasiennego i ze śrutą sojową w % suchej masy wg Słomińskiego i Cambella (1991)

Składnik	Śruta		
	standardowa brązowa	nowa żółta	sojowa
Glukoza i fruktoza	0,5	0,6	0,5
Sacharoza	7,7	9,8	6,9
Oligosacharydy*	2,5	2,4	5,3
Skrobia	2,5	2,6	0,7
Polisacharydy nieskrobiowe	17,9	21,4	20,3
– celuloza	4,6	6,0	5,5
– hemicelulozy (pektyny)	13,3	15,4	14,8
– lignina bez węglowodanów	8,0**	3,2**	1,0
Węglowodany ogółem***	31,3	36,8	33,7
Włókno pokarmowe ogółem	30,1	27,3	24,1

\* – łącznie z rafinozą i stachiozą,

\*\* – łącznie z polifenolami,

\*\*\* – włączone są nieskrobiowe polisacharydy, lignina jak również białko i popiół zawarte we włóknie obojętnym.

### *Brassica campestris* (L.) (n = 10)

Według Stringama (1980), kolor nasion jest determinowany przez dwa niezależne geny dominujące Br1 i Br3. Dominacja w loci Br1 powoduje ciemne zabarwienie nasion. Dominacja w Br3 i homozygotyczny, recesywny allel w Br1 są przyczyną występowania żółtobrązowych nasion. Homozygota recesywna w obu lokusach decyduje o żółtym zabarwieniu nasion.

Tabela 4. Zawartość oleju i białka u różnych gatunków z rodzaju *Brassica* (wg Poulsena i in. 1991)

Gatunek	Linia	Białko [%]	Olej [%]
<i>Brassica napus</i>	CE-401, czarna	18,1	37,8
	SA-PB, żółta	18,6	41,0
<i>Brassica campestris</i>	czarna	20,1	38,0
	żółta	19,7	41,8
<i>Brassica juncea</i>	czarna	21,9	35,6
	żółta	21,5	36,1
<i>Brassica carinata</i>	czarna	27,5	30,0
	żółta	23,4	34,2

Daun i De Clerq (1988) zbadali, że frakcje żółte, wybrane z różnobarwnych nasion odmian Candle i Tobin zawierają więcej oleju i białka, mniej włókna surowego, kwasu erukowego, glukozyolanów i chlorofilu w porównaniu z frakcjami ciemnymi nasion tych odmian.

Schwetka (1982) stwierdza, że różnice w kolorze okrywy nasiennej u tego gatunku są spowodowane jednym lub dwoma genami działającymi epistatycznie, a dziedziczenie koloru znaczka jest niezależne. Kolor nasion jest w przeważającej części determinowany przez roślinę mateczną. Autor wyróżnił dwa geny epistatyczne (Br1br1, Br6br6) i cztery hipostatyczne (Br3br3, Br4br4, Br5br5, Br7br7) a także jeden gen odpowiedzialny za kolor znaczka (Br8br8). Dwa allele żółtonasienności (br1-1 i br1-2) wystąpiły w loci Br1br1, podczas gdy w loci Br6br6 został znaleziony jeden allel żółtonasienności br1-6 i drugi — br2-6 warunkujący jasny kolor znaczka.

Anand (1987) w wyniku krzyżowania między Yellow Sarson i Candle otrzymał nasiona jasno-kremowo-żółte (YYbrbr), blado-żółte z odcieniem brązowym (yyBrBr), gdzie yy epistatycznie ukrywa efekt BrBr. Podwójna homozygota recesywna yybrbr jest także jasno-kremowo-żółta ze względu na brak allelu dominującego.

#### *Brassica juncea* (L.) Coss. (n = 18)

Żółtonasienne są formy orientalne, głównie z północno-wschodniej Japonii i terenów byłego ZSRR (Aoba 1972, Vaughan 1970).

Vera, Woods i Downey (1979) dowodzą, że kolor nasion kontrolowany jest przez dwie podwójne pary genów (R1, R2). Ciemny kolor nasion występuje, gdy w każdej z nich jest jeden allel dominujący. W przypadku, gdy wszystkie allele w obu loci są recesywne — nasiona są żółte.

Dhillon, Labana, Banga (1986) skrzyżowali czarnobrazowy ród (AABB) z odmianą żółtonasienną (aabb). Jasnobrazowe nasiona otrzymali wtedy gdy BB lub Bb nie łączyło się z AA bądź Aa. Autorzy sugerują, że pozostające w ukryciu geny modyfikatory, są zmienną zasłoną koloru ciemnobrazowego.

Aslam, Bechyne (1983) stwierdzają, że kolor okrywy nasiennej jest kontrolowany przez dwa geny podwójne, niekumulatywne, z których każdy oddzielnie lub obydwaj (w kombinacji) powodują ciemną barwę nasion. Brak genu dominującego w obu loci jest warunkiem powstania nasion żółtych.

Chuan, Kumar i Bhajan (1987) w badaniach nad samo- i obcozapyleniem u *B. juncea*, opierają się na swoich wcześniejszych badaniach, które wykazały, że żółta barwa nasion spowodowana jest występowaniem 2 genów recesywnych.

Abraham i inni (1988) podczas klonowania tkanek cotyledonu *B. juncea* otrzymali wskutek zmienności somaklonalnej obok roślin czarnonasiennych także formy żółtonasienne. W grupie roślin o jasnej okrywie nasiennej znaleziono pojedynkę, który zawierał istotnie więcej tłuszczu w nasionach niż forma mateczna.

### *Brassica napus* (L.) (n = 19)

Rzepak jest typowym amfidiploidem o liczbie gametycznej chromosomów 19 (A, C), na którą składają się genomy gatunków podstawowych: *B. oleracea* (n = 9, C) i *B. campestris* (n = 10, A).

Prace nad uzyskaniem rzepaku o jasnej barwie okrywy nasiennej, prowadzone są wielokierunkowo w oparciu o:

- resyntezę *B. napus* z gatunków podstawowych (Barcikowska i in. 1987, Zaman 1988, Chen i in. 1988),
- krzyżowania międzygatunkowe w obrębie *Brassica*, w celu przeniesienia genów żółtonasienności z innych gatunków do *B. napus*, a następnie krzyżowanie introgressywne (Barcikowska i in. 1985, 1987, 1989; Poulsen 1991; Zaman 1988; Bechyne i Aslam 1985; Wang i Liu 1991),
- mutacje spontaniczne (Sobrino-Vesperinas 1991) i indukowane.

Liu Hou-Li (1983) otrzymał żółtonasienny rzepak jako efekt krzyżowania *B. napus* i *B. campestris*. Kontynuując badania z Gao Yong-Tong (1987), krzyżując rzepak jasnonasienny z ciemnonasiennym otrzymał w F<sub>2</sub> rozszczepienie sugerujące, że kolor nasion kontrolują 3 geny. Jednak badania dalszych pokoleń nie potwierdziły tej tezy. Bechyne (1985, 1986, 1987) otrzymał formy rzepaku jarego a następnie ozimego na drodze krzyżowania *B. napus* z *B. carinata* i z *B. campestris* oraz *B. oleracea* z *B. campestris*. Dokonując analizy mikroskopowej wybrał do dalszej hodowli formę o 2n = 38 chromosomach, którą następnie skrzyżował z odmianą Jet Neuf. Otrzymane materiały nie są jednolite ani stabilne pod względem koloru.

Shirzadegan (1984, 1986) przyjmuje, że za barwę nasion rzepaku odpowiadają 3 geny, a nasiona żółte powstają gdy we wszystkich trzech locusach występują homozygoty recesywne (bl1bl1, bl2bl2, bl3bl3).

Chen, Henen, Jönsson (1988) otrzymali rzepak na drodze resyntezy z *B. oleracea* var. *alboglabra* i *B. campestris*, krzyżowanych w obu kierunkach. Czarna barwa nasion *B. alboglabra* i brązowa *B. campestris* były w pełni epistatyczne w stosunku do żółtej barwy *B. campestris* i jasnobrązowej *B. alboglabra*. Ciemnonasienny *B. napus* ma 4 możliwe układy genomu AyAyCyCy, AbAbCyCy, AyAyCbCb, AbAbCbCb. Dwa pierwsze typy mogą być donorem genomu Cy dla rzepaku żółtonasiennego.

Tabela 5. Charakterystyka linii i rodów o jasnej okrywie nasiennej

Numer 1992/93	Ocena barwy nasion	Zawartość tłuszczu [% s.m.]*	Zawartość glukozynolanów alkenowych [μMg/b.s.m]**		
			B	P	OT
PN 5357/93	4-3	48,7	2,1	0,3	2,6
PN 5358	3	49,0	2,8	0,3	3,6
PN 5359	3	50,9	4,1	0,4	3,3
PN 5360	3	49,2	–	–	–
PN 5361	3	49,7	0,6	0,0	1,1
PN 5362	3	48,9	–	–	–
PN 5363	3	50,2	3,1	0,6	2,9
PN 5364	3-4	50,3	4,2	0,7	4,8
PN 5365	3	50,0	–	–	–
PN 5366	4-3	44,9	–	–	–
PN 5367	3	48,2	3,0	0,5	4,6
PN 5368	3-4	49,3	–	–	–
PN 5369	4-3	49,4	–	–	–
PN 5370	4-3	49,9	–	–	–
PN 5371	3	49,3	1,0	0,2	1,0
PN 5372	3-4	48,8	5,0	0,5	5,2
PN 5373	3	50,1	3,8	0,3	4,2
PN 5374	oliwkowy	51,0	2,6	0,5	3,5
PN 5375	3-4	48,4	2,4	0,2	3,9
PN 5376 wz	1	46,8	3,4	0,6	0,8

\* oznaczona metodą NMR w nasionach, \*\* oznaczona metodą chromatografii gazowej,  
B – glukonapina, P – glukobrassicinapina, OT – progoitryna.

Prace mające na celu otrzymanie form żółtonasiennych rzepaku ozimego prowadzone są w IHAR w Poznaniu od 1978 roku. Materiałem wyjściowym były mieszańce uzyskane w wyniku skrzyżowania jarego rzepaku pochodzenia kanadyjskiego (o segregującej barwie nasion) z linią rzepaku podwójnie ulepszanego o jaśniejszej barwie okrywy nasiennej. Selekcję indywidualną materiałów hodowlanych prowadzi się na podstawie zabarwienia okrywy nasiennej. Stosuje się do tego celu uproszczoną czterostopniową skalę, gdzie "4" oznacza żółtą barwę nasion, "3" — żółto-brązową, "2" — brązową, a "1" — nasiona czarne. Obecnie w hodowli znajduje się 80 wyselekcjonowanych linii w pokoleniu  $F_{12}$ , 63 linie  $F_2$  oraz 129 nowych kombinacji  $F_1$ . Do Pracowni Kultur Tkankowych IHAR w Gorzowie Wlkp. przekazano mieszańce, z których uzyskano 13 linii podwojonych haploidów. Wyniki tych prac prezentuje Cegielska (1992).

16 najlepszych linii oraz 3 rody (tabela 5) o barwie nasion ocenionej na 3–4 i o zawartości tłuszczu od 44,9 do 51,0% bierze udział w sezonie 1992/93 po raz pierwszy w polowym doświadczeniu porównawczym, które pozwoli na ocenę potencjału plonotwórczego badanych materiałów oraz dystansu, jaki dzieli rody "000" od najlepszych rodów podwójnie ulepszonych.

## Literatura

- Abraham V., George L., Strinivasan V. T. 1988. Seed yield and oil content of mustard somaclones *Brassica juncea* (Linn., Czern. and Coss). *Current Science*. Vol. 57. 18: 10-19.
- Anand I. J. 1987. Inheritance of seed coat colour in yellow seed turnip rapes. *J. Oilseeds Res.* 4: 130-131.
- Aoba T. 1972. Histological observations of seed coat in *Brassica juncea* Coss. *Japan Breed.* Vol. 22. 6: 323-328.
- Aslam M. Y., Bechyne M. 1982. Some observations on the interspecific hybridization within oilseed brassicas. *Sbornik vysoke školy zemedelske v Praze - Fakulta agronomicka. Rada A.* 36: 169-177.
- Aslam M. Y., Bechyne M. 1983. Dedicnost barvy osemeni u horcice sareptske (*Brassica juncea*). *Genetika a slechteni.* 19(LVI): 229-231.
- Barcikowska B. 1983. Inheritance of seed coat colour of the hybrids *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* x *B. campestris* ssp. *trilocularis* yellow sarson. Proceedings 6 th International Rapeseed Congress, Paris 1983. 458-462.
- Barcikowska B., Nieborak M., Zwierzykowska E. 1989. Study on cross progenies towards *Brassica napus* yellow seeded. Proceedings XII th EUCARPIA Congress 1989. 12-15.
- Barcikowska B., Balicka M. 1985. Charakterystyka niektórych form mieszańcowych otrzymanych w obrębie rodzaju *Brassica*. *Biuletyn Hodowli i Aklimatyzacji Roślin.* 157: 135-145.
- Barcikowska B., Zwierzykowska E., Balicka M. 1987. On the way to yellow seeded *Brassica napus* L. - hybrids of *B. campestris* x *B. oleracea* and of *B. oleracea* x *B. carinata* yellow seeded. Proceedings 7 th International Rapeseed Congress, Poznań 1987. 481-491.
- Bechyne M., Aslam J. 1985. Slechteni zlotosemne jarni repky. *Sbornik vysoke školy zemedelske v Praze - Fakulta agronomicka. Rada A.* 43: 185-193.

- Bechyne M. 1986. Zluta barva semene u ozime repky. *Sbornik vysoke školy zemedelske v Praze - Fakulta agronomicka. Rada A.* 45: 199-205.
- Bechyne M. 1987. Breeding and some biological properties of yellow seeded winter rapeseed. Proceedings 7 th International Rapeseed Congress, Poznań 1987. 481-491.
- Cegielska T. 1992. Wstępna ocena stabilności genetycznej linii podwojonych haploidów rzepaku ozimego żółtonasiennego. *Zeszyty problemowe IHAR. Rośliny oleiste 1991.* Tom XIV, Część 1: 56-61.
- Chen B. Y., Heneen W. K. 1989. Resynthesized oilseed rape (*Brassica napus* L.) and the development of yellow seeded type. Proceedings XII th Eucarpia Congress 1989. 11-16.
- Chen B. Y., Heneen W. K., Jönsson R. 1988. Resynthesis of *Brassica napus* L. through interspecific hybridization between *Brassica alboglabra* Bailey and *B. campestris* L. with special emphasis on seed colour. *Plant Breeding.* 101: 52-59.
- Chuan Y. S., Kumar K., Bhajan R. 1987. Exent of outcrossing in indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern. and Coss.). *Cruciferae Newsletter* 12: 44.
- Cohen D. B., Knowles P. F. 1984. Release of *B. juncea* and *B. carinata* gemplasm. *Cruciferae Newsletter* 9: 9-10.
- Daun J. K., De Clercq D. R. 1988. Quality of yellow and dark seeds in *Brassica campestris* Canola varieties Candle and Tobin. *J. Am. Oil. Chem. Sci.* 65: 122-126.
- Dhillon S. S., Labana K. S., Banga K. S. 1986. Genetics of seed coat colour in *Brassica juncea*. *Annals of Biology.* Vol. 2. 2: 195.
- Downey R. K. 1983. High and low erucic acid rapeseed oils. Academic Press, Canada.
- Liu Hou-Li i współpracownicy 1983. Studies on the breeding of yellow-seeded *Brassica napus*. Proceedings 6 th International Rapeseed Congress, Paris 1983. 637-641.
- Liu Hou-Li, Gao Yong-Tong 1987. Some fundamental problems conducted from the studies on the breeding of yellow-seeded *Brassica napus* L. Proceedings 7 th International Rapeseed Congress, Poznań 1987. 476-480.
- Pastuszewska B. 1992. Skład i wartość pokarmowa śruty, nasion i makuchu z rzepaku podwójnie ulepszonego. Rzepak w żywieniu zwierząt. Omnitech Press Warszawa. 5-11.
- Poulsen M. H., Rahman M. H., Stolen O., Sorensen H. 1991. Interspecific crossing of *Brassica carinata* and *B. oleracea* for breeding yellow-seeded *B. oleracea/B. napus*. Proceedings 8 th International Rapeseed Congress, Saskatoon 1991. 197-202.
- Schwetka A. 1982. Inheritance of seed colour in turnip rape (*Brassica campestris* L.). *Theor. Appl. Genet.* 62: 161-169.
- Shirzadegan M. 1984. Die Vererbung der Samenfarbe bei *Brassica napus* L. und Frühselektion auf Rohfaserarmut zur Verbesserung des Rapsschrotes. Praca doktorska. Georg-August-Universität, Göttingen.
- Shirzadegan M. 1986. Inheritance of seed colour in *Brassica napus* L. *Z. Pflanzenzüchtung.* 96: 140-146.
- Słomiński B. A., Cambell L. D. 1991. Canola meal quality characteristics. Proceedings 8 th International Rapeseed Congress, Saskatoon 1991. 1402-1407.
- Sobrino-Vesperinas E., Fernandez M. C., Monroy F. 1991. Characteristic of a yellow-seed line belonging to *Brassica napus* L. Proceedings 8 th International Rapeseed Congress, Saskatoon 1991. 211-216.
- Stringam G. R. 1980. Inheritance of seed colour in turnip rape. *Can. J. of Plant Sci.* 60: 331-335.
- Vaughan J. G. 1970. The structure and utilization of oil seeds. Chapman & Hall LTD. London.
- Vera C. L., Woods D. L., Downey R. K. 1979. Inheritance of seed colour in *Brassica juncea*. *Can. J. Plant Sci.* 59: 635-637.
- Wang H. Z., Liu H. L. 1991. Genetic analysis of seed color instability in yellow-seeded *Brassica napus* L. Proceedings 8 th International Rapeseed Congress, Saskatoon 1991. 211-216.
- Woods D. L. 1980. The association of yellow seed coat with other characters in mustard *B. juncea*. *Cruciferae Newsletter.* 5: 23-24.
- Zaman M. W. 1988. Limitations for introgression of yellow seed coat colour in *Brassica napus*. *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift.* 98: 157-161.

## **Study on yellow seeded forms in species *Brassica***

---

### **Summary**

Bibliography on the work dealing with occurrence of yellow seed coat colour in Brassicae are collected and discussed. There are different yellow seeded forms in *B. campestris*, *B. juncea* and *B. carinata*. Seeds with yellow seed coat contain usually more oil and protein and less fiber. Results of researches on yellow seed colour inheritance obtained by different authors, suggested that it is complicated and not the same by different species. Yellow seed colour can be transferred to *B. napus* by interspecific crosses, or obtained by mutagenesis. The lack of yellow seed colour in *B. oleracea* make the resynthesis of yellow seeded *B. napus* difficult. Breeding work for yellow seeded winter oilseed rape conducted in IHAR Poznań is based on crosses between lines with lighter seed colour and subsequent selection.