

Laurencja Szala, Krystyna Krótka, Krystyna Czernik-Kolodziej, Teresa Cegielska-Taras  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

## Charakterystyka podwojonych haploidów rzepaku ozimego uzyskanych z odmiany Bor

### The characteristic of doubled haploids obtained from cultivar Bor of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: *Brassica napus* L., glukozytolany, kwasy tłuszczowe, podwojone haploidy, rzepak ozimy, selekcja linii

Key words: *Brassica napus* L., doubled haploid, fatty acids, glucosinolates, line selection, winter oilseed rape

W sezonie 1999/2000 w doświadczeniu polowym jednopowtórzeniowym z systematycznie rozmieszczonym wzorcem, odmianą rzepaku ozimego Bor, oceniono 100 linii podwojonych haploidów pokolenia DH<sub>1</sub> uzyskanych metodą kultury izolowanych mikrospor. W trakcie wegetacji roślin notowano datę początku kwitnienia, zmierzono wysokość roślin i pobrano łuszczyzny w celu zmierzenia ich długości i policzenia nasion w łuszczyźnie. Otrzymane próbki nasion posłużyły do określenia masy tysiąca nasion i wykonania analiz biochemicznych: zawartości tłuszczu w nasionach, składu kwasów tłuszczowych w oleju z nasion i zawartości glukozytolanów w nasionach. Sto podwojonych haploidów było zróżnicowanych istotnie pod względem wszystkich badanych cech oprócz wysokości roślin i terminu początku kwitnienia. Z uzyskanej populacji linii DH wyselekcjonowano 18 genotypów o najkorzystniejszych cechach hodowlanych. W sezonie 2000/2001 przeprowadzono doświadczenie polowe w trzech powtórzeniach z wybranymi liniami w celu określenia ich zdolności plonotwórczych. Na poziomie odmiany Bor plonowało 8 podwojonych haploidów, a 10 było istotnie gorszych pod względem tej cechy. Najlepiej plonowała linia DH B-21 – 102,6% (48,11 dt ha<sup>-1</sup>) odmiany wyjściowej Bor.

Hundred doubled haploid lines in DH<sub>1</sub> generation were obtained by isolated microspore culture from donor cultivar Bor. These lines were grown in systematically plotted field experiment in one replication during season 1999/2000. Observations of the beginning of flowering, plants height, silique length and seed number per silique were done during experiment. Also 1000 seed weight, fatty acids composition and glucosinolate content were estimated in harvested seeds. The hundred doubled haploid line were differentiated significantly according to the studied traits besides plants height and beginning of flowering. 18 genotypes with much desired traits were chosen from examined DH population. These DH lines were studied in replicated experiment in the 2000/2001 season. The seed yield of 8 DH lines was at the level of donor cultivar but 10 DH lines yielded significantly lower than cultivar Bor. Line DH B-21 was the best with the seed yield equal to 102,6% (48,1 dt ha<sup>-1</sup>) of the donor cultivar Bor.

## Wstęp

---

Rzepak ozimy (*Brassica napus* L.) jest najważniejszą rośliną oleistą strefy klimatu umiarkowanego. Ze względu na znaczenie gospodarcze tego gatunku prowadzi się intensywne prace hodowlane, mające na celu tworzenie nowych odmian, o coraz to korzystniejszych cechach.

Odmiana rzepaku ozimego Bor wyróżnia się najwyższą zawartością tłuszczu i białka w nasionach. Jest również odmianą o dobrej zimotrwałości i wysokiej odporności na choroby grzybowe. Dzięki temu charakteryzuje się wiernym plonowaniem. Jest to najpóźniejsza z polskich odmian rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego (Rzepak Ozimy 2000–2001).

Nowoczesne techniki hodowlane, takie jak kultura izolowanych mikrospor, pozwalają na szybkie otrzymanie stabilnych, homozygotycznych linii, a w związku z tym szybką selekcję pożądaných genotypów, przydatnych do dalszej hodowli (Cegielska-Taras 2002). Prowadzone do tej pory badania nad podwojonymi haploidami (DH — skrót ang. doubled haploid) rzepaku ozimego wykazały, że jest możliwe uzyskanie linii DH plonujących na poziomie odmian (Adamska i in. 2000), czy też linii charakteryzujących się lepszymi cechami morfologicznymi lub biochemicznymi niż formy rodzicielskie (Szala i in. 2000). Przedstawione w publikacji wyniki otrzymano w badaniach prowadzonych w ciągu dwu lat.

Celem pierwszego etapu badań było wykazanie zróżnicowania pomiędzy liniami DH uzyskanymi z odmiany Bor i w stosunku do formy wyjściowej oraz selekcja genotypów charakteryzujących się najkorzystniejszymi cechami. W drugim etapie określono plon wyselekcjonowanych linii w doświadczeniu polowym założonym w trzech powtórzeniach.

## Material i metody

---

Material doświadczalny stanowiły linie DH rzepaku ozimego uzyskane metodą izolowanych mikrospor (Cegielska-Taras, Szala 1998) z odmiany rzepaku ozimego Bor.

W sezonie 1999/2000 prowadzono doświadczenie jednopowtórzeniowe ze stu liniami DH wraz z systematycznie rozmieszczonym wzorcem, odmianą Bor, na polu IHAR w Poznaniu. Na poletkach jednorzędkowych o długości 2 m wysiano 100 linii podwojonych haploidów pokolenia DH<sub>1</sub> w zagęszczeniu 70 nasion na m<sup>2</sup>. W trakcie wegetacji przeprowadzono następujące obserwacje: data początku kwitnienia, bonitacja morfologii roślin, wysokość łanu. Pobrano także po 25 łuszczyn ze środkowej części głównych pędów w celu pomiaru ich długości i policzenia nasion w łuszczynie. Po zbiorze nasion z roślin izolowanych wykonano analizy biochemiczne na skład kwasów tłuszczowych oleju metodą chromatografii gazowej (Byczyńska, Krzymański 1969) i na zawartość oraz skład glukozyolanów —

również metodą chromatografii gazowej (Michalski i in. 1995). W próbkach nasion z roślin nieizolowanych określono masę tysiąca nasion oraz procentową zawartość tłuszczu za pomocą analizatora NMR.

Wyniki uzyskane dla poszczególnych linii DH oraz średnie wartości badanych cech dla 100 linii DH opracowano statystycznie.

W sezonie 2000/2001 dokonano oceny plenności 18 wyselekcjonowanych linii DH w porównaniu do odmiany Bor. W tym celu w Zakładzie Doświadczalnym w Borowie założono doświadczenie w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 13 m<sup>2</sup>. Nasiona pokolenia DH<sub>2</sub> wysiano w zagęszczeniu 70 nasion na m<sup>2</sup>. W doświadczeniu oceniono stan roślin wiosną, zanotowano początek i koniec kwitnienia, obliczono długość okresu kwitnienia, oceniono wyrównanie roślin, zmierzono wysokość roślin oraz określono plon nasion.

## Wyniki i dyskusja

---

### Charakterystyka morfologiczno-biochemiczna stu linii podwojonych haploidów oraz wybór linii DH o najkorzystniejszych cechach

Wykonana analiza wariancji polowego doświadczenia jednopowtórzeniowego wykazała istotne zróżnicowanie pomiędzy badanymi obiektami (liniami DH i odmianą Bor) dla wszystkich badanych cech, z wyjątkiem terminu początku kwitnienia i wysokości roślin (tab. 1).

Początek kwitnienia wyrażony w liczbie dni od początku roku dla linii DH wahał się od 114 do 118, a średnia dla 100 linii DH była podobna do średniej dla odmiany Bor (rys. 1 — his. 1)

Wysokość roślin wynosiła od 55 do 130 cm, ale większość linii była niższa od odmiany wyjściowej (rys. 1 — his. 2). Mimo, że nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnią z linii DH a odmianą Bor, to widoczna jest tendencja do obniżania wysokości roślin u podwojonych haploidów w stosunku do formy rodzicielskiej. Zjawisko to występowało także u linii DH rzepiku (Dewan i in. 1998) oraz jęczmienia, gdzie wszystkie linie DH otrzymane z odmiany jęczmienia Bogo były od niej niższe (Arseniuk, Sodkiewicz 2002).

Linie DH miały średnio krótsze łuszczyńy od odmiany Bor, a rozrzut wartości tej cechy u podwojonych haploidów wynosił od 5,3 do 9,2 cm (rys. 1 — his. 3).

Liczba nasion w łuszczyńie była znacznie zróżnicowana pośród linii DH i wahała się od 5 do 32 sztuk. Średnia wartość tej cechy dla stu linii DH była istotnie niższa niż dla formy rodzicielskiej (rys. 2 — his. 4). Również średnia masa 1000 nasion dla 100 linii DH była istotnie niższa niż dla odmiany Bor, a zróżnicowanie między podwojonymi haploidami wynosiło od 3,6 do 5,7 g (rys. 2 — his. 5).

Tabela 1

Analiza wariancji badanych cech dla populacji 100 linii podwojonych haploidów otrzymanych z odmiany rzepaku ozimego Bor (Poznań 2000) — *Results of variance analysis for traits studied in population of 100 lines doubled haploids derived from Bor cultivar of winter oilseed rape*

Cecha <i>Trait</i>	F dla badanych linii <i>F value for studied lines</i>
Początek kwitnienia — <i>Beginning of flowering</i>	1,97
Wysokość roślin — <i>Plant height [cm]</i>	1,32
Długość łuszczyzny — <i>Silique length [cm]</i>	2,49*
Liczba nasion w łuszczyźnie — <i>No of seeds per silique</i>	4,35**
Masa 1000 nasion — <i>1000 seed weight [g]</i>	2,47*
Zawartość tłuszczu — <i>Oil content [%]</i>	6,39**
Zawartość kwasów tłuszczowych [%] — <i>Fatty acids content</i>	
kwas oleinowy — <i>oleic acid C<sub>18:1</sub></i>	6,44**
kwas linolowy — <i>linoleic acid C<sub>18:2</sub></i>	3,02*
kwas linolenowy — <i>linolenic acid C<sub>18:3</sub></i>	6,59**
Suma glukozynolanów [ $\mu\text{mol g}^{-1}$ nasion] <i>Total glucosinolates content</i>	4,73**
Suma glukozynolanów alkenowych [ $\mu\text{mol g}^{-1}$ nasion] <i>Total of alkenyl glucosinolates</i>	4,64**

n = 100 linii DH

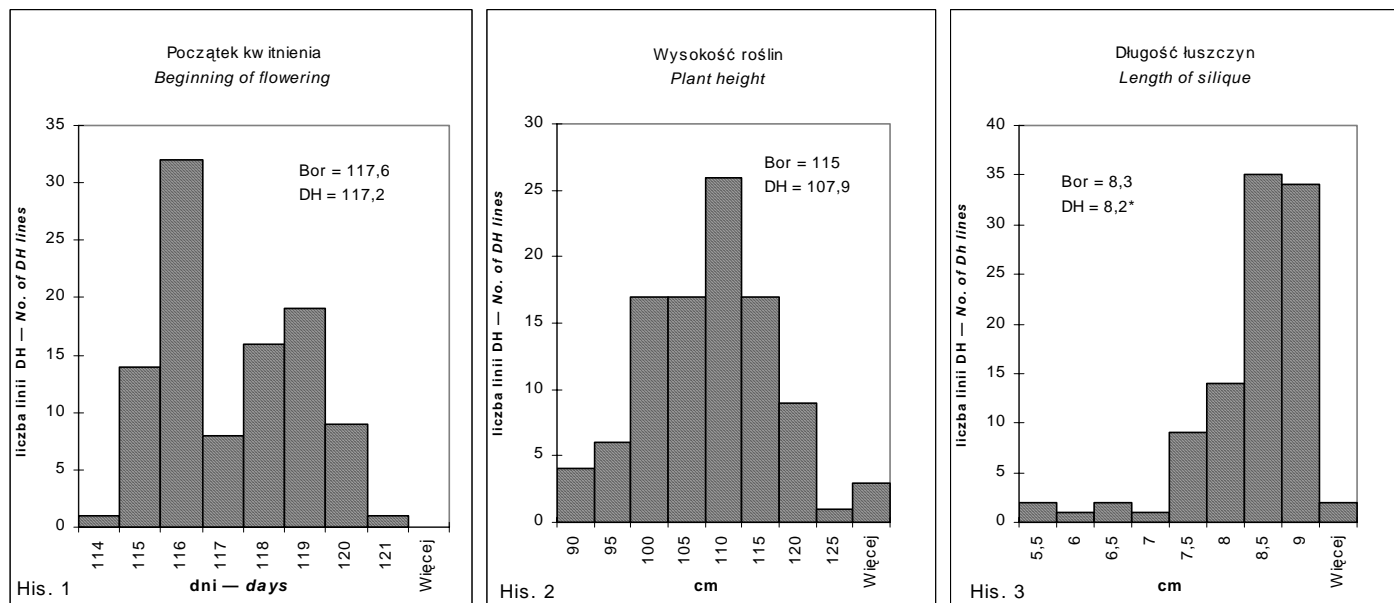
\* — różnica istotna przy  $\alpha = 0,05$  — *significant at level  $\alpha = 0.05$*

\*\* — różnica istotna przy  $\alpha = 0,01$  — *significant at level  $\alpha = 0.01$*

Średnie wartości cech plonotwórczych dla 100 linii DH, tj. długości łuszczyzny, liczby nasion w łuszczyźnie i masy tysiąca nasion były istotnie mniejsze niż u odmiany Bor. Sugeruje to, że wyższe wartości tych cech uwarunkowane są przez geny dominujące. Jeżeli bowiem geny, które zwiększają wartości danej cechy dominują nad swoimi allelami redukującymi wartość tej cechy, wówczas linie homozygotyczne będą miały zmniejszoną średnią wartość dla populacji, tj. ujawni się zmiana w kierunku recesywnych alleli (Falconer 1974).

Zawartość tłuszczu w nasionach linii DH wahała się od 39,5 do 51,1%, a średnia zawartość dla 100 podwojonych haploidów była istotnie niższa niż dla formy wyjściowej (rys. 2 — his. 6).

Zawartość kwasu oleinowego i linolenowego w oleju nasion badanych linii była wysoce zróżnicowana i przyjmowała wartości odpowiednio od 52,7 do 64,9% i od 8,6 do 12,4%. Również zawartość kwasu linolowego była istotnie zróżnicowana i zawierała się w przedziale 18,0–27,0%. Średnie zawartości poszczególnych kwasów 18-węglowych badanych 100 linii DH wysoce różniły się od odpowiednich średnich dla odmiany Bor, przy czym średnia zawartość kwasu oleinowego



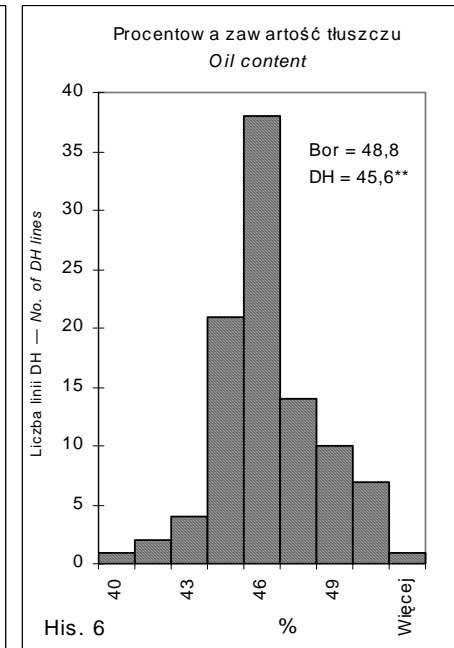
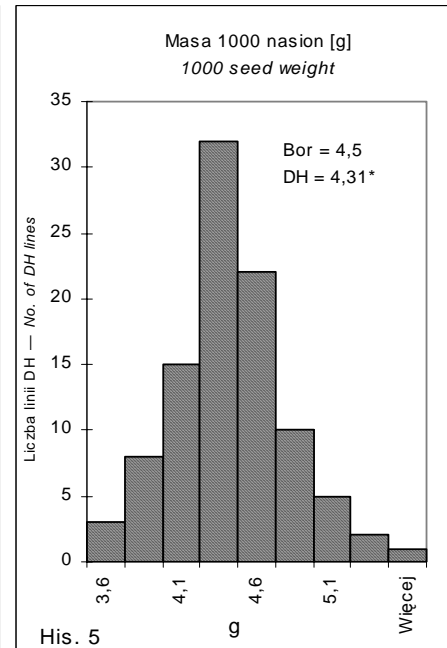
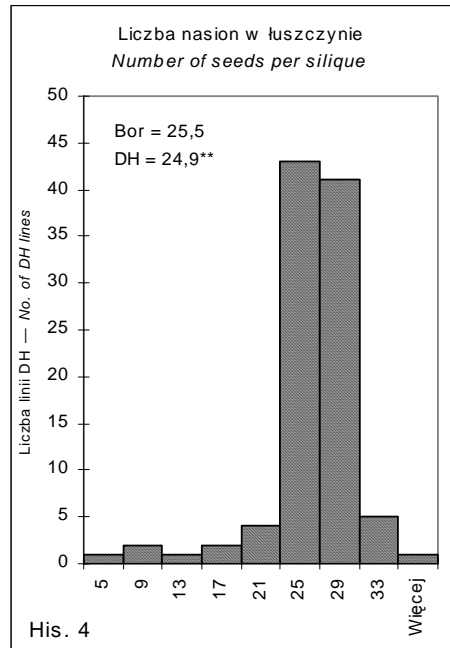
Bor — średnia dla odmiany wyjściowej Bor — average for donor Bor cultivar

DH — średnia dla 100 linii DH — average for 100 DH lines

\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$  — significant at level  $\alpha = 0.05$

\*\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$  — significant at level  $\alpha = 0.01$

Rys. 1. Rozkład początku kwitnienia, wysokości roślin i długości łuszczyń linii DH rzepaku ozimego otrzymanych z odmiany Bor — Variation in the date of beginning of flowering, plant height and silique length of winter oilseed rape DH lines derived from Bor cultivar



Bor — średnia dla odmiany wyjściowej Bor — average for donor Bor cultivar

DH — średnia dla 100 linii DH — average for 100 DH lines

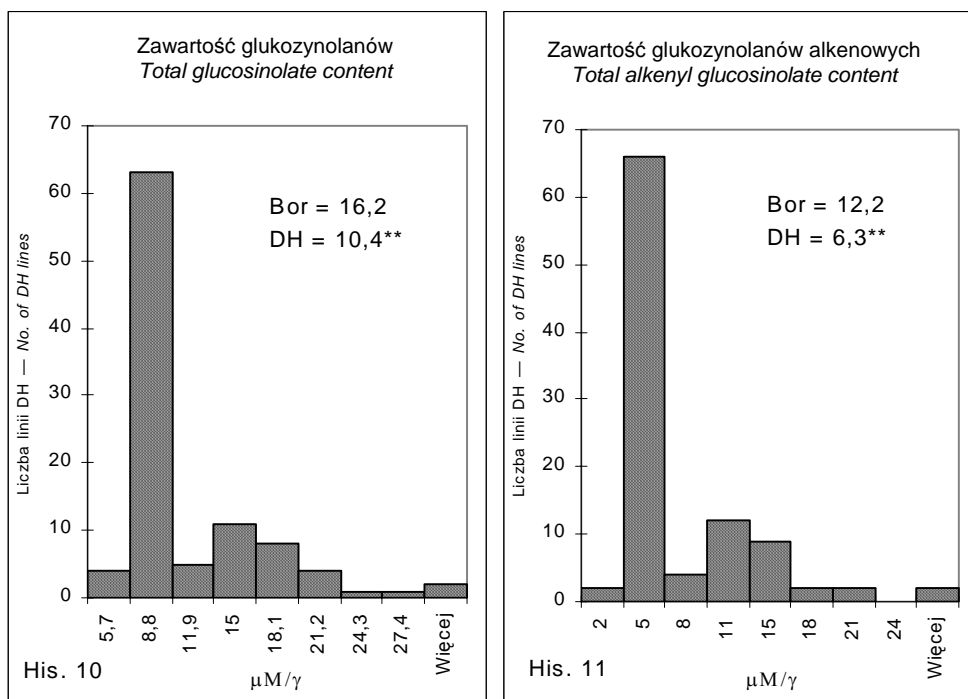
\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$  — significant at level  $\alpha = 0,05$

\*\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$  — significant at level  $\alpha = 0,01$

Rys. 2. Rozkład liczby nasion w łuszczyźnie, masy 1000 nasion i procentowej zawartości tłuszczu w nasionach linii DH rzepaku ozimego otrzymanych z odmiany Bor — Variation in the number of seeds per silique, 1000 seed weight and per cent of oil in seeds of winter oilseed rape DH lines derived from Bor cultivar

u podwojonych haploidów była niższa, a kwasów linolowego i linolenowego wyższa niż u formy wyjściowej (rys. 3 — his. 7, 8, 9). Takie wyniki pozwalają na przyjęcie hipotezy o występowaniu zjawiska dominowania niskiej zawartości kwasu linolowego i linolenowego, a wysokiej zawartości prekursora tych kwasów — kwasu oleinowego.

Wysokie zróżnicowanie wystąpiło również co do zawartości glukozynolanów w nasionach linii DH. Suma zawartości wszystkich glukozynolanów wahała się od 5,6 do 57,7  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , a zawartość glukozynolanów alkenowych — od 1,6 do 53,4  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . Średnia zawartość zarówno glukozynolanów alkenowych, jak i suma wszystkich glukozynolanów w nasionach 100 linii DH była istotnie niższa niż w nasionach odmiany Bor (rys. 4 — his. 10, 11). Potwierdza to znacznie wcześniejsze doniesienia innych autorów o dominującym charakterze genów warunkujących wysoką zawartość glukozynolanów (Krzymański 1970; Kudła 1997).



Bor — średnia dla odmiany wyjściowej Bor — *average for donor Bor cultivar*

DH — średnia dla 100 linii DH — *average for 100 DH lines*

\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$  — *significant at level  $\alpha = 0.05$*

\*\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$  — *significant at level  $\alpha = 0.01$*

Rys. 4. Rozkład zawartości sumy wszystkich glukozynolanów i sumy glukozynolanów alkenowych w nasionach linii DH rzepaku ozimego otrzymanych z odmiany Bor — *Variation in total glucosinolate content and total alkenyl glucosinolate content in seeds of winter oilseed rape DH lines derived from Bor cultivar*

Na podstawie uzyskanych wyników dokonano wyboru 18 genotypów o najkorzystniejszych pod względem hodowlanych cechach. Charakterystykę tych linii DH, jak i wynik plonowania w doświadczeniu wielopowtórzeniowym przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2  
Charakterystyka 18 wybranych najlepszych linii podwojonych haploidów otrzymanych z odmiany Bor w porównaniu do odmiany wyjściowej (Poznań 2000) — *Characteristic of the best doubled haploid lines derived from winter oilseed rape cv. Bor as compared to the donor cultivar (Poznań 2000)*

Linie DH DH lines	Długość łuszczyzny Siliqua length [cm]	Liczba nasion w łuszczyźnie No of seeds per siliqua	Masa 1000 nasion 1000 seed weight [g]	Zawartość tłuszczu Oil content [%]	Zawartość glukozynolanów [ $\mu\text{mol g}^{-1}$ nasion] Glucosinolates content [ $\mu\text{mol g}^{-1}$ seeds]
DH B-6	8,4	26	4,3	45,8	7,2
DH B-12	8,9	27	3,7	46,4	6,1
DH B-14	8,4	25	4,2	44,6	6,5
DH B-21	9,2	30	3,8	48,0	6,6
DH B-22	8,2	25	4,1	46,1	5,6
DH B-35	8,9	26	4,2	46,1	7,1
DH B-40	8,5	24	4,4	44,8	6,3
DH B-41	8,3	26	4,2	44,9	8,1
DH B-53	8,9	27	4,1	45,5	6,5
DH B-66	8,3	26	4,1	44,7	6,8
DH B-68	8,2	26	3,8	45,6	6,9
DH B-89	8,9	25	4,4	47,2	6,4
DH B-91	8,8	24	4,5	45,9	6,1
DH B-94	8,7	27	4,2	44,5	6,4
DH B-102	8,6	25	4,2	46,5	6,2
DH B-113	8,9	28	4,2	45,1	6,5
DH B-131	8,4	25	4,5	44,1	7,0
DH B-136	8,9	24	4,5	45,7	7,0
cv. Bor	8,3	26	4,5	48,8	16,2

### Ocena plonowania wybranych 18 linii DH

W doświadczeniu wielopowtórzeniowym przeprowadzonym w sezonie 2000/2001 z 18 wybranymi liniami podwojonych haploidów z odmiany Bor, 8 linii DH nie różniło się istotnie plonem nasion od odmiany wyjściowej, której plon wyniósł 46,92 dt ha<sup>-1</sup>, natomiast 10 linii DH plonowało istotnie gorzej (tab. 3). Najwyżej plonowała linia DH B-21 (48,11 dt ha<sup>-1</sup>), która okazała się jednocześnie istotnie wcześniejszą i niższą od odmiany Bor. Na uwagę zasługuje także linia DH B-22, plonująca nieco poniżej odmiany Bor (45,0 dt ha<sup>-1</sup>), ale za to o bardzo



niskiej zawartości glukozynolanów — 5,6  $\mu\text{mol g}^{-1}$  nasion, w tym glukozynolanów alkenowych — 2,2  $\mu\text{mol g}^{-1}$  (tab. 2). Jest to linia znacznie niższa od odmiany Bor, ale równie późna (tab. 3).

Tabela 3

Wyniki oceny wybranych linii podwojonych haploidów otrzymanych z odmiany Bor w doświadczeniu polowym trójpowtórzeniowym (Borowo 2001) — *Field trial results for selected doubled haploid lines derived from winter oilseed rape cultivar Bor evaluated in field trial, as compared to the donor variety (Borowo 2001)*

Linie DH DH lines	Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i> [dni od 1.01. — <i>days of 1.01</i> ]	Wysokość roślin <i>Height of plants</i> [cm]	Plon nasion <i>Seed yield</i> [dt ha <sup>-1</sup> ]
DH B-6	126,0*	158,8*	44,3
DH B-12	128,7	159,7	42,5
DH B-14	127,3	153,9**	44,3
DH B-21	125,3**	158,1*	48,1
DH B-22	128,0	157,1*	45,0
DH B-35	127,0	160,7	43,9
DH B-40	126,3	156,6*	39,8
DH B-41	128,0	156,8*	40,3
DH B-53	129,7	150,5**	37,3
DH B-66	127,7	159,6	40,4
DH B-68	129,0	155,0**	40,0
DH B-89	130,0	148,8**	35,9
DH B-91	128,3	150,0**	37,0
DH B-94	128,7	148,7**	38,8
DH B-102	128,3	163,8	40,4
DH B-113	127,3	159,2	41,8
DH B-131	129,7	159,0	41,6
DH B-136	127,3	156,0**	40,6
cv. Bor	128,3	166,8	46,9

\* różnice w porównaniu do odmiany Bor istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$   
*differences to cultivar Bor significant at level  $\alpha = 0.05$*

\*\* różnice w porównaniu do odmiany Bor istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$   
*differences to cultivar Bor significant at level  $\alpha = 0.01$*

Analiza wariancji doświadczenia jednopowtórzeniowego nie wykazała istotnego zróżnicowania stu badanych linii DH dla cech: termin początku kwitnienia oraz wysokość roślin (tab. 1), jednak w doświadczeniu trójpowtórzeniowym wystąpiły istotne różnice dla tych cech między wybranymi osiemnastoma liniami DH (tab. 3).

Dominujące allele genów warunkujących plon nasion, obecne w populacjach heterozygotycznych roślin, są przypadkowo rozproszone wśród linii DH pochodzących z takich populacji (Falconer 1989). Wyselekcjonowanie 8 linii homozygotycznych (DH B-6, DH B-12, DH B-13, DH B-14, DH B-21, DH B-22, DH B-35, DH B-131) plonujących na poziomie heterozygoty świadczy o tym, że jest możliwe otrzymanie podwojonych haploidów skupiających w sobie wiele wartościowych cech (tab. 2). Zależy to w dużej mierze od wartości formy wyjściowej (cenna odmiana, bardzo dobry mieszaniec) i ilości wyprowadzonych linii. Zwraca się bowiem uwagę, aby materiał z którego uzyskuje się podwojone haploidy był możliwie najbardziej wartościowy pod względem hodowlanym, licząc na korzystne segregacje i rekombinacje w gametach (Malepszy 1989).

Problemem, który towarzyszy produkcji dużej liczby linii DH jest właściwa selekcja genotypów z uzyskanej populacji, z przeznaczeniem do dalszych doświadczeń określających plon. Oprócz wizualnej oceny trzeba oprzeć się na wymiernych cechach. Na podstawie przeprowadzonych badań wydaje się, że selekcja wysokoplennych linii DH w oparciu o cechy struktury plonu, takie jak liczba nasion w łuszczyńce czy masa tysiąca nasion jest drogą właściwą.

## Wnioski

---

- Sto podwojonych haploidów uzyskanych z odmiany rzepaku ozimego Bor wykazywało istotne różnicowanie pod względem wszystkich badanych cech oprócz wysokości roślin i daty początku kwitnienia.
- Średnie wartości stu linii DH dla cech plonotwórczych, tj. długości łuszczyńcy, liczby nasion w łuszczyńce i masy tysiąca nasion były istotnie niższe od odmiany Bor, co sugeruje, że cechy te uwarunkowane są przez geny dominujące.
- Osiem badanych linii podwojonych haploidów nie różniło się istotnie plonem nasion od odmiany Bor, a linia DH B-21 wykazała 102,6% plonu odmiany wyjściowej.

## Conclusions

---

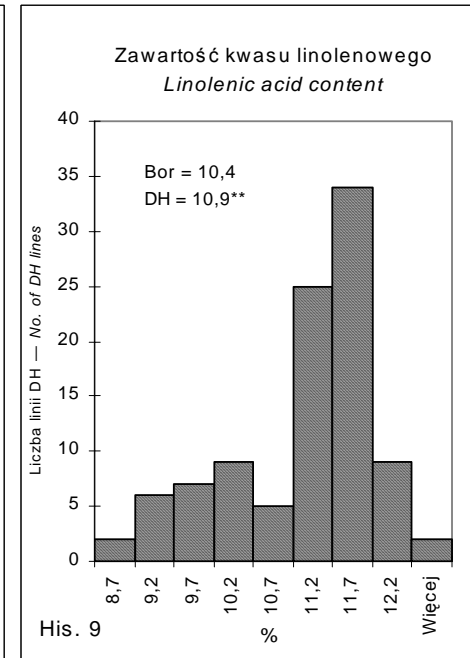
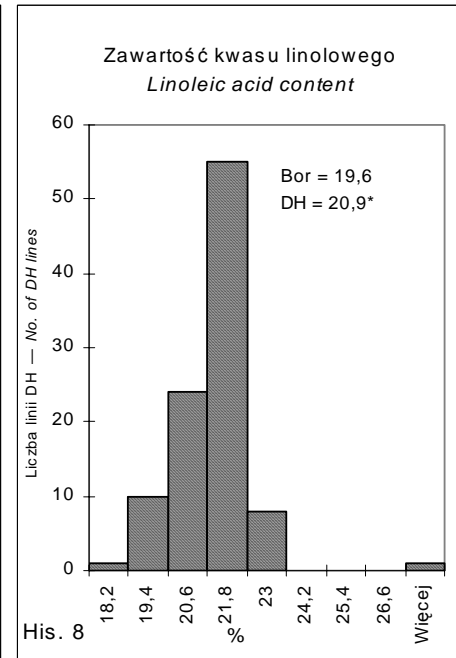
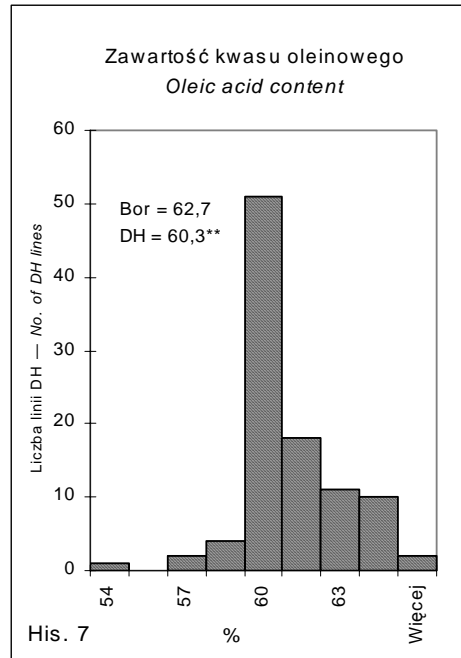
- Hundred doubled haploid lines derived from winter oilseed rape cultivar Bor differed significantly in respect to all studied traits besides plants height, and beginning of flowering.
- The average values of 100 DH lines for seed yield structure traits: length of siliqua, number seeds per siliqua and 1000 seeds weight were significantly lower than cultivar Bor. It can suggest that the traits are determined by dominant genes.

- Seed yield of 8 DH lines did not differ significantly from seed yield of donor cultivar Bor and the best DH B-21 line showed 102,6% of seed yield of donor cultivar.

## Literatura

---

- Adamska E., Cegielska-Taras T., Kaczmarek Z. 2000. Analiza plonu wybranych linii DH rzepaku ozimego na podstawie dwuletniej serii doświadczeń wielokrotnych. Biuletyn IHAR, 216: 469-476.
- Arseniuk E., Sodkiewicz W. 2002. Study of phenotypic traits of partial resistance to *Stagonospora nodorum* in winter triticales introgressive lines, commercial cultivars and dihaploid lines. Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, 30.06–5.07.2002, Radzików, Poland.
- Byczyńska B., Krzymański J. 1969. Szybki sposób otrzymywania estrów metylowych kwasów tłuszczowych do analizy metodą chromatografii gazowej. Tłuszcze Jadalne, 13: 108-114.
- Cegielska-Taras T. 2002. Kultura *in vitro* mikrospor w genetycznym ulepszaniu rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). Monografie i Rozprawy Naukowe, IHAR Radzików.
- Cegielska-Taras T., Szala L. 1998. Metoda bezpośredniego uzyskiwania podwojonych haploidów z mikrosporowych zarodków rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.). Rośliny Oleiste, XIX (2): 353-357.
- Dewan D.B., Rakow G., Downey R.K. 1998. Growth and yield of doubled haploid lines of oilseed *Brassica rapa*. Can. J. Plant Sci., 78: 537-544.
- Falconer D.S. Dziedziczenie cech ilościowych. 1974. PWN, Warszawa, 120-126.
- Krzymański J. 1970. Genetyczne możliwości ulepszania składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo, 14, 2: 97-132.
- Kudła M. 1997. Zagadnienie glukozyzolanów w hodowli jakościowej rzepaku (*Brassica napus* L.). Rośliny Oleiste, XVIII (1): 119-134.
- Malepszy S. 1989. W: Biotechnologia w genetyce i hodowli roślin. PWN, Warszawa, 196-200.
- Michalski K., Czernik-Kołodziej K., Krzymański J. 1995. Quantitative analysis of glucosinolates of oilseed rape: effect of sample preparation on analytical results. Proc. 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, UK, 3: 911-913.
- Szala L., Adamska E., Cegielska-Taras T. 2000. Analiza statystyczna zmienności wybranych cech struktury plonu linii DH rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XXI: 607-614.



Bor — średnia dla odmiany wyjściowej Bor — average for donor Bor cultivar

DH — średnia dla 100 linii DH — average for 100 DH lines

\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$  — significant at level  $\alpha = 0,05$

\*\* — różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$  — significant at level  $\alpha = 0,01$

Rys. 3. Rozkład procentowej zawartości kwasów: oleinowego, linolowego i linolenowego w oleju nasion linii DH rzepaku ozimego otrzymanych z odmiany Bor — Variation in oleic, linoleic and linolenic acid contents in seed oil of winter oilseed rape DH lines derived from Bor cultivar