

**BARBARA SKIBOWSKA**Zakład Genetyki i Hodowli Roślin Korzeniowych  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Bydgoszczy

## Selekcja samozgodnych genotypów w diploidalnych populacjach wielonasiennych buraka cukrowego

### Selection of self-compatible genotypes in multigerm diploid populations of sugar beet

Diploidalne jednonasienne odmiany buraka cukrowego są heterozyjnymi mieszańcami między komponentem męskosterylnym i diploidalnym wielonasiennym zapylaczem. W hodowli heterozyjnych odmian warunkiem sukcesu są wartościowe homozygotyczne linie rodzicielskie uzyskane przez chów wsobny i wykorzystywane do produkcji mieszańców o wysokiej wartości użytkowej oraz wiernym plonowaniu w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych. Podjęte badania są istotne, ze względu na tendencję do uprawy diploidalnych odmian buraka cukrowego, które pod względem wartości użytkowych dorównują odmianom triploidalnym. Selekcja roślin samozgodnych pozwala na uzyskanie wartościowych linii homozygotycznych buraka. Samozapylenia i identyfikację roślin samozgodnych przeprowadzono w potomstwie roślin pochodzących z populacji oraz ze skrzyżowań parami wielonasiennych diploidalnych buraków. W potomstwach pochodzących z populacji nasiona po samozapyleniu zawiązało od 2,0 do 25,0% roślin w generacji  $S_1$  i 26,7% roślin w generacji  $S_2$ , a w potomstwach uzyskanych ze skrzyżowań parami roślin tego samego pochodzenia od 2,6 do 66,7% roślin w generacji  $S_1$  i od 4,0 do 36,0% roślin w generacji  $S_2$ . W generacji  $S_1$  stwierdzono znaczny odsetek (15,9%) nasion z wykształconą tylko owocnią. Wyselekcjonowano również potomstwa generacji  $S_2$  o zielonej barwie hipokotyłu, które można wykorzystać do oceny stopnia przekrzyżowania roślin oraz kontroli czystości linii.

**Słowa kluczowe:** burak cukrowy, diploidy, linie samozgodne

Monogerm diploid sugar beet varieties are hybrids between CMS lines and multigerm diploid pollinators. In creating sugar beet hybrids inbreeding is necessary to obtain suitable parental lines. These lines should possess valuable agronomic traits associated with a high combining ability. The investigations described in this paper are of great importance because of the recent tendency to produce diploid varieties that are comparable to triploid ones. The aim of the work was to select highly self-compatible plants originated from a population as well as from pair crosses of diploid plants. In progenies coming from the population seed setting after self-pollination ranged from 2% to 25% in  $S_1$  generation, while in  $S_2$  generation it was 26.7%. In progenies originated from pair-crossed plants of the same origin seed setting of  $S_1$  generation varied in the range 2.6% to 66.7%, and from 4 to 36% in  $S_2$ . In  $S_1$  a high proportion of seeds (15.9%) with only well developed pericarp was noted. Moreover,

progenies of S<sub>2</sub> generation showing a green-coloured hypocotyl were selected. These can be used for evaluating a crossing level and identifying selected lines.

**Key words:** diploids, self-compatible lines, sugar beet

#### WSTĘP

Diploidalne jednonasienne odmiany buraka cukrowego są heterozyjnymi mieszanejami między komponentem męskosterylnym i diploidalnym wielonasiennym zapylaczem. W hodowli heterozyjnych odmian warunkiem sukcesu są homozygotyczne linie rodzicielskie uzyskane przez chów wsobny i wykorzystywane do produkcji mieszanejców o wysokiej wartości użytkowej oraz wiernym plonowaniu w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych.

Selekcja roślin samozgodnych pozwala na uzyskanie wartościowych linii homozygotycznych buraka. Podjęte badania są istotne, ze względu na tendencję do uprawy diploidalnych odmian buraka cukrowego, które pod względem wartości użytkowych dorównują odmianom triploidalnym (Bober, 1997; Burba i Jansen, 2000; COBORU, 2004). Badania Jassema i Sadowskiego (1995) i Słomy (2002) wskazują na możliwość produkcji diploidalnego materiału siewnego buraka o dobrych parametrach jakościowych w południowo-zachodnich i zachodnich rejonach kraju oraz w rejonie Elbląga.

#### MATERIAŁ I METODY

W celu otrzymania ustabilizowanych homozygotycznych zapylaczy niezbędne jest wyodrębnienie diploidalnych genotypów buraka o wysokim stopniu samozgodności. Testowanie na samozgodność przeprowadzono w potomstwie wielonasiennych diploidalnych buraków pochodzących z populacji, które oznaczono symbolem DL i ze skrzyżowań parami oznaczonych jako ZN. Materiały te były wcześniej selekcionowane na wysoką zawartość cukru oraz dobre plonowanie. Identyfikację samozgodnych roślin i ocenę stopnia samozgodności prowadzono przez dwie generacje na podstawie zawiązywania nasion po wymuszonym zapyleniu w izolatorach.

Do badań wykorzystano również opracowaną metodę polegającą na obserwacji w mikroskopie fluorescencyjnym wzrostu łagiewek pyłkowych na znamieniu i w szyjce słupka po samozapyleniu w kontrolowanych warunkach. Metoda ta pozwala określić na początku kwitnienia samozgodne genotypy i wskazać rośliny do izolowania (Szota i Skibowska, 2002).

Nasiona generacji S<sub>1</sub> zabrane z roślin izolowanych wysiano punktowo do skrzynek w szklarni pod koniec września. Obliczono liczbę uzyskanych siewek generacji S<sub>1</sub> a następnie w selekcionowanym materiale na podstawie zabarwienia hipokotyłu określono procent roślin homozygotycznych i heterozygotycznych pod względem tej cechy. Po samozapyleniu w niektórych potomstwach generacji S<sub>1</sub> obok roślin heterozygotycznych o różowym zabarwieniu hipokotyłu (Rr) wystąpiły również rośliny homozygotyczne o zielonym (rr) i karminowym (RR) zabarwieniu hipokotyłu.

Zjarowizowane sadzonki generacji  $S_1$  wysadzono w pole i po przeprowadzeniu oceny cech fenotypowych ponownie zaizolowano w celu otrzymania pokolenia  $S_2$ . Nasiona potomstwa generacji  $S_2$  wysiano w polu dla uzyskania korzeni i indywidualnej oceny ich cech morfologicznych oraz określenia plonu i zawartości cukru. Najlepsze potomstwa zostaną wybrane do skrzyżowań z linią CMS dla zbadania zdolności kombinacyjnej.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Selekcja prowadzona na zróżnicowanym pod względem stopnia samozgodności materiale wskazuje na możliwość wyboru roślin w wysokim stopniu samozgodnych. Ogółem testowano na samozgodność 688 roślin w tym 65 roślin przy zastosowaniu metody fluorescencyjnej.

W potomstwie roślin pochodzących z populacji zaizolowano pędy 325 roślin, a nasiona w liczbie od 5 do 443 sztuk zawiązało 11 roślin. Najwięcej roślin w wyniku samozapylenia otrzymano w populacji DL 5/00. W uzyskanych potomstwach generacji  $S_1$  i  $S_2$  nie stwierdzono roślin homozygotycznych o zielonej barwie hipokotyłu (rr), tylko w jednym potomstwie wsobnym pochodzącym z DL 5/00 wystąpiły rośliny o karminowej (RR) barwie hipokotyłu w 3,4%. W kolejnych generacjach wsobnych tej populacji odsetek roślin zawiązujących nasiona był zbliżony i wynosił odpowiednio 25% w generacji  $S_1$  i 26,7% w  $S_2$  (tab. 1).

Tabela 1

**Ocena stopnia samozgodności potomstw generacji  $S_1$  i  $S_2$  zapylaczy buraka cukrowego pochodzących z populacji**  
**Evaluation of self-compatibility in of sugar beet  $S_1$  and  $S_2$  generations of pollinators originated from a population**

Materiał Material	Liczba zaizolowanych roślin Number of isolated plants		Rośliny wiążące nasiona (%) Per-cent of seed setting plants	
	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$
DL 1/00	120	—	0,0	—
DL 2/00	80	—	3,7	—
DL 3/00	101	—	2,0	—
DL 5/00	24	15	25,0	26,7
Ogółem Total	325	15	—	—

Po zaizolowaniu pędów kwiatowych 363 roślin pochodzących ze skrzyżowań buraków parami nasiona w liczbie od 5 do 276 sztuk zawiązały 93 rośliny. W tych materiałach odsetek roślin generacji  $S_1$  wiążących nasiona z poszczególnych skrzyżowań parami wynosił od 2,6% (ZN 39/00) do 66,7% (ZN 29/01), (tab. 2). Tylko z krzyżówki ZN 25/01 nie otrzymano nasion po zaizolowaniu 21 roślin. Na podstawie analizy nasion potomstw generacji  $S_1$  pochodzących ze skrzyżowań parami ZN 36/00, ZN 9/01, ZN 11/01, ZN 13/01, ZN 29/01 i ZN 32/01 stwierdzono kłębki prawidłowo wykształcone oraz kłębki z rozwiniętą tylko owocnią.

W potomstwach ( $S_1$ ) roślin pochodzących ze skrzyżowań parami wystąpiły rośliny heterozygotyczne (Rr) oraz homozygotyczne o zielonej (rr) i karminowej barwie

hipokotyłu (RR). Procentowy udział roślin homozygotycznych i heterozygotycznych pod względem barwy hipokotyłu u losowo wybranych pięciu potomstw generacji  $S_1$ , pochodzących z trzech krzyżówek parami przedstawiono na rysunku 1. Znaczne zróżnicowanie potomstw pod względem selekcionowanej cechy umożliwia wybór genotypów generacji  $S_2$  o zielonej i karminowej barwie hipokotyłu.

Tabela 2

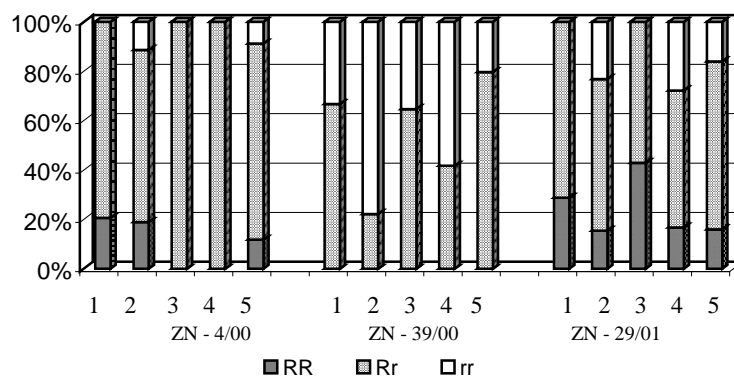
**Ocena stopnia samozgodności potomstw generacji  $S_1$  i  $S_2$  zapylaczy buraka cukrowego pochodzących ze skrzyżowań parami**  
**Evaluation of self-compatibility in sugar beet  $S_1$  and  $S_2$  generations of pollinators originated from pair crosses**

Materiał Material	Liczba zaizolowanych roślin Number of isolated plants		Rośliny wiążące nasiona (%) Per-cent of seed setting plants	
	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$
ZN4/00	24	85	20,8	22,3
ZN30/00	25	12	16,0	16,7
ZN31/00	26	25	34,6	36,0
ZN36/00	24	27	50,0	11,1
ZN38/00	24	22	4,2	4,5
ZN39/00	27	66	2,6	6,1
ZN4/01	23	—	39,1	—
ZN9/01	17	30	11,8	6,7
ZN10/01	18	24	27,7	29,2
ZN11/01	17	20	11,8	5,0
ZN13/01	21	25	19,0	4,0
ZN15/01	13	—	23,1	—
ZN18/01	17	23	23,5	26,1
ZN21/01	11	—	18,2	—
ZN25/01	21	—	0,0	—
ZN29/01	21	65	66,7	15,4
ZN32/01	22	6	18,2	16,7
ZN33/01	20	25	30,0	36,0
Ogółem Total	363	455	—	—

W wyniku chowu wsobnego i selekcji można uzyskać ustabilizowane linie buraka o korzystnych cechach oraz wyodrębnić linie homozygotyczne pod względem barwy hipokotyłu (zielonej rr i karminowej RR). Barwa hipokotyłu buraka jest wykorzystywana jako pomocnicze kryterium przy ocenie stopnia przekrzyżowania roślin oraz kontroli czystości linii. Z barwą hipokotyłu są skorelowane niektóre korzystne cechy gospodarcze jak plon i zawartość cukru oraz cechy fizjologiczne, co może być wykorzystane w hodowli (Szota, 1968).

Uzyskanie wartościowych homozygotycznych diploidalnych linii wykorzystywanych jako zapylacze do syntezy odmian jest ważne, ze względu na coraz większy udział diploidalnych odmian zgłaszanych do badań COBORU i rejestracji (COBORU, 2004). Na korzyść odmian diploidalnych, dorównującym odmianom triploidalnym przemawia również możliwość ich reprodukcji w polskich warunkach klimatycznych (Jassem i Sadowski, 1995; Słoma, 2002). Produkcja nasion w kraju jest tańsza niż w Europie Południowej oraz nie ma zagrożenia tworzenia burakochwastów w wyniku krzyżowania

z dzikim podgatunkiem *Beta maritima* L. Ponadto diploidalne zapylacze nie wykazują zaburzeń w mejozie charakterystycznych dla tetraploidów. Brak stabilizacji cytogenetycznej tetraploidów powoduje tworzenie w mieszańcach triploidalnych aneuploidów o obniżonym plonie korzeni i niższej zawartości cukru, oraz niejednorodnym kształcie korzenia utrudniającym mechaniczny sprzęt (Bosemark, 1966; 1993; Szota, 1977).



**Rys. 1. Procent roślin homozygotycznych i heterozygotycznych pod względem zabarwienia hipokotylu w diploidalnych zapylaczach generacji S<sub>1</sub>**

**Fig. 1. Percentage of homozygous and heterozygous plants as related to hypocotyl colour in diploid pollinators S<sub>1</sub> generation**

Inną metodą uzyskiwania homozygotycznych linii buraka cukrowego jest indukcja gynogenezy *in vitro* u różnych form buraka, roślin płodnych, roślin o genotypie linii O jak również męskosterylnych (Gośka, 1997; Svirshchetskaya i Doležel, 2000). Metoda ta umożliwia otrzymanie haploidów i po podwojeniu chromosomów homozygotycznych diploidów w ciągu jednego pokolenia. Słabe zawiązywanie nasion o niskiej zdolności kiełkowania ogranicza w znacznym stopniu wykorzystanie podwojonych haploidów dla uzyskania linii homozygotycznych. Powyższą metodę zastosowano również dla otrzymania dihaploidów z tetraploidalnych form buraka cukrowego wykorzystywanych jako komponent ojcowski w odmianach heterozyjnych (Svirshchetskaya, 2001; Gośka i in., 2003).

O przydatności dihaploidalnych linii jako zapylaczy w hodowli diploidalnych odmian heterozyjnych buraka cukrowego decyduje ich wartość użytkowa i zdolność kombinacyjna.

#### WNIOSKI

W materiałach wielonasiennych diploidalnych buraków cukrowych zidentyfikowano rośliny samozgodne, zawiązujące nasiona po wymuszonym samozapyleniu.

- W potomstwach pochodzących z populacji nasiona po samozapyleniu zawiązało od 2,0% do 25,0% roślin generacji S<sub>1</sub> i 26,7% roślin generacji S<sub>2</sub>.
- W potomstwach uzyskanych ze skrzyżowań parami roślin tego samego pochodzenia nasiona po samozapyleniu zawiązało od 2,6 do 66,7% roślin generacji S<sub>1</sub> i od 4,0 do 36,0% roślin generacji S<sub>2</sub>. W generacji S<sub>1</sub> stwierdzono znaczny odsetek (15,9%) nasion z wykształconą jedynie owocnią.
- Wyselekcjonowane w generacji S<sub>2</sub> potomstwa o zielonej barwie hipokotyłu, mogą być wykorzystane w hodowli buraka dla oceny stopnia przekrzyżowania roślin oraz kontroli czystości linii.

#### LITERATURA

- Bober K. 1997. Oszacowanie zdolności kombinacyjnej zapylaczy do produkcji genetycznie jednonasiennych odmian buraka cukrowego. Biul. IHAR 203: 159 — 183.
- Bosemark O. 1966. On the origin and consequences of aneuploidy in triploid and tetraploid sugar beet. J. Intern. Inst. Sugar Beet Res. 2: 9 — 34.
- Bosemark O. 1993. Genetics and breeding. In: The Sugar Beet Crop. Ed. Cooke and Scott.: 74 — 86.
- Burba M., Jansen R. 2000. Geschichte. Gegenwärtiger Stand und künftige Perspektiven der Qualitätszüchtung bei Zuckerrüben. Zuckerind.: 591 — 602 (Teil I) und 803 — 814 (Teil II).
- COBORU. 2004. Lista odmian roślin rolniczych i warzywnych.: 9 — 10.
- Gośka M. 1997. Haploidy i podwojone haploidy buraka cukrowego (*Beta vulgaris* L.) oraz możliwości ich wykorzystania w hodowli. Rozprawy i Monografie Naukowe IHAR 2: 1 — 81.
- Gośka M., Kresińska T., Strycharczuk K. 2003. Wykorzystanie gynogenezy *in vitro* dla uzyskania dihaploidów buraka cukrowego. II Krajowy Kongres Biotechnologii. Łódź: 135.
- Jassem M., Sadowski. 1995. Factors influencing the quality of sugar beet seed produced in Poland. 58<sup>th</sup> Congress of II RB: 64 — 70.
- Słoma B. 2002. Wartość nasienna odmian buraków cukrowych reprodukowanych w zróżnicowanych warunkach agroekologicznych. Biul. IHAR 222: 165 — 170.
- Szota M. 1977. Zaburzenia w mikrosporogenezie a płodność roślin poliploidalnych. Część I. Przebieg mikrosporogenezy u buraków 2x, 3x 4x, kapusty pastewnej 4x i mieszańca kapusty pastewnej 4x z kapustą głowiastą i jej wpływ na płodność. Hod. Rośl. Aklim. 21: 33 — 46.
- Szota M., Skibowska B. 2002. Wykorzystanie mikroskopii fluorescencyjnej do identyfikacji samopłodności buraka cukrowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 488: 233 — 237.
- Szota Z. 1968. Badania nad heterozją u buraków cukrowych w oparciu o linie homozygotyczne pod względem barwy hipokotyłu. Hod. Rośl. Aklim. 12: 481 — 521.
- Svirshchevskaya A. 2001. New germplasm through gynogenesis in sugar beet. In: Broad variation and precise characterization-limitation for the future. Eucarpia: 100 — 105.
- Svirshchevskaya A., Dolezel J. 2000. Production and performance of gynogenetic lines cultured *in vitro*. J. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 37, 4: 117 — 133.