

**OCENA WARTOŚCI UŻYTKOWEJ ORAZ ZDOLNOŚCI
DO ROZMNAŻANIA GENERATYWNEGO
NOWYCH MĘSKOPŁODNYCH I MĘSKOSTERYLNYCH
GENOTYPÓW KAPUSTY GŁOWIASTEJ**

THE EVALUATION OF COMMERCIAL VALUE AND ABILITY
FOR GENERATIVE PROPAGATION OF THE NEW MALE-FERTILE
AND MALE-STERILE HEAD CABBAGE GENOTYPES

Piotr Kamiński

Instytut Ogrodnictwa

ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

e-mail: Piotr.Kaminski@inhort.pl

Abstract

In the years of 2011-2012 in the Research Institute of Horticulture, Department of Genetics, Breeding and Biotechnology of Vegetable Crops, Skierniewice, Poland, an analysis of four male-sterile and six male-fertile head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) lines was performed both in generative and vegetative stage. In 2011 the ability for generative propagation and the level of self-incompatibility was analyzed, then in consecutive season, the evaluation of morphological and commercial characters as well as the level of internal uniformity was done. The tested lines were diversified according to the ability of generative propagation and self-incompatibility level. The evaluation in vegetative stage showed the high and intermediate level of internal uniformity. Tested lines were diversified according to the yield, earliness, morphological characters and susceptibility for major diseases and pests of head cabbage. The evaluated head cabbage population can be useful for the breeding purposes after homozygotization and selection toward self-compatibility traits.

Key words: head cabbage, cytoplasmic male sterility, fertility, self-compatibility, agro-economical traits, breeding

WSTĘP I CEL BADAŃ

W nowoczesnej produkcji roślin warzywnych, w tym również kapusty głowiastej białej, dominują odmiany heterozyjne. Odznaczają się one lepszym wyrównaniem i zdrowotnością oraz wyższym plonowaniem w porównaniu do odmian tradycyjnych. Nowoczesna hodowla ukierunkowana na tworzenie mieszańców F_1 jest z tego względu bardziej pracochłonna oraz wymaga zastosowania efektywnych, tanich i powtarzalnych metod krzyżowania oraz rozmnażania wsobnego komponentów rodziciel-

skich (Prakash i in. 2009). W populacji roślin kapustowatych zidentyfikowano szereg mechanizmów zabezpieczających przed samozapyleniem, które mogą mieć zastosowanie w hodowli heterozyjnej. W dotychczasowej praktyce hodowlanej roślin kapustowatych dominowały odmiany mieszańcowe wytworzone głównie w oparciu o cechę samoniezgodności (Ockendon 1973, 1975). Technika ta zyskała dużą popularność i wciąż jest stosowana w hodowli mieszańcowej, jednak jej wady, takie jak wysoki koszt reprodukcji linii rodzicielskich, niska liczba dominujących i silnych alleli warunkujących tę cechę oraz niska stabilność cechy w zależności od warunków środowiskowych, nie pozwalają na wykorzystanie całego potencjału linii hodowlanych kapusty głowiastej (Haruta 1962, Hal i in. 1968, Wallace 1979a, b).

Oprócz samoniezgodności i heterostylii wśród genotypów roślin kapustowatych występuje szereg rodzajów męskiej sterility o różnym podłożu genetycznym: jądrowym, cytoplazmatycznym i jądrowo-cytoplazmatycznym (Bannerot i in. 1977, Budar i in. 2006, Ogura 1968). Męska sterility została zidentyfikowana zarówno w populacjach dzikich, liniach uprawnych, jak i w formach wytworzonych w wyniku krzyżowania międzygatunkowego i manipulacji genetycznych (Pelletier i in. 1983; Yarrow i in. 1986; Jourdan i in. 1989). W populacjach występujących w środowisku naturalnym, mechanizmy męskiej sterility mają znaczenie marginalne i są związane najczęściej z genami recesywnymi (McCollum 1981).

W ostatnich latach, w wyniku postępu hodowlanego w zakresie wykorzystania cechy męskiej sterility, nastąpił dynamiczny zwrot w strategii tworzenia odmian heterozyjnych. Obecnie dominującym trendem staje się tworzenie mieszańców F_1 roślin kapustowatych w oparciu o mechanizmy związane z brakiem lub dysfunkcją męskich organów generatywnych. Zastosowanie stabilnego i powtarzalnego systemu męskiej sterility do tworzenia odmian heterozyjnych daje możliwość obniżenia kosztów produkcji mieszańców, uzyskania bardzo dobrego wyrównania (brak możliwości zapylenia siostrzanych linii matecznej) oraz wykorzystania genotypów dotychczas uznawanych za mało przydatne ze względu na cechę samozgodności. Identyfikacja homozygotycznie samozgodnych i wyrównanych linii płodnych jest niezbędna dla reprodukcji form męskosterylnych, gdyż w wyniku kolejnych krzyżowań wstecznych genotypy męskosterylne upodabniają się do form wypierających pod względem wszystkich cech. Genotypy odznaczające się wysokim poziomem stabilności cechy męskiej sterility typu pręcikowego oraz wysokim współczyn-

nikami rozmnażania, mają największe szanse na wykorzystanie w hodowli heterozyjnej jako komponenty rodzicielskie. W Instytucie Warzywnictwa, obecnie Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach, cytoplazmatyczne – męskosterylne genotypy roślin kapustowatych (*cms*) były badane od 1976 roku przez Hoser-Krauze (1987, 1989) i wprowadzane do praktyki hodowlanej jako komponenty rodzicielskie do produkcji nasion mieszańców trójliniowych (Hoser-Krauze 1992).

Celem przedstawionych badań była ocena otrzymanej w Instytucie Ogrodnictwa populacji męskosterylnych oraz męskopłodnych form dopełniających kapusty głowiastej białej pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego i poziomu samozgodności oraz wartości użytkowej i zdrowotności w fazie wegetatywnej.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad otrzymaniem samozgodnych genotypów kapusty głowiastej białej rozpoczęto w roku 2006 przez dokonanie krzyżowań dwóch wybranych linii wsobnych (PL18, PL3) o korzystnych cechach użytkowych z formami użytkowymi posiadającymi cechę cytoplazmatycznej męskiej sterility typu *Raphanus sativus*. W kolejnych cyklach hodowlanych dokonywano selekcji linii męskopłodnych pod względem cechy samozgodności, jak również przeprowadzono krzyżowania wsteczne form męskosterylnych w kierunku wyselekcjonowanych form wypierających.

Faza generatywna

W roku 2011 przeprowadzono analizę zdolności do rozmnażania generatywnego oraz ocenę poziomu samozgodności czterech męskosterylnych genotypów pokolenia Bc₂ (CPL18272, CPL18180, CPL321, CPL3213) i sześciu męskopłodnych genotypów wypierających (PL18272, PL18780, PL18180, PL321, PL3213, PL3216) kapusty głowiaste białej wytworzonych w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa.

Jesienią 2010 roku na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa, dla każdego z genotypów kapusty głowiastej białej, wytypowano pojedynki, charakteryzujące się korzystnymi cechami morfologicznymi oraz wysoką zdrowotnością, z których uzyskano sadzonki odrostowe. Ukorzenione rośliny zostały poddane jarowizacji przez okres szesnastu tygodni w temperaturze poniżej 10 °C, przy zachowaniu naturalnego fotoperiodu. W trakcie chłodzenia rośliny były chronione przed patogenami oraz nawożone zgodnie z bieżącymi potrzebami i zaleceniami. Po wytworzeniu pędów kwiatostanowych, część roślin została przeniesiona do ogrzewanych

szklarni w celu ich rozmnożenia generatywnego. Pędy kwiatostanowe przeznaczone do wykonania zapyleń wsobnych oraz krzyżowych zabezpieczano przed przypadkowym zapyleniem przy pomocy izolatorów foliowo-pergaminowych. Zapyleń dokonywano sukcesywnie, w miarę rozwoju kolejnych pędów generatywnych, od początku marca do połowy czerwca, w trzech terminach dla każdej z roślin. W celu rozmnożenia genotypów męskopłodnych, dla każdego z obiektów dokonywano zapyleń wsobnych na 10-20 w pełni wykształconych, zielonych pąkach, natomiast dla ustalenia poziomu samoniezgodności dokonywano zapyleń własnym pyłkiem na 7-10 świeżo otwartych kwiatach. Genotypy męskosterylne rozmnażano przy wykorzystaniu męskopłodnych form dopełniających przez zapylenie na otwartym kwiecie oraz w fazie zielonego pąka. Na podstawie uzyskanych wyników dla każdej linii obliczono średnią liczbę nasion w łuszczyńce oraz aktywność samoniezgodności. Przyjęto, zgodnie z ustaleniami Wallace'a (1979a), że 100% samoniezgodność występuje przy braku nasion w łuszczyńcach, zaś przy 11 nasionach na łuszczyńce rośliny są całkowicie samozgodne.

Ocenę zdolności do wiązania nasion przeprowadzono na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa, indywidualnie dla każdej linii męskopłodnej w izolatorach polowych o powierzchni 9 m² przy wykorzystaniu pszczoł samotnic (*Osmia rufa*). W każdym z izolatorów umieszczano po pięć roślin męskopłodnych zapyłanych siostrzanie (*sib*). W celu przeprowadzenia kolejnego krzyżowania wstecznego (*back-cross*), w czterech izolatorach umieszczono również po pięć roślin męskosterylnych pokolenia Bc₁. Pszczoły samotnice (po 100 szt.) były wpuszczane systematycznie od pierwszej połowy maja do końca kwitnienia w pierwszej połowie lipca. Zbiór łuszczyń przeprowadzono kilkakrotnie 70-90 dni od zapylenia, w miarę dojrzewania roślin. Po wysuszeniu, nasiona ekstrahowano, czyszczono oraz ważono indywidualnie dla każdego z genotypów.

Faza wegetatywna

W celu oceny wartości użytkowej przeprowadzono w roku 2012 na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa doświadczenie porównawcze z wykorzystaniem rozmnożonych generatywnie, w poprzednim sezonie wegetacyjnym, czterech męskosterylnych oraz sześciu męskopłodnych genotypów kapusty głowiastej białej. Genotypy te charakteryzowały się wysokim lub średnim poziomem samozgodności oraz dobrą zdolnością do wytwarzania nasion.

Nasiona kapust wysiano w połowie maja 2012 roku punktowo do multipalet, zawierających substrat uniwersalny. Wielodoniczki ustawiono

w szklarni, gdzie utrzymywano temperaturę 15-20 °C. Po wykiełkowaniu nasion utrzymywano niższą temperaturę 14-15 °C. W słoneczne dni, aby nie dopuścić do przegrzania rozsady, stosowano zacienianie roślin. W czasie wzrostu rozsadę chroniono przed chorobami i szkodnikami oraz nawożono zgodnie z zaleceniami dla kapusty głowiastej białej. Pole zostało odpowiednio uprawione oraz nawiezione wieloskładnikowym nawozem i saletrą amonową w dawkach typowych dla uprawy kapusty głowiastej średnio-późnej. Krępą, dobrze wyrosniętą rozsadę wysadzono na miejsca stałe w drugiej dekadzie czerwca w rozstawie 50 x 60 cm. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach, po 20 roślin w każdym powtórzeniu. W trakcie wegetacji prowadzono ochronę roślin przed szkodnikami i chorobami, zgodnie z bieżącymi zaleceniami. Po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej dokonano oceny najważniejszych cech anatomicznych oraz morfologicznych roślin, mających wpływ na jakość i wysokość plonów kapusty głowiastej białej. Do opisów szczegółowych przeznaczono po 10 główek dla każdego z badanych obiektów. Oceniono średnią masę główek, ich kształt (stosunek wysokości do szerokości główki), stosunek długości głaba wewnętrznego do wysokości główki (%), wypełnienie główek, barwę miąższu, strukturę wewnętrzną, a także cechy morfologiczne roślin, takie jak: wysokość, pokrój, nalot woskowy oraz wyrównanie wewnątrzliniowe. Oceniano również poziom zdrowotności badanych genotypów, biorąc pod uwagę poziom porażenia przez czern krzyżowych (*Alternaria* ssp.), bakteryjne zagniwanie główek powodowane przez bakterie *X. campestris*, *Erwinia* i inne, wewnętrzne brunatnienie i zasychanie główek (tipburn) i poziom odporności na wciornastki. Ocenę cech jakościowych dokonano na podstawie wielostopniowej skali bonitacyjnej UPOV.

WYNIKI I DYSKUSJA

Faza generatywna

W wyniku zapyleń wsobnych, prowadzonych w roku 2011, zarówno w szklarni jak i w izolatorach polowych, otrzymano nasiona dla czterech męskosterylnych oraz sześciu męskopłodnych form użytkowych kapusty głowiastej białej (tab. 1). Średnia liczba nasion dla genotypów zapylanych w warunkach szklarniowych w fazie zielonego pąka (7,1 szt./łuszczynę), była wielokrotnie wyższa niż dla zapyleń na otwartym kwiecie (1,9 szt./łuszczynę). Świadczy to o obecności barier biochemicznych i fizjologicznych związanych z samoniezgodnością wśród badanych męskopłodnych populacji kapusty głowiastej białej, wykorzystywanych jako

formy dopełniające. Poziom samozgodności, oceniany jako stosunek liczby uzyskanych nasion do zapylnych wosobnie otwartych kwiatów, był zróżnicowany. Oprócz jednego całkowicie samoniezgodnego genotypu (PL18180) zidentyfikowano dwie linie PL321, PL3213, które odznaczały się wysoką samozgodnością i wytwarzały od 2 do 5 nasion/łuszczynę. Wysokim poziomem zgodności odznaczały się również dwie męskosterylne linie (CPL3213 CPL18272) zapylane pyłkiem form dopełniających na otwartym kwiecie. Pozostałe pięć genotypów cechowało się częściową samoniezgodnością wytwarzając pojedynczą liczbę nasion/łuszczynę. Zapylenia wosobne przeprowadzone w fazie zielonego pąka wykazały duże zróżnicowanie pod względem zdolności do wytwarzania nasion pomiędzy badanymi formami użytkowymi. Najwyższą średnią liczbę nasion/łuszczynę (12,5 szt.) uzyskano dla genotypu PL18780, najniższą zaś dla linii PL18272 (2,5 szt.).

Zapylenia siostrzane i wypierające prowadzone w izolatorach polowych umożliwiły rozmnożenie męskosterylnych i męskopłodnych genotypów kapusty głowiastej przy wykorzystaniu pszczół samotnic. Linia PL18180, oceniona w warunkach szklarniowych jako całkowicie samoniezgodna, wytwarzała w polu średnio 17 g nasion/łuszczynę przy zapyleniu siostrzanym. Również jej forma męskosterylna CPL18180 wytworzyła ponad 31 g nasion/łuszczynę przy zapyleniu wypierającym. Linia PL18272, charakteryzująca się stosunkowo niskim współczynnikiem rozmnażania w szklarni, w warunkach polowych wytworzyła najwyższą masę nasion/roślinę (74,8 g). Brak korelacji pomiędzy wydajnością tworzenia nasion w warunkach polowych i szklarniowych dla męskopłodnych linii kapusty głowiastej może być spowodowany odmienną ekspresją cechy samoniezgodności w zależności od warunków środowiska, a w szczególności temperatury i wilgotności (Ockendon 1973, 1975). Na wyższą efektywność tworzenia nasion w izolatorach polowych niż w szklarni mógł mieć również wpływ rodzaj zapylenia (siostrzane/wsobne) oraz brak całkowitej homozygotyczności form męskopłodnych. Genotypy męskosterylne wytwarzały wyższą lub porównywalną liczbę nasion do genotypów męskopłodnych, będących ich formami wypierającymi (tab. 1). Najwyższą, czterokrotną różnicę obserwowano dla linii CPL321 (8,2 g/roślinę) w porównaniu do linii PL 321, również męskosterylna linia CPL3213 wytwarzała ponad dwukrotnie więcej nasion/roślinę (49,8 g) niż forma wypierająca PL3213 (17,4 g). Wysoka wydajność tworzenia nasion linii męskosterylnych w warunkach polowych świadczy o ich prawidłowej budo-

wie anatomicznej, wysokim poziomie żeńskiej płodności oraz atrakcyjności dla owadów zapylających.

Faza wegetatywna

Męskosterylne oraz męskopłodne genotypy kapusty głowiastej białej, oceniane na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w roku 2012, stanowiły populację zróżnicowaną pod względem cech morfologicznych i użytkowych, a ich wyrównanie zależało w dużej mierze od stopnia homozygotyczności form wypierających oraz poziomu zaawansowania we wprowadzaniu cechy *cms* (tab. 2). Pięć genotypów (PL18272, CPL18272, PL18180, CPL321, PL321) charakteryzowało się dobrym wyrównaniem wewnątrzliniowym, a pozostałe były wyrównane w stopniu częściowym. Wśród badanych genotypów obserwowano duże zróżnicowanie międzyliniowe pod względem cech morfologicznych oraz wartości użytkowej. Wszystkie obiekty wytworzyły główki zwężłe i średniozwężłe, o średniej masie od 1,2 kg (PL321) do 2,0 kg (CPL18272, PL3213). Nie stwierdzono wyraźnych różnic pod względem masy główek pomiędzy liniami męskosterylnymi a liniami męskopłodnymi, wykorzystanymi jako formy wypierające. Wszystkie linie osiągały dojrzałość zbiorczą po 60 (PL321) – 80 (PL3216) dniach od sadzenia na miejsce stałe, co było charakterystyczne dla wczesnych i średnio wczesnych odmian wzorcowych. Wśród ocenianych genotypów przeważały główki o kształcie kulistym i kulistosplaszczonym, typowym dla większości odmian uprawnych. Najsilniej splaszczonym kształtem główek, o współczynniku 0,88, odznaczały się linia męskosterylna CPL3213 oraz jej płodna forma dopełniająca PL3213. Najkorzystniejszym stosunkiem długości głąba wewnętrznego do wysokości główki (0,36) odznaczała się męskosterylna forma PL3216, najdłuższy głąb wewnętrzny (0,51) posiadały genotypy męskopłodny PL3213 i męskosterylny CPL3213. Pozostałe obiekty charakteryzowały się pośrednią wartością tej cechy. Jedynie męskopłodna linia (PL3216) miała jaśniejszą, biało-kremową barwę mięszu, podczas gdy pozostałe były żółtawe lub kremowe. W badanej populacji dominowało średnie lub niskie osadzenie główek, typowe dla kapust średnio wczesnych odmian wzorcowych (tab. 2).

Tabela 1. Średnia wydajność nasion męskosterylnych i męskopłodnych linii kapusty głowiastej białej, Skierniewice 2011
 Table 1. The average seed production of male-sterile and male-fertile lines of head cabbage, Skierniewice 2011

Lp. No.	Genotyp Genotype	Płodność/ sterylność Fertility/ Sterility	Średnia liczba nasion/luszczyznę przy zapyleniu wsobnym w warunkach szklarniowych (szt.) The average number of seeds/silica after self- pollination in the greenhouse (pcs)		Średnia masa nasion/roślinę przy zapyleniu siostrzanym/wypierającym w izolatorach polowych (g) The average mass of seeds after sib/back-cross pollination in the isolated cages at the field (g)
			Otwarty kwiat Open-flower pollination	Zielony pąk Green-bud pollination	
1	PL18272	plodna; fertile	1,4	2,5	74,8
2	CPL18272	sterylna; sterile	5,3	3,5	57,0
3	PL18780	plodna; fertile	1,1	12,5	2,3
4	PL18180	plodna; fertile	0,0	11,3	17,4
5	CPL18180	sterylna; sterile	0,9	11,7	31,2
6	PL321	plodna; fertile	3,3	6,6	1,9
7	CPL321	sterylna; sterile	1,3	5,2	8,2
8	PL3213	plodna; fertile	2,7	5,0	17,4
9	CPL3213	sterylna; sterile	2,0	7,1	49,8
10	PL3216	plodna; fertile	1,0	5,9	7,2
Średnia; Average			1,9	7,1	26,7

Tabela 2. Cechy morfologiczne i użytkowe męskosterylnych i męskopłodnych genotypów kapusty głowiastej białej w doswiadczeniu polowym, Skierniewice 2012

Table 2. Morphological and commercial traits of male sterile and head cabbage lines at the experimental field, Skierniewice 2012

Genotyp Genotype	Okres vegetacji Vegetation period ¹	Wyrównanie wewnętrzne Intraline uniformity ²	Masa główki Head mass (kg)	Kształt główki Head shape ³	% głaba w główce % of inter- nal core ⁴	Wypełnie- nie główki Head density ⁵	Barwa miąższu Internal colour ⁶	Osadzenie główki Length of outer stem ⁷	Pokrój roślin Plant diameter ⁸	Nalot woskowy Waxiness ⁹	Unerwie- nie liści Leaves innerva- tion ¹⁰
PL18272	78	1	1,67	1,00	0,43	3,0	3,0	2,0	1,0	3,5	2,0
CPL18272	78	1	1,95	0,97	0,40	3,0	3,0	2,0	1,0	3,5	2,0
PL18780	75	2	1,64	1,05	0,41	2,8	2,2	2,0	1,0	3,0	1,7
PL18180	70	1	1,55	1,07	0,40	3,0	3,0	2,0	1,0	3,2	2,3
CPL18180	70	2	1,74	1,05	0,37	3,0	3,0	2,0	1,0	3,2	2,7
CPL321	70	1	1,57	1,03	0,37	2,9	2,0	1,0	1,5	3,0	2,0
PL321	60	1	1,23	1,05	0,40	2,5	2,0	1,5	1,8	3,0	1,5
PL3213	65	2	1,98	0,88	0,51	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
CPL3213	65	2	1,88	0,87	0,51	2,1	2,5	1,5	2,0	2,3	1,3
PL3216	80	2	1,72	1,05	0,36	3,0	1,5	2,0	2,0	2,7	1,8
Ślawa z Enkhuizen	65	2	1,67	0,93	0,54	2,7	2,3	1,5	3,0	1,5	1,5
Alladin F ₁	75	1	2,14	0,96	0,48	3,0	2,0	1,0	3,0	3,0	2,0
Balbro F ₁	70	1	2,09	1,00	0,37	3,0	2,4	2,0	2,0	1,0	2,0
Srednia	70		1,80	1,00	0,43	2,8	2,4	1,7	1,7	2,7	1,9

1 – Długość okresu wegetacji od sadzenia do osiągnięcia dojrzałości zbiorczej; Length of vegetation from planting to harvest

2 – Wyrównanie: 1-calkowite, 2-częściowe, 3-brak wyrównania; Internal uniformity: 1-good, 2-partial, 3-lack of uniformity

3 – Kształt: stosunek wysokości do długości główki; Head shape: head height/head width coefficient

4 – Stosunek długości głaba wewnętrznej do wysokości główki; Length of internal core/head height coefficient

5 – Wypełnienie główki: 1-luzna, 2-średnio zwarta, 3-wypełniona, 4-bardzo zwarta; Head density: 1-weak, 2-medium, 3-dense, 4-very dense

6 – Barwa miąższu: 1-biała, 2-kremowa, 3-żółtawa, 4-zielonkawa; Internal colour: 1-white, 2-creamy, 3-yellowish, 4-greenish

7 – Osadzenie główki: 1-niska, 2-średnie, 3-wysokie; Length of outer stem: 1-low, 2-intermediate, 3-high

8 – Pokrój roślin: 1-kompaktowy, 2-średni, 3-szeroki; Plant diameter: 1-compact, 2-intermediate, 3-wide

9 – Nalot woskowy: 0-brak, 1-słaby, 2-średni, 3-silny; Waxiness: 0-lack, 1-weak, 2-medium, 3-strong;

10 – Unerwienie liści: 1-słabe, 2-średnie, 3-silne; Leaves innervation: 1-weak, 2-medium, 3-strong.

Męskosterylne i męskopłodne genotypy były również zróżnicowane pod względem pokroju roślin. Pięć linii (PL18272, CPL18272, PL18780, PL18180, CPL18180) posiadała najbardziej zwarty pokrój o małych liściach okrywających, a pozostałe genotypy miały pokrój pośredni, o szerszych liściach zewnętrznych. Większość ocenianych obiektów posiadała silny lub średni nalot woskowy na liściach okrywających. Nie obserwowano dużych różnic pod względem unerwienia liści – oceniane linie kapusty głowiastej były unerwione słabo lub średnio.

Tabela 3. Poziom porażenia męskosterylnych i męskopłodnych genotypów kapusty głowiastej białej przez najważniejsze choroby grzybowe, bakteryjne, fizjologiczne oraz szkodniki w doświadczeniu polowym, Skierniewice 2012

Table 3. The level of infestation of male-sterile and male-fertile genotypes of head cabbage by the major fungal, bacterial, physiological diseases and pests at the experimental field, Skierniewice 2012

Genotyp Genotype	Alternaria ¹	Gnicie bakteryjne ² Bacterial rot ²	Tipburn ³	Wciornastki ⁴ Thrips ⁴
PL18272	0,0	0,0	0,0	0,0
CPL18272	0,0	0,0	0,0	0,0
PL18780	2,5	0,0	0,0	1,9
PL18180	0,3	3,3	0,0	0,8
CPL18180	0,3	0,0	0,0	0,7
CPL321	0,5	0,0	0,0	1,3
PL321	1,3	0,0	0,0	1,2
PL3213	1,5	16,7	1,7	0,3
CPL3213	0,3	6,7	3,3	0,4
PL3216	1,5	23,3	0,0	3,0
Sława z Enkhuizen	1,0	3,3	13,3	0,0
Alladin F ₁	0,0	10,0	0,0	0,0
Balbro F ₁	0,0	0,0	0,0	0,17
Średnia; Mean	0,71	4,87	1,41	0,77

¹ – Alternaria ssp.: 0-brak porażenia, 1-słabe, 2-średnia, 3-silne, 4-bardzo silne

Alternaria ssp.: 0-lack of symptoms, 1-weak, 2-medium, 3-strong, 4-very strong

² – Bakteryjne zgniwanie główek: % roślin z objawami

Percentage of plants with symptoms of bacterial rot

³ – Tipburn: % roślin z objawami

Percentage of plants with symptoms of Tip-burn

⁴ – Uszkodzenia przez wciornastki: 0-brak, 1-nieliczne uszkodzenia, 2-wyraźne, 3-silne

Damage by thrips: 0-lack of damage, 1-few, 2-intermediate, 3-strong

Oceniane genotypy odznaczały się zróżnicowanym poziomem zdrowotności pod względem najważniejszych chorób grzybowych, bakteryjnych, fizjologicznych oraz podatności na uszkodzenia powodowane przez wciornastki (tab. 3.). Sześć linii charakteryzowało się brakiem lub słabymi objawami porażenia przez czerń krzyżowych (*Alternaria* ssp.), podobnie jak dwie odmiany wzorcowe (Alladin F₁, Balbro F₁). Wyraźne różnice obserwowano pod względem poziomu podatności na choroby bakteryjne (*Erwinia*, *Xanthomonas*), powodujące zagniwanie główek. Sześć genotypów nie posiadało objawów bakteryjnego zagniwania główek, podczas gdy pozostałe formy użytkowe były porażane od 3,3% (PL18180) do 23,3% (PL3216). Dwie spośród ocenianych linii wsobnych kapusty głowiastej (PL3213, CPL3213) posiadały nieliczne objawy wewnętrznego zasychania i zamierania liści (tipburn), obserwowane również u odmiany wzorcowej Sława z Enkhuizen. Pozostałe genotypy były wolne od tej choroby fizjologicznej. Dwa genotypy (PL18272, CPL18272) nie posiadały objawów uszkodzeń przez wciornastki, jedna linia (PL3216) była uszkodzona w stopniu silnym, a pozostałe w stopniu słabym i bardzo słabym (tab. 3).

WNIOSKI

1. Męskosterylne i męskopłodne genotypy kapusty głowiastej białej stanowiły populację zróżnicowaną pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego i samoniezgodności.
2. W wyniku zapyleń wsobnych i siostrzanych, prowadzonych w szklarni i w izolatorach polowych, otrzymano nasiona pokolenia wsobnego sześciu form męskopłodnych. Dla czterech męskosterylnych genotypów uzyskano nasiona drugiego pokolenia wstecznego. Męskosterylne linie z cytoplazmą typu *Raphanus sativus* dorównywały lub przewyższały linie męskopłodne pod względem wydajności tworzenia nasion.
3. W fazie wegetatywnej większość form użytkowych charakteryzowała się dobrym lub średnim poziomem wyrównania wewnątrzliniowego.
4. Przeprowadzona ocena w fazie wegetatywnej wykazała wysoki poziom zróżnicowania międzyliniowego męskosterylnych i męskopłodnych genotypów pod względem plonowania, wczesności, zdrowotności oraz pozostałych cech agrobotanicznych.
5. Identyfikacja męskosterylnych i męskopłodnych genotypów, posiadających wysoki poziom samozgodności oraz korzystne cechy użytkowe, ma duże znaczenie. Zostaną one wykorzystane jako komponenty rodzicielskie do tworzenia mieszańców trójliniowych w oparciu o ce-

chę męskiej sterylności w programach hodowlanych realizowanych w Instytucie Ogrodnictwa.

Literatura

- Bannerot H., Bouldard L., Chupeau Y. 1977. Unexpected difficulties met with the radish cytoplasm in *Brassica oleracea*. Eucarpia Cruciferae Newsletter 2: 16.
- Budar F., Pascal T., Pelletier G. 2006. Cytoplasmic male sterility. In: Ainsworth (Ed.), Flowering and its manipulation. Ann. Plant Rev. 20: 147-180.
- Van Hal J.G., Manger A., Verhoeven W. 1968. Estimation of the level of self-incompatibility. Proc. Eucarpia Brassica Meeting, pp. 37-38.
- Haruta T. 1962. Studies on the genetics of self- and cross-incompatibility in cruciferous vegetables. Res. Bull. 2, Takii Pl. Breed. Exp. Stn., Kyoto, Japan.
- Hoser-Krauze J. 1987. Influence of cytoplasmic male-sterility source on some characters of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Genet. Pol. 28: 101-108.
- Hoser-Krauze J. 1989. The comparison cytoplasmic male-sterility (*cms*) and self-incompatibility as sources for breeding of F₁ cauliflower hybrids. Biuletyn Warzywniczy – suplement, Instytut Warzywnictwa, Skierniewice: 29-34
- Hoser-Krauze J. 1992. The influence of different self-incompatible and cytoplasmic male-sterile lines of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) on heterosis effect of some traits in F₁ hybrids. Genet. Pol. 33(4): 273-278.
- Jourdan P.S., Earle E.D., Mutschler M.A. 1989. Synthesis of male-sterile triazine resistant *Brassica napus* by somatic hybridisation between cytoplasmic male sterile *B. oleracea* and atrazine-resistant *B. campestris*. Theor. Appl. Genet. 78: 445-455.
- McCollum G. 1981. Introduction of an alloplasmic male-sterile *Brassica oleracea* by substituting cytoplasm for “Early Scarlet Globe” (*Raphanus sativus*). Euphytica 30: 855-859.
- Ockendon D.J. 1973. Selection for high self-incompatibility in inbred lines of Brussels sprouts. Euphytica 22: 503-509.
- Ockendon D.J. 1975. Dominance relationships between s-alleles in the stigmas of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*). Euphytica 24: 165-172.
- Ogura H. 1968. Studies on a new male-sterility in Japanese radish with special reference to utilisation of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. Mem. Fac. Agr. Kogoshima Univ. 6: 39-78.
- Pelletier G., Primard C., Vedel F., Chetrit P., Remy R., Rouselle P., Renard M. 1983. Intergeneric cytoplasmic hybridization in Cruciferae by protoplast fusion. Mol. Gen. Genet. 191: 244-250.

- Prakash S., Bhat S.R., Ting-Dong Fu 2009. Wild germplasm and male-sterility. In: Gupta S.K. (Ed.), *Biology and breeding of Crucifers*. pp. 113-127.
- Wallace D.H. 1979a. Interactions of S alleles in sporophytically controlled self-incompatibility of Brassica. *Theor. Appl. Genet.* 54: 193-201.
- Wallace D.H. 1979b. Procedures for identifying s-allele genotypes of *Brassica*. *Theor. Appl. Genet.* 54: 249-265.
- Yarrow S.A., Wu S.C., Barnsby T.L., Kemble R.J., Shepard J.E. 1986. The introduction of *CMS* mitochondria to triazine tolerant *Brassica rapa* L., var. 'Regent', by micromanipulation of individual heterokaryons. *Plant Cell Rep.* 5: 415-418.