

**WPLYW CECH MORFOLOGICZNYCH I ANATOMICZNYCH  
KWIATÓW NA PLON NASION LINII KALAFIORA  
Z CECHĄ CYTOPLAZMATYCZNO-JĄDROWEJ  
MĘSKIEJ STERYLNOŚCI TYPU *BRASSICA NIGRA*  
I PŁODNYCH LINII DOPEŁNIAJĄCYCH**

THE INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL  
CHARACTERISTICS OF FLOWERS ON THE SEED YIELD  
OF CAULIFLOWER CYTOPLASMIC MALE STERILE  
(TYPE *CMS BRASSICA NIGRA*) AND THEIR RESPECTIVE  
MAINTAINER FERTILE INBRED LINES

**Piotr Kamiński<sup>1</sup>, Barbara Dyki\*, Aleksandra Machlańska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pracownia Genetyki i Hodowli Roślin Warzywnych

<sup>2</sup>Samodzielna Pracownia Mikroskopii

Instytut Ogrodnictwa

\*emerytowany pracownik Instytutu Ogrodnictwa

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

Abstract

In 2015 in the Department of the Genetics and Breeding of Vegetable Crops and in the Microscopy Laboratory, Research Institute of Horticulture in Skierniewice five cytoplasmic male sterile (*cms*) and five their respective maintainer fertile lines of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) were evaluated. The anatomical and morphological traits of flowers and ability of the generative propagation in the field using the red mason bee (*Osmia rufa*) were analyzed. The male sterile lines with petaloid-type flowers without stamens presented less compact structure of petals and sepals as well as nectaries varied in the shape in comparison to the male fertile plants. *Cms* lines produced lower seed yield than fertile lines. In conclusion, the loose structure of *cms* flowers may reduce the frequency of pollination by insects and thus reduce the yield of seeds.

Key words: cauliflower, *cytoplasmic male sterility B. nigra*, generative propagation, flower morphology, cross pollination, seed yield

WSTĘP

Tworzenie nowoczesnych odmian heterozyjnych warzyw kapustnych, w tym kalafiora, jest prowadzone z wykorzystaniem efektywnych metod krzyżowania komponentów rodzicielskich i opiera się na wykorzystaniu cechy samoniezdności lub cytoplazmatycznej męskiej sterylności

(*cms*) (Dixon 2007). Mieszańce  $F_1$  kalafiora, w porównaniu do odmian ustalonych, odznaczają się lepszym wyrównaniem, wyższą jakością róż i wysokością plonu handlowego a także odpornością na stropy biotyczne i abiotyczne. Cecha cytoplazmatycznej męskiej sterility, odkryta i opisana przez Ogura (1968), wykorzystywana jest w hodowli heterozyjnej odmian mieszańcowych rzepaku, kalafiora, brokołu oraz kapusty głowistej białej (Yamagishi i Bhat 2014). Innym źródłem cytoplazmatyczno-jądrowej męskiej sterility jest czarna rzodkiew (*Brassica nigra*), z której cecha ta została wprowadzona do linii brokołu i kalafiora przez Pearsona (1972), a następnie Dicksona (1975), Dicksona i Kyle (1987). Dziedziczenie tej cechy u roślin z rodziny kapustowatych jest związane ze współdziałaniem recesywnych genów jądrowych (*rf,rf*) ze sterylizującą cytoplazmą *B. nigra* obecną w liniach męskosterylnych. Linie dopełniające, które umożliwiają rozmnażanie generatywne form męskosterylnych posiadają płodną cytoplazmę *B. oleracea* oraz recesywne geny jądrowe (*rf,rf*). Genotypy kalafiora wykorzystywane w hodowli twórczej charakteryzują się posiadaniem dominujących alleli genu (*Rf,Rf*). Pierwsze polskie linie kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* uzyskane przez Hoser-Krauze (1987) posiadały liczne anomalie w budowie organów generatywnych wynikające z niezgodności DNA jądrowego i mitochondrialnego. Kwiaty linii *cms* nie posiadały pręcikowia, a wewnętrzny okólek przekształcony był w łyżeczkowate, wydłużone struktury przypominające płatki korony. Większość kwiatów form męskosterylnych typu *B. nigra* odznaczała się mniejszymi płatkami, nierozwiniętymi miodnikami i występowaniem różnego rodzaju deformacji w budowie słupka (niezrośnięte owocolistki, spiralne skręcenie łuszczyn), co wpływało na brak atrakcyjności dla owadów zapylających oraz na niską wydajność tworzenia nasion (Kamiński i Dyki 2007). Nasilenie deformacji w budowie organów generatywnych linii męskosterylnych zależało od genotypu i warunków środowiska, które modyfikowały ich budowę anatomiczną. W roku 2012, w wyniku prowadzonej hodowli, otrzymano kolekcję ulepszonych linii *cms* kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* oraz linii dopełniających i scharakteryzowano ją pod względem najważniejszych cech morfologicznych i użytkowych (Kamiński i in. 2012). Ulepszone linie *cms B. nigra* charakteryzowały się wyższą zdolnością do tworzenia nasion oraz zróżnicowanym poziomem występowania anomalii morfologicznych w budowie kwiatów. Najlepsze z nich wykorzystano do tworzenia eksperymentalnych form mieszańcowych oraz do dalszej hodowli w celu stabilizacji korzystnych cech użytkowych i wysokiej zdolności do rozmnażania generatywnego (Kamiński 2014).

Celem niniejszej pracy była ocena ulepszonych w wyniku hodowli linii wsobnych kalafiora z cechą cytoplazmatyczno-jądrowej męskiej sterylności w porównaniu do męskopłodnych linii dopełniających pod względem cech anatomiczno-morfologicznych wpływających na ich zdolność do rozmnażania generatywnego przy wykorzystaniu murarki ogrodowej (*Osmia rufa*).

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło pięć męskosterylnych linii wsobnych kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* (AP03, AP14, AP19, AP10, AP11) oraz pięć męskopłodnych linii dopełniających (BP03, BP14, BP19, BP10, BP11). Linie te zostały otrzymane w Zakładzie Genetyki Hodowli i Biotechnologii Instytutu Ogrodnictwa w latach 2011-2014 i charakteryzowały się stosunkowo dobrym wyrównaniem i jakością róż oraz zdolnością kojarzeniową (Kamiński i in. 2012; Kamiński 2014). W pierwszej dekadzie stycznia 2015 roku wysiano po 20 roślin każdej z linii i uprawiano w szklarni w temperaturze 20 °C, przy 12 godzinnym dniu. Nawożenie, nawadnianie oraz ochronę przed chorobami i szkodnikami prowadzono zgodnie z zaleceniami i wymaganiami dla kalafiora. W pierwszym tygodniu maja rośliny linii *cms* i płodnych linii dopełniających zostały wysadzone do izolatorów polowych o powierzchni 9 m<sup>2</sup> i przykryte siatką zabezpieczającą przed owadami. W każdym z izolatorów wysadzono jedną z pięciu linii *cms* i odpowiadającą jej linię dopełniającą, po pięć roślin każdej w 2 rzędach, 100 cm między rzędami i 50 cm między roślinami w rzędzie. W pierwszym tygodniu czerwca, po pojawieniu się pierwszych kwitających kwiatów, do każdego z izolatorów wpuszczono po 90 osobników murarki ogrodowej w celu zapewnienia właściwego zapylenia krzyżowego. Ocenę makroskopową budowy anatomiczno-morfologicznej oraz mikroskopową prowadzono na 20 świeżo otwartych kwiatach wszystkich linii kalafiora przy użyciu mikroskopu stereoskopowego OLYMPUS SZX16 z elektroniczną rejestracją obrazu cell<sup>B</sup>. Ocenę histologiczną kwiatów wykonano przy użyciu mikroskopu Nikon Eclipse 80i z programem NIS-Elements BR2.30, natomiast miodniki analizowano skaningowym mikroskopem elektronowym JEOL JSM-6390LV. W ostatnim tygodniu sierpnia, po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej, dokonano zbioru pędów nasiennych. Następnie po wysuszeniu łuszczyń, nasiona zostały oczyszczone i zważone indywidualnie dla każdej rośliny linii męskosterylnej i linii męskopłodnej. Na tej podstawie obliczono średnią masę nasion, przedstawiono zakres zmienności oraz wykonano analizę wariancji (ANOVA) przy

wykorzystaniu programu STATISTICA (StatSoft). Istotność różnic między średnimi obliczono za pomocą testu Duncana dla  $p = 0,05$ .

### WYNIKI

Wszystkie rośliny linii *cms* i linii dopełniających kalafiora rozpoczęły kwitnienie w pierwszym i drugim tygodniu czerwca. Rośliny rozmnażane generatywnie odznaczały się dobrym wigorem, zdrowotnością oraz posiadały cechy morfologiczne organów generatywnych typowe dla kalafiora. Linie męskopłodne i męskosterylne różniły się między sobą pod względem budowy kwiatów. Kwiaty linii męskopłodnych tworzyły zwarty układ czterech zielonych działek kielicha, czterech żółtych płatków korony i sześciu pręcików z dużymi, żółtymi pylnikami (fot. 1A, 2A).

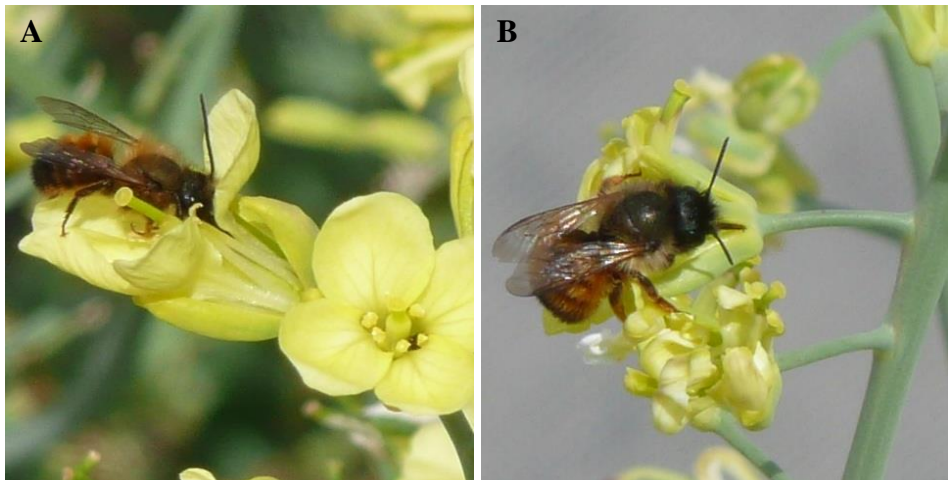
Poszczególne elementy kwiatu osadzone były na dnie kwiatowym obok dwóch par miodników różnej wielkości (fot. 3A, C). Morfologiczna konstrukcja kwiatu roślin męskosterylnych stanowiła znacznie luźniejszy układ poszczególnych elementów w porównaniu z budową kwiatów roślin męskopłodnych (fot. 1B). Kwiaty roślin linii *cms B. nigra* miały również cztery działki kielicha i cztery żółte lub białe płatki korony, ale zamiast pylników cztery dodatkowe, wąskie płatki wewnętrzne o kształcie łyżeczkowatym lub wydłużonym, przylegające do centralnie osadzonego, wysokiego słupka. W trakcie kwitnienia nie obserwowano różnic w poziomie sterylności pomiędzy kwiatami linii *cms* poszczególnych linii wsobnych.

Analiza mikroskopowa kwiatów linii męskopłodnych i męskosterylnych kalafiora wykazała obecność miodników, które były zróżnicowane pod względem wielkości, kształtu, ilości wydzielanego nektaru oraz umiejscowienia w dnie kwiatowym. Badania mikroskopowe dna kwiatowego linii męskosterylnych ukazywały miodniki o bardzo zróżnicowanych kształtach i wielkości, nawet w obrębie tej samej linii. Wiele miodników, szczególnie zewnętrznych, wykazywało anatomiczne cechy aktywności wydzielniczej, natomiast miodniki w wewnętrznej części były słabiej rozwinięte i zwykle szczelniej zamknięte (fot. 3A, B, C, D, E, F). Zarówno dla linii męskopłodnych, jak i męskosterylnych na powierzchni miodników świeżych kwiatów obserwowano krople nektaru (fot. 3A, B).



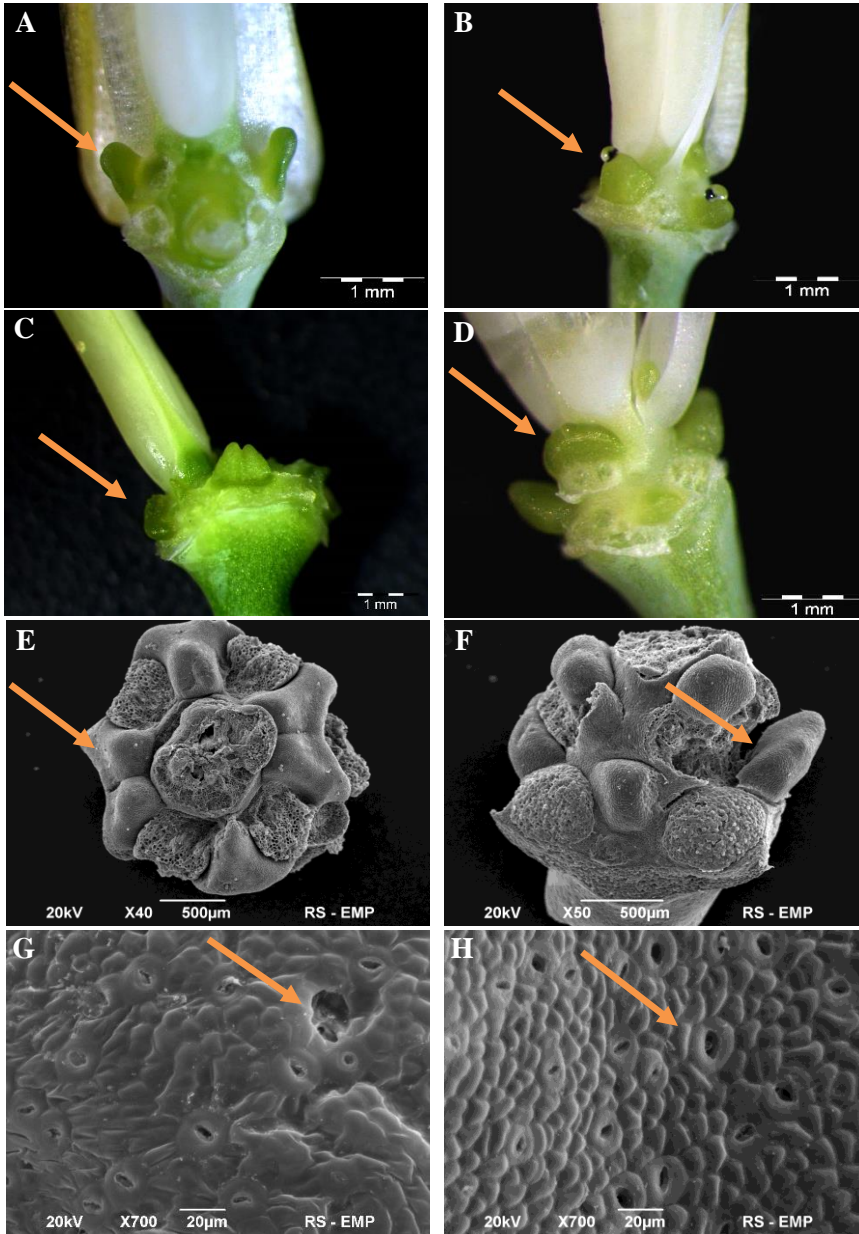
Fot. 1. Kwiaty męskopłodnych (A) i męskosterylnych (B) linii kalafiora typu *B. nigra*

Phot. 1. Flowers of male fertile (A) and male sterile (B) *B. nigra* cauliflower lines



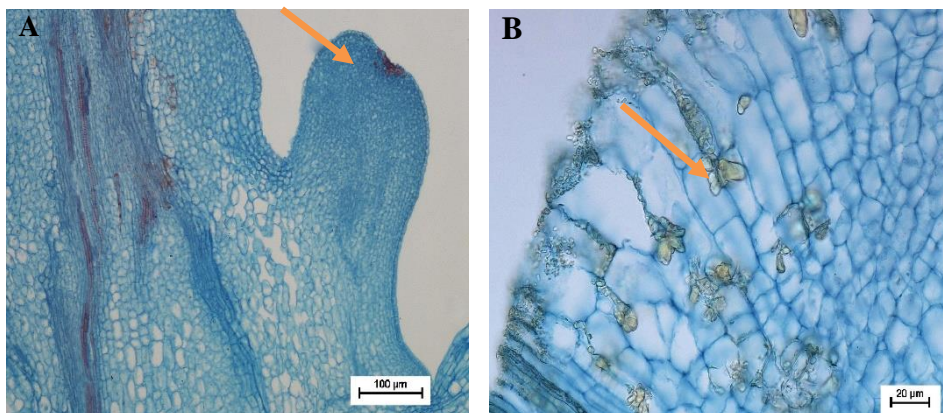
Fot. 2. Penetracja kwiatów męskopłodnych (A) i męskosterylnych (B) linii kalafiora typu *B. nigra* przez pszczoły samotnicze (*Osmia rufa*)

Phot. 2. Penetration of male fertile (A) and male sterile (B) *B. nigra* cauliflower lines by red mason bees (*Osmia rufa*)



Fot. 3. Fragmenty kwiatów z odsłoniętym dnem kwiatowym i zaznaczonymi strzałką miodnikami męskopłodnych (A,C,E,G) i męskosterylnych (B,D,F,H) linii kalafiora typu *B. nigra*. G, H – obraz powierzchni miodnika z mikroskopu skaningowego: różnice morfologiczne pod względem kształtu i wielkości miodników

Phot. 3. Fragments of flowers with exposed nectaries of male fertile (A,C,E,G) and male sterile (*B. nigra*) (B,D,F,H) cauliflower plants with nectaries marked by arrow. G, H – morphological differences in size and shape of nectaries skaning microscope



Fot. 4. Przekroje anatomiczne podłużne aktywnych miodników (A,B) z widocznymi dużymi komórkami powierzchniowymi i międzykomórkową wydzieliną nektaru zaznaczone strzałką (B)

Phot. 4. Anatomical longitudinal sections of the active nectaries (A,B) with visible large surface cells and intercellular secretion of nectar marked by arrow

Badania mikroskopowe pozwoliły stwierdzić, że wydzielanie nektaru przez miodniki w analizowanej populacji kwiatów linii kalafiora odbywa się głównie przez szparki wydzielnicze. W obrazach epidermy z mikroskopu elektronowego (fot. 3G, H) oraz na przekrojach tkanek miodnika (fot. 4A, B) obserwowano efekty sekrecyjnego działania tkanki wydzielniczej miodników w postaci złogów bezstrukturalnej wydzieliny. Przekroje anatomiczne dna kwiatowego z miodnikami ujawniały dobrze rozwiniętą sieć wiązek przewodzących, które biorą udział w transporcie materiałów niezbędnych do produkcji nektaru, zarówno dla linii męskopłodnych, jak i męskosterylnych. (fot. 4A, B).

Zwarta struktura kwiatów linii męskopłodnych oraz aktywne pylniki ułatwiały kontakt owadów zapylających z pyłkiem i powierzchnią znamion słupek.

Linie męskopłodne i męskosterylne były chętnie odwiedzane przez owady zapylające, jednak sposób pozyskiwania pożytku był odmienny. Murarki ogrodowe w poszukiwaniu dostępu do miodników penetrowały kwiaty linii męskopłodnych od strony szczytowej (fot. 2A), natomiast luźny układ elementów kwiatu linii *cms B. nigra* sprzyjał penetrowaniu kwiatów *cms* u nasady kielicha, pomiędzy płatkami (fot. 2B).



Tabela 1. Plon nasion linii *cms B. nigra* oraz ich płodnych linii dopełniających (Skierniewice 2015)Table 1. Seed yield of cauliflower *cms B. nigra* lines and their fertile maintainers (Skierniewice 2015)

Genotyp Genotype	Średnia masa nasion/roślinę (g) Average mass of seeds/plant (g)	Zakres zmienności Range	V%*
<i>cms B. nigra</i> lines			
AP 03	15,47 c-e	8,2-20,0	31,9
AP 14	22,29 d-e	3,3-49,5	80,2
AP 19	28,14 e-f	8,4-46,4	60,5
AP 10	12,35 cd	4,1-18,27	60,3
AP 11	7,4 c	4,4-12,6	42,5
średnia dla linii <i>cms B. nigra</i> average for <i>cms B. nigra</i> lines	17,13		
fertile maintainer			
BP 03	47,5 ab	39,9-53,6	11,0
BP 14	46,5 ab	40,0-52,0	10,3
BP 19	55,6 b	49,0-63,0	9,3
BP 10	50 ab	46,0-55,0	7,1
BP 11	37,8 a-f	32,0-41,0	9,4
średnia dla linii dopełniających average for fertile maintainers	47,48		

\*V% – Współczynnik zmienności; Variation coefficient

Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p = 0,05$  (Test Duncan); Means followed by the same letter are not significantly different at  $p = 0.05$  (Duncan's Test)

Zarówno linie kalafiora z cytoplazmą *B. nigra*, jak również ich formy dopełniające charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem pod względem zdolności do wytwarzania nasion (tab. 1). Linie męskosterylne kalafiora wytwarzały razem trzykrotnie mniej nasion (średnio 17,1 g/roślinę) niż płodne linie dopełniające (średnio 47,5 g/roślinę). Wśród linii męskosterylnych linia AP19 odznaczała się najwyższą zdolnością do wytwarzania nasion (średnio 27,1 g/roślinę), a linia AP11 wytwarzała istotnie mniej nasion (średnio 7,4 g/roślinę). Wydajność tworzenia nasion pomiędzy poszczególnymi roślinami dla każdej z linii męskosterylnych była również silnie zróżnicowana. Największe różnice w zdolności do wytwarzania nasion posiadała linia AP14, dla której zakres zmienności wynosił



od 3,3 do 49,5 g/roślinę, a współczynnik zmienności (V%) ponad 80%. Najbardziej wyrównaną pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego linią *cms* była AP03 (V% = 31,9%) (tab. 1). Linie dopełniające były mniej zróżnicowane pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego i wytwarzały średnio od 55,6 g/roślinę (BP19) do 37,8 g/roślinę (BP11). Niski współczynnik zmienności (V%) wynoszący od 11% (BP03) do 7,1% (BP10) świadczy również o podobnej wydajności tworzenia nasion dla wszystkich roślin wśród badanych linii męskopłodnych (tab. 1).

#### DYSKUSJA

Męskosterylne linie kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* charakteryzowały się dużą zmiennością pod względem zdolności do rozmnażania generatywnego, a większość z nich wytworzyła nasiona kolejnego pokolenia wsobnego w ilościach, które umożliwiają ich zastosowanie dla celów hodowlanych. Niższa wydajność tworzenia nasion linii kalafiora z cechą cytoplazmatyczno-jądrowej męskiej sterility *B. nigra* w porównaniu do linii męskopłodnych była wcześniej opisywana (Kamiński i in. 2012; Kamiński 2014). Przeprowadzone badania wykazały, że ulepszone męskosterylne linie kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* badane w roku 2015 miały mniejszą tendencję do wytwarzania zniekształconych kwiatów niż w poprzednich pokoleniach wsobnych, a obecność aktywnych miodników ułatwiała zapylenie krzyżowe przez murarkę ogrodową. Otrzymane rezultaty wskazują, że metoda hodowli wsobnej linii męskosterylnych kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* pozwoliła na zwiększenie zdolności do wytwarzania nasion w stosunku do form wyjściowych (Kamiński i Dyki 2007; Kamiński i in. 2012). Tym niemniej wysoki poziom zmienności pod względem zdolności do tworzenia nasion linii *cms* będzie wymagał dalszej selekcji i homozygotyzacji pod względem tej cechy.

Budowa morfologiczna miodników męskopłodnych i męskosterylnych linii kalafiora była charakterystyczna dla roślin kapustowatych (Davis i in. 1996). Wysoki poziom zróżnicowania w budowie morfologicznej miodników linii męskosterylnych kalafiora był obserwowany również u innych gatunków i miał wpływ na ich funkcjonalność (Weryszko-Chmielewska i Sulborska 2011; Yan-bin i Zheng-hai 1995). Również mniejsza aktywność miodników usytuowanych w wewnętrznej części okółka kwiatowego i słabiej rozwinięta wiązka przewodząca w porównaniu do miodników w zewnętrznej części okółka kwiatowego była obserwowana u pozostałych gatunków rodzaju *Brassica* (Yan-bin i Zheng-hai 1995).

Liczba wykorzystanych w doświadczeniu owadów murarki ogrodowej była zbliżona do optymalnych dla kapusty pekińskiej i kapusty głowiastej (Kamiński i Kozik 2014) i zapewniała dobre zapylenie krzyżowe dla linii kalafiora. Przyczynami słabszego wiązania nasion linii męskosterylnych kalafiora, w porównaniu do linii męskopłodnych, mogły być różnice w ich budowie anatomiczno-morfologicznej, odmienne ułożenie elementów kwiatu oraz inny sposób penetracji kwiatów przez owady zapylające. Warunkiem uzyskania nasion dla linii męskosterylnych kalafiora było przeprowadzenie zapylenia krzyżowego z zastosowaniem owadów zapylających do przeniesienia pyłku kwiatowego z form męskopłodnych, podczas gdy linie męskopłodne mogły wytwarzać nasiona również w wyniku samozapylenia (Nedić i in. 2013). Penetracja kwiatów u nasady kielicha wśród linii męskosterylnych kalafiora mogła ograniczać kontakt murarki ogrodowej ze znamionami słupków, co mogło być jedną z przyczyn ich słabszego zapylenia i skutkowało mniejszą niż u roślin męskopłodnych liczbą zawiązanych nasion. Luźna budowa kwiatu oraz dostępność najlepiej wykształconych miodników zewnętrznego okółka u podstawy kwiatu linii *cms* kalafiora była typową cechą tych linii i mogła powodować omijanie wnętrza kwiatu przez część pszczół, które nie dokonywały zapylenia krzyżowego. Przeprowadzone badania sugerują, że w kolejnych etapach hodowli linii z cechą cytoplazmatyczno-jądrowej męskiej sterylności należy prowadzić selekcję pod względem zwartości kwiatu. Cecha ta wpływa na sposób penetrowania kwiatu przez owady zapylające. Wniosek taki jest zgodny z zaobserwowaną wyższą wydajnością tworzenia nasion przez linie męskosterylne kalafiora typu *Ogu-INRA* o zwartej budowie kwiatu w porównaniu do linii kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* (Kamiński i in. 2012). Segregacja pod względem wydajności tworzenia nasion wśród roślin linii męskosterylnych może świadczyć o braku całkowitej homozygotyczności oraz wciąż istniejącym wysokim potencjale hodowlanym i większych możliwościach reprodukcyjnych po przeprowadzeniu dalszego wyrównania i selekcji. Zastosowanie komercyjnej linii *cms* kalafiora może zależeć od możliwości dalszego ulepszenia cech morfologicznych kwiatów, zwiększających ich zdolność do rozmnażania generatywnego.

#### WNIOSKI

1. Większość ulepszonych linii męskosterylnych kalafiora z cytoplazmą *B. nigra* odznaczała się dobrą lub średnią zdolnością do wytwarzania nasion oraz wysokim poziomem zmienności tej cechy wewnątrz linii.

2. Niższa wydajność tworzenia nasion linii *cms B. nigra* w porównaniu do linii męskopłodnych była związana z budową anatomiczno-morfologiczną kwiatów, w tym ich luźniejszą strukturą i odmiennym sposobem penetracji przez owady zapylające.
3. Wyniki badań sugerują, że w kolejnych etapach hodowli linii *cms B. nigra* należy prowadzić selekcję pod względem cechy zwartości kwiatu, wpływającej na sposób penetracji przez owady zapylające.

## Literatura

- Davis A.R., Fowke L.C., Sawhney V.K., Low N.H. 1996. Floral nectar secretion and ploidy in *Brassica rapa* and *B. napus* (Brassicaceae). II. Quantified variability of nectary structure and function in rapid-cycling lines. *Annals of Botany* 77: 223–234. DOI: 10.1006/anbo.1996.0026.
- Dickson M.H. 1975. G1117A, G1102A, and G1106A cytotsterile broccoli inbred. *Horticultural Science* 10: 535.
- Dickson M.H., Kyle M. 1987. Seed production on cytotsterile *B. oleracea* plants with *B. nigra* cytoplasm. *Cruciferae Newsletter* 12: 45.
- Dixon G.R. 2007. Vegetable brassicas and related crucifers. *Crop Production Science in Horticulture* 14. CABI, 327 s.
- Hoser-Krauze J. 1987. Influence of cytoplasmic male-sterility source on some characters of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L). *Genetica Polonica* 28: 101–108.
- Kamiński P., Dyki B. 2007. Seed productivity and seed stalk morphology of male-sterile cauliflower lines with *Brassica nigra* cytoplasm. W: Nowaczyk P. (red.), Spontaneous and induced variation for the genetic improvement of horticultural crops. University of Technology and Life Sciences Press, Bydgoszcz, s. 213–218.
- Kamiński P., Dyki B., Stębowska A.A. 2012. Improvement of cauliflower male sterile lines with *Brassica nigra* cytoplasm, phenotypic expression and possibility of practical application. *Journal of Agricultural Science* 4(4): 190–200. DOI: 10.5539/jas.v4n4p190.
- Kamiński P. 2014. The generative propagation and quality of new male-sterile cauliflowers with the *Ogu-INRA* and *Brassica nigra* cytoplasm. *Folia Horticulturae* 26(1): 49–56. DOI: 10.2478/fhort-2014-0005.
- Kamiński P., Kozik E.U. 2014. Efektywność tworzenia nasion linii kapusty pekińskiej i kapusty głowiastej białej w zależności od rodzaju i liczby owadów zapylających oraz warunków uprawy. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 22: 31–40.
- Nedić N., Maćukanović-Jocić M., Rančić D., Rørslett B., Šoštarić I., Dajić Stevanović Z., Mladenović M. 2013. Melliferous potential of *Brassica napus* L.

- subsp. *napus* (Cruciferae). *Arthropod-Plant Interactions* 7: 323–333. DOI: 10.1007/s11829-013-9247-2.
- Ogura H. 1968. Studies on the new male-sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. *Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University* 6: 39–78.
- Pearson O.H. 1972. Cytoplasmically inherited male sterility characters and flavor components from the species cross *Brassica nigra* (L.) Koch × *B. oleracea* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 97(3): 397–402.
- Weryszko-Chmielewska E., Sulborska A. 2011. Morphological characters of the flowers and the structure of the nectaries of *Acer platanoides* L. *Acta Agrobotanica* 64(3): 19–28. DOI: 10.5586/aa.2011.026.
- Yamagishi H., Bhat S.R. 2014. Cytoplasmic male sterility in Brassicaceae crops. *Breeding Science* 64: 38–47. DOI: 10.1270/jsbbs.64.38.
- Yan-bin D., Zheng-hai H. 1995. The comparative morphology of the floral nectaries of Cruciferae. *Acta Phytotaxonomica Sinica* 33(3): 209–220.