

**OCENA CECH MORFOLOGICZNYCH LINII MARCHWI
W FAZIE GENERATYWNEJ**

**EVALUATION OF MORPHOLOGICAL TRAITS OF CARROT
BREEDING LINES IN GENERATIVE PHASE**

**Elżbieta U. Kozik, Renata Nowak, Marzena Nowakowska,
Piotr Kamiński**

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: Elzbieta.Kozik@inhort.pl

Abstract

The aim of the study was to examine the five fertile carrot inbreed lines in respect to morphological traits in generative stage. In the year of 2012, plants were generatively propagated both in the greenhouse and in the field of the Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Poland. Two types of pollinating insects (red mason bee and flies) were used for obtaining of seeds. Flowers of all carrot lines were fertile with desired morphological characters, high ability for the generative propagation and good usefulness for the breeding purposes. Growth conditions had an important impact on the morphology of the umbels of tested carrot lines. Plants propagated in the field produced significantly higher number of umbels and had higher seeding index than plants propagated in the greenhouse. Two types of insects had a similar effectiveness as pollinators for propagation of carrot both in the field and in the greenhouse.

Key words: *Daucus carota* subsp. *sativus*, fertile carrot inbreed lines, seeds, morphological traits

WSTĘP

Marchew (*Daucus carota* subsp. *sativus*) należy do grupy ważnych gospodarczo warzyw uprawianych w Polsce. Z produkcją na poziomie 87,4 tys. ton (GUS 2012) Polska zajmuje pierwsze miejsce w krajach Unii Europejskiej, a piąte na świecie. Warzywo to jest cenione ze względu na zawartość beta-karotenu, witamin, błonnika oraz przeciwutleniaczy i dlatego stanowi istotny składnik diety, niezbędny dla zdrowego odżywiania. W uprawie marchwi dominują obecnie mieszańce heterozyjne, charakteryzujące się wysokim wyrównaniem i większą plennością w porównaniu do odmian ustalonych. Nowo wytworzone odmiany mieszańcowe powinny spełniać zarówno wymagania producentów, jak również odznaczać

się dobrą przydatnością do przetwórstwa i atrakcyjnością dla konsumentów. Hodowla mieszańców F₁ marchwi jest procesem złożonym, wymagającym wykorzystania stabilnych i wysokowydajnych pod względem tworzenia nasion komponentów rodzicielskich z cechą męskiej sterility (A), linii dopełniających, umożliwiających ich rozmnażanie generatywne (B), jak również linii płodnych (C), które cechuje wysoka jakość cech użytkowych mających wpływ na atrakcyjność odmiany. Z tego względu hodowla nowych, homozygotycznych linii marchwi jest niezbędnym warunkiem uzyskania wartościowych odmian mieszańcowych (Kozik i in. 2012). Marchew jest rośliną dwuletnią, która w pierwszym roku wytwarza części wegetatywne, a w drugim roku uprawy tworzy pęd kwiatostanowy i nasiona (Adamus i in. 2009). Wydajność tworzenia nasion marchwi w dużym stopniu zależy od cech anatomiczno-morfologicznych kwiatów oraz od obecności owadów zapylających, które wabione są białą barwą płatków i nektarem wydzielanym przez kwiaty (Michalik 1993).

Celem przedstawionych badań była ocena płodności oraz efektywności wytwarzania nasion męskopłodnych linii marchwi rozmnażanych w zależności od: 1) warunków uprawy (szklarnia, pole), 2) morfologii pędów nasiennych, 3) rodzaju owadów zapylających (mucha domowa – *Musca domestica*, pszczoła samotnica – *Osmia rufa*).

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było pięć linii płodnych marchwi: PWP 1, PWP 2, PWP 3, PWP 4, PWP 5 rozmnażanych generatywnie w roku 2012 w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa. Badane populacje odznaczały się wysoką wartością użytkową korzeni, ocenioną w fazie wegetatywnej w roku 2011 (Kozik i in. 2011). Wyselekcjonowane po zbiorze w 2011 roku korzenie marchwi o najbardziej pożądanym i typowym dla każdej linii cechach morfologiczno-użytkowych, poddano jaryzacji w temperaturze 2 °C. W celu uzyskania roślin nasiennych, w pierwszej dekadzie maja zjarowizowane korzenie wysadzono w pole po 20 szt. dla każdej z linii na poletkach z izolatorami o powierzchni 9 m² i do donic 5-litrowych wypełnionych substratem torfowym i piaskiem, ustawionych bezpośrednio na gruncie w szklarni. W trakcie wegetacji stosowano nawożenie i ochronę zgodnie z wymaganiami i bieżącymi potrzebami roślin tego gatunku.

Podczas kwitnienia przeprowadzano obserwacje kwiatów z uwzględnieniem obecności i morfologii pylników oraz barwy płatków. Określono

również budowę pędów nasiennych, oceniając następujące ich cechy morfologiczne: szerokość baldacha głównego oraz liczbę baldachów poszczególnych rzędów od I do III. Owadami zapylającymi były: mucha domowa (*Musca domestica*) oraz pszczoła samotnica (*Osmia rufa*), których poczwaraki sukcesywnie wprowadzono do izolatorów od połowy czerwca (początek kwitnienia) do 3 dekady sierpnia. Zbiór nasion przeprowadzono wielokrotnie, indywidualnie dla każdej z linii, w miarę dojrzewania baldachów poszczególnych rzędów, od końca sierpnia do pierwszej dekady października.

Ocenę statystyczną wyników wykonano przy pomocy analizy wariancji z wykorzystaniem programu STATISTICA 8.0 (StatSoft, Polska). Istotność różnic między średnimi określono testem Duncana przy poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Oceniane linie płodne charakteryzowały się typową dla marchwi budową pędów nasiennych. W skład pędu nasiennego wchodzi pęd główny zakończony baldachem głównym. Pęd ten tworzy rozgałęzienia zakończone baldachami pierwszego i kolejnych rzędów. Szerokość baldacha głównego u wszystkich badanych linii była większa w uprawie szklarniowej niż w polu (tab. 1). Nie miało to żadnego wpływu na produktywność nasienną, gdyż zarówno w polu, jak i w szklarni masa nasion była zbliżona (tab. 2). W zależności od warunków uprawy (szklarnia, pole) u wszystkich badanych linii zaobserwowano zróżnicowanie pod względem liczby baldachów poszczególnych rzędów. Rośliny uprawiane w polu tworzyły istotnie więcej baldachów poszczególnych rzędów niż rośliny uprawiane w szklarni (tab. 1). Największą liczbą baldachów I, II i III rzędu (odpowiednio 22,3, 55,7, 48,3 szt./roślinę) w uprawie polowej charakteryzowała się linia PWP 2. Natomiast w szklarni największą średnią liczbę baldachów I rzędu wytworzyła linia PWP 4 (9,3 szt.), II – PWP 5 (23,0 szt.), III rzędu – PWP 2 (19,5 szt.) (tab. 1).

Efektywność wytwarzania nasion linii marchwi rosnących w warunkach polowych była znaczenie większa (23,6 g/roślinę) niż uprawianych w szklarni (6,3 g/roślinę) (tab. 2). Natomiast użycie dwóch gatunków owadów zapylających (mucha domowa, pszczoła samotnica) generowało podobną produktywność nasienną zarówno w polu, jak i w szklarni (rys. 1).

Tabela 1. Szerokość baldacha głównego oraz liczba baldachów poszczególnych rzędów linii marchwi uprawianych w warunkach szklarniowych i polowych

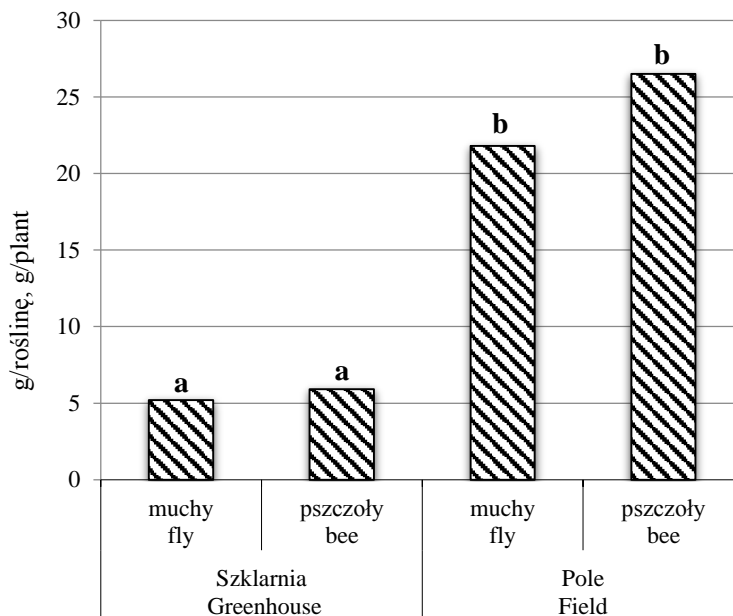
Table 1. Width of the main umbel and number of umbels for tested carrots lines cultivated in the greenhouse and in the field

Linia, Line	Szerokość baldacha głównego (cm) Width of the main umbel (cm)	Liczba baldachów, Number of umbels		
		I rzędu 1st row	II rzędu 2nd row	III rzędu 3rd row
Szklarnia, Greenhouse				
PWP 1	7,5 b	8,8 a	14,0 a	5,3 a
PWP 2	8,3 b	7,5 a	18,0 a	19,5 b
PWP 3	9,7 c	8,3 a	15,7 a	5,3 a
PWP 4	9,7 c	9,3 a	17,0 a	3,5 a
PWP 5	12,0 d	8,3 a	23,0 b	7,1 a
Średnia, Mean	9,4	8,4	17,5	8,1
Pole, Field				
PWP 1	5,4 a	20,5 c	33,7 c	14,6 ab
PWP 2	7,0 b	22,3 c	55,7 d	48,3 c
PWP 3	7,9 b	9,3 a	35,2 c	40,0 c
PWP 4	8,2 b	14,5 b	28,0 bc	20,8 b
PWP 5	9,5 c	9,9 a	31,7 c	22,3 b
Średnia, Mean	7,6	15,3	36,9	29,2

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według testu Duncana przy $p = 0,05$

Means followed by the same letter within columns are not significantly different according to Duncan's test at $p = 0.05$

Obserwowano wyraźne zróżnicowanie w zdolności do wiązania nasion pomiędzy badanymi liniami marchwi, uprawianymi zarówno w warunkach polowych (10,4-37,2 g/roślinę), jak i szklarniowych (2,0-9,4 g/roślinę) (tab. 2). W warunkach polowych produktywność nasienne była kilkakrotnie większa (118,3 g) niż w warunkach szklarniowych (31,5 g). Najwyższą wydajnością tworzenia nasion w obu warunkach uprawy charakteryzowała się linia PWP 1 (szklarnia – 9,4 g/roślinę; pole – 37,2 g/roślinę) (tab. 2). Natomiast najniższą masę nasion zarówno w polu (10,4 g/roślinę), jak i w szklarni (2 g/roślinę) wytworzyła linia PWP 2.



Rys. 1. Produktowność nasienna linii marchwi w zależności od warunków uprawy (szklarnia, pole) oraz rodzaju owada zapylającego (mucha domowa, pszczoła samotnica)

Fig. 1. Productivity of seeds respective to the conditions of cultivation (greenhouse, field) and type of pollinating insects (fly, red mason bee)

Ogólna produktywność nasienna wszystkich linii była największa z baldachów I rzędu w warunkach uprawy szklarniowej (19,7 g), podczas gdy w polu najwięcej nasion otrzymano z baldachów II rzędu (53,4 g) (tab. 2). Wyniki te są zgodne z doniesieniami innych autorów, którzy także wskazują na większą zdolność do wiązania nasion w baldachach II rzędu w uprawie polowej (Rubatzky i in. 1999). W przypadku naszych badań mogło to wynikać z większej liczby baldachów II rzędu w polu niż w szklarni. Największą masę nasion uzyskano z baldachów I rzędu u linii PWP 1 w warunkach szklarniowych (7,8 g/roślinę) i z baldachów II rzędu w warunkach polowych (15,2 g/roślinę). Podobną wysoką produktywnością nasienną w polu charakteryzowały się linie PWP 3 (dla baldachua II rzędu – 14,9 g/roślinę) i PWP 5 (dla baldacha I rzędu – 14,2 g/roślinę) (tab. 2).

Tabela 2. Produktywność nasienna linii marchwi w warunkach uprawy szklarniowej i polowej w zależności od rodzaju baldacha

Table 2. Seed productivity of carrot lines in the greenhouse and in the field, depending on the type of umbel

Linia Line	Szklarnia, Greenhouse				Suma Total
	baldach główny main umbel	baldach I rzędu 1st row umbel	baldach II rzędu 2nd row umbel	baldach III rzędu 3rd row umbel	
PWP 1	1,3*ab	7,8 c	0,3 a	0,0 a	9,4
PWP 2	0,2 a	1,5 a	0,2 b	0,1 a	2,0
PWP 3	0,6 a	2,1 a	3,1 b	0,0 a	5,8
PWP 4	0,7 a	4,8 b	1,4 a	0,7 a	7,6
PWP 5	1,3 ab	3,5 ab	1,0 a	0,9 a	6,7
Suma, Total	4,1	19,7	6,0	1,7	31,5
Średnia, Mean					6,3
Pole, Field					
PWP 1	0,5 a	10,2 d	15,2 e	11,3 c	37,2
PWP 2	0,7 a	4,1 b	5,2 bc	0,4 a	10,4
PWP 3	0,4 a	2,8 a	14,9 e	3,9 b	22,0
PWP 4	1,9 b	8,8 c	6,3 c	0,7 a	17,7
PWP 5	1,3 ab	14,2 e	11,8 d	3,7 b	31,0
Suma, Total	4,8	40,1	53,4	20,0	118,3
Średnia, Mean					23,7

*masa nasion (g/roślinę), mass of seeds (g/plant)

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według testu Duncana przy $p = 0,05$

Means followed by the same letter within columns are not significantly different according to Duncan's test at $p = 0.05$

Analiza cech morfologicznych kwiatów dla wszystkich badanych linii wsobnych wykazała ich obupłciowość oraz budowę typową dla płodnych genotypów marchwi z pięciopłatkową koroną o białej barwie, z pięcioma pylnikami osadzonymi na długich nitkach pylnikowych, jednym słupkiem złożonym z dwóch owocolistków oraz prawidłowo rozwiniętymi miodnikami (fot. 1).



Fot. 1. Męskopłodny kwiat marchwi
Photo 1. Male fertile flower of carrot

Otrzymane wyniki dotyczące rozmnażania generatywnego męskopłodnych genotypów marchwi potwierdzają tezę, że warunki uprawy mają istotny wpływ na wydajność tworzenia nasion (Michalik 1993, Szafirowska-Walędzik 1997), a warunki polowe są optymalnymi dla ich reprodukcji. Dobra produktywność nasienna wyhodowanych i badanych w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii linii marchwi potwierdza ich wysoką wartość hodowlaną zarówno w fazie wegetatywnej (Kozik i in. 2011), jak i w fazie generatywnej opisanej w niniejszym doniesieniu. Wyniki efektywnego wykorzystania muchy domowej oraz pszczoły samotnicy, jako owadów zapylających, mają duże znaczenie praktyczne i umożliwiają wybór najlepszej metody zapylania.

PODSUMOWANIE

1. Wyhodowane w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych populacje marchwi charakteryzowały się korzystnymi cechami morfologicznymi kwiatów oraz wysoką zdolnością do rozmnażania generatywnego, co sprawia że mogą one stanowić wartościowy materiał w przyszłych programach hodowlanych tego gatunku.
2. Warunki uprawy płodnych linii marchwi (szklarnia, pole) wywarły wyraźny wpływ na architekturę pędów nasiennych. Rośliny uprawiane w polu wykształciły znacznie większą liczbę baldachów niż rośliny uprawiane w szklarni. Większą szerokością baldacha głównego cechowały się rośliny marchwi rosnące w szklarni niż w polu; nie miało to jednak wpływu na ich produktywność nasienną.

3. Efektywność badanych linii marchwi pod względem wiązania nasion była w dużym stopniu uzależniona od warunków uprawy roślin. Istotnie większą masę nasion z każdej linii uzyskano w warunkach polowych niż szklarniowych. Wyższa wydajność tworzenia nasion w polu mogła wynikać między innymi z większej liczby baldachów na poszczególnych rzędach pędów nasiennych.
4. Użycie dwóch gatunków owadów zapylających (much domowa, pszczoła samotnica) generowało podobną produktywność nasienną zarówno w polu, jak i w szklarni.

Literatura

- Adamus A., Grzebelus D., Klein M. 2009. Hodowla roślin z elementami genetyki i biotechnologii. Michalik B. (red.), PWRiL, Poznań, s. 255-256.
- GUS 2012. Wyniki produkcji roślinnej w 2011 roku. W: Informacje i opracowania statystyczne, Warszawa, s. 76.
- Kozik E.U., Nowak R., Nowakowska M., Kosson R. 2011. Ocena cech użytkowych linii marchwi w fazie wegetatywnej. *Now. Warz.* 52: 16-23.
- Kozik E.U., Nowak R., Nowakowska M., Dyki B. 2012. Level of sterility and morphological flowers differentiation of petaloid male-sterile plants of carrot. *J. Agr. Sci.* 4, 2: 187-194.
- Michalik B. 1993. Hodowla marchwi. W: Niemirowicz-Szczytt K. (red.), Hodowla roślin warzywnych. Wyd. SGGW, Warszawa, s. 55-77.
- Rubatzky V.E., Quiros C.F., Simon P.W. 1999. Carrots and vegetable Umbelliferae. CABI Publishing, University Press, Cambridge, UK, s. 88-95.
- Szafirowska-Walędzik A. 1997. Wpływ terminu siewu i zagęszczenia roślin w uprawie bezwysadkowej na morfologię nasiennika oraz wysokość i jakość plonu nasion marchwi. Praca doktorska, Instytut Warzywnictwa, Skierniewice, stron 91

Opracowanie wykonano w ramach zadania nr 6.5 Programu Wieloletniego Instytutu Ogrodnictwa „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”, finansowanego przez MRiRW.