

OCENA CECH UŻYTKOWYCH LINII MARCHWI W FAZIE WEGETATYWNEJ

EVALUATION OF ECONOMIC TRAITS OF CARROT BREEDING LINES IN VEGETATIVE PHASE

**Elżbieta U. Kozik, Renata Nowak, Marzena Nowakowska,
Ryszard Kosson**

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

WSTĘP

Marchew jadalna (*Daucus carota* ssp. *sativus*) należy do grupy najpowszechniej uprawianych warzyw w Polsce. Areał uprawy marchwi w kraju wynosi 29,5 tys. ha (GUS, 2009) co powoduje, że gatunek ten zajmuje pod względem powierzchni uprawy trzecie miejsce po kapuście i cebuli. Roczna produkcja marchwi w wysokości 814,9 tys. ton (GUS, 2009) daje Polsce pierwsze miejsce wśród krajów Unii Europejskiej, a na świecie czwarte. Korzenie marchwi są bardzo ważnym surowcem zarówno na rynku warzyw świeżych (bezpośrednie spożycie), jak i w przemyśle przetwórczym (produkcja soków, mrożenie, suszenie i konserwowanie). Szerokie wykorzystanie tego warzywa uwarunkowane jest obecnością wielu cennych dla ludzkiego zdrowia składników odżywczych, z których największe znaczenie ma β -karoten (prowitamina A). Karotenoidy ze względu na dużą wartość odżywczą i prozdrowotną stanowią istotny składnik diety człowieka, mają działanie antyoksydacyjne, korzystnie wpływają na funkcjonowanie wzroku, układu odpornościowego oraz odgrywają szczególną rolę w profilaktyce chorób nowotworowych (Klimczak 2010). Walory odżywcze i prozdrowotne marchwi, a także dostępność w handlu przez cały rok, powodują wysokie zainteresowanie producentów warzyw oraz przemysłu przetwórczego nowymi i coraz lepszymi odmianami. W związku z tym istnieje znaczne zapotrzebowanie na odmiany marchwi, zarówno heterozyjne, jak i ustalone o zwiększonej zawartości β -karotenu. W hodowli heterozyjnej marchwi, oprócz linii z cechą męskiej sterility, wykorzystuje się linie płodne, które umożliwiają reprodukcję linii sterylnych. Linie płodne mogą być również użyte w hodowli do tworzenia odmian populacyjnych (ustalonych). W obu przypadkach linie marchwi powinny jednak charakteryzować się korzystnymi cechami użytkowymi oraz wysoką zawartością składników odżywczych. Celem niniejszej pracy była ocena cech użytkowych oraz wybranych składników odżywczych płodnych linii marchwi pod wzglę-

dem zróżnicowania między- i wewnątrzliniowego, znajdujących się w kolekcji Pracowni Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa.

METODYKA I PRZEBIEG BADAŃ

W 2010 roku na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach przeprowadzono badania, na podstawie których oceniono pięć płodnych linii marchwi: PWP1, PWP2, PWP3, PWP4, PWP5. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Nasiona marchwi, po uprzednim zataśmowaniu, wysiano 10 maja w podwójne rzędy na redlinach przy rozstawie między redlinami 67,5 cm. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 10,8 m² (2,7 x 4 m). W czasie wegetacji rośliny marchwi były nawożone zgodnie z zaleceniami uprawowymi dla tego gatunku. Ochronę chemiczną przeciwko chorobom grzybowym przeprowadzono dopiero po ocenie ogólnej zdrowotności roślin oraz poziomu odporności liści na alternariozy. W celu uniknięcia niedoboru wody zastosowano nawadnianie kropelkowe. Obserwacje cech morfologicznych części nadziemnej roślin marchwi obejmowały: długość i szerokość liścia, pokrój rozety liściowej oraz podział blaszki liściowej. W czasie zbioru marchwi, na początku października, dokonano obserwacji następujących cech morfologicznych korzeni: wielkość i masa, procentowy udział rdzenia w korzeniu, kształt powierzchni, kształt korzenia, jego ramion i głowy, zakończenia oraz wybarwienie wewnętrzne rdzenia i kory. Obserwacje przeprowadzono na dwudziestu losowo wybranych korzeniach z każdego powtórzenia.

Bezpośrednio po ocenie cech użytkowych korzenie marchwi po wstępnych zabiegach technologicznych (sortowanie, mycie) poddano analizom chemicznym w celu oceny wartości odżywczej. Oznaczono zawartość β -karotenu, według metody opisanej przez Umieł i Gabelman (1971) oraz ekstraktu metodą refraktometryczną. Wykonano również pomiary wskaźników barwy aparatem CQ Spec HunterLab. Odmianą standardową był mieszaniec heterozyjny Kazan F₁, charakteryzujący się równomiernym wybarwieniem wewnętrznym korzenia, zarówno kory jak i rdzenia, oraz wysoką zawartością β -karotenu (Dziurda i in. 2007).

Ocenę statystyczną wyników wykonano przy pomocy analizy wariancji w układzie bloków losowanych przy użyciu programu STATISTICA 8.0, natomiast różnice między średnimi określono testem Dunkana przy poziomie istotności $P=0,05$.

WYNIKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono zróżnicowanie zarówno pomiędzy obiektami, jak i w obrębie linii pod względem niektórych cech. Jednocześnie zaobserwowano, że cechy morfologiczne korzenia w większym stopniu różnicowały badane linie aniżeli cechy morfologiczne liścia. Nie stwierdzono różnic pomiędzy liniami co do podziału blaszki liściowej i pokroju rozety liściowej. Wyjątek stanowiła linia PWP5, która w porównaniu z pozostałymi liniami tworzyła liście mniej wrębnne (tab. 1). Natomiast długość oraz szerokość liścia były cechami, które istotnie różniły badane obiekty. Największymi liśćmi cechowały się linie PWP3 i PWP5, natomiast najmniejsze odnotowano w przypadku linii PWP1. Wszystkie linie, z wyjątkiem PWP1, charakteryzowały się silnym ulistnieniem co sprawia, że mogą być one przydatne do mechanicznego zbioru. Na uwagę zasługuje fakt, iż wszystkie badane linie cechowała wysoka tolerancja naci na grzyby z rodzaju *Alternaria*.

Tabela 1. Cechy morfologiczne liścia linii marchwi
Table 1. Morphological features of leaf of carrot lines

Linia Line	Podział blaszki liściowej ¹ Leaf division ¹	Pokrój rośliny ² Plant habit ²	Długość liścia (cm) Leaf length (cm)		Szerokość liścia (cm) Leaf width (cm)	
			średnia mean	V(%)*	średnia mean	V(%)*
			PWP1	3-4	2	24,5 c
PWP2	3-4	2	30,9 b	10,8	17,1 ab	18,6
PWP3	3-4	2	34,2 ab	10,9	20,1 b	7,9
PWP4	3-4	2	35,4 a	9,7	15,9 ab	19,0
PWP5	2-3	2	37,5 a	10,4	18,5 ab	17,9
Zakres Range	2-4	2	24,5-37,5	9,7-14,0	15,4-20,1	7,9-21,1

¹ podział blaszki liściowej (1 - bardzo gruby, 5 - bardzo drobny)

leaf division (1 - very coarse, 5 - very fine)

² pokrój rośliny (1 - rozłożysty, 3 - wzniesiony)/ plant habit (1 - spreading, 5 - raised)

*V - współczynnik zmienności/ V - variation coefficient

Wartości liczbowe w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05
Values within columns followed by the same letter(s) indicate non significant differences at P=0.05.

Oceniając cechy morfologiczne korzenia stwierdzono, że największe korzenie wykształciły linie PWP2, PWP3 i PWP4 (tab. 2). Natomiast

dwie pozostałe: PWP1 i PWP5 cechowały się korzeniami mniejszymi, przy czym najkrótsze korzenie stwierdzono dla linii PWP5. Pod względem kształtu powierzchni korzenia nie obserwowano większych różnic pomiędzy badanymi liniami, które różniła co najwyżej jedna klasa bonitacji. Najbardziej gładkie korzenie wykształciły linie PWP3 i PWP5. Bardzo ważną cechą użytkową jest procentowy udział rdzenia (walca osiowego) w korzeniu. Najbardziej pożądane są korzenie o jak najmniejszym walcu, gdyż w porównaniu z korą jest on mniej zasobny w składniki odżywcze, przy jednocześnie zwiększonej tendencji do akumulacji azotanów. U wszystkich linii udział walca osiowego w korzeniu był zbliżony i wahał się w korzystnych wartościach od 32,0 do 42,4% średnicy korzenia.

Nie zaobserwowano również różnic między liniami co do kształtu korzenia i jego wszystkich części (tab. 3). Badane obiekty charakteryzowały się korzeniem stożkowatym lub lekko stożkowatym, z tendencją do zakończenia ostrego. Ponadto u wszystkich ocenianych linii stwierdzono zbliżone wybarwienie zarówno rdzenia, jak i kory. Należy również podkreślić, że były to korzenie dobrze i jednolicie wybarwione, bez wyraźnie zaznaczonego rdzenia co jest cechą bardzo pożądaną. Dodatkową korzystną cechą wszystkich badanych linii jest całkowity brak zazielenienia główek.

Analiza zawartości składników odżywczych wykazała, że badane linie różniły się pomiędzy sobą zawartością β -karotenu i ekstraktu oraz barwą (tab. 4). Najwyższą zawartością analizowanych składników, nieznacznie przewyższającą wyniki uzyskane z odmiany kontrolnej Kazan F₁, wyróżniły się korzenie linii PWP1. Poza tym, u linii PWP1 stwierdzono także najwyższe wskaźniki barwy „a”, „b” i „L”. Nieznacznie niższy poziom zawartości β -karotenu kształtującego się w granicach 96,8-107,1 mg·kg⁻¹ posiadały linie: PWP2, PWP4, PWP5. Porównując te wyniki z obserwacjami wybarwienia korzenia (tab. 3), okazuje się, że nie zawsze pozytywna ocena barwy, która zaznaczyła się u wszystkich linii, pokrywa się z wysoką zawartością β -karotenu. Podobne wnioski wyciągnęli wcześniej Dziurda i in. (2007). Najwyraźniej nie są to cechy genetycznie sprzężone.

Tabela 2. Cechy morfologiczne korzenia linii marchwi
Table 2. Morphological features of root of carrot lines

Linia Line	Masa (kg) Weight (kg)		Długość (cm) Length (cm)		Szerokość (cm) Width (cm)		Kształt powierzchni ¹ Surface shape ¹		Udział rdzenia w korzeniu (%) Core participation in root (%)
	średnia mean	V(%)*	średnia mean	V(%)*	średnia mean	V(%)*	średnia mean	V(%)*	
PWP1	0,06 a	33	19,3 a	12	2,5 a	14	3,0 b	0	32,0
PWP2	0,12 ab	45	22,4 a	12	3,3 a	18	2,5 ab	28	42,4
PWP3	0,11 ab	29	22,8 a	1	2,7 a	16	2,1 a	15	37,0
PWP4	0,14 b	30	20,5 a	8	3,1 a	15	2,9 b	25	38,7
PWP5	0,07 ab	47	14,8 b	14	3,1 a	20	2,3 a	21	35,5
Zakres Range	0,06-0,14	29-47	14,8-22,8	1-14	2,5-3,3	14-20	2,1-3,0	0-28	32,0-42,4

¹ powierzchnia korzenia (1 - gładka, 5 - silnie karbowana)/ root surface (1 - smooth, 5 - strongly rough)

*V(%) współczynnik zmienności/ V(%) variation coefficient

Wartości liczbowe w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05

Values within columns followed by the same letter(s) indicate no significant difference at P=0,05

Tabela 3. Pozostałe cechy morfologiczne korzenia linii marchwi
Table 3. Other morphological features of root of carrot lines

Linia Line	Kształt Shape of								Wybarwienie Color of		
	korzenia ¹ root	ramion ² soulders	głowy ³ head	zakończenia ⁴ tip	walca ⁵ core	kory ⁵ phloem					
	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	V(%)*	V(%)*	V(%)*	V(%)*	
PWP1	3,8 a	1,5 a	2,4 b	29	3,0 a	3	11	35	0	3	3
PWP2	3,2 a	2,0 ab	3,0 ab	0	2,9 a	3	13	0	11	3	3
PWP3	3,3 a	2,0 ab	3,0 ab	0	3,0 a	3	15	0	0	3	3
PWP4	3,4 a	2,6 c	3,6 a	14	2,9 a	3	21	20	30	3	3
PWP5	3,3 a	2,5 bc	3,5 a	15	2,4 b	3	15	21	22	3	3
zakres range	3,2-3,8	1,5-2,6	2,4-3,6	0-29	2,4-3,0	3	11-21	0-35	0-30	3	3

¹ kształt korzenia (1 - wrzecionowaty, 5 - silnie stożkowaty)/ root shape (1 - spindly, 5 - strongly conical)

² kształt ramion korzenia (1 - spadziste, 3 - proste)/ root shoulders shape (1 - sloping, 3 - straight)

³ kształt głowy korzenia (1 - silnie wypukła, 5 - silnie wklęsła); root head shape (1 - strongly raised, 5 - strongly concave)

⁴ kształt zakończenia korzenia (1 - tępy, 3 - ostry)/ root tip shape (1 - blunt, 3 - sharp)

⁵ wybarwienie kory i rdzenia (1 - żółte, 5 - mocno pomarańczowe)/ core and phloem color (1 - yellow, 5 - strongly orange)

*V(%) współczynnik zmienności/ V(%) variation coefficient

Wartości liczbowe w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05

Values within columns followed by the same letter(s) indicated no significant difference at P=0.05

Tabela 4. Zawartość składników odżywczych w korzeniach linii marchwi
Table 4. Content of nutrient components in roots of carrot lines

Linia Line	β-karoten β-carotene (mg·kg ⁻¹)		Ekstrakt Soluble solids (%)		Wyróżniki barwy Color indices					
	średnia mean		średnia mean		jasność (L) brightness (L)		czerwoność (a) redness (a)		żółtość (b) yellowness (b)	
	V(%)*		V(%)*		średnia mean		średnia mean		średnia mean	
PWP1	121,7 a	12,6	15,7 b	3,9	41,5 b	2,9	31,0 c	1,4	22,5 b	1,9
PWP2	107,1 a	8,4	11,7 ab	8,5	37,1 ab	4,8	25,2 ac	10,3	19,3 ab	7,4
PWP3	86,2 b	3,8	11,5 a	7,3	36,5 a	3,0	24,5 ab	4,0	19,0 ab	3,3
PWP4	100,6 ab	9,7	13,5 ab	7,7	38,5 b	10,0	25,4 ac	16,6	19,7 b	13,5
PWP5	96,8 ab	18,1	13,5 ab	12,6	34,5 a	4,7	23,4 ab	11,1	17,4 a	8,1
Zakres Range	86,2-217	3,8-12,6	11,5-15,7	3,9-12,6	34,5-41,5	2,9-10,0	23,5-31,0	1,4-16,6	17,4-22,5	1,9-13,5
Kazan F ₁ Kontrola Control	117,5 a	3,4	12,0 ab	2,5	34,7 a	3,3	22,5 b	12,5	17,3 a	6,8

*V(%) współczynnik zmienności/ V(%) variation coefficient
Wartości liczbowe w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy P=0,05
Values within columns followed by the same letter(s) indicated no significant difference at P=0.05

Niewysokie współczynniki zmienności (V) dla większości badanych cech morfologicznych liści i korzeni, a także składników odżywczych, świadczą o dużym wyrównaniu wewnątrzliniowym badanych populacji. Najwyższy poziom zróżnicowania wewnątrzliniowego odnotowano dla masy korzenia u wszystkich ocenianych linii ($V=29-47\%$, tab. 2). Może to również wynikać z wpływu czynników agrotechnicznych i klimatycznych (Rubatzky i in. 1999). W nieco mniejszym stopniu cechami, które różnicują wewnątrzliniowo są: kształt powierzchni dla genotypów z PWP2 i PWP4, kształt ramion i głowy wśród pojedynków z PWP1 oraz kształt zakończenia korzenia dla genotypów z PWP4. Pozostałe cechy posiadały niski stopień zróżnicowania wewnątrzliniowego. Najbardziej wyrównane genotypy pochodzą z linii PWP3, najmniej PWP5 pod względem wszystkich analizowanych cech.

W przeciwieństwie do uzyskania jak najmniejszej zmienności wewnątrzliniowej, w hodowli nowych linii dąży się do zwiększenia zakresu zmienności między populacjami co zostało osiągnięte w niniejszych badaniach i co może być wykorzystane w hodowli heterozyjnej, przy produkcji mieszańców F_1 marchwi.

WNIOSKI

1. Wszystkie oceniane linie (PWP1, PWP2, PWP3, PWP4, PWP5) posiadały wysoki oraz średni poziom zróżnicowania międzyliniowego pod względem większości ocenianych cech liścia i korzenia. Największe zróżnicowanie pomiędzy obiektami dotyczyło długości liścia i kształtu ramion korzenia. Niższy poziom zróżnicowania międzyliniowego obserwowano względem: szerokości liścia, masy oraz długości korzenia, kształtu powierzchni, głowy i zakończenia korzenia, zawartości β -karotenu, ekstraktu oraz barwy.
2. Niewysokie współczynniki zmienności dla większości badanych cech morfologicznych liści i korzeni, a także składników odżywczych, świadczą o dużym wyrównaniu wewnątrzliniowym badanych populacji.
3. Przeprowadzona ocena linii płodnych wykazała, że zgromadzone w Pracowni Hodowli i Biotechnologii populacje marchwi, charakteryzują się korzystnymi cechami użytkowymi i mogą być przeznaczone do dalszego etapu prac w hodowli odmian ustalonych i heterozyjnych.

Literatura

- Dziurda M., Pędziński M., Matuszak W. 2007. Ocena plonowania i wartości technologicznej próbnym mieszańców marchwi ze „Spójni” Nochowo. *Nowości Warzywnicze* 45:17-22.
- GUS. 2009. Wyniki produkcji roślinnej.
- Klimczak A., Kubiak K., Cybulska M., Kula A., Dziki Ł., Malinowska K., 2010. Etiologia raka jelita grubego oraz bariera antyoksydacyjna ustroju, V Zjazd Polskiego Towarzystwa Onkologii i Hematologii Dziecięcej, 26-29 maja 2010, Międzyzdroje.
- Michalik B. 1993. Hodowla marchwi. W: Hodowla roślin warzywnych. Red. K. Niemirowicz-Szczytt. Wyd. SGGW, Warszawa: 55-77.
- Rubatzky V.E., Quiros C.F., Simon P.W. 1999. Carrots and vegetable *Umbelliferae*. CABI Publishing, University Press, Cambridge, UK.
- Umiel N., Gabelman W.H. 1971. Analytical procedures for detecting carotenoids of carrot (*Daucus carota* L.) roots and tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 96: 702-704.

Elżbieta U. Kozik, Renata Nowak, Marzena Nowakowska, Ryszard Kosson

EVALUATION OF ECONOMIC TRAITS OF CARROT BREEDING LINES IN VEGETATIVE PHASE

Summary

Phenotypic inter- and intra-line uniformity of five fertile breeding lines of carrot (*Daucus carota* L.) was assessed in respect to several morphological traits in a vegetative stage. The experiment was carried out in 2010 in the Research Institute of Horticulture in Skierniewice. All analyzed lines showed high or medium level of interline variation regarding most of morphological features of leaf and root. The biggest differences between lines were observed in leaf length and shoulder shape, and the smallest differences were noted for leaf width, root length, root tip shape, β -carotene and extract content, and root color. Low values of variation coefficient for most traits reflected high uniformity within each tested lines. Evaluation of carrot breeding lines showed that this material is well characterized with agrobotanical traits and may be used for further breeding of open-pollinated cultivars and/or F₁ hybrids.