

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie  
ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin  
e-mail: robert.gruszecki@up.lublin.pl

ROBERT GRUSZECKI, EWELINA ŁOPUCKA

### **Wpływ obsady roślin na wielkość i jakość plonu marchwi uprawianej na redlinach**

---

Effect of plant density on the quantity and quality of carrots grown on ridges

**Streszczenie.** W doświadczeniu badano wpływ obsady roślin na jednostce powierzchni (25, 50, 75, 100 szt. · m<sup>-2</sup>) i liczby rzędów na redlinie na wielkość i jakość plonu marchwi. Wykazano, że wraz ze zwiększaniem obsady roślin na jednostce powierzchni zwiększał się plon ogółem i plon handlowy, w tym plon korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm. Uprawiając dwa rzędy na redlinie, uzyskano większy plon ogółem, ale plon handlowy nie różnił się istotnie. Wraz ze wzrostem liczby roślin na jednostce powierzchni zwiększał się plon korzeni małych, ale nie zmieniał się plon korzeni rozwidlonych, uszkodzonych przez szkodniki, pękniętych i z objawami chorobowymi. Większy plon niehandlowy, korzeni rozwidlonych i małych, zebrano przy dwóch rzędach roślin na redlinie. Wraz ze wzrostem obsady roślin na jednostce powierzchni zmniejszała się średnia masa korzenia, ale nie zależała ona od liczby rzędów na redlinie. Długość korzenia marchwi ani masa liści wytworzonych przez rośliny nie zależały od zastosowanej obsady i liczby rzędów na redlinie.

**Słowa kluczowe:** zagęszczenie, liczba rzędów, struktura plonu, masa liści, długość i masa korzenia

#### WSTĘP

Marchew należy do najważniejszych warzyw uprawianych w Polsce, pod jej uprawę przeznaczają się corocznie 20–30 tys. ha [Smoleński i Stępka 2011]. W ostatnich latach wzrasta popularność uprawy marchwi na redlinach. Jako zalety takiej uprawy często wskazuje się lepszą jakość korzeni, większy plon i łatwiejszy zbiór [Babik i in. 1998, Cebulak i Sady 2000, Wierzbicka i in. 2004]. Uprawa taka może modyfikować jednak warunki wzrostu [Benjamin i in. 1990]. Redliny mogą szybciej przesycać, a także od-

znaczać się wyższą temperaturą [Benjamin i in. 1990, Anyszka i Dobrzański 2006]. Wielu autorów uważa warunki wzrostu za jedno z najważniejszych czynników wpływających na wielkość i jakość plonu [Michalik 1977, Krzesiński i Knaflewski 1997, Rosenfeld i in. 1998b, Gruszecki 2005]. Wywierają one również wpływ na cechy biometryczne korzeni [Rosenfeld i in. 1998a, b]. Zmiany warunków wzrostu roślin mogą wymagać pewnych modyfikacji technologii produkcji. Jedną z nich może być dostosowanie obsady roślin do zmodyfikowanej technologii uprawy [Evers i in. 1997]. Ponadto odległości między redlinami decydują o odległościach między rzędami roślin, co również może wpływać na wielkość i jakość uzyskiwanych plonów [Bussel 1973, Salter i in. 1979]. Powstało wiele prac dotyczących optymalnej obsady roślin w uprawie marchwi [Bussell 1973, Kępka i in. 1978, Salter i in. 1979, Evers i in. 1997, Lazcano i in. 1998, Rajasekaran i in. 2006, Silva i in. 2008]. Zagadnienie optymalnego zagęszczenia w uprawie marchwi na redlinach było podejmowane w nielicznych pracach [Evers i in. 1997].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zagęszczenia roślin i liczby rzędów na redlinie na wielkość i strukturę plonu marchwi.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, na glebie płowej wytworzonej z gliny średniej pylastej, o zawartości próchnicy 1,8% i pH 6,7. Nasiona marchwi odmiany 'Flakkese 2' (KHiNO POLAN Sp. z o.o.) wysiano 10 maja 2011 r. w ilości  $4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , w jednym lub dwu rzędach na redlinie. Powierzchnia poletka wynosiła  $4,05 \text{ m}^2$ , a liczba powtórzeń 4. Przed rozpoczęciem uprawy, w oparciu o analizę gleby, doprowadzono zawartość N do  $120 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (mocznik), P do  $80 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (superfosfat potrójny) i K do  $120 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (sól potasowa).

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów w czasie trwania doświadczenia  
Table 1. Mean air temperature and precipitation during experiment

Miesiąc/Month	Temperatura/Temperature (°C)		Opady/Precipitation (mm)	
	2011	Średnie z lat 1951–2005 Mean from years 1951–2005	2011	Średnie z lat 1951–2005 Mean from years 1951–2005
Kwiecień/April	10,3	7,4	29,9	40,2
Maj/May	14,3	13,0	42,2	57,7
Czerwiec/June	18,6	16,2	67,8	65,7
Lipiec/July	18,4	17,8	189,0	83,5
Sierpień/August	18,8	17,1	65,3	68,6
Wrzesień/September	15,2	12,6	5,4	51,6
Październik/October	7,9	7,8	28,5	40,1

Nawozy wymieszano glebogryzarką, a redliny uformowano co 67,5 cm maszyną MR2 Firmy Weremczuk. Po siewie poletka opryskano herbicydem zawierającym linuron w dawce  $0,675 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Afalon Dyspersyjny 450 SC), uzupełniające odchwaszczenie ręczne przeprowadzono w fazie 5 liści właściwych. W fazie 2 liści właściwych wykonano przerywkę, doprowadzając liczbę roślin do zakładanej obsady ( $25, 50, 75$  i  $100 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Po tym zabiegu zastosowano uzupełniające nawożenie azotowe w ilości  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Pozostałe zabiegi agrotechniczne i ochronę roślin prowadzono zgodnie z aktualnie przyjętymi zasadami uprawy tej rośliny. Zbiór roślin przeprowadzono 5 października 2011 r. Analizę cech biometrycznych przeprowadzono dla 40 losowo wybranych roślin. Wyniki opracowano statystycznie, wyliczając półprzedziały ufności za pomocą testu Tukeya, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Warunki pogodowe panujące w czasie wegetacji marchwi przedstawiono w tab. 1.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ogółem marchwi, w zależności od obsady roślin i liczby rzędów na redlinie, wynosił od  $37,8$  do  $67,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (tab. 2). Odpowiadało to średnim wartościom plonów tego warzywa, wynoszącym od  $18,0$  do  $109,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , uzyskiwanych w doświadczeniach przez innych badaczy [Duch i in. 1970, Salter i in. 1979, Kęsik i Konopiński 1993, Evers i in. 1997, Majkowska-Gadomska i in. 2007, Suszyna 2009]. Stwierdzono, że w miarę zwiększania obsady roślin wzrastał plon ogółem korzeni marchwi (tab. 2). Większe plony korzeni marchwi przy zwiększonej obsadzie roślin stwierdziło wielu autorów [Bussell 1973, Lazcano i in. 1998, Silva i in. 2008]. Salter i in. [1979] oraz Rajasekaran i in. [2006] uzyskali

Tabela 2. Wpływ obsady roślin i liczby rzędów na redlinie na plon ogółem i handlowy marchwi  
Table 2. Effect of plant population and number of rows on the ridge on carrot total and marketable yield

Obsada roślin (szt. · m <sup>-2</sup> ) Plant density (plants · m <sup>-2</sup> )	Plon ogółem Total yield (t · ha <sup>-1</sup> )			Plon handlowy Marketable yield (t · ha <sup>-1</sup> )			Udział plonu handlowego w plonie ogółem Share of marketable yield in total field (%)		
	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean
25	37,8	38,9	38,3	23,2	24,3	23,8	61,5	62,6	62,1
50	40,3	52,7	46,5	26,7	35,5	31,1	66,3	67,4	66,9
75	43,4	55,9	49,7	32,3	37,6	35,0	74,4	67,3	70,9
100	52,4	67,5	59,9	40,4	46,6	43,5	77,0	69,1	73,1
Średnio/Mean	43,5	53,7	48,6	30,6	36,0	33,3	69,8	66,6	68,2
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> :									
Liczba rzędów (A)/Number of rows (A)			9,00			r.n./n.s.			
Obsada roślin (B)/Plant density (B)			17,00			12,87			
A × B			r.n./n.s.			r.n./n.s.			

zróżnicowane wyniki, a Mack [1979] stwierdził negatywny wpływ zwiększonej obsady roślin na wielkość plonu buraka ćwikłowego. Większe plony zebrano, gdy rośliny marchwi uprawiano w dwu rzędach na redlinie, niż gdy na redlinie wysiano tylko jeden rząd (tab. 2). Bussell [1973] wskazał, że miejscowe zwiększenie zagęszczenia roślin może

powodować uzyskiwanie mniejszych plonów pomimo takiej samej średniej obsady roślin na jednostce powierzchni. Według Saltera i in. [1979] liczba rzędów na zagonie nie wpływała na wielkość plonu ogółem korzeni.

Liczba rzędów na redlinie nie wpływała na wielkość plonu handlowego, ale zależał on od obsady roślin na jednostce powierzchni. Stwierdzono, że wraz ze zwiększeniem obsady roślin zwiększał się zarówno plon handlowy, jak i jego udział w plonie ogółem (tab. 2). Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi przez Bussella [1973]. Według Lazcano i in. [1998] plon handlowy nie zależał od liczby rzędów na jednostce powierzchni i obsady roślin.

Tabela 3. Wpływ obsady roślin i liczby rzędów na redlinie na plon korzeni marchwi o średnicy 30–60 mm

Table 3. Effect of plant population and number of rows on the ridge on yield of carrot roots with diameter 30–60 mm

Obsada roślin (szt. · m <sup>-2</sup> ) Plant density (plants · m <sup>-2</sup> )	Plon korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm Marketable yield of carrot roots with diameter 30–60 mm (t · ha <sup>-1</sup> )			Udział korzeni o średnicy 30–60 mm w plonie handlowym Share of roots with diameter 30–60 mm in marketable field (%)			Udział korzeni o średnicy 30–60 mm w plonie ogółem Share of roots with diameter 30–60 mm in total yield (%)		
	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean
25	20,0	21,6	20,8	86,2	88,9	87,6	52,9	55,5	54,2
50	21,8	29,0	25,4	81,7	81,7	81,7	54,1	55,0	54,6
75	23,7	29,5	26,6	73,4	78,5	76,0	54,6	52,8	53,7
100	27,8	34,8	31,3	68,8	74,7	71,8	53,1	51,6	52,4
Średnio/Mean	23,3	28,7	26,0	77,5	81,0	79,3	53,7	53,7	53,7
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> :									
Liczba rzędów (A)/Number of rows			3,40						
Obsada roślin (B)/Plant density			6,42						
A × B			r.n./n.s.						

Wykazano, że uprawa marchwi w dwu rzędach na redlinie przyczyniła się do uzyskania większego plonu handlowego korzeni o średnicy 30–60 mm, niż gdy na redlinie był tylko jeden rząd roślin (tab. 3). Wraz ze wzrostem obsady roślin na jednostce powierzchni zwiększał się plon korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm. Zaobserwowano jednak zmniejszanie się udziału takich korzeni w plonie handlowym wraz ze zwiększaniem obsady roślin, przy jednoczesnym utrzymywaniu się ich udziału w plonie ogółem na stałym poziomie. Liczba rzędów na redlinie nie modyfikowała udziału korzeni o średnicy 30–60 mm w plonie handlowym i ogółem. Salter i in. [1979] wykazali, że plon korzeni określonej wielkości może zależeć od rozstawu rzędów i zagęszczenia roślin.

Nie stwierdzono wpływu obsady roślin na wielkość plonu niehandlowego korzeni marchwi. Wykazano natomiast, że uprawiając na redlinie dwa rzędy roślin, uzyskano większy plon niehandlowy korzeni niż w przypadku wysiewu nasion tylko w jednym rzędzie. Podstawowym składnikiem plonu niehandlowego były korzenie rozwidłone (tab. 4). Gruszecki [2005] w badaniach plonowania pasternaku wykazał, że udział takich korzeni jest większy w plonie z uprawy na redlinach niż w plonie z uprawy płaskiej.



W niniejszym doświadczeniu większy plon korzeni rozwidlonych zebrano z uprawy w dwu rzędach na redlinie. Nie stwierdzono natomiast wpływu zróżnicowanej obsady roślin na jednostce powierzchni na plon korzeni rozwidlonych (tab. 4), chociaż Bienz [1965] oraz Dowker i Jackson [1977] wykazali, że wraz ze wzrostem liczby roślin na jednostce powierzchni zmniejszał się plon korzeni rozwidlonych.

Drugą pod względem wielkości część plonu niehandlowego korzeni stanowiły korzenie uszkodzone przez szkodniki. Na ten rodzaj strat nie wpływał żaden z czynników analizowanych w doświadczeniu (tab. 4). Według Jankowskiej i in. [2012] na wielkość uszkodzeń powodowanych przez szkodniki może mieć wpływ sąsiedztwo roślin.

Wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni zwiększał się udział korzeni, które nie osiągnęły wielkości handlowej. Wielkość plonu takich korzeni zależała od liczby rzędów na redlinie; więcej takich korzeni zebrano, gdy na redlinie rośliny rosły w dwu rzędach (tab. 4).

Nie udowodniono wpływu badanych czynników na plon korzeni pękniętych, pomimo że obserwowano zmniejszanie się plonu takich korzeni w miarę zwiększania obsady roślin na jednostce powierzchni (tab. 4). Podobne zależności wykazali również Bienz [1965], Bedford [1975] oraz Dowker i Jackson [1977].

Korzenie z objawami chorobowymi stanowiły najmniejszą część plonu niehandlowego i nie udowodniono jego zależności od czynników analizowanych w doświadczeniu (tab. 4).

Tabela 5. Wpływ obsady roślin i liczby rzędów na redlinie na cechy biometryczne i masę liści marchwi

Table 5. Effect of plant population and number of rows on the ridge on biometrical features of carrot roots and leaves yield

Obsada roślin (szt. · m <sup>-2</sup> ) Plant density (plants · m <sup>-2</sup> )	Średnia masa korzenia Mean weight of root (g)			Długość korzenia Length of root (cm)			Masa liści Weight of leaves (t · ha <sup>-1</sup> )		
	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean	1 rząd 1 row	2 rzędy 2 rows	Średnio Mean
25	153,7	127,2	140,5	17,8	17,1	17,5	13,5	14,1	13,8
50	122,8	127,0	124,9	17,3	17,6	17,5	14,8	15,1	15,0
75	86,7	118,8	102,7	16,8	17,5	17,2	14,7	13,4	14,0
100	71,0	79,0	75,0	16,1	16,4	16,3	17,8	16,1	16,9
Średnio/Mean	108,6	113,0	110,8	17,0	17,2	17,1	15,2	14,7	14,9
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub> :									
Liczba rzędów (A)/Number of rows (A)	r.n./n.s.			r.n./n.s.			r.n./n.s.		
Obsada roślin (B)/Plant density (B)	37,36			r.n./n.s.			r.n./n.s.		
A × B	r.n./n.s.			r.n./n.s.			r.n./n.s.		

Średnia masa korzenia zmniejszała się wraz ze wzrostem obsady roślin na jednostce powierzchni, w większym stopniu u roślin rosnących w jednym rzędzie niż w dwu rzędach na redlinie (tab. 5). Większą średnią masę korzenia u roślin rosnących w mniejszym zagęszczeniu stwierdziło wielu autorów [Thompson 1969, Salter i in. 1979, Evers i in. 1997, Alves i in. 2010]. Nie wykazano zależności pomiędzy liczbą rzędów na redlinie a średnią masę korzenia handlowego. Długość korzenia handlowego marchwi nie zależała od obsady roślin i liczby rzędów na redlinach. Warto jednak zwrócić uwagę, że zwią-

szenie obsady roślin do 100 szt. · m<sup>-2</sup> spowodowało zmniejszenie się długości korzenia handlowego, ale różnice te nie zostały udowodnione statystycznie (tab. 5). Lazcano i in. [1998] wykazali, że przy największym zagęszczeniu, 321 roślin na m<sup>2</sup>, długość korzenia była istotnie mniejsza niż przy mniejszej obsadzie roślin. Krótsze korzenie przy większym zagęszczeniu stwierdzili również Bedford [1975] i Thompson [1969]. Według Lazcano i in. [1998] zwiększenie liczby rzędów wpływało na uzyskanie dłuższych korzeni.

Obserwowano tendencję zwiększania się masy liści z jednostki powierzchni w miarę zwiększania obsady roślin, jednak tej zależności nie zdołano udowodnić statystycznie. Masa liści marchwi nie zależała od liczby rzędów na redlinie (tab. 5). Rekowska i Słodkowski [2008] przy większych odległościach między rzędami uzyskali większą masę liści buraka ćwikłowego.

#### WNIOSKI

1. Zwiększanie obsady roślin, z 25 do 100 szt. · m<sup>-2</sup>, powodowało zwiększenie plonu ogólnego oraz handlowego, w tym plonu korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm, a także zwiększenie udziału plonu handlowego w plonie ogółem, ale nie wpływało na udział korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm w plonie ogółem, natomiast powodowało spadek udziału takich korzeni w plonie handlowym.

2. Uprawa marchwi w dwu rzędach na redlinie przyczyniała się do uzyskania większego plonu ogólnego i korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm, ale nie oddziaływała na plon handlowy, udział plonu handlowego w plonie ogółem oraz na udział korzeni handlowych o średnicy 30–60 mm w plonie ogółem i handlowym.

3. Obsada roślin na jednostce powierzchni nie wpływała na wielkość plonu niehandlowego i większości jego składników, oddziaływała tylko na plon korzeni małych. Plon ten zwiększał się wraz z zagęszczeniem roślin na jednostce powierzchni.

4. Uprawa marchwi w dwu rzędach na redlinie przyczyniała się do uzyskania większego plonu korzeni niehandlowych, w tym korzeni rozwidlonych i małych, ale nie miała wpływu na plon pozostałych składników plonu niehandlowego.

5. Zwiększanie obsady roślin spowodowało tworzenie się korzeni o mniejszej średniej masie, nie zależała ona jednak od liczby rzędów na redlinie. Badane czynniki nie wywierały wpływu na średnią długość korzenia.

6. Niezależnie od obsady roślin i liczby rzędów na redlinie rośliny marchwi wytwarzały podobną masę liści.

#### PIŚMIENNICTWO

- Alves S.S.V., Negreiros M.Z., Aroucha E.M.M., Lopes W.A.R., Teófilo T.M.S., Freitas F.C.L., Nunes G.H.S., 2010. Qualidade de cenouras em diferentes densidades populacionais. *Rev. Ceres* 57 (2), 218–223.
- Anyszka Z., Dobrzański A., 2006. Zachwaszczenie w uprawie marchwi w zależności od sposobu uprawy. *Folia Hort.*, Supl. 1, 43–47.
- Babik J., Skierkowski J., Dudek J., 1998. Uprawa marchwi i cykorii sałatowej na redlinach. *Now. Warzyw.* 33, 5–8.

- Bedford L.V., 1975. A comparison of single row and larger plot techniques for variety performance trials of carrots. *J. Nat. Inst. Agric. Bot.* 13, 349–354.
- Benjamin J.G., Blaylock A.D., Brown H.J., Cruse R.M., 1990. Ridge tillage effects on simulated water and heat transport. *Soil Till. Res.* 18 (2–3), 167–180.
- Bienz D.R., 1965. Carrot splitting and second growth in central Washington as influenced by spacing, time of sidedressing and other cultural practices. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 86, 406–410.
- Bussell W.T., 1973. Effects of plant density and time of harvest on yield of small finger carrots. *New Zeal. J. Exp. Agr.* 1 (1), 69–72.
- Cebulak T., Sady W., 2000. Effect of cultivation methods on nutritive compounds in the carrot. *Folia Hortic.* 12 (1), 77–84.
- Dowker B.D., Jackson J.C., 1977. Variation studies in carrot as an aid to breeding. V. The effects of environments within a site on the performance of carrot cultivars. *J. Hortic. Sci.* 52, 299–307.
- Duch J., Radzikowska A., Bereśniewicz A., 1970. Plon i jakość warzyw uprawianych na glebie torfowej i mineralnej. *Biul. Warz.* 11, 147–175.
- Evers A.M., Tuuri H., Hägg M., Plaami S., Häkkinen U., Talvitie H., 1997. Soil forming and plant density effects on carrot yield and internal quality. *Plant Food Hum. Nutr.* 51 (4), 283–294.
- Gruszecki R., 2005. Wpływ metody uprawy na plonowanie pasternaku. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 515, 173–178.
- Jankowska B., Jędraszczyk E., Poniedziałek M., 2012. Effect of intercropping carrot (*Daucus carota* L.) with french marigold (*Tagetes patula nana* L.) and pot marigold (*Calendula officinalis* L.) on the occurrence of some pests and quality of carrot yield. *Acta Agrobot.* 65 (4), 133–138.
- Kępką A., Umiecka L., Fajkowska H., 1978. The influence of row spacing and plant density in rows on the yield of carrots and root quality. *Acta Hortic.* 72, 217–224
- Kęsik T., Konopiński M., 1993. Effect of some agrotechnic factors on soil properties, yield and some physical features of carrot. Part I. Physical properties of the soil. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 399, 113–118.
- Krzesiński W., Knaflowski M., 1997. The effect of solar radiation and temperature on carrot yield and quality. *J. Appl. Genet.* 38A, 196–199.
- Lazcano C.A., Dainello F.J., Pike L.M., Miller M.E., Brandeberger L., Baker L.R., 1998. Seed lines, population density, and root size at harvest affect quality and yield of cut-and-peel baby-carrots. *Hortic. Sci.* 33, 972–975.
- Mack H.J., 1979. Effect of row spacing, fertilizers, and harvest dates on table beets. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 104 (5), 717–720.
- Majkowska-Gadomska J., Wierzbicka B., Nowak M., 2007. Plonowanie dziewięciu odmian marchwi przeznaczonych dla przetwórstwa, uprawianych w rejonie Warmii. *Rocz. AR w Poznaniu* 383, 559–563.
- Michalik B., 1977. Sezonowa zmienność cech odmianowych korzeni marchwi jadalnej (*Daucus carota*). *Hod. Rośl. Aklim. Nasienn.* 21 (1), 101–111.
- Rajasekaran L.R., Astatkie T., Caldwell C., 2006. Seeding rate and seed spacing modulate root yield and recovery of slicer and dicer carrots differently. *Sci. Hortic.* 107, 319–324
- Rekowska E., Słodkowski P., 2008. Wpływ osłaniania roślin oraz zagęszczenia rzędów na plonowanie odmian buraka ćwikłowego uprawianego na zbiór pęczkowy. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 527, 265–271.
- Rosenfeld H.J., Samuelsen R.T., Lea P., 1998a. The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.). I. Constant diurnal temperature. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 73 (2), 275–288.



- Rosenfeld H.J., Samuelsen R.T., Lea P., 1998b. The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.). II. Constant diurnal temperatures under different seasonal light regimes. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 73 (5), 578–588.
- Salter P.J., Currah I.E., Fellows J.R., 1979. The effects of plant density, spatial arrangement and time of harvest on field and root size in carrot. *J. Agr. Sci.* 93 (2), 431–440.
- Silva J.B.C. da, Vieira J.V., Lana M.M., 2008. Processing yield of the carrot cultivar Esplanada as affected by harvest time and planting density. *Sci. Hortic.* 115 (3), 218–222.
- Smoleński T., Stępa G., 2011. Rynek owoców i warzyw – stan i perspektywy. *Analizy Rynkowe* 38. Agencja Rynku Rolnego, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.
- Suszyna J., 2009. Wpływ przedsięwzięcia osiadanego gleby na plonowanie marchwi (*Daucus carota* L.). *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 539, 693–699.
- Thompson R., 1969. Some factors affecting carrot root shape and size. *Euphytica* 18, 277–285.
- Wierzbicka B., Pierzynowska-Korniak G., Majkowska-Gadomska J., 2004. Wpływ metody uprawy i przechowywania na plon i jędrność korzeni spichrzowych dwóch odmian marchwi. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, *Agricultura* 239 (95), 541–418.

**Summary.** The effects of plant density (25, 50, 75, 100 plants · m<sup>-2</sup>) on the quality and quantity of carrot yield were studied in a field experiment. The total and marketable yields, including the yield of marketable roots with the diameter 30–60 mm progressively increased with the plant density. With two rows on a ridge a higher total but not marketable yield was harvested. The yield of small roots (<20 mm) increased with the plant density, but the latter did not influence the yields of bifurcated, rotted and split roots or those damaged by pests. The yields of nonmarketable, bifurcated and small roots were the highest with two rows on a ridge. The mean root weight was progressively decreased with increasing the plant density, but the number of rows on a ridge had no effect. The length of roots and the yield of leaves were not affected by plant density and row arrangement on the ridge.

**Key words:** plant density, number of rows, structure of yield, leaf yield, length and weight of roots