INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 43–54
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Stanisław Kaniszewski, Jacek Dyśko, Józef Babik

WPŁYW NAWADNIANIA I FERTYGACJI KROPLOWEJ AZOTEM NA PLONOWANIE WARZYW KORZENIOWYCH

EFFECT OF DRIP IRRIGATION AND NITROGEN FERTIGATION ON YIELD OF ROOT VEGETABLES

Streszczenie

W latach 2005–2007 przeprowadzono badania nad wpływem nawadniania oraz powierzchniowej i podpowierzchniowej fertygacji kroplowej azotem na plonowanie marchwi, pietruszki i cykorii korzeniowej w uprawie na redlinach i na płaskim gruncie. Fertygację prowadzono przy użyciu emiterów liniowych, które w obiektach z fertygacją podpowierzchniową umieszczone zostały na głębokości 50 mm od powierzchni redliny, pośrodku dwóch rzędów roślin. W kombinacjach z fertgacją powierzchniową emitery liniowe umieszczono na powierzchni pomiędzy dwoma rzędami roślin. Nawadnianie i fertygację rozpoczynano przy potencjale wodnym gleby wynoszącym – 30–40 kPa. Nawozy azotowe (100 $kg \cdot ha^{-1}N$) wprowadzono w dwóch dawkach. Pierwszą dawkę azotu w wysokości 50 $kg \cdot ha^{-1}$ zastosowano przedwegetacyjnie, drugą połowę wprowadzono poprzez fertygację. W kontroli, druga dawka azotu wniesiona została w nawożeniu posypowym. Kroplowa fertygacja powierzchniowa i podpowierzchniowa zastosowana na redlinach, jak i na płaskim gruncie powodowała istotny wzrost plonu handlowego korzeni spichrzowych marchwi, pietruszki oraz cykorii. W uprawie na redlinach istotnie wyższy plon marchwi uzyskano przy kroplowej fertygacji powierzchniowej w stosunku do fertgacji podpowierzchniowej. W uprawie pietruszki nie stwierdzono różnic w plonowaniu przy fertygacji powierzchniowej i podpowierzchniowej, natomiast w uprawie cykorii wyższy plon korzeni uzyskano, stosując fertgację powierzchniową niż podpowierzchniową. W uprawie pietruszki na redlinach udział korzeni niekształtnych w plonie był dwukrotnie mniejszy w porównaniu z uprawą na płaskim gruncie. Marchew i pietruszka uprawiane na redlinach wytwarzały dłuższe korzenie spichrzowe o lepszym kształcie w porównaniu z uprawą na płaskim gruncie. Kroplowa fertygacja powierzchniowa i podpowierzchniowa spowodowała istotny spadek suchej masy korzeni marchwi, natomiast w uprawie pie-

truszki metody uprawy jak również fertygacja nie miała istotnego wpływu na zawartość suchej masy. Fertygacja powierzchniowa i wgłębna powodowała istotny spadek zawartości azotu ogólnego i potasu w korzeniach pietruszki, w korzeniach marchwi spadek dotyczył tylko azotu ogólnego.

Słowa kluczowe: nawadnianie kroplowe, fertygacja, marchew, pietruszka, cykoria

Summary

In the years 2005–2007, experiments on the influence of drip irrigation and nitrogen fertigation on the yield of the carrot, parsley and chicory grown on ridges and on flat ground was carried out. Irrigation water and nitrogen solution was supplied via drip lines, which in subsurface irrigation were placed at a depth of 50 mm below the surface of the ridges, along the centreline between two rows of plants. In the case of surface irrigation, the drip lines were placed on the surface of the ridges between two rows of plants. Irrigation started when soil water potential was between -30 and -40 kPa. Nitrogen fertilizers (100 kg·ha^{-1}) were applied in two doses. The first dose was applied pre-plant, while the second one was delivered by fertigation. In the control treatment without irrigation, the second dose of nitrogen was applied by broadcasting. Both surface and subsurface fertigation used in the cultivation on ridges and on flat ground had a significant effect on the marketable yield of carrot, parsley and chicory roots. In case of carrot and chicory cultivated on ridges higher yield was obtained with surface drip irrigation and fertigation, however in case of parsley no significant differences in the yield between surface and subsurface drip irrigation were found. The yield of non-marketable parsley roots in ridge cultivation was twice as low as that in flat cultivation. Carrot and parsley cultivated on ridges produced significantly longer and better-shaped storage roots than cultivated on flat ground. Surface and subsurface drip irrigation and fertigation decreased dry matter content of carrot, however in case of parsley both cultivation method and fertigation had no effect on dry matter content. Surface and subsurface irrigation and fertigation significantly decreased total N and K content of parsley and total N of carrot.

Key wards: *drip irrigation, fertigation, carrot, parsley, chicory*

WSTĘP

W warunkach klimatycznych Polski woda jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o plonie i jakości niemal wszystkich gatunków warzyw. Krytycznym momentem w uprawie warzyw korzeniowych, zarówno w tradycyjnej uprawie na płaskim gruncie, jak i na redlinach, jest okres wschodów roślin [Kaniszewski 2006]. Nasiona takich gatunków, jak marchew, pietruszka i cykoria są małe i muszą być umieszczane dość płytko w wierzchniej warstwie gleby, która bardzo szybko przesycha, utrudniając kiełkowanie i wschody nasion [Błażewicz-Woźniak 1997, 1998]. Nawadniane stosowane jest najczęściej przy użyciu tradycyjnych deszczowni imitujących opad deszczu.

Deszczowanie po siewie sprzyja jednak zaskorupianiu się gleby, a zbyt obfite zatapia nasiona, co niekorzystnie odbija się na jakości wschodów. Obecnie coraz popularniejsze, również w uprawach warzyw gruntowych, staje się stosowanie nawodnień kroplowych, które można wykorzystać jednocześnie do nawożenia – fertygacji [Kaniszewski 2006]. W badaniach Rolbieckiego i in. [2003] plon marchwi w warunkach nawadniania kroplowego na glebie lekkiej był istotnie wyższy zarówno w lata suche jak i mokre. Dodatni wpływ kroplowego nawadniania na plon marchwi uprawianej na płaskim gruncie i redlinach uzyskali także Dyśko i Kaniszewski [2007], przy czym w uprawie na redlinach korzystniejsze było nawadnianie powierzchniowe niż wgłębne. Dłuższe przerwy w nawadnianiu marchwi powodują wytwarzanie cieńszych korzeni [Noruje, Henrico 1986]. Gutezeit [2001] najwyższy plon marchwi uzyskał przy polowej wilgotności gleby wynoszącej 75% i nawożeniu azotowym w dawce 150 kg $N \cdot ha^{-1}$. Natomiast Abel-Mawly [2004] najwyższy plon korzeni marchwi stwierdził przy dawce azotu wynoszącej 120 $kg \cdot ha^{-1}$ i ewaporacji równej 100%. W uprawie pietruszki zarówno powierzchniowe jak i podpowierzchniowe nawadnianie zwiększało istotnie plon oraz jakość, zmniejszając ilość korzeni rozwidlonych i niekształtnych [Kaniszewski, Dyśko 2008].

Cykoria sałatowa, która charakteryzuje się krótkim okresem wschodów również bardzo dobrze reagowała na nawadnianie kroplowe [Babik i in. 2005). Różnice we wzroście roślin nawadnianych i nienawadnianych były widoczne przez cały okres wegetacji. Plon korzeni przydatnych do pędzenia był bardzo wysoki, prawie dwukrotnie wyższy od uzyskanego w kombinacji kontrolnej, przy zachowaniu takiego samego udziału plonu handlowego w plonie ogólnym.

METODYKA

Badania przeprowadzono w latach 2005–2007, na polu doświadczalnym Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach, na glebie płowej zawierającej 15–17% części spławialnych w poziomie Ap (0–25 cm) oraz 1,15% substancji organicznej i pH 7,0. Doświadczenie założono w układzie dwuczynnikowym (sposób uprawy, nawadnianie) w 4 powtórzeniach.

Czynnikiem pierwszego rzędu była metoda uprawy:

- uprawa na redlinach,
- uprawa na płaskim gruncie.

Czynnikiem drugiego rzędu było nawadnianie:

- bez nawadniania,
- nawadnianie kroplowe powierzchniowe,
- nawadnianie kroplowe podpowierzchniowe.

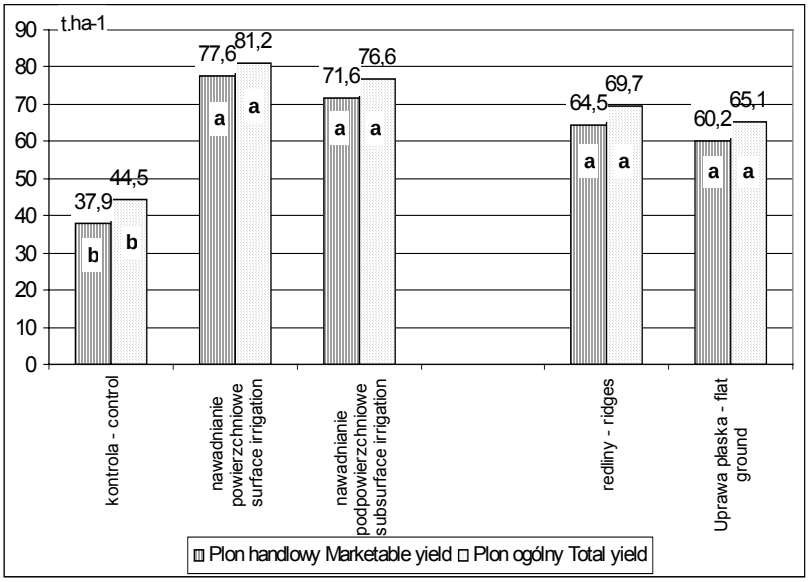
Nawadnianie prowadzono przy użyciu emiterów liniowych T – Tape, TSX – 208 – 20 – 500, które w obiektach z nawadnianiem podpowierzchniowym

umieszczone zostały na głębokości 50 mm od powierzchni redliny, pośrodku dwóch rzędów roślin. W kombinacjach z kroplowym nawadnianiem powierzchniowym, emitery liniowe umieszczono na powierzchni redlin pomiędzy dwoma rzędami roślin. Odległość między środkami redlin wynosiła 67,5 cm. Na redlinach wysiewano nasiona w 2 rzędach odległych o 10 cm. W ten sam sposób prowadzono uprawę na płaskim gruncie. System nawadniania został wyposażony w proporcjonalny dozownik do nawozów „Dosatron". Termin nawodnień określano za pomocą miernika wilgotności „Watermark" amerykańskiej firmy „Irrometer", rozpoczynając nawadnianie przy potencjale wodnym gleby wynoszącym 30–40 kPa. Nawozy fosforowe (80 kg·ha^{-1} P_2O_5) i potasowe (200 kg·ha^{-1} K_2O) zastosowano jednorazowo przedwegetacyjnie, nawozy azotowe (100 kg·ha^{-1}N) wprowadzono w dwóch dawkach. Pierwszą w wysokości 50 kg·ha^{-1} zastosowano przedwegetacyjnie, drugą połowę w kombinacjach z nawadnianiem wprowadzono w formie roztworu poprzez fertygację. W obiektach bez nawadniania pozostałą część azotu wniesiono w nawożeniu posypowym w drugiej połowie lipca.

Fertygację azotem zakończono w ostatnich dniach sierpnia. Marchew odmiany 'Nerac F_1' i pietruszkę odmiany 'Berlińska' wysiewano w kolejnych latach 16, 9 i 22 maja natomiast zbiór wykonano 18, 12 i 17 października. Po zbiorze pobierano po 20 korzeni marchwi i pietruszki w celu dokonania pomiarów oraz analizy składu chemicznego korzeni. Nasiona cykorii odmiany 'Platine F_1' wysiano 16,17 i 22 maja a zbiór wykonano 18 i 26 października oraz 8 listopada. Bezpośrednio po zbiorze korzenie cykorii wstawiane były do chłodni temperaturze przechowywane w temperaturze 2^{o}C do czasu pędzenia. Cykorię pędzono hydroponicznie w wodzie, stosując standardową pożywkę. Przeznaczano do tego celu korzenie handlowe, o średnicy 3–5 cm. Temperatura powietrza w czasie pędzenia wynosiła 17^{o}C, a pożywki 21–22^{o}C.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Plony. Nawadnianie kroplowe i fertygacja azotem oraz metoda uprawy miały istotny wpływ na plon handlowy i ogólny marchwi (rys. 1). Zarówno powierzchniowe, jak i podpowierzchniowe nawadnianie istotnie zwiększyło plon ogólny i handlowy korzeni w porównaniu do kombinacji kontrolnej. Nie stwierdzono istotnej różnicy w plonach pomiędzy nawadnianiem powierzchniowym i podpowierzchniowym, jakkolwiek występowała wyraźna tendencja do wyższych plonów w przypadku nawadniania powierzchniowego. Marchew uprawiana na redlinach plonowała lepiej niż uprawiana na płaskim gruncie. Niezależnie od nawadniania, średnio dla trzech lat badań plon handlowy korzeni marchwi uprawianej na redlinach wynosił 64,5 t·ha^{-1}, a na płaskim gruncie 60,2 5 t·ha^{-1}, natomiast plon ogólny wynosił odpowiednio 69,7 t·ha^{-1} i 65,1 t·ha^{-1}. Nie stwierdzono istotnej interakcji pomiędzy sposobem uprawy i nawadniania.



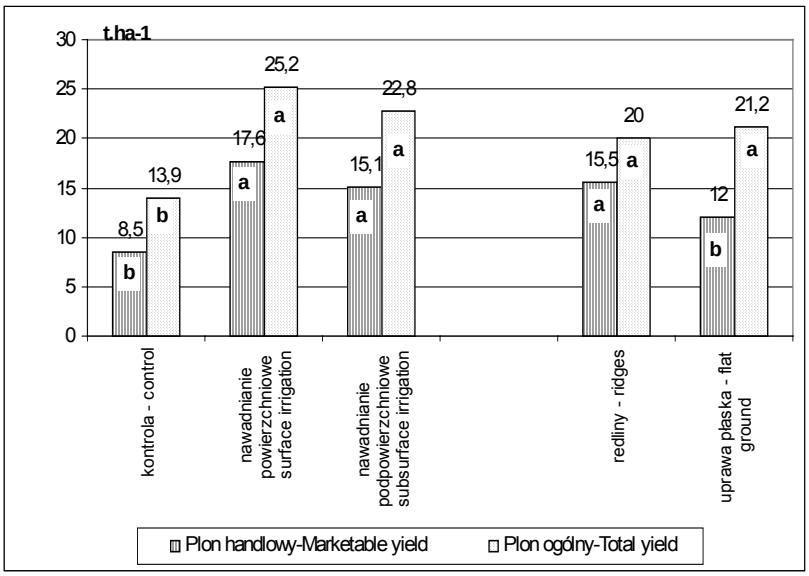
Rysunek 1. Wpływ nawadniania kroplowego i sposobu uprawy na plon korzeni marchwi (2005–2007)
Figure 1. Effect of drip irrigation and methods of cultivation on root yield of carrot (2005–2007)

Podobnie, jak w uprawie marchwi, nawadnianie pietruszki istotnie zwiększyło plon ogólny i handlowy korzeni, zarówno w uprawie na redlinach, jak i na płaskim gruncie. Średnio dla trzech lat badań i sposobu uprawy plon ogólny i handlowy był ponad dwukrotnie wyższy w warunkach nawadniania powierzchniowego oraz niemal dwukrotnie wyższy przy stosowaniu nawadniania wgłębnego, w porównaniu do kombinacji kontrolnej bez nawadniania. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w plonowaniu pietruszki pomiędzy zastosowaniem nawadniania powierzchniowego i nawadniania wgłębnego (rys. 2).

Plon handlowy w uprawie na redlinach średnio dla trzech lat badań, niezależnie od nawadniania wynosił 15,5 t·ha^{-1} i był istotnie wyższy niż w uprawie na płaskim gruncie, który wynosił 12,0 t·ha^{-1}. Nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnej różnicy w plonie ogólnym pomiędzy dwoma sposobami uprawy pietruszki.

Nawadnianie wpływało korzystnie na plon i jakość korzeni cykorii sałatowej, zwiększając istotnie plon ogólny w jednym i handlowy w dwóch latach badań. Największy wzrost plonu uzyskano w pierwszym roku badań, w którym wystąpiła susza w okresie wschodów oraz niedobór opadów w okresie wegetacji. W uprawie płaskiej oraz w roku o niedostatecznej wilgotności gleby, w uprawie na redlinach nawadnianie powierzchniowe było korzystniejsze w porównaniu do nawadniania wgłębnego, ponieważ stwarzało korzystniejsze

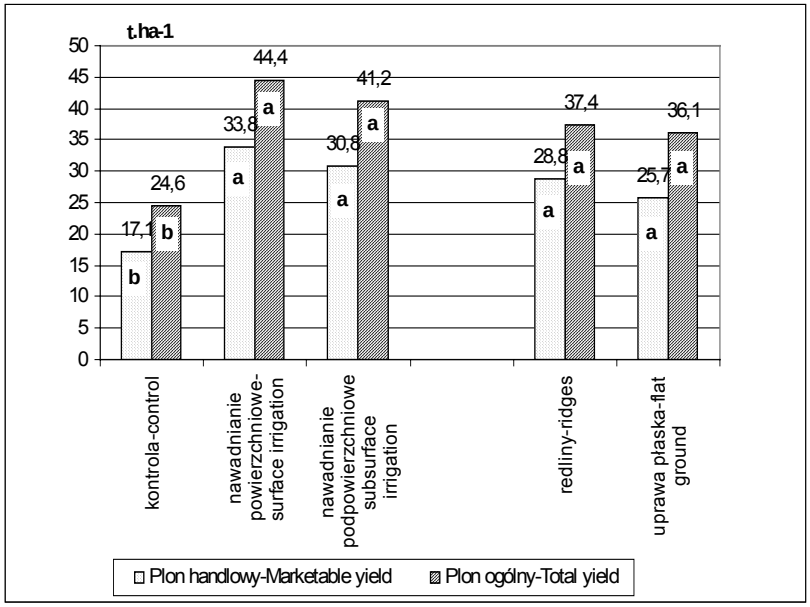
warunki wilgotnościowe dla kiełkujących nasion. W latach o dostatecznej ilości opadów w okresie kiełkowania i wschodów roślin, nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy nawadnianiem powierzchniowym i wgłębnym. Średnio dla trzech lat badań, niezależnie od sposobu uprawy, nawadnianie niemal dwukrotnie zwiększyło plon handlowy i ogólny cykorii sałatowej, przy czym wpływ ten był większy, w uprawie na redlinach w porównaniu do uprawy na płaskim gruncie (rys. 3). Sposób uprawy nie miał tak istotnego wpływu na plon korzeni cykorii, jednak stwierdzono wyraźną tendencję do wyższych plonów w uprawie na redlinach. Średnio dla trzech lat badań, niezależnie od nawadniania plon handlowy korzeni cykorii dla uprawy na płaskim gruncie wynosił 25,7 t·ha^{-1}, natomiast na redlinach 28,8 t·ha^{-1}. Plon ogólny natomiast wynosił odpowiednio 36,1 oraz 37,4 t·ha^{-1} (rys. 3).



Rysunek 2. Wpływ nawadniania kroplowego i metody uprawy na plon korzeni pietruszki (2005–2007)
Figure 2. Effect of drip irrigation and method of cultivation on root yield of parsley (2005–2007).

Przeprowadzone badania wykazały dodatnią reakcję wszystkich badanych gatunków warzyw na nawadnianie, co jest potwierdzeniem innych wyników badań [Kaniszewski 2006; Nortje, Henrico 1986; Rolbiecki i in. 2003]. Według Błażewicz-Woźniak [1997, 1998], plon warzyw korzeniowych w dużej mierze zależy od przebiegu warunków atmosferycznych. Nasiona takich gatunków, jak marchew, pietruszka i cykoria są małe i muszą być umieszczane dość płytko

w wierzchniej warstwie gleby, która bardzo szybko przesycha utrudniając kiełkowanie i wschody nasion. Nawadnianie powierzchniowe, które zapewnia lepsze warunki wilgotnościowe w okresie wschodów, dawało lepsze efekty w latach, w których wystąpiła susza w okresie kiełkowania i wschodów nasion [Dyśko, Kaniszewski 2007; Kaniszewski, Dyśko 2008]. W latach, w których występowała dostateczna ilość opadów, w początkowym okresie wzrostu nie stwierdzono różnic w plonowaniu badanych gatunków warzyw pomiędzy nawadnianiem powierzchniowym i wgłębnym.



Rysunek 3. Wpływ nawadniania kroplowego i metody uprawy na plon korzeni cykorii (2005–2007)
Figure 3. Effect of drip irrigation and method of cultivation on root yield of chicory (2005–2007)

Jakość korzeni. Nawadnianie miało istotny wpływ na długość i grubość korzeni marchwi (tab. 1). Zarówno w uprawie na redlinach jak i na płaskim gruncie, korzenie marchwi były istotnie dłuższe i grubsze, w porównaniu do kombinacji kontrolnej bez nawadniania. Nie stwierdzono natomiast istotnej różnicy w omawianych cechach pomiędzy nawadnianiem powierzchniowym i wgłębnym. Marchew uprawiana na redlinach wykazywała tendencję do wytwarzania korzeni dłuższych i o mniejszej średnicy, niż ta uprawiana na płaskim gruncie, której korzenie były o większej średnicy, ale krótsze. Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wcześniej przeprowadzonych badań przez Dyśko i Kaniszewskiego [2007].

Nie stwierdzono istotnego wpływu nawadniania, jak i sposobu ułożenia emiterów na długość i średnicę korzeni pietruszki (tab. 1). Badane cechy były

Tabela 1. Wpływ nawadniania kroplowego i metody uprawy na długość i średnicę korzeni marchwi i pietruszki oraz zawartość suchej masy (2005–2007)
Table 1. Effect of drip irrigation and method of cultivation on root length, diameter and dry matter content of carrot and parsley (2005–2007)

Metoda uprawy Cultivation methods	Nawadnianie Irrigation treatments	Marchew Carrot			Pietruszka Parsley		
		Długość korzeni Length of roots (cm)	Grubość korzeni Root diameter (mm)	Sucha masa Dry matter %	Długość korzeni Length of roots (cm)	Grubość korzeni Root diameter (mm)	Sucha masa Dry matter %
Redliny Ridges	Podpowierzchniowe Subsurface	19,33	35,40	18,22	21,37	41,60	27,99
	Powierzchniowe Surface	19,47	36,43	17,64	21,60	39,26	27,70
	Bez nawadniania Without irrigation	17,80	33,07	19,86	21,17	43,76	26,99
	Średnio – mean	**18,87a**	**34,97a**	**18,57a**	**21,38a**	**41,54a**	**27,56a**
Płaski grunt Flat ground	Podpowierzchniowe Subsurface	17,60	41,03	17,96	17,00	46,96	26,26
	Powierzchniowe Surface	16,97	41,00	18,57	17,40	44,90	26,28
	bez nawadniania Without irrigation	15,37	37,27	20,31	17,37	47,06	27,31
	Średnio – mean	**16,64a**	**39,77a**	**18,95a**	**17,26b**	**46,31a**	**26,62a**
Średnio dla nawadniania: Mean for irrigation treatments:							
Podpowierzchniowe Subsurface		**18,47a**	**38,22a**	**18,09b**	**18,09**	**44,28a**	**27,12a**
Powierzchniowe Surface		**18,22a**	**38,72a**	**18,11b**	**18,11**	**42,08a**	**26,99a**
Bez nawadniania Without irrigation		**16,58b**	**35,17b**	**20,08a**	**20,08**	**45,41a**	**27,15a**

zbliżone i nie wykazywały zależności od zastosowanych kombinacji nawodnieniowych. Stwierdzono natomiast wyraźny wpływ sposobu uprawy na długość korzeni pietruszki. W uprawie na redlinach długość korzeni pietruszki wynosiła średnio 21,38 cm i była istotnie większa niż w uprawie na płaskim gruncie, która wynosiła średnio 17,26 cm. Sposób uprawy nie miał wpływu na średnicę korzeni pietruszki. Według Błażewicz- Woźniak (1998), na kształt i długość korzeni pietruszki w dużym stopniu oddziałuje przedsiewny sposób przygotowania

gleby, który modyfikuje jej gęstość, porowatość i zwięzłość. Właściwie przygotowane redliny na całym przekroju utrzymują taką samą zwięzłość gleby, stwarzając odpowiednie warunki dla wzrostu warzyw korzeniowych [Babik i in. 2005]. Nawadnianie marchwi istotnie obniżało zawartość suchej masy w korzeniach, natomiast nie miało wpływu na ten parametr w przypadku pietruszki. W badaniach Rolbieckiego i in. [2003] zarówno nawadnianie deszczowniane, jak i kroplowe nie obniżało zawartości suchej masy w korzeniach marchwi. W badaniach Dyśko i Kaniszewskiego [2007] stwierdzono natomiast, że pod wpływem nawadniania kroplowego istotnie zmniejszała się zawartość suchej masy w korzeniach marchwi. Evers i in [1997] stwierdzili wyższą zawartość suchej masy w uprawie marchwi na redlinach, w porównaniu do uprawy na płaskim gruncie.

W przypadku cykorii sałatowej określano wpływ badanych czynników na jakość główek uzyskanych w czasie pędzenia. Średnia masa główek uzyskanych z korzeni nawadnianych była wyższa w stosunku do korzeni uzyskanych z uprawy bez nawadniania, natomiast nie stwierdzono różnic pomiędzy sposobem nawadniania. Sposób uprawy i stosowane nawadnianie miało wpływ na niektóre cechy jakościowe główek cykorii sałatowej. Nawadnianie stymulowało wzrost główek i istotnie poprawiało ich zwięzłość. Najkorzystniejsze dla tych cech było uprawianie cykorii na płaskim gruncie (tab. 2). Na średnicę główki cykorii nie miały istotnego wpływu ani sposób uprawy cykorii, ani stosowanie nawadniania.

Tabela 2. Wpływ warunków produkcji korzeni na jakość główek cykorii sałatowej pędzonej hydroponicznie. Średnie z lat 2005–2007
Table 2. Effect of root growing conditions on head quality of hydroponic forced chicory. Mean for 2005–2007

Metoda uprawy Cultivation methods	Masa główki Wright of head (g)	Długość główki Length of head (mm)	Średnica główki Diameter of head (mm)	Zwięzłość** Hardness (skala 0–9)
Redliny Ridges	127,2b	129.5b	47.8	7.0b
Płaski grunt Flat ground	148,0a	136.1a	49.9	7.3a
Nawadnianie Irrigation				
Bez nawadniania Without irrigation	127,4b	127.8b	48.2	6.9b
Powierzchniowe Surface	142.3a	136.5a	49.0	7.3a
Podpowierzchniowe Subsurface	143.1a	134.1a	49.4	7.3a

**– 0 – główka rozpierzchła- loose head; 9 – główka bardzo zwięzła – very hard head

Skład chemiczny. Sposób uprawy nie miał istotnego wpływy na zawartość podstawowych składników pokarmowych w marchwi i pietruszce. W przypadku marchwi zawartość N-ogólnego, fosforu i potasu była nieco wyższa w uprawie tej rośliny na płaskim gruncie niż na redlinach, natomiast w przypadku pietruszki zawartości tych składników były podobne przy obu systemach uprawy (tab. 3). Kroplowe nawadnianie stosowane powierzchniowo, jak i wgłębnie, istotnie obniżało zawartość azotu ogólnego w porównaniu do obiektu bez nawadniania, zarówno w korzeniach marchwi, jak i pietruszki. W korzeniach pietruszki stwierdzono także istotnie niższą zawartość potasu w obiektach z nawadnianiem, w porównaniu do obiektu kontrolnego. Sorensen i in. [1997] stwierdzili, że w wyniku okresowej suszy, w korzeniach marchwi maleje zawartość suchej masy a zwiększa się zawartość azotu i potasu. Nawadnianie wpłynęło natomiast korzystnie na zawartość fosforu, zwiększając istotnie zawartość tego składnika w korzeniach marchwi. Podobna zależność wystąpiła w korzeniach pietruszki, jednak wyższa zawartość fosforu w kombinacji z nawadnianiem w porównaniu do nie nawadnianej nie została udowodniona statystycznie. Uzyskane wyniki stanowią potwierdzenie wcześniejszych wyników uzyskanych przez Dyśko i Kaniszewskiego [2007) oraz Kaniszewskiego i Dyśko [2008].

WNIOSKI

1. Nawadnianie korzystnie wpłynęło na plonowanie warzyw korzeniowych, zwiększając plon marchwi, pietruszki i cykorii, uprawianych zarówno na redlinach, jak i na płaskim gruncie. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy nawadnianiem powierzchniowym i wgłębnym.

2. Plon handlowy marchwi i pietruszki był istotnie wyższy w uprawie na redlinach niż na płaskim gruncie, natomiast w przypadku cykorii nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi sposobami uprawy.

3. Marchew uprawiana w warunkach nawadniania wytwarzała korzenie dłuższe i grubsze, zarówno w uprawie na redlinach, jak i na płaskim gruncie. Nie stwierdzono natomiast wpływu nawadniania na długość i średnicę korzeni pietruszki.

4. W uprawie na redlinach pietruszka wytwarzała korzenie istotnie dłuższe niż w uprawie na płask. Podobna tendencja wystąpiła w uprawie marchwi, której korzenie były dłuższe i o mniejszej średnicy w uprawie na redlinach niż w uprawie na płask.

5. Cykoria nawadniana wytwarzała w czasie pędzenia główki o większej masie, dłuższe i bardziej zwięzłe niż nie nawadniana. Dla uzyskania tych cech korzystniejsze była uprawa na płaskim gruncie, w porównaniu do uprawy na redlinach.

6. Nawadnianie obniżało zawartość N-ogólnego w korzeniach marchwi i pietruszki oraz potasu w korzeniach pietruszki, natomiast zwiększało zawartość fosforu w korzeniach obydwu badanych gatunków warzyw.

Tabela 3. Wpływ nawadniania kroplowego i metody uprawy na zawartość N-ogólnego, P i K w korzeniach marchwi i pietuszki (2005–2007)
Table 3. Effect of drip irrigation and method of cultivation on total N, P and K content in roots of carrot and parsley (2005–2007)

Metoda uprawy Cultivation methods	Nawadnianie Irrigation treatments	Marchew Carrot			Pietruszka Parsley		
		N	P	K	N	P	K
Redliny Ridges	Podpowierzchniowe Subsurface	1,18	3,41	36,90	12,8	2,74	26,09
	Powierzchniowe Surface	1,17	3,43	35,99	13,6	2,78	24,39
	Bez nawadniania Without irrigation	1,45	2,72	33,74	17,1	3,18	32,38
	Średnio – mean	**1,27a**	**3,18a**	**35,54a**	**14,5a**	**2,90a**	**27,62a**
Płaski grunt Flat ground	Podpowierzchniowe Subsurface	1,31	3,95	37,14	13,6	2,97	24,93
	Powierzchniowe Surface	1,30	3,89	36,84	13,2	3,03	25,81
	bez nawadniania Without irrigation	1,52	3,25	34,83	16,4	2,99	29,79
	Średnio – mean	**1,38a**	**3,69a**	**36,27a**	**14,4a**	**2,99a**	**26,85a**
Średnio dla nawadniania Mean for irrigation treatments							
Podpowierzchniowe Subsurface		1,24b	3,68a	37,02a	13,2b	2,90a	25,60b
Powierzchniowe Surface		1,23b	3,66a	36,42a	13,4b	2,90a	25,10b
Bez nawadniania Without irrigation		1,49a	2,98b	34,28a	16,8a	3,10a	31,10a

BIBLIOGRAFIA

Abdel-Mawly S.E. *Growth, yield, N uptake and water use efficiency of carrot (Daucus Carota L.) plants as influenced by irrigation level and nitrogen fertilization rate*. Ass. Univ. Bull. Environ. Res. 7(1), 2004, s. 111–122.

Babik J., Dudek J., Dyśko J., Kaniszewski S. *Prototyp urządzenia do mechanicznego układania i wyciągania emiterów liniowych w nawodnieniach podpowierzchniowych*. Materiały z konferencji pt "Nawadnianie warzyw w uprawach polowych", Skierniewice 2005, s. 51–58

Błażewicz-Woźniak M. *Wpływ czynników agrotechnicznych na wschody, wzrost i plonowanie pietruszki korzeniowej, uprawianej na glebie zlewnej o nietrwałej strukturze. Część I. Wschody roślin.* Ann. UMCS, Sec. EEE, 5, 1997, s. 117–127.

Błażewicz-Woźniak M. *Wpływ czynników agrotechnicznych na wschody, wzrost i plonowanie pietruszki korzeniowej, uprawianej na glebie zlewnej o nietrwałej strukturze. Część III. Plon korzeni i jego struktura*. Ann. UMCS, Sec. EEE, 6, 1998, s. 73–87.

Dyśko J., Kaniszewski S. *Effect of drip irrigation, N- fertigation and cultivation methods on the yield and quality of carrot.* Veget. Crops Res. Bull., 67, 2007, s. 25–33.

Evers A. M., Tuuri H., Hägg M., Plaami S., Häkkinen U., Talvitie H. *Soil forming and plant density effects on carrot yield and internal quality.* Plant Foods for Human Nutrition., 51 (4), 1997, s. 283–294.

Gutezeit B. *Yield and quality of carrots as affected by soil moisture and N- fertilization*. J. Hort. Sci. and Biotech., 76 (6), 2001, s. 732–738.

Kaniszewski S. *Nawadnianie warzyw.*. W Nawadnianie roślin (St. Karczmarczyk, L. Nowak) PWRiL, 2006, s. 295–332.

Kaniszewski S., Dyśko J. Effect of drip irrigation and cultivation methods on the yield and quality of parsley roots. J. Elementol., 13(2), 2008, s. 235–244.

Nortje P.F., Henrico P.J. *The influence of irrigation interval on crop performance of carrots (Daucus carota L.) during winter production*. Acta Hort., 194, 1986, s. 153–158.

Rolbiecki S., Rolbiecki R., Rzekanowski Cz., Żarski J. *Drip irrigation system as a factor for drought mitigation in vegetable growing on sandy soils in the region of Bydgoszcz*. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus, 2, 2003, s. 75–85.

Sorensen J. N., Jorgensen U., Kühn B. F. *Drought effects on marketable and nutritional quality of carrots.* J. Sci. Food Agric., 74(3), 1997, s. 379–391.

Prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski
dr Józef Babik
dr Jacek Dyśko
Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka
ul. Konstytucji 3-go Maja 1/3
96-100 Skierniewice
e-mail: stanisz@inwarz.skierniewice.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Czesław Rzekanowski*