INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 147–156
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Stanisław Kaniszewski, Irena Babik, Józef Babik

WPŁYW NAWADNIANIA I ŚCIÓŁKOWANIA NA PLON SELERA KORZENIOWEGO W UPRAWIE EKOLOGICZNEJ

EFFECT OF IRRIGATION AND MULCHING ON YIELD OF CELERIAC IN ORGANIC CULTIVATION

Streszczenie

W latach 2009-2010 przeprowadzono badania na certyfikowanym polu ekologicznym Instytutu Warzywnictwa nad wpływem nawadniania i ściółkowania na plon selera korzeniowego. W doświadczeniu dwuczynnikowym porównywano trzy obiekty nawodnieniowe: nawadnianie kroplowe, nawadnianie za pomocą mikrozraszaczy i bez nawadniania oraz trzy obiekty ściółkowania: ściółkowanie tekstylną włókniną biodegradowalną, ściółkowanie koniczyną i bez ściółkowania. W 2010 r. w obiektach ściółkowanych wprowadzono dodatkowo ściółkowanie tekstylną włókniną biodegradowalną, wzbogaconą nawozem organicznym w postaci suszu z koniczyny. Nawadnianie prowadzono w oparciu o pomiary potencjału wodnego gleby za pomocą irrometrów przy potencjale -20 kPa. Nawadnianie miało bardzo duży wpływ na plonowanie selera. W pierwszym roku badań plon selera w warunkach nawadniania był wyższy o 45% w porównaniu do obiektów nie nawadnianych. Nie stwierdzono natomiast różnic pomiędzy zastosowanymi systemami nawadniania selera. W drugim roku badań nawadnianie kroplowe zwiększyło plon selera o 16,1%, natomiast nawadnianie za pomocą mikrozraszaczy o 12,1% w stosunku do obiektu kontrolnego bez nawadniania

W pierwszym roku ściółkowanie włókniną biodegradowalną pozwoliło uzyskać plony na podobnym poziomie jak w uprawie bez ściółkowania. Ściółkowanie koniczyną miało natomiast bardzo duży wpływ na plonowanie selera korzeniowego, co było spowodowane uwalnianiem się azotu w trakcie mineralizacji ściółki. Plon selera w warunkach ściółkowania koniczyną był wyższy o 26% w porównaniu do poletek kontrolnych bez ściółkowania i o 29% w porównaniu do ściółkowanych włókniną biodegradowalną. W drugim roku najwyższy plon selera, podobnie jak w pierwszym roku badań, uzyskano przy zastosowaniu ściółkowania koniczyną. Podobny plon uzyskano stosując włókninę biodegradowalną z dodatkiem suszu z koniczyny, natomiast w obiekcie ze ściółkowaniem włókniną, bez

dodatku suszu, plon był niższy o 6,4%. Najniższy plon selera uzyskano w obiekcie kontrolnym bez ściółkowania. W porównaniu do obiektu ze ściółkowaniem koniczyną był on niższy o 25,3% oraz o 22% w porównaniu do obiektu ze ściółkowaniem ściółką biodegradowalną, z dodatkiem suszu z koniczyny.

Słowa kluczowe: nawadnianie, mulczowanie, seler korzeniowy, uprawa ekologiczna

Summary

In the years 2009 -2010 experiments on the influence of irrigation and mulching on yield of celeriac were carried out on certified organic field of the Research Institute of Vegetable Crops, Skierniewice. In the experiments three objects of irrigation: drip, mini-sprinkler and without irrigation and tree objects of mulching: mulching with textile biodegradable fleece, red clover mulching and without mulching were compared. In 2010 additionally textile biodegradable fleece enriched in dry red clover was used. Irrigation was applied on the base of soil moisture measurements by irrometers and it was started when water potential reached -20 kPa. Irrigation had a significant effect on the yield of celeriac. In the first year of experiment yield of irrigated celeriac was about 45% higher that non irrigated one. However no differences were found between two different systems of irrigation. In the second year drip irrigation increased yield of celeriac by 16,1% and mini-sprinkler irrigation by 12,1% in comparison to non irrigated object. Similar yield of celeriac was obtained in treatments with textile biodegradable fleece mulching and control without mulching in the first year of experiment. However red clover mulching increased yield of celeriac by 29% as compared to both fleece mulching and control treatment. In the second experimental year highest yield of celeriac was also obtained in the treatment with red clover mulching. Similar yield to red clover mulch was obtained in the treatment with textile fleece mulch enriched with dry clover, whereas in treatment with textile fleece mulch without enriching dry clover, yield was lower by 6,4%. Lowest yield was obtained in the control treatment and it was lower by 25,3% and 22% as compare to red clover mulch and textile fleece enriched with dry clover mulch respectively.

Key wards: *irrigation, mulching, celeriac, organic cultivation*

WSTĘP

Seler korzeniowy zaliczany jest do warzyw najbardziej wrażliwych na niedobór wody w glebie. Potrzeby wodne selera w okresie wegetacji wynoszą 400-500 mm, natomiast sezonowe zużycie wody do nawadniania wynosiło od 73 do 267 mm, w zależności od ilości opadów w danym roku oraz typu gleby [Kaniszewski, Rumpel 1981]. Największe potrzeby wodne występują od połowy lipca do połowy września, w okresie szybkiego przyrostu masy korzeniowej [Kaniszewski 2006]. W uprawie selera nawadnianie stosowane jest najczęściej za pomocą deszczowni. Korzystne efekty uzyskano również przy zastosowaniu kroplowego nawadniania, zwłaszcza z jednoczesnym nawożeniem mineralnym

[Kaniszewski i in. 1999]. W badaniach z różnymi odmianami selera, nawadnianie zwiększyło plon zgrubień korzeniowych średnio o 71% [Rożek 2005]. Nawadnianie selera korzeniowego zwiększało masę korzeni, powodując jednak wzrost rozmiarów pustych przestrzeni w korzeniach [Rożek 2009].

W ekologicznej uprawie warzyw nie można stosować herbicydów, dlatego najczęściej stosowanym zabiegiem eliminującym zachwaszczenie, oprócz pielenia i mechanicznego zwalczania chwastów jest ściółkowanie. Najczęściej do tego celu stosuje się ściółki ropopochodne takie jak: czarna folia PE lub czarna włóknina PP, które nie są biodegradowalne. Zanieczyszczone ściółki nie nadają się do recyklingu a ich spalanie prowadzi do zwiększenia zanieczyszczenia atmosfery w CO_2. Do ściółkowania stosowane są również ściółki pochodzenia organicznego, jak np. słoma lub papier, jednak z uwagi na wysoki stosunek C:N powodują one unieruchomienie azotu w glebie wskutek aktywności mikrobiologicznej, co powoduje niedobór tego składnika dla roślin w początkowym okresie wzrostu. Stosowanie ściółek organicznych nie tylko ogranicza zachwaszczenie, ale ma także korzystny wpływ na właściwości fizykochemiczne gleby oraz zmniejsza straty wody. Ściółkowanie ogranicza ewaporację z powierzchni gleby oraz infiltrację wody, a wraz z nią składników pokarmowych do głębszych warstw gleby, poza zasięg systemu korzeniowego roślin, jak również chroni ją przed erozją i stratą wody w wyniku spływów powierzchniowych [Masiunas 1998]. Ściółki z roślin motylkowych w wyniku biodegradacji uwalniają azot i inne składniki pokarmowe, które wykorzystywane są przez rośliny w okresie wegetacji [Kumar i Goh 2002; Riley H.; Dragland S. 2002]. Przyorane po sprzęcie roślin ściółki mają korzystny wpływ na retencję wody w glebie, poprawę bilansu wodnego i składników pokarmowych oraz proces humifikacji gleby [Dziadowiec 1993, Cline i Silvernail 2001, Mazur i in. 200].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu biodegradowalnych ściółek organicznych z koniczyny czerwonej i włókniny wytworzonej z odpadowych materiałów włókienniczych na plonowanie selera korzeniowego oraz określenie ich przydatności do upraw ekologicznych w warunkach stosowania nawodnień umiejscowionych.

METODYKA

Badania przeprowadzono w latach 2009–2010, na certyfikowanym polu ekologicznym Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach. Doświadczenie założono w układzie dwuczynnikowym (sposób nawadniania, mulczowanie) w 4 powtórzeniach.

Czynnikiem pierwszego rzędu było nawadnianie:

- nawadnianie kroplowe,
- nawadnianie mikrozraszaczami,
- bez nawadniania.

Czynnikiem drugiego rzędu było mulczowanie za pomocą:
– tekstylnej włókniny biodegradowalnej (WB),
– koniczyny czerwonej,
– bez mulczowania.

W 2010 r. w kombinacji z mulczowaniem zastosowano dodatkowo ściółkowanie tekstylną włókniną biodegradowalną, z dodatkiem suszu z koniczyny czerwonej (WBK). Seler odmiany 'Edward' wysadzono w połowie maja. Ściółkę biodegradowalną o szerokości 1 m rozkładano na polu przed wsadzeniem roślin. Po rozłożeniu wycinano otwory w rozstawie 25x50 cm, w które wysadzano rozsadę. Ściółkowanie koniczyną wykonano dwukrotnie, tj. bezpośrednio po wysadzeniu roślin stosując około 38 ton w pierwszym i 66 ton świeżej masy na hektar w drugim roku badań oraz po częściowym rozłożeniu się ściółki, w ilości odpowiednio około 28 i 15 $t \cdot ha^{-1}$.

Nawadnianie kroplowe prowadzono przy użyciu emiterów liniowych T – Tape, TSX – 208 – 20 – 500, które umieszczono na powierzchni przy każdym rzędzie roślin. Mini zraszacze o wydajności 25 $l \cdot h^{-1}$ umieszczono na przewodach polietylenowych w odstępach co 1 m pomiędzy dwoma rzędami roślin. Termin nawodnień określano za pomocą irrometrów, rozpoczynając nawadnianie przy potencjale wodnym gleby wynoszącym -20 kPa.

Zbiory korzeni wykonano w pierwszej dekadzie października, określając plon ogólny i handlowy selera oraz strukturę plonu. W zgrubieniach korzeniowych, po ich przekrojeniu, określono powierzchnię pustych przestrzeni oraz ich procentowy udział w całej powierzchni przekrojonego zgrubienia.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, porównując średnie za pomocą testu Newmana-Keul'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

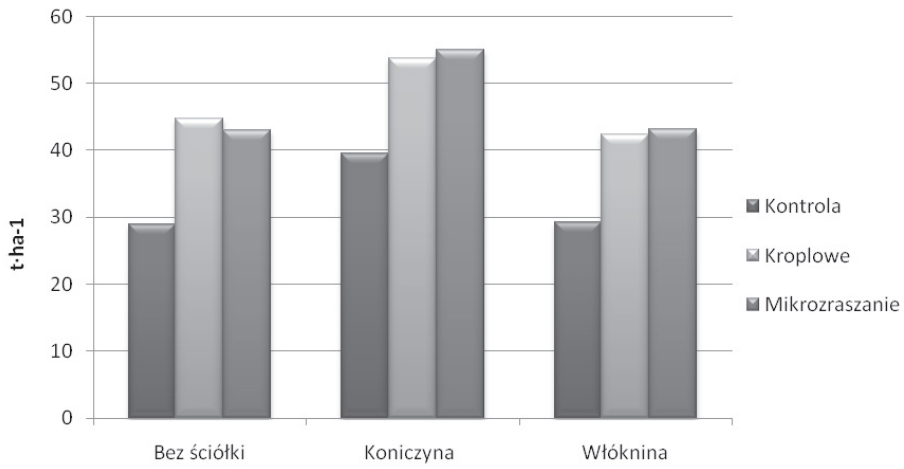
WYNIKI

W pierwszym roku badań nawadnianie miało bardzo duży wpływ na plonowanie selera (tab. 1). Całkowita masa roślin, masa naci oraz plon handlowy selera były istotnie wyższe w warunkach nawadniania, w porównaniu do kombinacji kontrolnej bez nawadniania. W warunkach nawadniania plon handlowy selera był wyższy o 45% w porównaniu do poletek nie nawadnianych. Nie stwierdzono natomiast różnic w uzyskanych plonach pomiędzy zastosowanymi systemami nawadniania selera. Niemal identyczny plon uzyskano stosując nawadnianie systemem kroplowym, jak i za pomocą mikrozraszania (rys. 1). W warunkach nawadniania zwiększył się udział korzeni o średnicy 13-15 cm oraz powyżej 15 cm, w porównaniu do kombinacji bez nawadniania.

Tabela 1. Wpływ nawadniania i ściółkowania na plon i strukturę plonu selera korzeniowego. Skierniewice 2009
Table 1. Effect of irrigation and mulching on yield and yield structure of celeriac Skierniewice 2009

Rodzaj nawadniania	Rodzaj ściółki	Masa całkowita w t·ha^{-1}	Masa naci w t·ha^{-1}	Plon handlowy w t·ha^{-1}	Udział w plonie handlowym (%)		
					Ø 7-13cm	Ø 13-15cm	Ø>15 cm
Nawadnianie kroplowe	WB*	96,7	27,9	42,4	91,2	5,1	3,7
	koniczyna	113,6	39,6	53,9	86,8	6,6	6,6
	bez okrycia	100,4	29,4	44,9	88,2	11,1	0,7
średnia		**103,5a**	**32,3a**	**47,0a**	**88,7**	**7,6**	**3,7**
Nawadnianie mikrozraszaczami	WB	97,4	26,6	43,1	88,9	4,4	6,7
	koniczyna	124,7	36,4	55,1	55,6	40,0	4,4
	bez okrycia	91,8	25,7	43,1	90,4	6,7	2,9
średnia		**104,7a**	**29,5a**	**47,0a**	**78,3**	**17,0**	**4,7**
Kontrola bez nawadniania	WB	60,0	18,8	29,2	97,1	2,2	0,7
	koniczyna	78,1	32,5	39,5	94,0	6,0	0,0
	bez okrycia	59,5	18,8	28,9	96,3	3,0	0,7
średnia		**65,9b**	**23,4b**	**32,5b**	**95,8**	**3,7**	**0,5**
WB		**84,7b**	**24,4b**	**38,1b**	**92,4**	**3,9**	**3,7**
koniczyna		**105,4a**	**36,1a**	**49,4a**	**78,8**	**17,5**	**3,7**
bez okrycia		**84,0b**	**24,6b**	**39,1b**	**91,6**	**6,9**	**1,5**

WB – Włóknina biodegradowalna



Rysunek 1. Wpływ nawadniania ściółkowania na plon selera korzeniowego
Figure 1. Effect of irrigation and mulching on marketable yield of celeriac (2009)

Ściółkowanie włókniną biodegradowalną pozwoliło uzyskać plony na podobnym poziomie, jak w uprawie bez ściółkowania. Ściółkowanie koniczyną miało natomiast bardzo korzystny wpływ na plonowanie selera korzeniowego, co było spowodowane uwalnianiem się azotu w trakcie mineralizacji ściółki [Kumar i Goh 2002, Riley, Dragland, 2002]. Masa całkowita roślin, masa naci oraz plon handlowy były istotnie wyższe przy zastosowaniu ściółki z koniczyny, w porównaniu do ściółkowania włókniną biodegradowalną oraz poletek kontrolnych bez ściółkowania. Plon selera w warunkach ściółkowania koniczyną był wyższy o 26% w porównaniu do poletek kontrolnych bez ściółkowania i o 29% w porównaniu do ściółkowanych włókniną biodegradowalną (tab. 1).

Nawadnianie oraz ściółkowanie w 2010 r. miało istotny wpływ na plon ogólnej masy roślin, jak również plon handlowy selera (tab. 2). Plon całkowitej masy roślin był istotnie wyższy w warunkach nawadniania, w porównaniu do kombinacji kontrolnej bez nawadniania. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic pomiędzy badanymi systemami nawadniania. Nawadnianie kroplowe zwiększyło plon handlowy selera o 16,1%, natomiast nawadnianie za pomocą mikrozraszaczy o 12,1%, w stosunku do obiektu kontrolnego bez nawadniania. Nieco wyższy plon uzyskano w warunkach nawadniania kroplowego w porównaniu do nawadniania mikrozraszaczami, jednak różnice te nie były udowodnione statystycznie. Lepsze efekty nawadniania, zwłaszcza nawadniania kroplowego uzyskano w kombinacji kontrolnej bez ściółkowania oraz w kombinacji ze ściółkowaniem koniczyną. W kombinacji ze ściółkowaniem włókniną, zwyżki plonu pod wpływem nawadniania były mniejsze, co było prawdopodobnie wynikiem lepszych warunków wilgotnościowych panujących w glebie przykrytej włókniną. W warunkach nawadniania udział korzeni o średnicy powyżej 15 cm w plonie handlowym był znacznie większy, w porównaniu do kombinacji bez nawadniania.

Pozytywna reakcja selera korzeniowego na nawadnianie w obydwu latach badań jest potwierdzeniem wyników uzyskanych we wcześniejszych badaniach [Kaniszewski, Rumpel 1981, Kaniszewski i in. 1999, Rożek 2005].

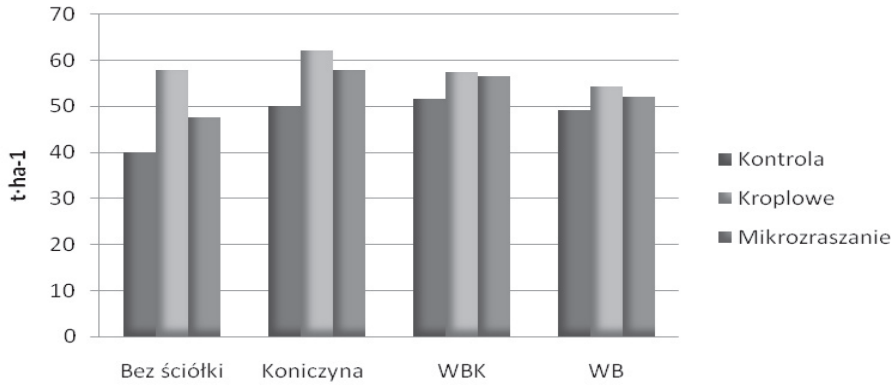
Najwyższy plon selera uzyskano przy zastosowaniu ściółkowania koniczyną. Podobny plon uzyskano stosując włókninę biodegradowalną z dodatkiem suszu z koniczyny, natomiast w obiekcie ze ściółkowaniem włókniną, bez dodatku suszu, plon był niższy o 6,4%. Najniższy plon selera uzyskano w obiekcie kontrolnym bez ściółkowania. W porównaniu do obiektu ze ściółkowaniem koniczyną, był on niższy o 25,3% oraz o 22% w porównaniu do obiektu ze ściółkowaniem ściółką biodegradowalną z dodatkiem suszu z koniczyny. Ściółkowanie włókniną zwiększało udział korzeni powyżej 15 cm w plonie handlowym, w porównaniu do kombinacji bez ściółkowania, jak również w porównaniu do ściółkowania koniczyną.

Tabela 2. Wpływ nawadniania i ściółkowania na plon i strukturę plonu selera korzeniowego. Skierniewice 2010
Table 2. Effect of irrigation and mulching on yield and yield structure of celeriac Skierniewice 2010

Rodzaj nawadniania	Rodzaj ściółki	Masa całkowita w t·ha^{-1}	Masa naci w t·ha^{-1}	Plon handlowy w t·ha^{-1}	Udział w plonie handlowym (%)		
					Ø 7-13cm	Ø 13-15cm	Ø>15 cm
Nawadnianie kroplowe	WBK*	91,44	33,22	57,50	63,10	23,49	13,46
	WB*	87,00	29,60	54,44	68,26	16,71	15,04
	koniczyna	104,38	37,11	62,22	47,57	37,89	14,57
	bez okrycia	77,33	24,82	57,91	73,19	24,03	2,73
średnia		**90,04 a**	**31,19**	**55,53 a**	**63,03**	**25,53**	**11,45**
Nawadnianie mikrozraszaczami	WBK	99,56	34,00	56,67	53,53	29,96	16,51
	WB	99,22	31,04	52,13	68,54	17,69	13,81
	koniczyna	95,60	34,56	57,91	60,36	33,61	6,06
	bez okrycia	76,80	27,40	47,73	88,04	10,85	1,16
średnia		**92,79 a**	**31,75**	**53,62 a**	**67,62**	**23,03**	**9,39**
Kontrola bez nawadniania	WBK	91,27	32,11	51,73	63,49	32,09	4,34
	WB	85,49	30,00	49,29	70,74	25,88	3,38
	koniczyna	90,33	34,89	50,20	72,26	27,65	0,00
	bez okrycia	66,60	24,33	40,18	91,59	8,46	0,00
średnia		**83,42 b**	**30,33**	**47,84 b**	**74,52**	**23,52**	**1,93**
WBK.		**94,09 a**	**33,11 a**	**55,31 a**	**59,90**	**28,42**	**11,62**
WB		**90,58 a**	**30,22 b**	**51,96 b**	**69,14**	**19,90**	**10,97**
koniczyna		**96,78 a**	**35,51 a**	**56,78 a**	**59,13**	**33,45**	**7,41**
bez okrycia		**73,58 b**	**25,53 c**	**45,31 b**	**83,82**	**14,78**	**1,36**

*WBK – włóknina biodegradowalna z koniczyną, WB – włóknina biodegradowalna

Nawadnianie nie miało istotnego wpływu na występowanie pustych przestrzeni w zgrubieniach selera korzeniowego (tab. 3). Powierzchnia pustych przestrzeni była zbliżona dla obydwu systemów nawadniania oraz kombinacji kontrolnej bez nawadniania w obydwu latach badań. Wystąpiła natomiast tendencja do mniejszego procentowego udziału powierzchni pustych przestrzeni w powierzchni przekrojonego zgrubienia korzeniowego w warunkach nawadniania, w porównaniu do kombinacji kontrolnej bez nawadniania. W badaniach przeprowadzonych przez Rożek (2009), nawadnianie selera korzeniowego zwiększało masę korzeni, powodując jednak wzrost rozmiarów pustych przestrzeni w korzeniach. W 2010 r. wystąpił istotny wpływ ściółkowania na występowanie pustych przestrzeni w zgrubieniach selera. Zarówno powierzchnia pustych przestrzeni, jak i jej procentowy udział w powierzchni przekroju zgrubienia, była istotnie niższa w warunkach ściółkowania w porównaniu do kontroli bez ściółkowania (tab. 3).



Rysunek 2. Wpływ nawadniania ściółkowania na plon handlowy selera korzeniowego 2010
Figure 1. Effect of irrigation and mulching on marketable yield of celeriac (2010)

Tabela 3. Wpływ nawadniania i ściółkowania na występowanie pustych przestrzeni w korzeniach (2009 – 2010)
Table 3. Effect of irrigation and mulching on appearance of empty spaces in roots of celeriac (2009-210)

Rodzaj nawadniania	Ściółkowanie	2009		2010	
		powierzchnia (cm^2)*	% udział**	powierzchnia (cm^2)	% udział
Nawadnianie kroplowe	włóknina/koniczyna	-	-	2,31	2,46
	włóknina/kontrola	3,00	3,87	2,18	2,49
	koniczyna	3,05	3,49	2,20	2,27
	bez okrycia	3,01	3,66	3,86	4,74
Średnia – nawadnianie kroplowe		**3,02 a**	**3,67 a**	**2,64 a**	**2,99 a**
Nawadnianie minizraszaczami	włóknina/koniczyna	-	-	2,63	2,96
	włóknina/kontrola	3,40	3,70	1,41	1,60
	koniczyna	3,80	4,01	2,31	2,43
	bez okrycia	3,05	3,65	3,34	3,94
Średnia - minizraszacze		**3,42 a**	**3,79 a**	**2,42 a**	**2,73 a**
Kontrola bez nawadniania	włóknina/koniczyna	-	-	2,71	3,18
	włóknina/kontrola	3,43	4,43	2,28	2,67
	koniczyna	3,05	3,77	2,27	2,66
	bez okrycia	3,11	4,50	3,23	4,25
Średnia – bez nawadniania		**3,20 a**	**4,24 a**	**2,62 a**	**3,19 a**
Średnia dla ściółek	włóknina/koniczyna	-	-	2,55 b	2,87 b
	włóknina/kontrola	3,28 a	4,0 a	1,96 c	2,26 b
	koniczyna	3,30 a	3,76 a	2,26 bc	2,46 b
	bez okrycia	3,06 a	3,94 a	3,48 a	4,31 a

* powierzchnia pustych przestrzeni na przekroju pionowym zgrubienia korzeniowego
** udział – powierzchnia pustych przestrzeni w stosunku do całej powierzchni przekroju pionowego zgrubienia korzeniowego

WNIOSKI

1. Nawadnianie w ekologicznej uprawie selera korzeniowego istotnie zwiększyło plon handlowy w obydwu latach badań w porównaniu do obiektów kontrolnych bez nawadniania. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w plonie pomiędzy zastosowanymi systemami nawadniania selera.

2. Najwyższy plon handlowy selera korzeniowego w obydwu latach badań uzyskano przy zastosowaniu ściółkowania koniczyną czerwoną.

3. Zastosowanie ściółkowania włókniną biodegradowalną z dodatkiem suszu z koniczyny czerwonej w 2010 r. pozwoliło uzyskać plon zbliżony do obiektu ze ściółkowaniem koniczyną czerwoną.

4. Plon handlowy selera w obiekcie kontrolnym bez ściółkowania oraz ze ściółkowaniem włókniną biodegradowalną bez dodatku suszu z koniczyny był najniższy w obydwu latach badań.

5. Nawadnianie nie miało istotnego wpływu na występowanie pustych przestrzeni w zgrubieniach selera korzeniowego, natomiast ściółkowanie koniczyną i włókniną biodegradowalną w 2010 r. ograniczało występowanie pustych przestrzeni w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

BIBLIOGRAFIA

Cline G.R., Silvernail A.F. 2001. *Residual nitrogen and kill date effects on winter cover crop growth and nitrogen content in vegetable production system.* HortTechnology 11(2): 219-225.

Dziadowiec H. 1993. *Ekologiczna rola próchnicy glebowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 411: 269-282.

Kaniszewski S., Rumpel J. 1981. *The effect of soil type and irrigation on the yield of celeriac.* Acta Hort. 119: 317-322.

Kaniszewski S., Rumpel J., Dysko J. 1999. *Effect of drip irrigation and fertigation on growth and field of celeriac (Apium graveolens L. var.rapeceum (Mill.) Gaud).*Vegetable Crops Research Bulletin, Vol. 50: 31-39.

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

Kumar K., Goh K., M. 2002 *Management practices of antecedent leguminous and non-leguminous crop residues In relation to Winter wheat Fields, nitrogen uptake, soil nitrogen mineralization and simple nitrogen balance.* E. J. Agron. 16:295-308.

Masiunas J., B. 1998. *Production of vegetables using cover crop and living mulches – a review.* J. Veg. Crop Prod. 4(1): 11-31.

Mazur T., Sądej W., Mazur Z. 2003. *Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentarzowych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 287-293.

Riley H., Dragland S. 2002. *Living and surface mulches as nutrient sources in organic vegetable growing.* Acta Horticulturae 571:109-117.

Rożek E. 2005. *Wpływ nawadniania na plonowanie kilku odmian selera korzeniowego (Apium graveolens L. var.rapeceum)*. Acta Agrophysica5(3), 723-726.

Rożek E. 2009. *Effect of plant density and irrigation upon field and selected technological features of some celeriac (Apium graveolens L. var.rapeceum) cultivars*. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 8(4), 79-85.

Prof. dr hab. Stanisław Kaniszewski
Dr Irena Babik
Dr Józef Babik
Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3-go Maja 1/3
96-100 Skierniewice
Tel. 46 833 28 75
e-mail: stanisław.kaniszewski@iwarz.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Czesław Rzekanowski*