

WPLYW NAWADNIANIA WODĄ O RÓŻNYM ZASOLENIU NA PLONOWANIE CEBULI ZWYCZAJNEJ I SELERA KORZENIOWEGO

**Ewa RUMASZ-RUDNICKA, Zdzisław KOSZAŃSKI,
Cezary PODSIADŁO**

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania

Słowa kluczowe: nawadnianie, plon, procesy fizjologiczne, skład chemiczny, warzywa

Streszczenie

Doświadczenie polowe prowadzono w latach 1999–2000 na glebie lekkiej. Oceniano możliwości plonotwórcze cebuli zwyczajnej i selera korzeniowego. Uzyskane wyniki dowodzą, że nawadnianie prowadziło do zwiększenia plonu testowanych warzyw, przy czym obserwowany wzrost zależał od rodzaju zastosowanej wody i uprawianego gatunku. Deszczowanie przyczyniło się do zwiększenia plonu korzeni selera (średnio z dwóch lat) o 55,8%, natomiast cebuli tylko o 3,9%. W uprawie cebuli najlepsze efekty dała woda słodka, powodując istotne zwiększenie plonu świeżej masy cebuli o 15,4%. Inne tendencje zaobserwowano oceniając plon selera – najkorzystniej zadziałała rozcieńczona woda zasolona, następnie woda słodka i woda zasolona, powodując zwiększenie plonu świeżej masy korzeni odpowiednio o 72,8, 53 i 41%. Nawadnianie spowodowało również zwiększenie aktywności niektórych procesów fotosyntezy. Intensywność tych procesów była największa u roślin nawadnianych wodą słodką i malała wraz ze wzrostem stopnia zasolenia wody użytej do deszczowania.

WSTĘP

Zapotrzebowanie warzyw na wodę zależy od ich gatunku, odmiany i typu użytkowego [DZIEŻYC, 1988]. Według CHROBOCZKA i SKĄPSKIEGO [1982] seler

Adres do korespondencji: dr inż. E. Rumasz-Rudnicka, Akademia Rolnicza, Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin; tel. +48 (91) 425-03-19

należy pod tym względem do gatunków bardzo wymagających, a cebula – wymagających. Dlatego stosowanie uzupełniających nawodnień należy uznać za jeden z najbardziej istotnych czynników decydujących o zwiększeniu produkcji i jakości plonów, szczególnie na glebach lekkich, charakteryzujących się małą retencją i częstymi zmianami uwilgotnienia. Z drugiej strony, stale wzrastające zapotrzebowanie na wodę i jej zużycie w rolnictwie zmusza do pozyskiwania jej z różnych źródeł. Jedną z możliwości jest stosowanie wody zasolonej. Dlatego podjęto badania mające na celu określenie wpływu wody o różnym zasoleniu na plonowanie, skład chemiczny oraz aktywność niektórych procesów fotosyntezy.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe prowadzono w latach 1999–2000 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Lipki na glebie kompleksu żytniego dobrego, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb. Cebulę zwyczajną (odm. Wolska) i seler korzeniowy (odm. Jabłkowy) uprawiano w warunkach kontrolnych (K) i nawadnianych: wodą słodką, o zasoleniu średnio $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (WS), rozcieńczoną wodą zasoloną, o zasoleniu $2700 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (WZ-1) i wodą zasoloną, o zasoleniu $5200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (WZ-2).

Zapotrzebowanie roślin na wodę i deszczowanie ustalano na podstawie wskazań tensjometru umieszczonego w glebie na głębokości 20 cm. Na polu cebuli zwyczajnej w okresie od wschodów do tworzenia cebul utrzymywano wilgotność 70–80% *PPW*, natomiast w późniejszym okresie – na poziomie 60–70% *PPW*, a na polu selera korzeniowego – 70–80% *PPW* przez cały okres wegetacji. Dawki wody do nawadniania warzyw w poszczególnych latach badań zestawiono w tabeli 1. Rośliny uprawiano w czteroletnim zmianowaniu: burak ćwikłowy – cebula zwyczajna – kapusta głowiasta biała – seler korzeniowy. W uprawie roli i pielęgnowaniu roślin stosowano zasady poprawnej agrotechniki. Na podstawie wymagań gatunków ustalono obsadę cebuli w ilości $29 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$ i selera – $10 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$. Nawożenie mineralne zastosowano w ilości 370 kg NPK (100+120+150) pod cebulę i 440 kg NPK (120+120+200) pod seler. Zbiór przeprowadzono ręcznie, w fazie dojrzałości technicznej.

Tabela 1. Sumaryczne dawki wody zastosowane do deszczowania warzyw

Table 1. Total water doses used for irrigation of the vegetables

Roślina Plant	Dawki wody Water doses		
	mm		
	1999	2000	średnia average
Cebula zwyczajna Onion	60	35	48
Seler korzeniowy Root celery	105	60	83

Pogodę w czasie prowadzenia dwuletnich badań opisano na podstawie danych stacji meteorologicznej AR w RZD Lipnik, udostępnionych przez Katedrę Agrometeorologii AR w Szczecinie. Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej. Obliczenia statystyczne dotyczące plonu warzyw wykonano stosując analizę wariancji. Ocena uzyskanych różnic przeprowadzono testem Duncana.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W regionie Pomorza Zachodniego pogoda jest kształtowana głównie przez masy powietrza polarno-morskiego, które zmniejsza dobowe amplitudy temperatur, zwiększa zachmurzenie i często przynosi opady charakteryzujące się jednak nierównomiernością rozkładu w ciągu okresu wegetacyjnego [PRAWDZIC, 1961]. Porównując dwuletni okres prowadzenia badań z wieloleciem (1961–1994), można stwierdzić, że opady charakteryzowały się nietypowym rozkładem związanym w większym stopniu z natężeniem niż częstością występowania, natomiast średnie temperatury w poszczególnych latach nieznacznie odbiegały od średniej z wielolecia (tab. 2).

Uzyskane wyniki dowodzą, że nawadnianie prowadziło do zwiększenia plonu testowanych warzyw, ale obserwowany wzrost zależał od rodzaju zastosowanej wody, uprawianego gatunku oraz roku uprawy.

Plon świeżej masy cebuli (tab. 3) z poletek nienawadnianych wynosił średnio w okresie badań $3,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Zdecydowanie większy plon, wynoszący $3,90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, uzyskano w roku 2000 i był on o $1,58 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (o 68%) większy od plonu z roku poprzedniego. Pod wpływem deszczowania plon cebuli zwiększył się średnio o 6,9% w 1999 r. i tylko o 2,3% w 2000 r. Porównując efekty nawadniania różnymi rodzajami wody stwierdzono, że najskuteczniejsze było nawadnianie wodą słodką – zwiększenie plonu świeżej masy cebul w porównaniu z plonem z obiektu kontrolnego wyniosło (średnio z dwóch lat) $0,47 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (15,4%). Wraz ze wzrostem zasolenia wody użytej do nawadniania, zebrane plony były coraz mniejsze w obu latach prowadzenia badań. O ile jednak zastosowanie rozcieńczonej wody zasolonej spowodowało jeszcze przyrost plonu wynoszący 4,5% (z $3,11$ do $3,24 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), to użycie wody o największym zasoleniu przyczyniło się już do jego zmniejszenia o 7,4% (z $3,11$ do $2,88 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Inna była reakcja na nawadnianie selera korzeniowego (tab. 3). Plon z poletek nienawadnianych wynosił średnio $2,17 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, przy czym w 2000 r. był ponad dwukrotnie większy ($2,99 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) niż w 1999. Nawadnianie miało istotny wpływ na plon świeżej masy selera, powodując jego przyrost, średnio z dwóch lat, o 55,8% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Wyniki badań wyraźnie wskazują, że największe zwwyżki plonów nastąpiły na obiektach, gdzie do nawodnień zastosowano rozcieńczoną wodę zasoloną – stanowiły one 72,8% plonów zebranych z poletek kontrolnych. Mniejsze, ale również istotne przyrosty plonów stwierdzono

Tabela 2. Warunki opadowo-termiczne w latach prowadzenia badań na tle wielolecia 1961–1999

Table 2. Rainfall and temperature during the experiment as compared with multiyear 1961–1999

Miesiąc Month	Temperatura °C		Opady Precipitation mm			
	średnia miesięczna w wieloleciu monthly multiyear average	odchylenia od średniej z wielolecia deviation from multiyear average		średnia miesięczna suma w wieloleciu monthly sum of precipi- tation for multiyear	odchylenia od sumy z wielolecia deviation from sum of multiyear precipitation	
		1999	2000		1999	2000
IV	7,2	+2,2	+4,2	37,8	+35,5	-20,6
V	12,5	+1,5	+4,0	51,1	+51,9	-28,6
VI	15,9	+1,2	+1,8	61,3	+2,7	+65,2
VII	17,4	+3,5	-1,0	63,2	-15,1	+42,0
VIII	17,0	+1,6	+1,0	56,1	-11,8	-23,0
IX	13,2	+3,8	0	46,8	-19,7	+10,5
X	8,6	+0,3	+3,2	38,9	+35,5	-20,9
Średnia dla cebuli IV–VIII Mean for onion	14,0	+2,0	+2,0	269,5	+63,2	+35,0
Średnia dla selera V–X Mean for celery	14,1	+2,0	+1,5	317,4	-2,5	+45,2

Tabela 3. Plony warzyw ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)**Table 3.** Vegetable yield ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)

Objekt Factor	Cebula zwyczajna		Onion	Seler korzeniowy		Celery
	1999	2000	średni mean	1999	2000	średni mean
K	2,32	3,90	3,11	1,35	2,99	2,17
WS	2,77	4,40	3,58	2,85	3,78	3,32
WZ-1	2,61	3,88	3,24	2,90	4,59	3,75
WZ-2	2,06	3,70	2,88	2,55	3,57	3,06
Średnio dla nawadniania Mean for irrigation	2,48	3,99	3,23	2,77	3,98	3,38
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,180	0,203		0,13	0,23	

Objaśnienia: K – kontrola, WS – woda słodka, WZ-1 – rozcieńczona woda słona, WZ-2 – woda słona.

Explanations: K – control, WS – tap water, WZ-1 – diluted saline water, WZ-2 – saline water.

na obiektach nawadnianych wodą słodką i wodą o największym zasoleniu. Omawiane zwyczki wynosiły odpowiednio 53 i 41% plonów zebranych z poletek nienawadnianych. Korzystny wpływ rozcieńczonej wody zasolonej zaznaczył się w ciągu dwóch lat badań: w 2000 r. zanotowano największe plony korzeni selera ($4,59 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) pochodzące z tych obiektów, a w 1999 r. stwierdzono rekordowy przyrost plonu (114,8%) w odniesieniu do plonów uzyskanych z poletek kontrolnych.

Okazuje się, że większość warzyw reaguje na nawadnianie zwykłą ploną. KANISZEWSKI [1996] również uzyskał wzrost plonu handlowego i ogólnego pod wpływem nawadniania wodą słodką. Także badania RUTKOWSKIEGO i MAŁECKIEJ [1986], związane z deszczowaniem różnych gatunków roślin uprawianych na glebach należących do IV klasy bonitacyjnej, świadczą o wpływie nawadniania wodą słodką na wzrost plonu wszystkich nawadnianych gatunków, ale przede wszystkim cebuli zwyczajnej, w uprawie której uzyskano największe efekty ekonomiczne. Równie pozytywne działanie nawadniania wodą słodką na plony selera i cebuli wykazały trzyletnie badania przeprowadzone przez BUCZAK [1986]. To, że seler korzeniowy jest rośliną o bardzo dużych wymaganiach wodnych i jego reakcja na uzupełniające deszczowanie jest duża podają KANISZEWSKI, RUMPEL i DYŚKO [1999] oraz KANISZEWSKI i UMIĘCKA [1986].

Największe zasolenie wody użytej do nawadniania powodowało różne reakcje badanych warzyw, w zależności od gatunku. Działała ona korzystnie – powodując przyrost plonu korzeni selera, bądź negatywnie – powodując zmniejszenie plonu cebuli w porównaniu z plonem roślin niedeszczowanych. Trudno jest porównywać wyniki z danymi z literatury, gdyż w większości wypadków dotyczą one innych gatunków, uprawianych w odmiennych warunkach klimatyczno-glebowych i pod wpływem innego zasolenia. Na przykład MAKARY, KORIEEM i BASILIOUS [1994], nawadniają cebulę wodą słodką i zasoloną ($\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$, o stężeniu 1000, 2000,

3000 p.p.m.), otrzymali zmniejszenie plonu w przypadku większego zasolenia o 26,8 i 50,6% w dwóch kolejnych latach doświadczeń. Także CORDEIRO i in. [1999], testując buraka ćwikłowego zanotowali zmniejszenie jego plonu (o blisko 50% w pierwszym i 60% w drugim roku badań) wraz ze wzrostem zasolenia. Było ono bardzo duże i mogło być spowodowane dużym zasoleniem wody.

Zapewnienie roślinom odpowiedniej ilości wody wpływa na intensywność procesów fizjologicznych. Z przeprowadzonych badań wynika, że deszczowanie przyczyniło się do zwiększenia intensywności fotosyntezy liści badanych gatunków warzyw (tab. 4). Nawadnianie spowodowało istotne zwiększenie aktywności fotosyntezy w liściach cebuli zwyczajnej i selera korzeniowego – o ponad 150% w porównaniu z roślinami pochodzącymi z obiektów kontrolnych. Najkorzystniej na fotosyntezę działało nawadnianie wodą słodką, dzięki której jej intensywność zwiększyła się ponad trzykrotnie w cebuli i prawie trzykrotnie w liściach selera. W miarę zwiększania zasolenia wody intensywność fotosyntezy zmniejszała się w obu testowanych gatunkach, ale nawet w przypadku największego zasolenia wody proces ten był i tak ponad dwukrotnie bardziej intensywny niż w roślinach niedeszczowanych.

Stwierdzono również wpływ nawadniania na transpirację, która zwiększyła się przeciętnie od 21% w liściach cebuli do 89% w liściach selera, w porównaniu z roślinami pochodzącymi z poletek niedeszczowanych (tab. 4). Podobnie jak na intensywność fotosyntezy, również na transpirację najkorzystniej oddziaływało stosowanie wody słodkiej – transpiracja cebuli i selera korzeniowego zwiększyła się odpowiednio o 54 i 112% w porównaniu z uprawami kontrolnymi. Wraz ze zwiększaniem się zasolenia wody użytej do nawadniania obserwowano zmniejszanie się transpiracji, ale jej intensywność prawie zawsze kształtowała się na poziomie wyższym niż roślin niedeszczowanych.

Nawadnianie miało największy wpływ na przewodność dyfuzyjną szparek liści, która w przypadku selera korzeniowego zwiększyła się blisko siedmiokrotnie, a w przypadku cebuli zwyczajnej – dwukrotnie w porównaniu z warzywami nie-nawadnianymi. Reakcja porównywanych warzyw na zastosowanie wody słodkiej była podobna, choć zdecydowanie większy wzrost przewodności nastąpił w liściach selera korzeniowego (ponad dziesięciokrotny) niż cebuli (prawie trzykrotny).

Stężenie CO₂ w komórkach przyszparkowych roślin dzięki nawadnianiu zwiększyło się prawie o 25% w liściach selera, natomiast w liściach cebuli uległo niewielkiemu zmniejszeniu – o 3,4% w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Ponadto w obu testowanych gatunkach zaobserwowano tendencje zmniejszania się stężenia CO₂ w komórkach przyszparkowych wraz ze zwiększaniem się zasolenia wody użytej do nawadniania. Nawadnianie powodowało także obniżanie temperatury liści obu gatunków warzyw.

Wszystkie testowane warzywa zareagowały na deszczowanie zwiększeniem intensywności procesów fotosyntezy, przy czym największą ich aktywność zawsze notowano u roślin deszczowanych wodą słodką. Wraz ze wzrostem zasolenia wody

Tabela 4. Parametry fotosyntezy w liściach cebuli zwyczajnej i selera korzeniowego (średnia z 2 lat)**Table 4.** Photosynthesis parameters of onion leaves and celery (mean of two years)

Obiekt Factor	Fotosynteza Photosynthesis $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	Transpiracja Transpiration $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	Przewodność dyfuzyjna szparek liści Stomatal conductance $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	Stężenie CO_2 w przestrzeniach międzykomórkowych Concentration of CO_2 in stomata $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$	Temperatura liści Temperature of leaves $^{\circ}\text{C}$
K	2,02	2,41	0,15	278,2	30,9
WS	6,71	3,72	0,43	307,1	30,5
WZ-1	4,58	3,21	0,38	302,0	30,4
WZ-2	4,09	1,79	0,09	197,2	30,4
Średnia dla nawadniania Mean for irrigation	5,13	2,91	0,30	268,8	30,43
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,62	0,51	0,02	11,21	0,31
K	3,62	1,23	0,05	212,1	28,3
WS	10,1	2,61	0,49	275,1	26,1
WZ-1	9,41	2,28	0,31	268,4	26,0
WZ-2	8,01	2,09	0,21	249,2	26,0
Średnia dla nawadniania Mean for irrigation	9,17	2,33	0,34	264,2	26,0
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,62	0,28	0,06	10,06	0,11

Oznaczenia jak pod tabelą 3. Explanations as in Tab. 3.

Tabela 5. Skład chemiczny cebuli zwyczajnej i selera korzeniowego (średnia z dwóch lat)

Table 5. Chemical composition of onion and celery (mean of two years)

Obiekt Factor	N	P	K	%				mg·kg ⁻¹			Sucha masa Dry matter %	
				Ca	Mg	Na	Fe	Zn				
				Cebula zwyczajna Onion								
K	1,91	0,38	1,70	0,08	0,08	0,04	40	16	15,6			
WS	1,74	0,37	1,79	0,07	0,04	0,08	30	16	15,0			
WZ-1	1,73	0,38	1,78	0,06	0,08	0,29	30	15	14,8			
WZ-2	1,73	0,38	1,78	0,06	0,09	0,33	25	11	14,5			
Średnia dla nawadniania Mean for irrigation	1,73	0,38	1,78	0,06	0,07	0,23	28,3	14,0	14,8			
				Seler korzeniowy Root celery								
K	2,22	0,43	1,90	0,16	0,07	0,08	35	26	16,4			
WS	2,15	0,42	2,30	0,11	0,07	0,14	30	20	16,2			
WZ-1	2,16	0,43	2,28	0,11	0,10	0,38	30	16	15,8			
WZ-2	2,16	0,43	2,28	0,09	0,11	0,38	30	14	15,6			
Średnia dla nawadniania Mean for irrigation	2,16	0,43	2,29	0,10	0,09	0,30	30,0	16,7	15,9			

Oznaczenia jak pod tabelą 3. Explanations as in Tab. 3.

deszczownianej ich intensywność była coraz mniejsza. Badania przeprowadzone przez HIROTA i in. [1999], a także PASCALE i in. [1995] oraz CHARTZOULAKISA [1994] na papryce, oberżynie i ogórku nawadnianych wodą zasoloną, wskazują na podobne tendencje. Jest to zgodne z większością badań dotyczących wpływu zasolenia na przebieg procesów fizjologicznych. Redukcję fotosyntezy netto w warunkach zasolenia, w roślinach fasoli i na skutek zahamowania transpiracji oraz przewodnictwa szparkowego zaobserwowali również CUCCI, CARO i BIANCHIMANO [2000] oraz HIROT i in. [1999].

W intensywnej produkcji rolnej woda jest nie tylko czynnikiem limitującym wielkość plonu, ale również wpływającym na jego jakość. Z badań krajowych dotyczących zmian zawartości suchej masy i podstawowych makroskładników wynika, że deszczowanie wodą słodką na ogół zmniejsza zawartość suchej masy i azotu ogólnego, a zwiększa zawartość fosforu w roślinach, zaś zmiany zawartości potasu zależą od gatunku rośliny. Oceniając wpływ deszczowania na zawartość suchej masy w częściach użytkowych warzyw (tab. 5) stwierdzono, że największą zawartością suchej masy (15,6% w cebuli i 16,4% w selerze) charakteryzowały się warzywa pochodzące z poletek niedeszczowanych, a zastosowana woda spowodowała jej zmniejszenie – było ono tym większe im bardziej zasoloną wodę stosowano do nawodnień. Z literatury wynika, że w większości przypadków nawadnianie wodą zasoloną powoduje zmniejszenie zawartości suchej masy. Świadczą o tym m.in. badania AL-RAMAHY'EGO, STROEHLEIN i PESSARAKLI [1992], a także ABD-ALLA [1992] przeprowadzone na pomidorach i bobiku.

Kolejne wyniki analiz warzyw (tab. 5) wykazały również, że zastosowana do nawodnień woda słodka przyczyniła się do niewielkiego zmniejszenia zawartości azotu w suchej masie obu testowanych gatunków – średnio o 0,17% w cebuli i o 0,07% w selerze, a także zwiększenia (od 0,09 do 0,4%) zawartości potasu w obu gatunkach. Zdaniem BUNIAKA [1986] zmniejszenie koncentracji azotu można tłumaczyć tym, że w warunkach dobrego zaopatrzenia w wodę i azot następuje zwiększenie produktywności procesu fotosyntezy, a w wyniku tego niejako „rozcieńczenie” zawartości azotu w roślinie. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono zmian koncentracji fosforu. Największe zmiany, jakie zaobserwowano w warzywach, dotyczyły zwiększenia zawartości magnezu i sodu. Koncentracja tych pierwiastków była w roślinach tym większa im bardziej zasoloną wodę stosowano do nawodnień. Także ULLAH, SOJA i GERZABEK [1993] oraz YADAV i TOMAR [1990] stwierdzili, że koncentracja sodu w roślinach nawadnianych wodą o większym zasoleniu jest większa. Odmienne tendencje zaobserwowano analizując gromadzenie wapnia w warzywach. Nawadniane rośliny charakteryzowały się jego mniejszą zawartością.

WNIOSKI

1. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia potwierdziły, że cebula zwyczajna i seler korzeniowy należą do roślin o dużych wymaganiach wodnych, a deszczowanie wpływa na wielkość ich plonu. Plonotwórcze okazało się zastosowanie do nawodnień cebuli wody słodkiej i rozcieńczonej wody zasolonej, dzięki którym uzyskano plon odpowiednio o 15,4 i 4,5% większy niż plon z obiektów kontrolnych. W przypadku nawadniania selera korzeniowego największe przyrosty plonu otrzymano stosując rozcieńczoną wodę zasoloną, następnie wodę słodką i wodę o największym zasoleniu. Uzyskane zwwyżki stanowiły odpowiednio 72,8, 53 i 41% plonu z obiektów kontrolnych.

2. Intensywność fotosyntezy w nawadnianych warzywach była większa niż w nienawadnianych. Największą intensywnością tych procesów fizjologicznych charakteryzowały się rośliny pochodzące z obiektów nawadnianych wodą słodką, a ze zwiększeniem zasolenia wody intensywność ta zmniejszała.

3. Nie stwierdzono dużych zmian w składzie chemicznym plonu. Nawadnianie przyczyniło się do nieznacznego zmniejszenia zawartości suchej masy, azotu i wapnia i jednoczesnego zwiększenia zawartości potasu. Największe zmiany dotyczyły koncentracji sodu, którego zawartość w suchej masie warzyw rosła wraz ze wzrostem zasolenia wody użytej do nawadniania.

LITERATURA

- ABD-ALLA M.H., 1992. Nodulation and nitrogen fixation faba bean (*Vicia faba* L.) plants under salt stress. *Symbiosis-Rehovot* 12 3 s. 311–319.
- AL RAWAHY S.A., STROEHLIN J.L., PESSARAKLI M., 1992. Dry-matter yield and nitrogen, Na⁺, Cl⁻, and K⁺ content of tomatoes under sodium chloride stress. *J. Plant Nutrition* 15 3 s. 341–358.
- BUCZAK E., 1986. Efektywność ekonomiczna deszczowania porów, selerów, cebuli i ogórków. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* z. 268 s. 583–593.
- BUNIAK W., 1986. Wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia na wykorzystanie i produktywność nawozów mineralnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* z. 268 s. 663–679.
- CHARTZOULAKIS K.S., 1994. Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. *Sci. Horticul.* 59 1 s. 27–35.
- CHROBOCZEK E., SKĄPSKI H., 1982. *Ogólna uprawa warzyw*. Warszawa: PWRiL ss. 369.
- CORDEIRO G.G., RESENDE G.M., PEREIRA J.R., COSTA N.D., 1999. Effect of saline water and soil conditioner on beetroot yield in the Brazilian Semi-arid region. *Horticul. Brasil.* 17 1 s. 39–41.
- CUCCI G., CARO A., BIANCHIMANO V., 2000. Effect of salt stress on bean crop. W: *Progress in the use of water resources. Conf. Irrig. Research. Bari, Italy 1–2 October 1998. Irrig. Drenaggio* 47 1 s. 44–50.
- DZIEŻYC J., 1988. *Rolnictwo w warunkach nawadniania*. Warszawa: PWN ss. 415.
- HIROT O., VILLAVICENCIO E., CHIKUSHI J., TAKEUCHI S., NAKANO Y., 1999. Effect of saline water irrigation at fruit maturity stage on transpiration rate and growth in sweet pepper (*Capsicum annum*). *J. Faculty Agricult.* 44 1–2 s. 39–47.
- KANISZEWSKI S., 1996. Nawadnianie cebuli. *Owoce* 13 s. 6–7.

- KANISZEWSKI S., RUMPEL J., DYŚKO J., 1999. Effect of drip irrigation and fertigation on growth and yield of celeriac (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum* (Mill.) Gaud). Vegetable Crops Research Bull. Vol. 50 s. 31–39.
- KANISZEWSKI S., UMIĘCKA L., 1986. Wpływ różnych typów gleb i nawadniania na plon i trwałość przechowalniczą selera. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. z. 268 s. 593–609.
- MAKARY B.S., KORIEM S.O., BASILIOUS S.I., 1994. Response of onion from sets to various concentrations of salts in irrigation water. Assiut J. Agricult. Sci. 25 4 s. 215–223.
- PASCALE S., BARBIERI G., SIFOLA M., DE-PASCALE S., FERNANDEZ-MUNOZ R., CUARTERO J., GORNEZ-GUILLARNON M.L., 1995. Gas exchanges, water relations and growth of eggplant (*Solanum melongea* L.) as effected by salinity of irrigation water. First Intern. Symp. Solanacea for Fresh Market. Malaga, Spain, 28–31 March. Acta Horticult. 412 s. 388–395.
- PRAWDZIC K., 1961. Klimat województwa szczecińskiego w świetle potrzeb rolnictwa. Szczecin: WSR ss. 63.
- RUTKOWSKI M., MAŁECKA I., 1986. Efektywność ekonomiczna deszczowania niektórych roślin uprawnych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. z. 268 s. 535–540.
- ULLAH S.M., SOJA G., GERZABEK M.H., 1993. Ion uptake, osmoregulation and plant-water relations in faba beans (*Vicia faba* L.) under salt stress. Bodenkultur 44 4 s. 291–301.
- YADAV B.R., TOMAR S.P.S., 1990. Comparative effect of chloride and sulphate salinity in irrigation water on yield and mineral nutrition of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Vegetable Sci. 17 2 s. 191–194.

Ewa RUMASZ-RUDNICKA, Zdzisław KOSZAŃSKI, Cezary PODSIADŁO

THE EFFECT OF VARIOUS SALINITY OF IRRIGATION WATER ON THE ONION AND CELERY YIELDING

Key words: chemical composition, irrigation, physiological processes, vegetable, yield

S u m m a r y

Field experiments which aimed at assessing the effect of onion and celery irrigation with water of various salt content were done in 1999–2000 on sandy soil. The average yield increase caused by irrigation was 55.8 % for celery and only 3.9 % for onion. Tap water caused the highest increment of onion yields (by 15.4 %). Celery responded best to diluted saline water which increased the yield by 72.8 %, tap water by 53 % and saline water by 41 % as compared with the non-irrigated control.

Supplemental irrigation increased the photosynthetic activity of vegetable leaves, i.e. CO₂ assimilation, transpiration and carbon dioxide concentration in substomatal cells, to the greatest extent when plants were irrigated with tap water.

Recenzenci:

prof. dr hab. Lech Nowak

dr hab. Stanisław Rolbiecki

Praca wpłynęła do Redakcji 14.03.2005 r.