

EFEKTY NAWADNIANIA NIEKTÓRYCH WARZYW

Ewa Rumasz-Rudnicka¹, Zdzisław Koszański¹, Tomasz Korybut Woroniecki²

¹Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania, Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: rumasz@agro.ar.szczecin.pl

²Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy
ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin

Streszczenie. Badania polowe przeprowadzono w latach 1996-1999 na glebie kompleksu żyznego dobrego. Warzywa uprawiano na obiektach kontrolnych i nawadnianych. Zastosowane dawki wody wynosiły od 60 do 110 mm dla buraka ćwikłowego, 40-60 mm dla cebuli zwyczajnej, 80-120 mm dla kapusty głowiastej białej i 80-110 mm dla selera korzeniowego. Rezultaty przeprowadzonych badań i obliczeń wykazały, że deszczowanie zwiększało plony warzyw, przy czym otrzymane przyrosty zależały od uprawianego gatunku i przebiegu pogody w okresie wegetacji. Największe efekty plonotwórcze otrzymano nawadniając buraka ćwikłowego, którego plon zwiększył się o 42,5% w porównaniu do roślin nie nawadnianych. Nieco niższy, 34,3% istotny przyrost świeżej masy korzeni, uzyskano nawadniając seler. Nawadnianie kapusty spowodowało również wzrost plonu ogólnego i handlowego o 18,4% i 17,2%. Z ocenianych gatunków najsłabiej na nawadnianie zareagowała cebula, której plon pod wpływem tego zabiegu był o 10,2% większy w porównaniu do obiektów kontrolnych.

Słowa kluczowe: burak ćwikłowy, cebula zwyczajna, seler korzeniowy, kapusta głowiasta biała, nawadnianie, plon

WSTĘP

Poważnym problemem gospodarczym, zarówno w aspekcie ekonomicznym jak i przyrodniczym staje się niedostateczne zaopatrzenie roślin w wodę. Najbardziej wrażliwe na niedobór wody są warzywa, zwłaszcza te, które mają długi okres wegetacji i wytwarzają duże ilości biomasy. Niektóre z uwagi na stosunkowo płytki zasięg systemu korzeniowego (cebula), inne jak podaje Chroboczek i Skąpski (1982) ze względu na wysokie wymagania w stosunku do wilgotności gleby np. seler, cebula i kapusta. Dodatkowo nierównomierny rozkład opadów nie zapewnia tym cennym roślinom optymalnych warunków wilgotnościowych w okresie wegetacji. Dlatego stosowanie uzupełniających nawodnień uważa się za jeden z najbardziej

istotnych czynników decydujących o wzroście produkcji i jakości plonów. Zabieg ten jest szczególnie ważny na glebach lekkich charakteryzujących się małą retencją i częstymi zmianami stanu uwilgotnienia.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Prowadzono je w latach 1996-1999 w RZD Lipki na glebie brunatnej kwaśnej, zaliczanej do IVb klasy bonitacyjnej, kompleksu żytniego dobrego. Warzywa uprawiano w warunkach kontrolnych (K) i nawadnianych (W), na mikropoletkach o powierzchni 1 m². Obsadę roślin na 1 m² ustalono w oparciu o wymagania poszczególnych gatunków: burak ćwikłowy 22 szt. (25 x 10 cm), cebula – 29 szt. (20 x 8 cm), kapusta – 4 szt. (50 x 60 cm), seler – 10 szt. (25 x 25 cm). Terminy nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby w oparciu o wskazania tensjometrów, które umieszczano w glebie na głębokości 15-20 cm. Nawadnianie wykonywano gdy wartość potencjału wodnego gleby osiągnęła wartość –30, –40 kPa dla selera i cebuli, –60 kPa dla buraka ćwikłowego i kapusty głowiastej białej do fazy zawiązywania główek a w późniejszym okresie (wiązania i przyrostu główek) –40, –50 kPa. Warzywa deszczowano minizraszaczami, utrzymując dla wszystkich uprawianych roślin wilgotność na poziomie 60-80% ppw (Dzieżyc 1988), w zależności od gatunku i fazy rozwojowej. Sumaryczne dawki nawodnieniowe w poszczególnych latach badań zestawiono w tabeli 1. Jednorazowe dawki wynosiły 10-15 mm dla cebuli, 15-20 mm dla buraka i 15-25 mm dla selera i kapusty. Rośliny uprawiano w czteroletnim zmianowaniu: burak ćwikłowy (odm. Czerwona kula) – cebula zwyczajna (odm. Wolska) – kapusta głowiasta biała (odm. Kamienna głowa) – seler korzeniowy (odm. Jabłkowy).

W uprawie roli i pielęgnowaniu roślin zastosowano zasady poprawnej agrotechniki. Ze względu na to, że warzywa uprawiano na glebie lekkiej, w roku poprzedzającym założenie doświadczenia zastosowano wapnowanie (2 t·ha⁻¹) oraz obornik (30 t·ha⁻¹). Nawożenie mineralne zastosowano w następujących ilościach: pod buraki ćwikłowe 350 kg NPK, cebulę 370 kg NPK, kapustę 380 kg NPK, seler 440 kg NPK. Zbiór przeprowadzono ręcznie, w fazie dojrzałości technicznej. Za plon ogólny kapusty przyjęto kapustę z liśćmi zewnętrznymi, za handlowy – głowy kapusty z usuniętymi (4-6) liśćmi ochronnymi, z głąbem przyciętym pod dolnym liściem na długość 1 cm (PN-72/R-75362). Cały plon korzeni buraka, cebuli oraz selera według PN-72/R-75360, PN-87/R-75357 i PN-R-75371 mieścił się odpowiednio w wyborze do spożycia lub II klasy. Zatem uzyskany plon ogółem tych warzyw stanowił równocześnie plon handlowy.

Tabela 1. Sumaryczne dawki wody zastosowane do deszczowania warzyw (mm)
Table 1. Total water doses used for irrigation of the vegetables (mm)

Roślina – Plant	1996	1997	1998	1999	Średnia Average
Burak ćwikłowy Red beet	60	115	110	95	95
Cebula zwyczajna Onion	60	40	60	60	55
Kapusta głowiasta biała White cabbage	80	120	120	105	106
Seler korzeniowy Root celery	80	100	110	105	99

Pogodę w czasie prowadzenia czteroletnich badań opisano na podstawie danych stacji meteorologicznej AR w RZD Lipki, udostępnionych przez Katedrę Agrometeorologii AR w Szczecinie. Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej. Obliczenia statystyczne dotyczące plonu ogólnego i handlowego warzyw wykonano stosując analizę wariancji. Ocenę uzyskanych różnic przeprowadzono testem Duncana przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI

W regionie Pomorza Zachodniego pogoda kształtowana jest 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 wegetacji (Prawdź 1961). Potwierdza to analiza danych meteorologicznych zawartych w tabeli 2, w której przedstawiono warunki termiczne i opadowe w poszczególnych latach prowadzenia badań, dla poszczególnych gatunków warzyw na tle wielolecia (1961-1994). Opady w środkowej części Niziny Szczecińskiej, w tym wieloleciu (w okresie wegetacji od kwietnia do października), osiągały najwyższe wartości w lipcu – 63,2 mm i czerwcu 61,3 mm. Cechą charakterystyczną warunków wilgotnościowych jest posuszna pierwsza połowa wiosny i wilgotna druga połowa jesieni. Miesięczna temperatura powietrza w wieloleciu kształtowała się od 7,2°C w kwietniu do 17,4°C w lipcu. Na podstawie zestawionych danych meteorologicznych (tab. 2) stwierdzono, że w latach prowadzenia badań, opady atmosferyczne nie były korzystne dla wzrostu i rozwoju roślin ze względu na nietypowy ich rozkład oraz krótkie okresy posuszne w okresie wegetacji. Wtedy właśnie konieczne było zastosowanie uzupełniającego deszczowania roślin, aby zapewnić optymalną wilgotność gleby.

Tabela 2. Warunki opadowo-termiczne w latach prowadzenia badań na tle wielolecia (1961-1994)
Table 2. Rainfall and temperature during the experiment as compared with multiyear average (1961-1994)

Miesiąc Month		Temperatura – Temperature (°C)					Opady – Rainfall (mm)				
		Średnia miesięczna w wieloleciu – Monthly multiyear average	Odchylenia od średniej z wielolecia Deviation from multiyear average				Średnia miesięczna suma w wieloleciu Monthly multiyear average	Odchylenia od średniej z wielolecia Deviation from multiyear average			
			1996	1997	1998	1999		1996	1997	1998	1999
IV	7,2	+1,5	-1,1	+2,3	+2,2	37,8	-26,8	-8,0	+17,3	+35,5	
V	12,5	-0,7	+0,5	+2,1	+1,5	51,1	+38,9	+2,4	-17,8	+51,9	
VI	15,9	+0,8	+1,2	+0,9	+1,2	61,3	-22,1	+13,9	-9,5	+2,7	
VII	17,4	-1,9	+0,9	-0,3	+3,5	63,2	+66,8	+80,8	-7,4	-15,1	
VIII	17	+1,4	+3,5	-0,4	+1,6	56,1	+23,9	-11,6	+6,8	-11,8	
IX	13,2	-2,4	+1,0	+0,6	+3,8	46,8	-6,4	-29,5	+26,5	-19,7	
X	8,6	+1,1	-0,6	-1,0	+0,3	38,9	+7,1	-1,7	+18,9	-10,5	
Średnio dla – Mean for	buraka / red beet V-IX	15,2	-0,6	+1,4	+0,6	+2,3	278,5	+101,1	+56,0	-1,4	+8,0
	cebuli / onion IV-VIII	14,0	+0,2	+1,0	+0,9	+2,0	269,5	+80,7	+77,5	-10,6	+63,2
	kapusty/ white cabbage VI-X	14,4	-0,2	+1,2	0,0	+2,1	266,3	+69,3	+51,9	+35,3	-54,4
	selera / root celery V-X	14,1	-0,3	+1,1	+0,3	+2,0	317,4	+108,2	+75,9	+17,5	-2,5

Tabela 3. Plon warzyw (kg·m⁻²)**Table 3.** Yield of the vegetables (kg m⁻²)

Roślina – Plant	Obiekt Factor	Lata – Year				Średnio Average
		1996	1997	1998	1999	
Burak ćwikłowy – Red beet	K	4,38 ^a	3,17 ^a	2,06 ^a	3,95 ^a	3,39 ^a
	W	5,33 ^b	5,05 ^b	4,24 ^b	4,71 ^b	4,83 ^b
	NIR _{0,05}	0,239	0,178	0,086	0,091	0,135
Cebula zwyczajna – Onion	K	1,66	1,07	1,59 ^a	2,32 ^a	1,66 ^a
	W	1,73	1,09	1,74 ^b	2,77 ^b	1,83 ^b
	NIR _{0,05}	r.n.	r.n.	0,067	0,116	0,052
Kapusta głowiasta biała White cabbage	*P _o K	13,4 ^a	12,3 ^a	8,48 ^a	7,20 ^a	10,3 ^a
	*P _o W	16,3 ^b	13,1 ^b	9,55 ^b	9,90 ^b	12,2 ^b
	NIR _{0,05}	0,430	0,588	0,491	0,417	0,341
Seler korzeniowy – Root celery	*P _h K	9,42 ^a	8,70	5,68 ^a	5,20 ^a	7,25 ^a
	*P _h W	10,9 ^b	8,80	6,70 ^b	7,60 ^b	8,50 ^b
	NIR _{0,05}	0,264	r.n.	0,347	0,285	0,191
Seler korzeniowy – Root celery	K	5,98 ^a	1,83 ^a	1,66 ^a	1,35 ^a	2,71 ^a
	W	6,38 ^b	2,55 ^b	2,78 ^b	2,85 ^b	3,64 ^b
	NIR _{0,05}	0,156	0,108	0,124	0,109	0,108

*p_o – plon ogółem – total yield,p_h – plon handlowy – marketable yield.

a, b – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie, means designated with the same letter do not differ statistically.

Wielkości uzyskanych plonów warzyw w poszczególnych latach badań, przedstawiono w tabeli 3. Plon świeżej masy korzeni buraka ćwikłowego z poletek nie nawadnianych wynosił średnio w okresie badań $3,39 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Największy plon ($4,38 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) uzyskano w 1996 roku, a najmniejszy ($2,06 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) w 1998 roku. Podobne tendencje zauważono analizując plony świeżej masy korzeni z obiektów deszczowanych. Okazało się, że największe plony ($5,33 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) zebrano również w 1996 roku, kiedy rozpoczęto badania, natomiast najmniejsze ($4,24 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) dwa lata później w 1998r. Uzyskane wyniki dowodzą, że woda zastosowana do nawadniania prowadziła do istotnego zwiększenia plonu korzeni buraka ćwikłowego. Średnio z poletek nawadnianych uzyskano plon $4,83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ i był o 42,5% wyższy w porównaniu do warunków kontrolnych. Porównując przyrosty plonów w całym okresie prowadzenia badań, stwierdzono, że najlepsze efekty uzyskano w 1998 roku, w którym plon pod wpływem nawadniania wzrósł o $2,18 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, co stanowi zwiększenie wynoszące 105,8% w porównaniu do plonu roślin rosnących w naturalnych warunkach uwilgotnienia.

Badając reakcję cebuli zwyczajnej (tab. 3) na stosowanie nawadniania stwierdzono istotny wpływ na wielkość plonów w dwóch ostatnich latach badań, choć przyrosty plonów nie były tak wysokie jak buraka ćwikłowego. Plon cebuli zwyczajnej, zebranej z obiektów nawadnianych wyniósł średnio $1,83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ i był o 10,2% wyższy niż plon cebul z poletek kontrolnych. Rozpatrując czteroletni okres badań, okazało się, że najbardziej stymulująco na produkcję cebuli podziało nawadnianie w 1999 roku, w którym zanotowano wzrost plonu o $0,45 \text{ kg}$ z 1 m^2 co stanowi zwiększenie 19,4% w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Plony kapusty z obiektów nie nawadnianych wynosiły średnio $10,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (ogólny) i $7,25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (handlowy). Zastosowane deszczowanie miało korzystny wpływ na wzrost plonu ogółem i plonu handlowego odpowiednio o 18,4% i 17,2% w porównaniu do plonów roślin nie deszczowanych. Oceniając czteroletni okres badań stwierdzono, że największe plony (ogółem i handlowy), zarówno w naturalnych warunkach uwilgotnienia jak i warunkach nawadniania zebrano w 1996 roku, a w kolejnych latach badań zaznaczyła się tendencja zniżkowa.

Zdecydowanie lepszą reakcją na nawadnianie, wykazał seler korzeniowy. Z poletek nie nawadnianych uzyskano średnio plon $2,71 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ świeżej masy korzeni, (od $1,35 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ w 1999 roku do $5,98 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ w 1996 roku). Zastosowana do nawodnień woda miała istotny wpływ na plony selera, powodując średnio w ciągu czterech lat badań przyrost plonu o $0,93 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ co stanowi aż 34,3% zwiększenie w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Rok 1996, był rekordowy, biorąc pod uwagę wysokość plonów zebranych z poletek kontrolnych ($5,98 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) jak i nawadnianych ($6,38 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), chociaż wyliczony przyrost plonu świeżej masy

korzeni pod wpływem deszczowania stanowił tylko 6,7%. Natomiast najwyższy wzrost plonu dzięki nawadnianiu wynoszący 111% w porównaniu do kontroli obserwowano w 1999 roku, kiedy to zebrane plony były jedne z najniższych ($1,35 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) z obiektów nie deszczowanych i $2,85 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ z nawadnianych.

DYSKUSJA

Przeprowadzone doświadczenie miało na celu zbadanie wpływu nawadniania na plonowanie wybranych gatunków warzyw. Prawie cała powierzchnia upraw warzywniczych w Polsce powinna być nawadniana. Nie ma praktycznie lat, w których nawadnianie nie dałoby pozytywnych efektów. Efekty działania wody w dużym stopniu były uzależnione od gatunku uprawianej rośliny oraz przebiegu pogody w okresie wegetacji warzyw. Nawet w latach z nadmierną ilością opadów, jak zauważa Dzieżyc (1988) występują krótsze lub dłuższe okresy posuszne, które zwłaszcza w okresie krytycznym w gospodarce wodnej roślin, istotnie obniżają ich plon. Analiza warunków meteorologicznych wskazuje, że w latach prowadzenia badań, opady atmosferyczne nie były korzystne dla wzrostu i rozwoju roślin, zwłaszcza ze względu na nietypowy ich rozkład oraz krótkie okresy posuszne w okresie wegetacji. Konieczne zatem było zastosowanie uzupełniającego deszczowania roślin. Uzyskane w doświadczeniu wyniki wskazują, że zapewnienie warzywom optymalnych warunków wilgotnościowych gleby w granicach 60-80% ppw w zależności od gatunku, wpływa na zwiększenie ich plonów. Efekty nawadniania warzyw na glebach lekkich są największe w latach suchych, ale nie są one małe także w wieloleciu. Przeprowadzone badania potwierdziły pozytywny wpływ deszczowania na wzrost plonów buraka ćwikłowego, cebuli zwyczajnej, kapusty głowiastej białej i selera korzeniowego. Na podobne rezultaty wskazują wyniki wcześniejszych prac, m.in. Buczak (1986), Jabłońskiej-Ceglarek (1981 a,b), Kołoty (1984 a,b), Kaniszewskiego i Umięckiej (1986), Kaniszewskiego i in. (1999), Kryńskiej i Piotrowskiego (1986), Rolbieckiego i Rzekanowskiego (1987) i Żarskiego (1989). Ponadto warzywa posiadające duże wymagania glebowe i potrzeby wodne, uprawiane na glebach lekkich kompleksu żytniego wymagają deszczowania. Gleby lekkie, które charakteryzują się dużą przepuszczalnością, małą zdolnością retencyjną należy deszczować, co potwierdza Grabarczyk i in. (1992).

WNIOSKI

1. Wyniki uzyskane w doświadczeniu przeprowadzonym na glebie lekkiej dowodzą, że dzięki uzupełniającemu deszczowaniu można uzyskać wysokie plony buraka ćwikłowego, cebuli zwyczajnej, kapusty głowiastej białej i selera korzeniowego oraz podnieść produktywność tej gleby.

2. Najkorzystniej na nawadnianie zareagował burak ćwikłowy i seler korzeniowy. Pod wpływem tego zabiegu osiągnięto istotne zwiększenie plonu korzeni buraka ćwikłowego o 42,5%, a selera korzeniowego o 34,3% w porównaniu do plonu korzeni zebranych z poletek nie deszczowanych. Nieco mniejszą reakcję na nawadnianie wykazała kapusta głowiasta biała. Plon ogólny zwiększył się o 18,4% a handlowy o 17,2% w porównaniu do kapust rosnących w naturalnych warunkach uwilgotnienia. Z ocenianych gatunków warzyw, najmniejszą reakcję na nawadnianie wykazała cebula zwyczajna, która zwiększyła swój plon 10,2% w porównaniu do plonu roślin nie deszczowanych

PIŚMIENNICTWO

- Buczak E., 1986. Efektywność ekonomiczna deszczowania porów, selerów, cebuli i ogórków. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln., 268, 583-593.
- Chroboczek i Skapski H. 1982. Ogólna uprawa warzyw. PWRiL Warszawa.
- Dzieżyc J., 1988. Warzywa w: Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.
- Grabarczyk S., Rytelewski J., Kasińska D., 1989. Połowe zużycie wody przez rośliny uprawne w warunkach Żuław. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln., 343,151-155.
- Jabłońska-Ceglarek R., 1981a. Wyniki 3-letnich badań nad wpływem nawadniania oraz rodzaju nawożenia na plon selera korzeniowego. Biul. Warz. XXV, Instytut Warzywnictwa – Skierniewice; 138-164.
- Jabłońska-Ceglarek R., 1981b. Wyniki 3-letnich badań nad wpływem nawadniania oraz rodzaju nawożenia na plon kapusty białej późnej. Biul. Warz. XXV, Instytut Warzywnictwa – Skierniewice, 165-189.
- 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 Bulletin, Research Institute of Vegetable Crops, Skierniewice, Poland, Vol. 50, 31-39.
- Kaniszewski S., Umięcka L., 1986. Wpływ różnych typów gleb i nawadniania na plon i trwałość przechowalniczą selera. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln., 268, 593-609.
- Kołota E., 1984a. Wpływ sposobu nawożenia i formy azotu na plonowanie warzyw w uprawie z nawadnianiem i bez nawadniania. Cz. I. Kapusta głowiasta biała. Biul. Warz. XXVII, Instytut Warzywnictwa – Skierniewice, 203-236.
- Kołota E., 1984b. Wpływ sposobu nawożenia i formy azotu na plonowanie warzyw w uprawie z nawadnianiem i bez nawadniania. Cz. II. Burak ćwikłowy. Biul. Warz. XXVII, Instytut Warzywnictwa – Skierniewice, 237-260.
- Kryńska W., Piotrowski L. 1986. Efektywność deszczowania i nawożenia kapusty późnej nawozami organicznymi. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln., 284, 445-475.
- Prawdź J., 1961. Klimat województwa szczecińskiego w świetle potrzeb rolnictwa. WSR Szczecin.
- Rolbiecki S., Rzekanowski Cz., 1997. Wpływ opadów i nawadniania na plonowanie buraka ćwikłowego na glebie lekkiej. Pam. Puław., 110, 113-119.
- Żarski J., 1989. Zwyczki plonów ogórków gruntowych i selerów pod wpływem deszczowania a opady atmosferyczne w okresie krytycznym. Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Roln., 343, 67-73.

EFFECT OF IRRIGATION ON SOME VEGETABLES

Ewa Rumasz-Rudnicka¹, Zdzisław Koszański¹, Tomasz Korybut Woroniecki²

¹Institute of Plant Production and Irrigation, Agricultural University
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: rumasz@agro.ar.szczecin.pl

²Institute of Melioration and Grasslands in Falenty, West-Pomeranian Research Centre
ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin

Abstract. Field experiments were conducted in 1996-1999 on brown acid soil of IVb class. The doses of irrigation applied were 60-110 mm for beet, 40-60 for onion, 80-120 for cabbage, and 80-110 for celery. Supplemental irrigation increased the yield of these vegetables, the extent of the increase depending on the species and on the weather conditions. The largest yield increases were obtained with watered red beet (by 42.5%). Slightly smaller increase of fresh matter of root celery was obtained – by 34.3%. The total and marketable yield of white cabbage increased, due to irrigation, by 18.4 and 17.2%, respectively. Onion reacted much less to supplemental irrigation; its yield increased only by 10.2%.

Key words: red beet, onion, white cabbage, root celery, yield, irrigation