

IZVORNI ZNANSTVENI RAD

Prinos i sadržaj magnezija, natrija i klora u plodu rajčice pri različitim koncentracijama NaCl u hranjivoj otopini

Renata Erhatic¹, Nina Toth², Josip Borošić², Mirjana Herak Ćustić³, Božidar Benko²

¹Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci
(e-mail: rerhatic@vguk.hr)

²Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrčarstvo, Svetošimunska c. 25

³Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ishranu bilja, Svetošimunska c. 25

Sažetak

Dvogodišnje istraživanje imalo je za cilj utvrditi utjecaj povećane koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini (0,05 %, 0,125 i 0,2 %), na prinos i sadržaj magnezija, natrija i klora u plodu hidroponski uzgajane rajčice u odnosu na standardnu otopinu bez dodanog NaCl-a povećanje sadržaja natrija i klora koje je proporcionalno povećanju NaCl u hranjivoj otopini. Dodavanjem NaCl i samim time povećanjem EC-vrijednosti hranjive otopine moguće je poboljšati kvalitetu ploda bez značajnijeg smanjenja prinosa. Najveći prinos zabilježen je pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom i varirao je od 2,06 do 2,60 kg/biljci. Najveći sadržaj magnezija 0,42 % utvrđen pri koncentraciji NaCl 0,05 %, dok su najveće vrijednosti natrija 0,28 % i klora 0,62 % utvrđene pri koncentraciji NaCl-a 0,2 %.

Ključne riječi: *Lycopersicon esculentum* L., NaCl, prinos, magnezij, natrij, klor

Uvod

Sastav hranjive otopine utječe na rast i razvoj biljaka, te na komponente prinosa rajčice u hidroponskom uzgoju (Benko i sur. 2007). Cilj ovog istraživanja je mogućnost poboljšanja kvalitete plodova hidroponski uzgajane rajčice bez značajnijeg smanjenja prinosa dodavanjem NaCl u hranjivu otopinu. Kvaliteta plodova rajčice može se poboljšati povećanjem koncentracije hranjive otopine do određene razine (Elia i sur., 2001; Lin i Glass, 1999). Sadržaj natrija i klora u plodu rajčice raste linearno sa povećanjem koncentracije hranjive otopine, dok se istovremeno sadržaj magnezija smanjuje zbog postojećeg antagonizma između iona natrija i magnezija (Khan i sur. 1999., Carvajal i sur. 2000). Prema Munnosu (2002), zaslanjenost smanjuje sposobnost biljaka za usvajanjem vode, a nakupljanjem visokih koncentracija iona natrija i klora u kloroplastima inhibira se fotosinteza, što dovodi do smanjenog intenziteta rasta uz niz metaboličkih promjena.

Materijal i metode

Dvogodišnji pokus sa usjevom rajčice postavljen je u plasteniku metodom slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja. U 2004. godini istraživanje je provedeno na obiteljskom gospodarstvu Zlatka Celića iz Donje Lomnice u grijanom plasteniku, a u 2005. godini na Agronomskom fakultetu na pokušalištu Zavoda za povrčarstvo u negrijanom plasteniku. U 2004. godini berba je počela 26. travnja i ukupno je bilo 36 berbi. Tijekom dodavanja NaCl (od 6. rujna do 27. listopada) obavljeno je 8 berbi. U drugoj godini istraživanja berba je počela 1. srpnja i do 5. listopada obavljeno je 18 berbi, a sva uzorkovanja za morfometrijsku analizu provedena su na biljkama tretiranim standardnom hranjivom otopinom i otopinama povećanih EC-vrijednosti. Plodovi svake biljke sa obračunske parcele zasebno su brani, a prebrojavani su i vagani za svaku etažu posebno. Netržnim plodovima su smatrani plodovi mase manje od 50 g, ispucali i plodovi s vršnom truleži. Od početka dodavanja hranjive otopine povećanih EC-vrijednosti do završetka berbe pri svakoj berbi utvrđene su komponente prinosa (broj i masa tržnih i netržnih

plodova po biljci). Obračunsku parcelu činile su dvije ploče kamene vune dužine 1 m sa šest biljaka. Tijekom vegetacije, sustavom navodnjavanja kapanjem, biljkama je dodavana hranjiva otopina, sastava prema Sonneveldu (1988). Hranjiva otopina EC-vrijednosti 2 dS/m korištena je kao kontrola. Planirane EC-vrijednosti u spremnicima su bile 3, 4,5 i 6 dS/m. Povećanje EC-vrijednosti za 1 dS/m postignuto je dodavanjem 50 g NaCl na 100 l standardne hranjive otopine, odnosno koncentracije NaCl u hranjivim otopinama iznosile su 0,05 % pri 3 dS/m, 0,125 % pri 4,5 dS/m i 0,2 % pri 6 dS/m. Istraživanje godišnje obuhvaća tri uzorkovanja koja su uključena u kemijske analize. Sa svake obračunske parcele analizirani su uzorci od šest plodova rajčice. Za određivanje koncentracije magnezija i natrija korištena je metoda atomske apsorpcijske spektrometrije, dok je klor određivan titracijskom metodom po Mohr-u sa srebrnim nitratom uz dodatak kalijevog kromata. Podaci za promatrane parametre analizirani su standardnim statističkim metodama. Prvo uzorkovanje u 2004. godini nije uključeno u statističku obradu podataka jer su uzorci uzeti samo u kontroli.

Rezultati i rasprava

Pri istraživanim koncentracijama u obje godine istraživanja najveći prinos plodova hidroponski uzgajane rajčice postignut je pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom (5,19 do 2,60 kg/biljci) koji je statistički podjednak koncentraciji NaCl 0,05 % (2,46 do 4,22 kg/biljci) i 0,25 % (2,25 do 4,18 kg/biljci), a značajno se razlikuje od prinosa pri koncentraciji NaCl 0,2 % (2,06 do 3,41 kg/biljci). Bez obzira na koncentraciju hranjive otopine tijekom provedenog dvogodišnjeg istraživanja prinos je varirao od 2,06 do 5,19 kg/biljci (tablica 1). U 2004. godini prinos plodova je u rasponu 2,06 do 2,60 kg/biljci, a u 2005. godini 3,41 do 5,19 kg/biljci. Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima koje su proveli Tüzel i sur. (2001) koji su dobili najveći prinos pri hranjivoj otopini EC vrijednosti 2 dS/m (14,8 kg/m²). Autori su također utvrdili da se povećanjem EC vrijednosti prinos smanjuje. Povećanjem natrija u hranjivoj otopini smanjuje se ukupni i tržišni prinos, broj tržišnih plodova i prinos pulpe (Brasiliano Campos i sur. (2006). Sonneveld (1988) navodi da elektroprovodljivost veća od 3,0 dS/m utječe na smanjenje prinosa, dok prema istraživanjima Cuartero i sur. (1999) do smanjenja prinosa dolazi već ako biljke rastu u hranjivoj otopini EC 2,5-3 dS/m. Prosječna masa ploda rajčice tijekom provedenog istraživanja je bila u rasponu od 108 do 164 g (tablica 2). Kroz razdoblje berbe u obje godine istraživanja najkrupnije plodove su imale biljke uzgajane uz primjenu standardne hranjive otopine i hranjive otopine koncentracije NaCl 0,05 % (148 do 164 g). Navedeni rezultati se podudaraju s istraživanjima Tüzel i sur. (2001) koji navode da povećanje elektroprovodljivosti rezultira statistički značajnijim smanjenjem broja plodova po m² i njihove prosječne mase. Elektroprovodljivost smanjuje prinos, ali poboljšava okus i kvalitetu porastom sadržaja suhe tvari i ukupne kiselosti. Također se u provedenom istraživanju uočavaju i razlike prema broju tržišnih plodova rajčice koji je varirao od 16 komada po biljci pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom do 36 komada po biljci pri tretmanu hranjivom otopinom koncentracije NaCl 0,125 % (tablica 3). Između tretmana u obje godine istraživanja nije bilo statistički opravdanih razlika u broju netržišnih plodova koji je varirao između 14 i 15 komada po biljci (tablica 4). Istraživanja pokazuju da je sadržaj magnezija u suhoj tvari ploda rajčice tijekom provedenog dvogodišnjeg istraživanja bio u rasponu od 0,24 % pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom do 0,42 % pri tretmanu hranjivom otopinom koncentracije NaCl-a 0,05 % (tablica 5). Generalno to upućuje na blagi porast magnezija pri povećanju koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini, osobito pri prvom uzorkovanju 2005. godine. Uspoređujući dobivene vrijednosti magnezija u suhoj tvari ploda rajčice (0,24 do 0,42 %) sa sadržajem magnezija u 100 g svježje tvari (10-20 mg) vidljivo je da su podaci u skladu sa podacima Lešić i sur. (2004) 13-20 mg te Benton Jones (1999) 14 mg/100 g svježje tvari zrelog ploda rajčice. Prema provedenom

istraživanju natrij i klor u plodu rajčice rastu linearno s povećanjem koncentracije hranjive otopine što je bilo i za očekivati. Tako su najveće vrijednosti klora 0,54-0,62 % (tablica 6) te natrija 0,27-0,28 % (tablica 7) utvrđene pri koncentraciji NaCl 0,2 %. Usporedimo li dobivene vrijednosti natrija u suhoj tvari ploda rajčice (0,07 do 0,28 %) sa količinom natrija u 100 g svježe tvari (3,49 do 23,9 mg) vidljivo je da su dobiveni rezultati u skladu s literarnim vrijednostima Lešić i sur. (2004) 2,6-32,7 mg/100 g svježe tvari te Benton Jones (1999) 3,49-23,9 mg/100 g svježe tvari. Povećanjem koncentracije otopine iona natrija i klora došlo je do smanjenja magnezija u plodu rajčice što navode i neki drugi autori, poput Khan i sur. (1999) te Carvajal i sur. (2000). Povećani salinitet hranjive otopine ostvaruje značajno povećanje sadržaja natrija i klora u plodu rajčice koje je proporcionalno povećanju koncentracije NaCl u hranjivoj otopini.

Tablica 1. Utjecaj EC-vrijednosti, odnosno koncentracije NaCl u hranjivoj otopini na prosječnu masu ploda rajčice

EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Prinos (kg/biljci)	
		2004	2005
2	0	2,60 A	5,19 A
3	0,05	2,46 AB	4,22 AB
4,5	0,125	2,25 AB	4,18 AB
6	0,2	2,06 B	3,41 B

Tablica 2. Utjecaj koncentracije NaCl u hranjivoj otopini na tržišni prinos rajčice

EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Prosječna masa ploda (g)	
		2004	2005
2	0	164 A	148 A
3	0,05	128 B	148 A
4,5	0,125	128 B	117 AB
6	0,2	125 B	108 B

Tablica 3. Utjecaj EC-vrijednosti, odnosno koncentracije NaCl u hranjivoj otopini na broj tržišnih plodova rajčice po biljci

EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Tržišnih plodova/biljci	
		2004	2005
2	0	16 B	35 AB
3	0,05	19 A	29 B
4,5	0,125	18 AB	36 A
6	0,2	17 AB	31 B

Tablica 4. Utjecaj EC-vrijednosti, odnosno koncentracije NaCl u hranjivoj otopini na broj netržišnih plodova rajčice po biljci

EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Netržišnih plodova/biljci	
		2004	2005
2	0	5 n.s.	12 n.s.
3	0,05	5 n.s.	11 n.s.
4,5	0,125	4 n.s.	12 n.s.
6	0,2	4 n.s.	15 n.s.

Tablica 5. Sadržaj magnezija, natrija i klor u plodu rajčice pri različitim EC-vrijednostima, odnosno koncentracijama NaCl u hranjivoj otopini

EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Mg (%)							
		Godina Datum	2004			2005			
			06.IX	05.X	28.X	12.VII	28.VII	6.IX	
2	0		0,24	0,28 n.s.	0,27 n.s.	0,34 C	0,35 A	0,39 AB	
3	0,05		-	0,29 n.s.	0,27 n.s.	0,37 B	0,34 AB	0,42 A	
4,5	0,125		-	0,31 n.s.	0,32 n.s.	0,40 A	0,36 A	0,36 B	
6	0,2		-	0,29 n.s.	0,29 n.s.	0,40 A	0,32 B	0,36 B	
			Na (%)						
2	0		0,07	0,07 D	0,07 D	0,07 D	0,07 D	0,07 D	
3	0,05		-	0,12 C	0,12 C	0,11 C	0,12 C	0,11 C	
4,5	0,125		-	0,21 B	0,21 B	0,19 B	0,18 B	0,21 B	
6	0,2		-	0,28 A	0,28 A	0,28 A	0,27 A	0,27 A	
			Cl (%)						
2	0		0,27	0,25 C	0,27 C	0,26 C	0,27 C	0,27 D	
3	0,05		-	0,35 BC	0,34 BC	0,32 BC	0,33 B	0,30 C	
4,5	0,125		-	0,39 B	0,38 B	0,38 B	0,37 B	0,37 B	
6	0,2		-	0,59 A	0,62 A	0,54 A	0,59 A	0,61 A	

Napomena - vrijednosti u svim tablicama sa različitim slovima se razlikuju na razini značajnosti $p \leq 0,01$; n.s. = nije signifikantno

Zaključak

U obje godine istraživanja najveći prinos (5,19 do 2,60 kg/biljci) ostvaren je pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom i statistički je značajno veći od prinosa pri tretmanu hranjivom otopinom koncentracije NaCl 0,2 % (2,06 do 3,41 kg/biljci). Utvrđene vrijednosti magnezija u suhoj tvari ploda rajčice kretale su se od 0,24 do 0,42 % (10-20 mg/100 g svježe tvari) i nisu uočene pravilnosti porasta ili pada vrijednosti ovisno o koncentraciji hranjive otopine. Povećani salinitet hranjive otopine pridonio je značajnom povećanju sadržaja natrija i klor u plodu rajčice koje je proporcionalan povećanju koncentracije NaCl u hranjivoj otopini. Natrij u suhoj tvari ploda rajčice je bio zastupljen od 0,07 do 0,28 % (3,49 do 23,9 mg/100 g svježe tvari) i klor 0,25 do 0,62 %.

Literatura

- Benko B., Borošić J., Novak B., Toth N., Žutić I. (2007). Prinos rajčice pri različitim koncentracijama Ca (NO₃)₂ u hranjivoj otopini. Zbornik sažetaka 42. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija
- Benton Jones J.Jr. (1999). Tomato plant culture. CRC Press, Boca Raton London New York Washington, D.C.: 51-63
- Brasiliano Campos, C. A., Dantas Fernandes, P., Raj Gheyi, H., Favaro Bianco, F., Bélem Gonçalves, C., Ferreira Campos, S. A. (2006). Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. Scientia Agricola. Vol. 63 no. 2: Print ISSN 0103-9016
- Carvajal, M., Cerda, A., Martinez, V. (2000). Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders. Plant Growth Regulation 30 (1): 37-47
- Cuartero J., Bolarin M. C., Asins M. J., Moreno, V., (2005): Increasing salt tolerance in the tomato. Journal of Experimental Botany. 57 (5): 1045-1058
- Elia A., Serio F., Parente A., Santamaria P., Ruiz Rodriguez G. (2001). Electrical conductivity of nutrient solution, plant growth and fruit quality of soilless grown tomato. Acta Hort 559: 503-508

- Khan M. A., Ungar, I. A., Showalter, A. M. (1999). *Journal of Plant Nutrition* 22, 191-204
- Lešić R., Borošić J., Butorac I., Herak Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). *Povrćarstvo. Zrinski, Čakovec*
- Munnos R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25 (2): 239-250
- Sonneveld C. (1988). Rockwool as a substrate in protected cultivation. Special lecture at the symposium on horticulture in high technology era. Tokyo: 1-19
- Tüzel, I.H., Tüzel, Y., Gül, A., Eltez, R. Z., (2001). Effects of EC level of the nutrient solution on yield and fruit quality of tomatoes. *Acta Hort.* 559: 587-592

Yield and Magnesium, Sodium and Chlorine content in tomato fruit under influence of different NaCl concentration in nutrient solution

Abstract

Two year survey was conducted to define the impact of increased concentration of NaCl in nutrient solution (0.05, 0.125 and 0.2 %) on tomato yield and the content of magnesium, sodium and chlorine in soil-less grown tomato fruits, in relation to nutrient solution without NaCl. Addition of NaCl and higher electrical conductivity are beneficial for tomato fruit quality without any economical demerit of production. The highest yield was recorded in treatment with standard solution and varied from 2.06 to 2.60 kg/plant. The highest content of magnesium in tomato fruit (0.42 %) was obtained at the NaCl concentration of 0.05 % and the highest contents of sodium and chlorine were noted at NaCl concentration 0.2 %.

Key words: *Lycopersicum esculentum* L., NaCl, yield, magnesium, sodium, chlorine