

Renata Erhatic<sup>1</sup>, Nina Toth<sup>2</sup>, Benko, B.<sup>2</sup>, Tomislava Permin-Volf<sup>1</sup>,  
Stojnović, M.<sup>1</sup>, Ivana Babić<sup>3</sup>

znanstveni rad

## Prinos i sadržaj biogenih elemenata u plodu rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini

### Sažetak

Kakvoću svježih plodova rajčice, osobito sadržaj minerala moguće je poboljšati povećanjem EC-vrijednosti, odnosno koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini bez značajnijeg smanjenja prinosa. Istraživanje je provedeno tijekom 2004. i 2005. godine na sorti Belle, u hidroponima na pločama kamene vune s ciljem utvrđivanja utjecaja povećane koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini na prinos rajčice i sadržaj biogenih elemenata u plodu

Pokus je postavljen po metodi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja, a uzorkovanje je provedeno u tri roka berbe. Hranjiva otopina EC-vrijednosti 2 dS/m korištena je kao kontrola, a povećane EC-vrijednosti su postignute dodavanjem NaCl-a u standardnu hranjivu otopinu, 0,05 % pri 3 dS/m, 0,125 % pri 4,5 dS/m i 0,2 % pri 6 dS/m.

Najveći prinos zabilježen je pri fertirigaciji standardnom hranjivom otopinom i varirao je od 2,06 do 2,60 kg/biljci u 2004. i od 3,41 do 5,19 kg/biljci u 2005. Koncentracije 0,05 i 0,125 % NaCl-a rezultirale su statistički jednakim prinosom i sadržajem biogenih elemenata, a koncentracija 0,2 % NaCl-a značajno manjim vrijednostima navedenih parametara. Povećanjem koncentracije NaCl-a ostvareno je značajno povećanje sadržaja suhe tvari koje je proporcionalno povećanju NaCl-a u hranjivoj otopini.

**Ključne riječi:** *Lycopersicon esculentum* Mill., hidropon, elektrokonduktivitet, prinos, makro i mikro elementinadzor

### Uvod

Rajčica je važna namirnica zbog izuzetnih prehrambenih i zdravstvenih svojstava te pripada među najznačajnije povrtnje kulture u svijetu. Interes za poznavanjem kemijskog sastava hrane, osobito nutritivne vrijednosti povrća, svakodnevno raste (Čustić i sur. 2000.; Müller i Hippe, 1987.). U posljednje se vrijeme u znanstvenoistraživačkom radu dosta pažnje posvećuje organoleptičkom i zdravstvenom aspektu rajčice (Dorais i sur. 2001.). U Hrvatskoj također posljednjih godina raste interes za hidroponskim uzgojem. Rajčica je dominantna kultura u hidroponskom uzgoju, u kojem su biljke optimalno opskrbljene

vodom i biljnim hranjivima, zbog čega brže rastu, zdravije su i otpornije na bolesti. Također, u hidroponskim sustavima nisu potrebni skupi i česti postupci sterilizacije i obrade tla, kao ni redovita plodosmjena. Pristupačnost, a time i potrošnja makrohranjiva zavisi od njihove koncentracije i brojnih abiotskih čimbenika unutar zaštićenog prostora. Kvaliteta plodova hidroponski uzgajane rajčice može se poboljšati povećanjem EC-vrijednosti hranjive otopine do određene razine bez značajnijeg smanjenja prinosa (Elia i sur., 2001.; Lin i Glass, 1999.). Uzajamno djelovanje NaCl-a i biogenih elemenata u hranjivoj otopini uzrokuje promjene u usvajanju hranjiva. Dobra opskrbljenost biljke kalijem povoljno utječe na nakupljanje suhe tvari i boju ploda. S obzirom da ion natrija utječe na usvajanje i translokaciju iona kalija, njihov izmijenjen odnos djeluje na rast i prinos. Visoke koncentracije iona natrija i klora u kloroplastima u izvjesnoj mjeri inhibiraju fotosintezu, što se također negativno odražava na rast i prinos. Slijedom navedenih pretpostavki provedeno je dvogodišnje istraživanje s četiri koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini u hidroponskom uzgoju rajčice. Istraživanje je imalo za cilj utvrditi utjecaj povećane koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini na prinos rajčice i sadržaj biogenih elemenata u plodu, u odnosu na standardnu hranjivu otopinu EC-vrijednosti 2 dS/m.

### Materijali i metode

Ekperiment je proveden tijekom dvije godine (2004./2005.) u plasteniku, a postavljen je po metodi slučajnog blokno rasporeda u četiri ponavljanja. U 2004. godini istraživanje je provedeno u grijanom plasteniku, a u 2005. u negrijanom plasteniku. U prvoj godini berba je počela 26. travnja i ukupno je bilo 36 berbi. Tijekom dodavanja NaCl-a u hranjivu otopinu (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 prihranjivanim standardnom hranjivom otopinom i otopinama povećanih EC-vrijednosti. Obračunsku parcelu činile su dvije ploče kamene vune sa šest biljaka. Plodovi svake biljke s obračunske parcele zasebno su brani, a prebrojavani su i vagani za svaki grozd posebno. Netržnim plodovima smatrani su plodovi mase manje od 50 g, ispucali i plodovi s vršnom truleži.

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. Nakon sadnje, fertirigacija tom hranjivom otopinom trajala je osam tjedana, nakon čega se uz standardnu otopinu započelo i s fertirigacijom otopinama povećanih EC-vrijednosti. Od početka dodavanja hranjivih otopina povećanih EC-vrijednosti do završetka berbe utvrđene su komponente prinosa (broj, masa i prinos tržnih te broj netržnih plodova po biljci). Planirane EC-vrijednosti u spremnicima bile su 3, 4, 5 i 6 dS/m. Povećane vrijednosti postignute su dodavanjem 150 g NaCl-a na 300 l gotove hranjive otopine da bi se EC-vrijednost povisila za 1 dS/m, odnosno, koncentracije NaCl-a iznosile su 0,05 % pri 3 dS/m, 0,125 % pri 4,5 dS/m i 0,2 % pri 6 dS/m.

Uzorkovanja za kemijsku analizu plodova provedena su tri puta tijekom razdoblja berbe. Svaki uzorak sastojao se od šest plodova rajčice, ujednačene zrelosti i krupnoće.

<sup>1</sup> dr. sc. Renata Erhatic, mr. sc. Tomislava Permin-Volf, mr. sc. Miomir Stojnović; Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

<sup>2</sup> prof. dr. sc. Nina Toth, doc. dr. sc. Božidar Benko; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

<sup>3</sup> Ivana Babić; student dodiplomskog studija Bilinogojstvo-Vrtnarstvo na Agronomskom fakultetu, Zagreb

Za određivanje ukupnog dušika korištena je metoda po Kjeldahlu, fosfor je određivan spektrometrijskom metodom s amonij molibdatom, kalij metodom plamene emisijske fotometrije. Kalcij, magnezij, natrij, željezo, mangan, bakar i cink određivani su metodom atomske absorpcijske spektrometrije, a klor, titracijskom metodom po Mohr-u srebrnim nitratom uz dodatak kalijeveg kromata. Sadržaj biogenih elemenata izražen je kao % suhe tvari. Statistička obrada podataka obavljena je analizom varijance (ANOVA).

### Rezultati i rasprava

Iz tablice 1. može se uočiti da je pri testiranim koncentracijama hranjive otopine u obje godine istraživanja najveći prinos plodova hidroponski uzgajane rajčice postignut pri fertirigaciji standardnom hranjivom otopinom. Bez obzira na koncentraciju hranjive otopine tijekom dvogodišnjeg istraživanja prinos je varirao od 2,06 do 5,19 kg/biljci (5,15 do 12,98 kg/m<sup>2</sup>). 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. Navedene razlike u prinosu rezultat su većeg broja berbi (18) u 2005. godini u odnosu na 2004. godinu (8), koje su obavljene tijekom variranja EC-vrijednosti hranjive otopine. Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima koja su proveli Tüzel i sur. (2001.) koji su dobili najveći prinos pri hranjivoj otopini EC vrijednosti 2 dS/m (14,8 kg/m<sup>2</sup>). Lycoskoufis i sur. (2011.) navode manje prinose rajčice pri većim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini. Borošić i sur. (2011.) utvrdili su veći prinos rajčice i veći broj tržnih plodova po biljci primjenom hranjive otopine pripremljene iz vodotopljivih kompleksnih NPK gnojiva. Abdalmajid i sur. (2011.) u svom istraživanju govore o negativnom utjecaju NaCl-a na rast biljaka i sadržaj klorofila u listu rajčice.

Prosječna masa ploda rajčice tijekom provedenog dvogodišnjeg istraživanja bila je u rasponu od 108 do 164 g (tablica 1.). Kroz razdoblje berbe najkrupnije su plodove imale biljke uzgajane uz primjenu standardne hranjive otopine i hranjive otopine koncentracije NaCl-a 0,05 % (148 do 164 g). Navedeni se rezultati podudaraju s istraživanjima Tüzel i sur. (2001.) koji navode da povećanje EC- vrijednosti uzrokuje statistički značajno smanjenje broja plodova po m<sup>2</sup> i njihove prosječne mase.

Također se uočavaju razlike i prema broju tržnih plodova rajčice koji varira od 16 komada po biljci u 2004.; pri fertirigaciji standardnom hranjivom otopinom do 36 komada po biljci u 2005.; pri fertirigaciji hranjivom otopinom koncentracije NaCl-a 0,125 % (tablica 1.). Unatoč većem broju tržnih plodova rajčice, primjenom hranjive otopine koncentracije NaCl-a 0,125 % ostvaren je niži prinos tržnih plodova nego primjenom standardne hranjive otopine i hranjive otopine koncentracije NaCl-a 0,05 %.

Između tretmana u obje godine istraživanja nije bilo statistički opravdanih razlika u broju netržnih plodova koji je varirao između 4 i 15 komada po biljci, ovisno o koncentraciji hranjive otopine i godini istraživanja (tablica 1.). Magán i sur. (2004.) navode da salinitet negativno utječe na težinu i broj tržnih plodova dok se glavne kvalitativne karakteristike povećavaju sa salinitetom. Dorias i sur. (2001.) navode da se povećanjem saliniteta

limitira tržni prinos, a utječe i na kvalitetu ploda. Kod viših EC-vrijednosti, veličina plodova je obrnuto proporcionalna povećanju EC-a dok je sadržaj suhe tvari u plodovima proporcionalan. Podaci dobiveni u našem istraživanju u skladu su s rezultatima navedenih autora gdje se prosječna masa ploda i prinos smanjuje s porastom koncentracije NaCl-a, dok se sadržaj suhe tvari povećava.

Tablica 1. Komponente prinosa rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini

Komponente prinosa	EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Uzorkovanja	
			2004	2005
Tržni prinos (kg/biljci)	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
Prosječna masa ploda (g)	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
Broj tržnih plodova/biljci	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
Broj netržnih plodova/biljci	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

U tablici 2. zapaža se linearni porast suhe tvari u plodu rajčice s porastom koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini. Najviše vrijednosti sadržaja suhe tvari utvrđene su u plodovima biljaka uzgajanih uz primjenu hranjive otopine koncentracije NaCl-a 0,2 % (6,63 do 8,54 % u 2004. i 2005. godini, a najmanje primjenom standardne hranjive otopine (4,39 do 7,18 % u 2004. i 2005. godini). Istraživanje Benko i sur. (2012.) prikazuje sadržaj suhe tvari u plodu rajčice pri različitim koncentracijama kalcijeva nitrata u rasponu vrijednosti od 4,74 do 6,27 %. Udio suhe tvari u plodovima hibridne sorte „cherry“ rajčice u hidroponskom uzgoju na kamenoj vuni bio je u rasponu od 7,96 do 9,16 % (Benko i sur., 2011.). Mitchell i sur. (1991.) navode da su izraženije razlike u akumulaciji škroba biljaka koje rastu u zaslanjenim uvjetima nego u nezaslanjenim.

Tablica 2. Sadržaj suhe tvari u plodu rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini

Suha tvar (%)	EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Uzorkovanja					
			2004.			2005.		
			6.9	5.10	28.10	12.7	28.7	6.9
	2	0	4,98	4,40 b	4,39 b	7,18 b	4,70 c	4,73 d
	3	0,05		6,18 a	6,99 a	7,89 ab	5,75 b	5,80 c
	4,5	0,125		5,97 a	7,31 a	8,51 a	6,06 ab	6,19 b
	6	0,2		6,63 a	8,10 a	8,54 a	6,75 a	6,82 a

U količini dušika u obje godine istraživanja u plodu rajčice nisu utvrđene značajne razlike ovisno o koncentraciji hranjive otopine (tablica 3.). Dušik u suhoj tvari ploda rajčice varira prema godinama istraživanja i varijantama tretiranja od 2,02 % N pri fertirigaciji standardom hranjivom otopinom do 2,82 % N pri koncentraciji NaCl-a 0,05 % (0,22-0,62 mg/100 g svježe tvari). Analogno tome i sadržaj sirovih proteina kreće se od 12,63-17,63 %. Munnos i Termaat (1986.) navode da biljke tretirane NaCl-om sadrže manje dušika od netretiranih. Cuartero i Fernández-Muñoz (1999.) ističu da usvajanje dušika nije povezano s nižom koncentracijom soli (70 mM NaCl). Benko i sur. (2012.) navode najniže vrijednosti dušika (2,163 i 2,379 %) u plodovima rajčice biljaka prihranjivanih hranjivom otopinom sa smanjenom koncentracijom kalcijeva nitrata. Autori također navode da je sličan trend utvrđen i kod fosfora i kalija u plodu rajčice pri navedenim tretmanima kalcijevim nitratom.

Pri svim uzorkovanjima tijekom dvogodišnjeg istraživanja značajno manje vrijednosti fosfora u plodu rajčice utvrđene su pri tretmanu hranjivom otopinom koncentracije NaCl-a 0,2 % u odnosu na kontrolu. Vrijednosti fosfora (tablica 3.) bile su u rasponu od 0,83 do 1,78 % (60-150 mg/100 g svježe tvari). Smanjenje količine fosfora u plodu rajčice s porastom koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini u skladu je s istraživanjem koje su proveli Sonneveld i sur. (1988.) te Kaya i sur. (2001.) da se porastom saliniteta smanjuje koncentracija fosfora u biljnom staniću.

Sadržaj kalija (tablica 3.) u plodu rajčice bio je u rasponu od 3,61 % pri fertirigaciji hranjivom otopinom koncentracije NaCl-a 0,2 % do 5,35 % pri primjeni standardne hranjive otopine, što preračunato na 100 g svježe tvari iznosi 230 do 246 mg. Pri svim uzorkovanjima tijekom provedenog dvogodišnjeg istraživanja, manje vrijednosti kalija u plodu rajčice utvrđene su u hranjivoj otopini koncentracije NaCl-a 0,2 % (3,61 do 4,63 %) u odnosu na standardnu hranjivu otopinu (4,16 do 5,35 %). Prema rezultatima provedenog istraživanja može se zaključiti da je količina kalija značajno manja u svim uzorkovanjima pri koncentraciji NaCl-a 0,125 % i 0,2 % (tablica 3.). To potvrđuju i istraživanja Grattan i Grieve (1999.) koji navode veću količinu kalija u plodovima biljaka koji rastu u uvjetima niže zaslanjenosti u odnosu na plodove koji rastu u uvjetima više zaslanjenosti. Farhoudi

(2013.) navodi da s povećanjem EC vrijednosti hranjive otopine opada sadržaj kalija u listu rajčice.

U provedenom dvogodišnjem istraživanju sadržaj kalcija u plodu rajčice bio je u rasponu od 0,21 % pri tretmanu standardnom hranjivom otopinom do 0,33 % pri tretmanu hranjivom otopinom koncentracije NaCl 0,2 % (10-30 mg/100 g svježe tvari), tablica 3. Generalno to upućuje na blagi porast kalcija pri povećanju koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini, osobito pri prvom uzorkovanju 2005. godine. Wui i Takano (1995.) navode da je pojava truleži plodova povezana s nedostatkom kalcija na vrhu plodova i uzrokovana je povećanim odnosom kalija i dušika prema kalciju kao rezultatom deficita vode, više temperature zraka i visoke zaslanjenosti.

Vrlo je slična situacija i s magnezijem. Utvrđene vrijednosti magnezija varirale su od 0,24 do 0,42 %, ovisno o primijenjenoj otopini i uzorkovanju (tablica 3.). Nisu uočene pravilnosti porasta ili pada vrijednosti ovisno o koncentraciji NaCl-a u hranjivoj otopini.

Prema provedenom istraživanju, sadržaj natrija i klora u plodu rajčice raste linearno s povećanjem koncentracije hranjive otopine, što se moglo i očekivati. Tako su najveće vrijednosti natrija (0,27 do 0,28 %) i klora (0,54 do 0,62 %) utvrđene pri koncentraciji NaCl 0,2 % (tablica 3.). Varlagas i sur. (2010.) navode da je testirana sorta rajčice dosta brzo usvojila Cl<sup>-</sup> i pri nižim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini, dok je zbog neusvajanja Na<sup>+</sup> došlo do značajnog porasta koncentracije Na<sup>+</sup> u zoni korijena, čak i pri relativno niskim koncentracijama u vodi za navodnjavanje. Povećanjem koncentracije otopine ionima natrija i klora dolazi do smanjenja ostalih makroelemenata, osobito kalcija, magnezija i kalija, što navode i neki drugi autori, poput Khan i sur. (1999.), Carvajal i sur. (2000.). Pretpostavka je da dolazi do antagonističkog djelovanja između iona natrija i ostalih kationa, što je uzrokovalo i njihovo smanjenje u plodovima rajčice (kalcij, magnezij, kalij), dok za željezo, mangan i cink nisu utvrđene pravilnosti (tablica 4.). Prema istraživanjima Maas i sur. (1972.) kada rajčica raste u zaslanjenim uvjetima, također u listovima sadrži nižu koncentraciju makrohraniva (dušika, fosfora, kalcija i kalija), dok se koncentracija mikrohraniva (željeza, mangana i cinka) povećava povećanjem koncentracije NaCl-a u korijeno-  
vom mediju, što se uglavnom podudara i s ovim istraživanjem.

Sadržaj željeza je ovisno o tretmanu i godini istraživanja iznosio od 229 do 297 mg Fe/kg suhe tvari (1,08-1,41 mg/100 g svježe tvari) pri fertirigaciji standardnom hranjivom otopinom (tablica 4.). Ovisno o tretmanu, nije utvrđena jasna pravilnost u količini željeza, kao što nije zabilježeno depresivno djelovanje.

Utvrđene količine cinka, bakra i mangana nisu se značajno razlikovale ovisno o EC-vrijednosti primijenjene hranjive otopine. Veće razlike utvrđene su između godina za sva tri elementa. Tako po kilogramu suhe tvari ploda rajčice količina mangana iznosi od 21,97 do 45,90 mg, cinka od 13,39 do 29,36 mg i bakra od 5,53 do 12,20 mg (tablica 4.).

Tablica 3. Sadržaj biogenih elemenata u plodu rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini

Hranivo (%)	EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Uzorkovanja					
			2004.			2005.		
			6.9	5.10	28.10	12.7	28.7	6.9
N	2	0	2,02	2,07 n.s	2,17 n.s	2,74 n.s	2,52 n.s.	2,36 n.s
	3	0,05		2,13 n.s	2,14 n.s	2,82 n.s	2,30 n.s	2,26 n.s
	4,5	0,125		2,13 n.s	2,13 n.s	2,66 n.s	2,21 n.s	2,31 n.s
	6	0,2		2,19 n.s	2,20 n.s	2,66 n.s	2,24 n.s	2,37 n.s
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	0	1,01	1,01 a	1,12 a	1,71 n.s	1,48 a	1,56 a
	3	0,05		0,92 ab	0,83 b	1,69 n.s	1,31 ab	1,30 b
	4,5	0,125		0,83 b	0,89 b	1,78 n.s	1,33 ab	1,24 b
	6	0,2		0,89 b	0,84 b	1,68 n.s	1,19 b	1,28 b
K <sub>2</sub> O	2	0	4,47	5,11 a	5,35 a	4,52 a	4,32 a	4,16 a
	3	0,05		4,58 ab	4,16 b	4,43 ab	3,92 ab	3,78 b
	4,5	0,125		4,84 b	4,21 b	4,63 b	4,04 b	3,76 b
	6	0,2		4,63 b	3,95 b	4,21 c	3,78 b	3,61 b
Ca	2	0	0,21	0,22 n.s	0,23 n.s	0,26 c	0,31 n.s	0,29 ab
	3	0,05		0,25 n.s	0,29 n.s	0,26 c	0,29 n.s	0,30 a
	4,5	0,125		0,28 n.s	0,22 n.s	0,29 b	0,28 n.s	0,26 a
	6	0,2		0,24 n.s	0,24 n.s	0,33 a	0,31 n.s	0,24 b
Mg	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 ab
	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		0,52 a	0,62 a	0,54 a	0,37 a	0,61 a

Tablica 4. Sadržaj mikroelemenata u plodu rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini

Hranivo (mg/kg)	EC vrijednost (dS/m)	Koncentracija NaCl (%)	Uzorkovanja					
			2004.			2005.		
			6.9	5.10	28.10	12.7	28.7	6.9
Fe	2	0	250	256 ab	261 a	230 c	229 n.s	298 a
	3	0,05		246 b	241 b	237 bc	252 n.s	296 a
	4,5	0,125		243 b	243 b	243 ab	262 n.s	288 b
	6	0,2		260 a	260 a	246 a	239 n.s	295 ab
Mn	2	0	21,97	25,97 n.s	27,35 n.s	39,93 n.s	38,93 n.s	43,15 n.s
	3	0,05		25,06 n.s	25,38 n.s	40,46 n.s	44,61 n.s	43,28 n.s
	4,5	0,125		25,33 n.s	24,73 n.s	43,21 n.s	45,68 n.s	45,33 n.s
	6	0,2		26,31 n.s	28,97 n.s	45,90 n.s	43,48 n.s	40,82 n.s
Zn	2	0	13,39	16,31 n.s	16,54 ab	26,89 ab	20,93 n.s	27,68 a
	3	0,05		17,21 n.s	14,63 bc	24,98 b	21,70 n.s	22,79 ab
	4,5	0,125		15,19 n.s	14,06 bc	26,44 ab	21,25 n.s	22,84 ab
	6	0,2		15,55 n.s	17,33 a	29,36 a	22,74 n.s	21,39 b
Cu	2	0	5,53	6,60 n.s	6,63 ab	10,55 n.s	10,10 n.s	10,75 n.s
	3	0,05		7,00 n.s	6,14 b	11,28 n.s	11,33 n.s	12,20 n.s
	4,5	0,125		6,30 n.s	5,87 b	10,20 n.s	10,83 n.s	11,28 n.s
	6	0,2		6,30 n.s	7,31 a	9,90 n.s	10,38 n.s	9,90 n.s

### Zaključak

Temeljem rezultata dvogodišnjeg istraživanja o utjecaju različite koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini na prinos i sadržaj biogenih elemenata u plodu rajčice, može se zaključiti da dodavanje NaCl-a nije uzrokovalo značajno povećanje prinosa i sadržaja biogenih elemenata u plodu rajčice. U odnosu na standardnu otopinu, koncentracije 0,05 i 0,125 % NaCl-a rezultiraju statistički jednakim prinosom i sadržajem biogenih elemenata, a koncentracija 0,2 % NaCl-a opravdano manjim vrijednostima navedenih parametara.

Povećani salinitet hranjive otopine rezultirao je značajnim povećanjem sadržaja suhe tvari u plodu rajčice, proporcionalno povećanju koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini.

Bez obzira na koncentraciju NaCl-a u hranjivoj otopini, hidroponski uzgojena rajčica predstavlja važnu namirnicu zbog dostupnosti tijekom cijele godine i velike nutritivne vrijednosti. U 100 g svježe tvari, osim kalija (230-246 mg) sadrži i značajne količine ostalih minerala: fosfora (60-150 mg), željeza (1,08-1,41 mg) i kalcija (10-30 mg) te povoljne količine proteina.

## Literatura

- Abdalmajid, N. M., Mohd, R. I., Mihdzar, A. K., Halimi, M. S.** (2011). *In vitro* performances of hypocotyl and cotyledon explants of tomato cultivars under sodium chloride stress. African Journal of Biotechnology 10(44): 8757-8764
- Benko, B., Borošić, J., Novak, B., Fabek, S., Voća, S., Dobričević, N., Viduka, I.** (2011.). Prinos i kvaliteta „cherry“ rajčice u hidroponskom uzgoju. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija : 506-510
- Benko, B., Borošić, J., Poljak, M., Voća, S., Fabek, S., Toth, N.** (2012). Tomato quality and mineral content dependent on cultivar and nutrient solution composition. Acta Hort 960: 269-276
- Borošić, J., Benko, B., Novak, B., Fabek, S., Toth, N., Žnidarić, M.** (2011.). Utjecaj metode pripreme hranive otopine na prinos rajčice. Zbornik radova 46. hrvatskog i 6. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija : 511-515
- 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., Fernández-Muñoz, R.** (1999). Tomato and salinity. Scientia Horticulturae 78(1): 83-125
- Ćustić, M., Poljak, M., Toth, N., Pavlović, I.** (2000.). Utjecaj različite gnojidbe na prinos i kvalitetu radiča. 36. znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem Postignuća i perspektive hrvatskog poljodjelstva. Osijek: 165-165
- Dorais M., Papadopoulos P. A., Gosselin A.** (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomie 21(4): 367-383
- 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
- Farhoudi, R.** (2013). Effect of salt stress on growth and lipid peroxidation of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars and vegetable stage. Acta Hort. 971: 127-135
- Grattan, S.R., Grieve, C.M.** (1999). Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae 78(1-4): 127-157
- Kaya, C., Ak, B.E., Higgs, D., Murillo-Amador, B.** (2001). Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture 42 (5): 631-636
- Khan, M. A., Ungar, I. A., Showalter, A. M.** (1999). Journal of Plant Nutrition. 22: 191-204
- Lin, W.C., Glass, A.D.M.** (1999). The effects of NaCl addition and macronutrient concentration of fruit quality and flavor volatiles of greenhouse tomatoes. Acta Hort 481: 487-493
- Lycoskoufis, I., Mavrogianopoulos, G., Savvas, D., Ntatsi, G.** (2011). Impact of salinity induced by high concentration of NaCl or by high concentration of nutrients on tomato plant. Acta Hort 952: 487-493
- Maas, E.V., Ogata, G., Garber, M.J.** (1972). Influence of salinity on Fe, Mn, and Zn uptake by plants. Agron. J. 64: 689-696
- Magán, J.J., Moreno, N., Meca, D., Cánovas, F.** (2004). Response to salinity of tomato crop in mediterranean climate conditions. Acta Hort 644: 479-484
- Mitchell, J.P., Shennan, C., Grattan, S.R., May, D.M.** (1991). Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. J. Amer. Soc. Hort. 116(2): 215-221
- Munnos, R., Termaat, A.** (1986). Whole - plant response to salinity. Aust. J. Plant Physiol. 13: 143-160
- Müller, K., Hippe, J.** (1987) Influence of differences in nutrition on important quality characteristics of some agricultural crops. Plant and Soil 100: 35-45
- 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., 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

**Varlagas, H., Savvas, D., Mouzakis, G., Liotsos, C., Karapanos, I., Sigrimis, N.** (2010). Modelling uptake Na<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup> by tomato in closed-cycle cultivation systems as influenced by irrigation water salinity. Agricultural Water Management 97(1): 1242-1250

**Wui, M., Takano, T.** (1995). Effect of air temperature, air flow and uniconazole spray on the incidence of blossom-end rot of tomato fruit. Environ. Cont. Bid. 33: 49-57

### scientific study

#### Yield and content of biogenic elements in tomato fruit at different NaCl concentrations in nutrient solution

##### Summary

Quality of fresh tomato fruits, especially mineral content can be improved by increasing the EC value, or the concentration of NaCl in the nutrient solution without a significant reduction in yield. The study was conducted during the years of 2004 and 2005 with Belle tomato variety in hydroponics rock wool slabs in order to determine the impact of increased concentrations of NaCl in the nutrient solution on tomato yield and content of biogenic elements in the fruit compared to the standard solution without added NaCl and the EC-value of 2 dS/m.

The experiment was set in a randomized complete block design with four replications and sampling was conducted in three harvests. The nutrient solution with EC-value of 2 dS/m was used as a control and increased EC-values were achieved by adding NaCl in the standard nutrient solution, 0.05% at 3 dS/m, 0.125% at 4.5 dS/m and 0.2% at 6 dS/m.

The highest yield was recorded with a standard nutrient solution treatment and ranged from 2.06 to 2.60 kg/plant in 2004 and from 3.41 to 5.19 kg/plant in 2004. In comparison to the standard solution without added NaCl, the concentration of 0.05 and 0.125% NaCl resulted in statistically equivalent yield and content of biogenic elements, and the concentration of 0.2% NaCl with reasonably smaller values of these parameters. Increasing NaCl recorded a significant increase in dry matter content, which is proportional to the increase of NaCl in the nutrient solution.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum* Mill., hydroponics, electrical conductivity, yield, macro and micro elements