

UTJECAJ TEMPERATURE I RELATIVNE VLAŽNOSTI ZRAKA NA
POJAVU NEDOSTATKA KALCIJA U PLODU RAJČICE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)

**INFLUENCE OF TEMPERATURE AND RELATIVE AIR
HUMIDITY ON CALCIUM DEFICIENCY IN TOMATO FRUIT
(*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)**

Nada Parađiković, T. Vinković, Tihana Teklić, R. Bilajac, Maja Tolušić

SAŽETAK

Među značajne fiziološke poremećaje ubraja se vršna trulež ploda (BER) čiji je uzrok nedostatak kalcija. Pored niza faktora (transpiracija, visoka koncentracija NH_4^+ , K^+ i Mg_2^+ u mediju rasta, visoka pH vrijednost i dr.) koji indirektno uzrokuju pojavu BER-a, visoka temperatura i niska relativna vlažnost zraka mogu direktno utjecati na pojavu nedostatka kalcija u plodu rajčice. Ovo istraživanje je pokazalo kako temperatura u plasteniku iznad 28°C i relativna vlažnost zraka niža od 65% pogoduje pojavi BER-a na plodovima rajčice. U ovom slučaju u fazi osme i devete etaže uzgoja bilo je oštećeno 65% plodova, a kod temperature od 33 do 38°C i relativne vlažnosti zraka 56-60%, bilo je oštećeno i do 85% tehnološki zrelih plodova rajčice.

Može se zaključiti, da se unatoč adekvatnoj opskrbi tla i optimalnoj koncentraciji Ca u listu i stabljici, a u vrijeme visokih temperatura i niske relativne vlažnosti zraka, ipak pojavljuje nedostatak Ca u plodovima i rezultira pojavom BER-a.

Ključne riječi: BER, plastenik, rajčica, relativna vlažnost zraka, temperature

ABSTRACT

Among physiological disorders, most important is blossom-end rot (BER) which is caused by calcium deficiency. Among a number of factors (transpiration, high concentrations of NH_4^+ , K^+ and Mg_2^+ in growth medium, high pH value etc.) which indirectly cause BER, high temperature and low

relative air humidity can directly influence on calcium deficiency in tomato fruit. This investigation showed that temperature higher than 28°C and relative air humidity lower than 65% affected occurrence of BER on tomato fruits. In such conditions, in the stage of eighth and ninth flower truss, there was an average of 65% of damaged fruits and when the temperature was 33-38°C and relative air humidity 56-60%, there was up to 85% of damaged ripe tomato fruits.

It can be concluded, that despite optimal Ca concentrations in leaves and stems and adequate soil supply, in periods of high temperatures and low relative air humidity, Ca deficiency in fruits appears and affects BER occurrence.

Key words: BER, greenhouse, relative air humidity, temperature, tomato

UVOD

Među fiziološkim poremećajima, vršna trulež na plodu rajčice (*blossom-end rot* - BER) može uzrokovati ozbiljan gubitak tržišnog prinosa. BER je uzrokovan nedostatkom Ca u distalnom tkivu ploda i očituje se za vrijeme brzog rasta ploda u uvjetima slabe opskrbe sa Ca. Kontrolom temperature zraka tijekom dana i noći te relativne vlažnosti zraka za vrijeme uzgoja rajčice može se znatno utjecati na smanjenje pojave vršne truleži ploda rajčice (Paiva i sur., 1998; Tabatabaei i sur., 2006).

Status Ca u plodu ne određuje se samo prema unosu Ca od korijena nego i prema distribuciji u vezi s rastom ploda. Općenito, usvajanje Ca proporcionalno je usvajanju količine vode usvojene od korijena (Adams i Ho, 1993). Zbog toga, sorte s velikim područjem apsorpcije korijena ili pojačanim rastom izboja imaju jaču apsorpciju vode i Ca. Ipak, sorte koje su učinkovite u usvajanju Ca nisu neophodno rezistentnije pojavi BER-a, ako je unutar biljke distribucija Ca ka plodu slaba (Ho i sur., 1993). Općenito, distribucija Ca ka plodu u rajčici je disproporcionalno niska. Posljedično tome, koncentracija Ca u plodu je najniža u usporedbi s ostalim organima biljke (Adams i Holder, 1992).

Transport Ca ksilemom je zapravo ovisan o tokovima transpiracije. Kada je stopa transpiracije relativno niska, većina Ca transportira se ka lišću. Zbog nemogućnosti transporta Ca floemom, kalcij u lišću nikada neće biti transportiran do ploda, te je doprema Ca prema plodu ograničena ksilemskim

tokovima koji oduzimaju i manje od 15 % sveukupnog transporta vode i Ca prema plodu (Ho i sur., 1987). Nadalje, transport Ca u plodu je pak ograničen zbog nerazvijenosti ksilemske mreže u distalnom dijelu ploda. Posljedično, koncentracija Ca najniža je u tom dijelu biljke. Zbog toga, selekcija svojstva na jači transport ksilemom u distalnim tkivima može biti korisna strategija u borbi protiv BER-a.

Pojava BER-a linearno je povezana s energetsom sumom svjetla i temperature u jednoj sezoni (Ho i sur., 1993, Parađiković i sur. 2007.). Visoka temperatura može inducirati BER iako svjetlost nije prejaka (Ho i sur., 1993).

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj temperature i relativne vlažnosti zraka na pojavu vršne truleži na plodu rajčice.

MATERIJAL I METODE RADA

Pokus je postavljen u plastenicima Halilkanović u Gradačcu BiH i na OPG Filakov u Gajiću u Baranji, Istočna Hrvatska. Podaci koji su ovdje prikazani rezultat su praćenja i mjerenja sljedećih parametara: temperatura zraka u plasteniku, relativna vlažnost zraka (dan i noć), temperatura u zoni korijena, analiza tla i analiza biljnog materijala, koji pokazuju kako promjene u okolišnim faktorima utječu na pojavu oštećenja plodova rajčice od BER-a. Rajčica kultivara Belle F1, 3 biljke/m², uzgajana je u tlu mješavine junećeg i pilećeg gnoja starog dvije godine i pijeska, a sljedećeg je kemijskog sastava: pH 5,28, 11,2 mg P₂O₅/100 g tla, 33,6 mg K₂O/100 g tla, 4,21 % humus, 1,52 mg CaCO₃/100 g tla. Za analizu biljnog materijala uzorkovani su listovi i peteljke na petoj i desetoj etaži, a kemijske analize biljnog materijala i tla rađene su u laboratoriju Instituta za tlo u Osijeku, Hrvatska. Sjetva rajčice obavljena je 15.12.2005., pikanje rajčice 10.01.2006., sadnja 20.02.2006., a berba je započela 15.05. i trajala do 20.10.2006. godine. Istraživani parametri praćeni su do 14. etaže, a ukupno je bilo osamnaest etaža.

Prihrana je vršena svaka dva dana sustavom kap po kap, a pokazatelj količine dozacije hraniva bila je radijacija (W/m²). Korištena su gnojiva, lako topive soli proizvođača Haifa iz Izraela. U osnovnoj gnojidbi uneseno je u tlo 450 kg/ha NPK 14-13-20+MgO+ME i 200 kg/ha kalcijevog nitrata, a tjedna

količina gnojiva bila je slijedeća: 11,2 kg N/ha, 15,4 kg P₂O₅/ha, 24,9 kg K₂O/ha i 5,3 kg CaO/ha.

Zalijevanje je vršeno sustavom kap po kap 1,0 – 1,6 litara po biljci/dan, uz mogućnost regulacije. Količina vode je dozirana prema tome da li je dan bio sunčan, poluoblačan ili oblačan (prema sumi radijacije, J/m²). Za polinaciju cvjetova u plastenik su introducirani bumbari (Bumblebees Koppert, NL.). Pokus je bio postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u 4 ponavljanja, a po ponavljanju je bilo 30 biljaka.

Dobiveni podaci obrađeni su statistički metodama: CORR Procedure Correlation Analysis SAS (Pearson Correlation Coefficient), jednostavna regresija i metoda korelacije (GLM procedure) te SAS 7.1 paket (Statistical Analysis System, Inc., Cary, NC).

REZULTATI I RASPRAVA

Nedovoljne količine Ca za rast biljke rijetka su pojava u tlima, te je nedostatak Ca u biljkama rezultat slabe distribucije Ca, slabog unosa u biljku ili antagonističkih efekata drugih elemenata. Nedostatak Ca često je ograničen na slabo transpirirajuća i brzorastuća tkiva kao što su vegetacijski vrh, plod i skladišni organi. Slično, BER se može pojaviti zbog slabe apsorpcije Ca, osmotskog stresa te neadekvatnog transporta Ca unutar biljke (Adams i Ho, 1993).

Primijećeno je da oblik N utječe na pojavu BER-a. Kada se gnoji s nitratnim oblikom N, stimulira se usvajanje Ca, dok povećani udio amonijskog oblika N djeluje antagonistički s Ca (Heeb i sur., 2005; Parađiković i sur., 2007). Razina Ca bila je znatno niža u gornjim etažama biljaka nego u donjim etažama (tab. 1), ali i dalje u optimalnim koncentracijama (Bergmann, 1992). Kod agrokemijske analize tla, u fazi pete etaže ploda rajčice tlo je bilo slabo kisele reakcije, te se pretpostavlja da je došlo do pojave vršne truleži baš iz tog razloga (tab.2).

Jedan od razloga zašto se BER pojavljuje je interakcija između djelovanja osvjetljenosti i temperature na rast ploda i efekata stresa okoline na unos i distribuciju kalcija unutar cijele biljke. Međutim, uzgoj u tlu s visokim

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature i relativne vlažnosti zraka na pojavu nedostataka kalcija u plodu rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

koncentracijama NH_4^+ , K^+ i Mg^{2+} može rezultirati nedovoljnim usvajanjem kalcija. (Hao i sur. 2000).

Tablica 1. Rezultati analize biljnog materijala rajčice u % suhe tvari

Table 1. Results of tomato plant material analysis in percentage of dry matter

Materijal Material	Suha tvar % Dry matter	Na	P	K	N	Ca	Mg	Zn ppm
List* Leaf	17,72	0,22	0,31	0,94	2,82	5,32	1,14	22
Stabljika Stem	18,15	0,30	0,39	1,72	1,65	1,14	0,53	28
List** Leaf	16,79	0,39	0,22	0,98	1,43	3,19	1,68	24

*5. cvjetna etaža; **10. cvjetna etaža

Tablica 2. Agrokemijska svojstva tla - rezultati analize

Table 2. Agrochemical soil properties - analysis results

Vrijeme analize Time of analysis	pH-KCl	pH-H ₂ O	P ₂ O ₅ (mg/100 g tla)	K ₂ O (mg/100 g tla)	Humus %	CaCO ₃ %
5. cvjetna etaža 5th flowers truss	5,28	5,97	11,2	30,6	4,21	1,5
10. cvjetna etaža 10th flower truss	6,09	6,32	13,6	32,5	3,66	1,3

U tablici 3. su prikazana sva ispitivana svojstva koja su utjecala na pojavu BER (vršna trulež ploda), a vidljivo je da je porastom temperature i padom relativne vlažnosti zraka rastao broj plodova sa BER-om.

Tablica 3. Rezultati ispitivanih važnijih svojstava koji utječu na pojavu nedostatka Ca

Table 3. Results of investigated properties

Cvjetna Etaža Flower truss	Prinos po biljci (g) Yield per plant	Broj plodova po biljci No. of fruits per plant	BER plodovi Ber of fruit	Masa ploda (g) Mass of fruit	Ca u listu (%) Ca in leaf	Temperatura zraka u 13h (°C) Air temperat.at 13h	Temperatura tla na 5 cm dubine (°C) Soil tem.5 cm deep	Relativna važnost zraka (%) Relative air humidity
1	1132	5	0	226	-	19,3	14,5	69,3
2	1241	6	0	206	-	18,7	14,6	72,4
3	1121	6	0	220	-	19,3	15	75,6
4	1235	7	1	176	-	27,4	15,4	77,2
5	1372	7	4	197	5,32	26,4	16,4	68,3
6	1274	6	4	212	-	27,8	17,2	62,7
7	1267	6	4	211	-	29,4	17,1	60,2
8	1305	6	5	216	-	30,6	18,4	56,4
9	1207	7	5	172	-	33,4	18,6	57,7
10	1208	5	5	240	3,19	33,7	18,9	52,7
11	1135	5	3	225	-	32,8	19,2	56,8
12	1004	5	1	200	-	26,3	15,4	66,2
13	1074	6	0	178	-	21,2	16,1	78,2
14	960	5	0	192	-	18,7	13,2	74,5

Statističkom obradom podataka utvrđeno je sljedeće:

1. statistički značajna i pozitivna korelacija između visoke temperature zraka i pojave vršne truleži ploda ($r=0,91$), što je isto utvrđeno u slučaju visoke temperature tla ($r=0,86$).
2. statistički značajna i negativna korelacija između porasta temperature zraka i porasta relativne vlažnosti zraka ($r= -0,92$), što je isto utvrđeno u slučaju visoke temperature tla ($r= -0,85$).
3. nije bilo statistički značajne korelacije između dnevne i noćne temperature i broja plodova po biljci, kao ni između relativne vlažnosti zraka i broja plodova po biljci.

4. nije bilo statistički značajne korelacije između dnevne i noćne temperature i mase ploda, kao ni između relativne vlažnosti zraka i mase ploda.
5. nije bilo statistički značajne korelacije između mase ploda i prinosa po biljci, dnevne i noćne temperature i prinosa po biljci, te relativne vlažnosti zraka i prinosa po biljci.

ZAKLJUČAK

Temperatura u plasteniku iznad 28⁰C i relativna vlažnost niža od 65% pogodovale su pojavi BER-a na plodovima rajčice u početku četvrte etaže, kod veličine ploda promjera 1,5-2 cm. U istim uvjetima, ali u fazi šeste do osme etaže gubitak tržnih plodova bio je 65% zbog pojave BER-a. Temperatura od 33 do 38 C i relativna vlažnost zraka 56-60%, pogodovale su oštećenju plodova tehnološki zrele rajčice u fazi devete do jedanaeste etaže od 63 do 100%. Može se zaključiti da unatoč tome što je tlo bilo adekvatno opskrbljeno s kalcijem, te uz redovitu prihranu i optimalnu količinu kalcija u listu i stabljici, konačno se ipak javlja nedostatak Ca u biljkama. Stoga, glavni razlozi pojave vršne truleži ploda rajčice mogu se pripisati fiziološkom stresu uzrokovanom visokom temperaturom zraka i niskom relativnom vlagom zraka u plastenicima tijekom ljetnih mjeseci.

LITERATURA

- Adams, P., Holder, R.** (1992.): Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Journal of Horticultural Science* 68: 137-142.
- Adams, P., Ho, L.C.** (1993.): Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil* 154, nr. 1: 127-132.
- Bergmann, W.** (1992.): *Nutritional disorders of Plants. Development Visual and Analytical Diagnosis*, Gustav Fischer Verlag Jena, Germany: 741 str.

- Hao, X., Papadopoulos, P.** (2000.): Effects of calcium and magnesium on growth, fruit yield, and quality of greenhouse tomato grown in rockwool. *Hortscience* 35: 444.
- Heeb, A.; Lundegardh, B.; Ericsson, T.; Savage, G.P.** (2005.): Effects of nitrate-, ammonium-, and organic-nitrogen-based fertilizers on growth and yield of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168: 123-129.
- Ho, L.C., Grange, R.I., Picken A.J.** (1987.): An analysis of the accumulation of water and dry matter in tomato fruit. *Plant, cell and environment* 10, nr. 2: 157-162.
- Ho, L.C., Belda, R., Brown, M., Andrews, J., Adams, P.** (1993.): Uptake and Transport of Calcium and the Possible Causes of Blossom-end Rot in Tomato. *Journal of Experimental Botany* 44, nr. 2: 509-518.
- Ho, L.C., Brown, M.M.** (1993.): Factors Affecting Calcium Transport and Basipetal IAA Movement in Tomato Fruit in Relation to Blossom-end Rot. *Journal of Experimental Botany* 44, nr. 7: 1111-1117.
- Paiva, E.A.S.; Martinez, H.E.P.; Casali, V.W.D.; Padilha, L.** (1998.): Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. *Journal of Plant Nutrition* 21: 2663–2670.
- Parađiković, N., Teklić, T., Horvat, D., Vinković, T., Gumze, A.** (2007.): Influence of different nitrogen form application on the incidence of BER and elementary composition of bell peppers. *Cereal Research Communications* 35, nr. 2: 897-900.
- Parađiković, N.; Teklić, T.; Šeput, M.; Levai, L.; Vinković, T.** (2007.): Utjecaj agroekoloških činitelja na nedostatak Ca u rajčici. 42. hrvatski i 2. međunarodni simpozij agronoma, Opatija 2007, Zbornik sažetaka: 117.

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature i relativne vlažnosti zraka na pojavu nedostataka kalcija u plodu rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

SAS System 7.1 Software Statistica (SAS Institute Inc. Cary, NC. USA, SAS/STAT User's Guide)

Tabatabaei, S.J., Hadley, P., Gregory, P.J. (2006.): Fruit growth and Ca and K accumulation in the fruits of tomato grown under a spectral filter. *Plant Nutrition* 92: 310-311.

Adresa autora - Authors addresses:

Prof. dr. sc. Nada Parađiković,
Tomislav Vinković, dipl. ing.
Prof. dr. sc. Tihana Teklić
Poljoprivredni fakultet Osijek
Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska
e-mail: nparadj@pfos.hr

Primljeno – Received:

13.10.2007.

Razia Bilajac - Poljoprivredna apoteka Bilajac, Gradačac, BiH
Maja Tolušić - student Medicinskog fakulteta u Osijeku

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature i relativne vlažnosti zraka na pojavu nedostataka kalcija u plodu rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
