

ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST I POJAVA VRŠNE TRULEŽI PLODA PAPRIKE POD UTJECajem BIOSTIMULATORA I HIBRIDA

**Nada Parađiković⁽¹⁾, T. Vinković⁽¹⁾, Ivana Vinković-Vrček⁽²⁾, Tihana Teklić⁽¹⁾, Ružica Lončarić⁽¹⁾,
Renata Baličević⁽¹⁾**

*Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper*

SAŽETAK

U ovom je istraživanju praćena antioksidativna aktivnost ploda paprike, ukupan i komercijalni prinos, broj nekomercijalnih plodova te pojava vršne truleži ploda pod utjecajem tretmana s biostimulatorima i hibrida. Statistički značajno najveća ($P \leq 0,01$) antioksidativna aktivnost, određena DPPH metodom, zabilježena je kod tretiranih biljaka paprike Century F1 te je bila u značajnoj pozitivnoj korelaciji ($0,526^*$) s komercijalnim prinosom kod oba hibrida. Općenito, tretman s biostimulatorima pozitivno je utjecao na sve ispitivane pokazatelje kod hibridne paprike Century F1, dok je značajno smanjio pojavu nekomercijalnih plodova i vršne truleži kod Blondy F1, što je u konačnici dalo značajno veći komercijalni prinos kod oba hibrida.

Ključne riječi: antioksidativni status, biostimulatori, paprika, prinos, vršna trulež ploda

UVOD

Prinos ploda paprike, kao i njihova kvaliteta pod značajnim su utjecajem niza faktora, kao što su gnojdba i različiti agroekološki čimbenici. Među njima su najvažniji temperatura, relativna vlaga zraka te zaslanjenost tla ili EC (konduktivitet) hranjive otopine u slučaju hidroponskog uzgoja, koji značajno može smanjiti prinos ako je visok (Chartzoulakis i Klapaki, 2000.; Navarro i sur., 2002.). Visoki EC utječe i na usvajanje hraniva, tj. njihov transport kroz biljku, te dolazi do nedostatka pojedinih makro i mikroelemenata, kao i smanjenja tržišnoga prinosa ploda kod rajčice (Dorai i sur., 2001.), a slično je i kod paprike. Transport pojedinih elemenata, naročito kalcija ksilemom, ograničen je zbog nerazvijenosti ksilemske mreže u distalnome dijelu ploda. Posljedično, koncentracija Ca najniža je u tom dijelu biljke. Nedostatak Ca u plodu manifestira se kao pojava vršne truleži ploda (BER – blossom-end rot), koji je jedan od simptoma oksidativnoga stresa biljke, prouzročen različitim okolišnim čimbenicima (Saure, 2001.). Pretpostavlja se da ishrana i koncentracija Ca u biljnome tkivu nije jedini, niti samostalan uzrok pojave BER-a kod rajčice jer sudjeluje kao signalna molekula u antioksidativnom odgovoru biljke, tj. pojedinih biljnih organa ili regija na faktore stresa (Saure, 2001.; White i Broadley, 2003.). Isto tako, dosada nije

utvrđena kritična razina kalcija u plodu koja bi inducirala nastanak BER-a (Ho i White, 2005.). Prema tome, u slučaju nepovoljnih uvjeta, kao što su visoka temperatura, relativna vlaga zraka i stopa transpiracije te ostalih uzroka stresa, vrlo je važna antioksidativna aktivnost, tj. odgovor biljke na oksidativni stres.

Za antioksidativnu aktivnost biljke odgovorne su različite fiziološki aktivne tvari, među kojima je i aminokiselina prolin, koji se, općenito, u određenoj količini nalazi u biljnome tkivu, a ima sposobnost uklanjanja slobodnih radikala koji se nakupljaju u uvjetima stresa (Kaul i sur., 2006.).

Biostimulatori koji sadrže aminokiseline, polisaharide, vitamine i minerale te proteine pomažu biljci tijekom rasta i razvoja korijena i nadzemnoga dijela (Parađiković i sur., 2008.; Vinković i sur., 2009.), a u slučaju nepovoljnih uvjeta biljke tretirane s takvim biostimulatorima brže se oporavljaju od posljedica oksidativnoga stresa (Berlyn i Sivaramakrishnan, 1996.; Maini, 2006.).

Prof.dr.sc. Nada Parađiković (nada.paradikovic@pfos.hr), dipl.ing. Tomislav Vinković, prof.dr.sc. Tihana Teklić, doc.dr.sc. Ružica Lončarić, doc.dr.sc. Renata Baličević – Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Hrvatska, (2) Dr.sc. Ivana Vinković-Vrček – Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dokazano je da se primjenom biostimulatora u uzgoju rajčice, čiji su glavni sastojci aminokiseline (prolin, triptofan, arginin, asparagin), značajno poboljšava rast i razvoj korijena i nadzemnih organa poslije presađivanja, kada biljke prolaze kroz stresni period prouzročen presađivanjem (Vinković i sur., 2009.).

Cilj je ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj dva različita biostimulatora na prinos, pojavu nekomercijalnih i BER plodova te na antioksidativni status ploda kod dva hibrida paprike u hidroponskom uzgoju.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u plastenicima u Gajiću (Baranja, Hrvatska) na obiteljskome poljoprivrednome gospodarstvu Filakov. Paprika je posađena 15. veljače, 2009. godine u blokove kamene vune u plastenik veličine 600 m². Presadnice su prethodno uzgojene u Grow Group-i, Felgyo, Mađarska gdje je sjeme paprike posijano 01. prosinca, 2008. godine u čepove kamene vune te pikirano u kocke kamene vune. U pokusu su korištena dva hibrida paprike i to jedan u tipu babure Blondy F1 (B1 faktor) i drugi u tipu polubabure Century F1 (B2 faktor) (RZ, Rijk Zwaan, Nizozemska). Biljke su u pokusu bile raspoređene po središnja dva reda u plasteniku po split-plot dizajnu u četiri ponavljanja s po deset biljaka po ponavljanju. Pokus je bio dvofaktorijski, gdje su hibridi paprike obilježeni kao faktor B, a tretman kao faktor A. Tretman se sastojao od tretiranih (A1) i netretiranih (A2, kontrola) biljaka paprike za svaki hibrid. Tretman s biostimulatorima bio je višestruk, primjenom dva različita biostimulatora specifičnoga djelovanja za pojedinu fazu rasta i razvoja biljke, a kroz period vegetacije sve do pete berbe. Odmah nakon sadnje, primjenjen je biostimulator Radifarm® zalijevanjem u koncentraciji od 0,25% u količini od 40 ml/biljci. Tretman je ponavljan u 4 intervala svakih 10 dana. Radifarm® sadrži aminokiseline triptofan, arginin i asparagin, polisaharide, proteine, vitaminski kompleks te mikroelemente Fe i Zn u kelatnom obliku. Prije svega, Radifarm® pomaže biljci u bržem ukorjenjivanju u početnim fazama rasta te pospješuje rast korjenovih dlačica. Također, na iste dane primijenjen je biostimulator Megafol® prskanjem u koncentraciji 0,20%, a po svakom tretmanu je ukupno utrošeno od 45-55 ml/biljci. Primjena toga biostimulatora bila je produžena do kraja pokusa. Sveukupno je bilo 11 tretmana s Megafolom tijekom tri mjeseca. Megafol® sadrži aminokiseline prolin i triptofan, kao i ostale esencijalne aminokiseline biljnoga podrijetla u manjoj količini, organski N, organski C, K₂O, polisaharide i proteine. Tijekom pokusa bilo je sveukupno 5 berbi ploda paprike, tijekom kojih su praćeni prinos po varijanti (g), broj plodova po varijanti, broj nekomercijalnih plodova i broj plodova s vršnom truleži (BER). Broj nekomercijalnih plodova predstavljen je zbrojem nepravilnih plodova i plodova s BER-om. Također, praćen je konačan prinos po varijantama, koji je dobiven oduzimanjem broja nekomercijalnih plodova, tj. njihove mase od ukupnoga prinosa. Prosječna masa ploda koja je poslužila za nave-

den izračun dobivena je kvocijentom ukupnoga prinosa i broja plodova po varijanti. Prva je berba obavljena 08. svibnja. 2009. godine, a posljednja 19. lipnja, 2009. godine. Tijekom pete berbe uzorkovani su i plodovi s tretiranih i kontrolnih biljaka kod oba hibrida, koji su poslužili za procjenu antioksidativne aktivnosti.

Relativna antioksidativna aktivnost ili antioksidativni status određen je DPPH (1,1 difenil-2 pikrilhidrazil) metodom, kojom se procjenjuje antioksidativna aktivnost mjerenjem kapaciteta uklanjanja slobodnih DPPH radikala. Uzorci su pripremljeni na sljedeći opisan način. Po 3-4 prethodno uzorkovana ploda sa svakoga ponavljanja razrezana su na četvrtine te je odvojena placenta ploda sa sjemenkama od perikarpa, tj. jestivoga dijela. Od toga skupnoga uzorka načinjen je prosječni uzorak perikarpa mase 1 g i homogeniziran s 10 ml metanola. Tako pripremljeni ekstrakti potom su filtrirani i centrifugirani na 2500 o/min tijekom 10 minuta, dok se ekstrakti nisu istaložili. Supernatant (tekući dio istaloženog ekstrakta) odvojen je te zatvoren i pohranjen na 4°C do mjerenja.

Kapacitet ekstrakta ploda paprike da ukloni, tj. neutralizira DPPH slobodne radikale, procijenjen je na prije opisan način prema Gyamfi i sur. (1999). Postotak inhibicije slobodnih DPPH radikala (Moure i sur., 2000) izračunat je prema sljedećoj formuli:

$$\text{Inhibicija(DPPH) \%} = \frac{(\text{Abs}_{t=0\text{min}} - \text{Abs}_{t=25\text{min}})}{\text{Abs}_{t=0\text{min}}} \times 100$$

gdje su $\text{Abs}_{t=0\text{min}}$ i $\text{Abs}_{t=25\text{min}}$ bile apsorbance DPPH u početnom vremenu i 25 minuta nakon inkubacije. Postotci inhibicije uspoređeni s odgovarajućim volumenima ekstrakta ploda paprike grafički su prikazani da se dobije linija regresije i njen trend. Trolox otopina (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilokroman-2-karboksilna kiselina) korištena je kao standard da se kapacitet inhibicije ekstrakta pretvori u Trolox ekvivalentnu antioksidativnu aktivnost (TEAC – trolox equivalent antioxidative activity). Omjer između trendova linije regresije ekstrakata i Trolox otopine definiran je kao TEAC koji je korišten za indicaciju kapaciteta uklanjanja slobodnih radikala.

Dobiveni rezultati statistički su obrađeni metodama analize varijance, korelacije, t-testa, F-testa, kao i LSD testa, koristeći standardne računalne programe.

REZULTATI I RASPRAVA

Antioksidativna aktivnost ekstrakata ploda paprike bila je statistički značajno različita te ovisna o tretmanu i hibridu ($P \leq 0,01$), ali ne i o tretmanu kod hibrida Blondy F1 (Tablica 1.). Ekstrakti ploda tretiranih biljaka paprike Century F1 imali su značajno veće TEAC vrijednosti ($P \leq 0,01$) u usporedbi s ekstraktima ploda netretiranih biljaka, kao i u usporedbi s Blondy F1 (Tablica 1.). Očekivano, javila se značajna korelacija između postotka inhibicije DPPH radikala i sposobnosti njihovog uklanjanja ($r=0,933^{**}$) izražene kao trolox ekvivalentna antioksidativna aktivnost (TEAC). Općenito, tretman s biostimulatorima značajno je utjecao na poboljšanje

antioksidativne aktivnosti u plodovima paprike tretiranih biljaka kod hibrida Century F1.

Značajna razlika u prinosu ($P \leq 0,05$) i broju plodova ($P \leq 0,01$) javila se kod prve berbe u ovisnosti o hibridu i tretmanu te su oba svojstva bila veća kod tretiranih biljaka. U sljedeće četiri berbe ispitivana se svojstva nisu značajno razlikovala u ovisnosti o tretmanu, ali je broj plodova bio pod utjecajem hibrida u 3. i 5. berbi.

Nekomercijalni plodovi i plodovi s vršnom truleži (BER plodovi) pojavili su se tek tijekom 4. i 5. berbe. Broj nekomercijalnih plodova bio je pod značajnim utjecajem tretmana i hibrida ($P \leq 0,01$), kao i njihovih interakcija ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$) tijekom 4. i 5. berbe (Tablica 2.). Općenito, više nekomercijalnih plodova zabilježeno je kod netretiranih biljaka u oba hibrida tijekom obje berbe. Pojava vršne truleži bila je pod istim utjecajima ispitivanih faktora, kao i pojava nekomercijalnih plodova. Značajan utjecaj interakcije faktora na pojavu vršne truleži javio se samo tijekom 5. berbe. Značajno veći broj BER plodova zabilježen je kod netretiranih biljaka u obje berbe (Tablica 2.).

Tablica 1. Antioksidativna aktivnost, izražena kao prosječna trolox ekvivalentna antioksidativna aktivnost (TEAC; $\mu\text{mol TEAC/g}$ svježega ploda paprike) i postotak inhibicije DPPH radikala (%) u ekstraktima ploda paprike pod utjecajem tretmana s biostimulatorima i hibrida paprike

Table 1. Antioxidative activity, expressed as average trolox equivalent activity (TEAC; $\mu\text{mol TEAC/g}$ fresh pepper fruit) and inhibition percentage of DPPH radicals (%) in pepper fruit extracts under influence of bio-stimulant treatment and pepper hybrid

Varijanta tretiranja Treatment (A)	TEAC			Postotak inhibicije DPPH radikala Inhibition percentage of DPPH radicals		
	Blondy F1 (B1)	Century F1 (B2)	Prosjeak Mean	Blondy F1 (B1)	Century F1 (B2)	Prosjeak Mean
Tretman (A1) Treated	3,115	3,445	3,230	42,14	48,66	45,40
Kontrola (A2) Control	3,171	2,970	3,070	44,84	41,57	43,21
Prosjeak Mean	3,093	3,207	3,150	43,49	45,12	44,31
TEAC						
LSD	Tretman (A) Treatment	Hibrid (B) Hybrid	Interakcije Interactions A x B			
	0,01	0,1108	0,1069	0,1411		
0,05	0,0604	0,0706	0,0890			
Postotak inhibicije DPPH radikala Inhibition percentage of DPPH radicals						
LSD	Tretman (A) Treatment	Hibrid (B) Hybrid	Interakcije Interactions A x B			
	0,01	4,5088	1,0071	4,4332		
0,05	2,4563	0,6648	2,4845			

Oduzimanjem nepravilnih i BER plodova od prinosa i ukupnoga broja plodova dobiven je značajan utjecaj na konačan tržišni prinos. U Tablici 2. prikazan je konačan prinos po varijantama u 4. i 5. berbi nakon oduzimanja broja nekomercijalnih plodova, tj. njihove mase (nepravilni + BER plodovi).

Konačan se prinos značajno razlikovao u istim berbama u odnosu na ukupan prinos te je tijekom 4. berbe bio pod značajnim utjecajem tretmana, hibrida i njihovih interakcija ($P \leq 0,01$). Tijekom 5. berbe na isto svojstvo značajno su utjecali tretman ($P \leq 0,01$) i hibrid ($P \leq 0,05$), a utjecaj njihovih interakcija je izostao (Tablica 2.).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti broja nekomercijalnih plodova (BNP), BER plodova (BBP) i konačnoga prinosa ploda po varijanti (g) (KPP) tijekom 4. i 5. berbe pod utjecajem tretmana s biostimulatorima (A1-tretman; A2-kontrola) i hibrida (B1-Blondy F1; B2-Century F1)

Table 2. Average values of number of non-commercial fruits (BNP), number of BER fruits (BBP) and final fruit yield per variant (KPP) during 4th and 5th harvest under influence of bio-stimulant treatment (A1-treatment; A2-control) and hybrid (B1-Blondy F1; B2-Century F1)

Varijanta Variant	4. berba 4 th harvest			5. berba 5 th harvest		
	BNP	BBP	KPP (g)	BNP	BBP	KPP (g)
A1B1	4,25	2,75	4659,58	2,25	1,25	5294,75
A1B2	6,50	3,75	4407,00	3,75	2,00	5638,25
A2B1	8,25	4,25	4382,78	3,25	2,25	4833,00
A2B2	11,75	5,75	2837,25	8,50	4,75	4917,00
Analiza varijance, F test: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$ Analysis of variance, F-test: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$						
A	**	**	**	**	**	**
B	**	**	**	**	**	*
A x B	*		**	**	*	

Tijekom obje berbe, oba su hibrida imala značajno veći prosječni konačan prinos ploda kod tretiranih biljaka. Veća razlika u prinosima javila se kod paprike Century F1, gdje je konačan prinos bio veći za 55,34% kod tretiranih biljaka tijekom 4. berbe, tj. za 14,66% tijekom 5. berbe. Kod Blondy F1 ta je razlika bila nešto manja te je konačan prinos bio prosječno veći za 6,32% tijekom 4. berbe, tj. za 9,55% veći tijekom 5. berbe. Metodom korelacije utvrđena je značajna linearna ovisnost ($r=0,526^*$) između antioksidativne aktivnosti ploda i konačnoga prinosa tijekom 5. berbe, što potvrđuje pozitivno djelovanje biostimulatora na prinos i antioksidativni status ploda paprike.

Korišteni biostimulatori u ovom istraživanju sadrže mnoge fiziološki aktivne tvari, među njima najveći udio čine pojedine aminokiseline. Radifarm® sadrži arginin i asparagin, a Megafol® sadrži prolin i triptofan. Za neke od tih aminokiselina dokazano je da imaju odre-

đene funkcionalne uloge u metabolizmu stanica biljaka. Primarna uloga arginina je kao početne točke u sintezi poliamina (Jubault i sur., 2008.). Kod viših biljaka, osim što sudjeluju u fundamentalnim staničnim procesima, kao što su organizacija kromatina, stanična proliferacija, diferencijacija i programirana stanična smrt (Thomas i Thomas, 2001.; Bais i Ravishankar, 2002.), poliamini su uključeni u adaptivne odgovore na abiotički stres (Urano i sur., 2003.; Kuznetsov i sur., 2006.). Nadalje, antioksidativna aktivnost asparagina dokazana je u istraživanju Osada i Shibamoto (2006.). U njihovom istraživanju asparagin pokazuje jako antioksidativno djelovanje, kao dio kompleksa glukoza/asparagin, što je svojstveno i za biostimulator Radifarm® koji sadrži polisaharide i monosaharide, među kojima je glukoza.

Prolin, koji je biljkama dodan aplikacijom Megafola®, odlikuje se sposobnošću uklanjanja slobodnih radikala (Kaul i sur., 2006.). Također, prolin ima i funkciju signalne molekule kod odgovora biljke na stres (Khedr i sur., 2003.). Ulogu u antioksidativnom odgovoru biljaka ima i triptofan, koji je prekursor u sintezi melatonina, odavno poznatoga hormona u sisavaca. Nedavna su istraživanja potvrdila da se melatonin sintetizira u biljkama, tj. u svim biljnim dijelovima, te ima izraženu sposobnost uklanjanja slobodnih radikala, a njegova je biosinteza ovisna o triptofanu, kao i biosinteza IAA (indol-3-octena kiselina) (Arnao i Hernandez-Ruiz, 2006.).

Osim aminokiselina, korišteni biostimulatori sadrže huminske kiseline koje mogu poboljšati usvajanje mineralnih tvari, tj. hraniva kao što su N, P, Ca, K, Mg, Fe, Zn i Cu (Adani i sur, 1998.; David i sur. 1994.). Poboljšano usvajanje kalcija u našem istraživanju vidljivo je iz smanjene pojave BER plodova. Također, kako je prije opisano, smanjena pojava BER plodova vjerojatno je posljedica i veće sposobnosti ploda u uklanjanju slobodnih radikala dodatkom prije opisanih aminokiselina u obliku biostimulatora, a zajedno s poboljšanim usvajanjem hraniva u konačnici je ostvaren veći komercijalni prinos u usporedbi s netretiranim biljkama paprike.

ZAKLJUČAK

Tretman s biostimulatorima u ovom je istraživanju značajno i pozitivno utjecao na istraživane parametre. Utjecaj na prinos i/ili konačni prinos nije se javio samo tijekom 2. i 3. berbe. Tijekom ostale tri berbe konačan je prinos bio veći kod tretiranih biljaka do 55% kod Century F1 te do 43% kod Blondy F1 hibrida. Značajna korelacija između konačnoga prinosa i antioksidativne aktivnosti dokazala je pozitivan utjecaj biostimulatora. Također, značajno najveća antioksidativna aktivnost ploda paprike zabilježena je kod tretiranih biljaka paprike Century F1, gdje je utjecaj biostimulatora bio naglašen kroz redukciju broja plodova s vršnom truježi. Hibrid paprike isto je značajno utjecao na prinos, broj nekomercijalnih i plodova s vršnom truježi, ali je pojava vršne truježi ploda bila više ovisna o tretmanu nego o hibridu.

NAPOMENA

Ovo je istraživanje dio VIP projekta br. VII-5-28/08 pod nazivom „Primjena novih tehnologija u plasteničkom uzgoju paprike” pod pokroviteljstvom Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske. / *This study was an integral part of VIP project nr. VII-5-28/08, under title: "Application of new technologies in greenhouse pepper growing", sponsored by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Rural Development of Republic of Croatia.*

LITERATURA

1. Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., Zocchi, G. (1998): The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition* 21: 561-575.
2. Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz, J. (2006): The Physiological Function of Melatonin in Plants. *Plant Signaling and Behavior* 1(3): 89-95.
3. Bais, H.P., Ravishankar, G.A. (2002): Role of polyamines in the ontogeny of plants and their biotechnological applications. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 69: 1-34.
4. Berlyn, G.P., Sivaramakrishnan, S. (1996): The use of organic biostimulants to reduce fertilizer use, increase stress resistance and promote growth. In: Landis, T.D., South, D.B., tech. coords. *National Proceedings* 106-112.
5. Chartzoulakis, K., Klapaki, G. (2000): Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86: 247-260.
6. David, P.P., Nelson, P.V., Sanders, D.C. (1994): A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition* 17: 173-184.
7. Dorai, M., Papadopoulos, A.P., Gosselin, A. (2001): Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21: 367-383.
8. Gyamfi, M.A., Yonamine, M., Aniya, Y. (1999): Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharmacology* 32: 661-667.
9. Ho, L.C., White, P.J. (2005): A Cellular Hypothesis for the Induction of Blossom-End Rot in Tomato Fruit. *Annals of Botany* 95: 571-581.
10. Jubault, M., Hamon, C., Gravot, A., Lariagon, C., Delourme, R., Bouchereau, A., Manzaneres-Dauleux, M.J. (2008): Differential regulation of root arginine catabolism and polyamine metabolism in clubroot-susceptible and partially resistant Arabidopsis genotypes. *Plant Physiology* 146: 2008-2019.
11. Kaul, S., Sharma, S.S., Mehta, I.K. (2008): Free radical scavenging potential of L-proline: evidence from *in vitro* assays. *Amino Acids* 34: 315-320.
12. Khedr, A.H.A., Abbas, M.A., Wahid, A.A.A., Quick, W.P., Abogadallah, G.M. (2003): Proline induces the expression of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancreaticum maritimum* L. to salt stress. *Journal of Experimental Botany* 54: 2553-2562.

13. Kuznetsov, V.V., Radyukina, N.L., Shevyakova, N.I. (2006): Polyamines and stress: biological role, metabolism and regulation. *Russian Journal of Plant Physiology* 53: 583-604.
14. Maini, P. (2006): The experience of the first biostimulant, based on aminoacids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. *Fertilitas Agrorum* 1(1): 29-43.
15. Moure, A., France, D., Sineiro, J., Dominguez, H., Nunez, M.J., Lema, J.M. (2000): Evaluation of extracts from *Gevuina avellana* hulls as antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(9): 3890-3897.
16. Navarro, J.M., Garrido, C., Carvajal, M., Martinez, V. (2002): Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77: 52-57.
17. Osada, Y., Shibamoto, T. (2006): Antioxidative activity of volatile extracts from Maillard model systems. *Food Chemistry* 98: 522-528.
18. Parađiković, N., Vinković, T., Teklić, T., Guberac, V., Milaković, Z. (2008): Primjena biostimuladora u proizvodnji presadnica rajčice. *Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma*: 435-438.
19. Saure, M.C. (2001): Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – a calcium- or stress related disorder? *Scientia Horticulturae* 90: 193-208.
20. Thomas, T., Thomas, T.J. (2001): Polyamines in cell growth and cell death: molecular mechanics and therapeutic applications. *Cellular and Molecular Life Sciences* 58: 244-258.
21. Urano, K., Yoshida, Y., Nanjo, T., Igarashi, Y., Seki, M., Sekiguchi, F., Yamaguchi, Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2003): Characterization of Arabidopsis genes involved in biosynthesis of polyamines in abiotic stress responses and developmental stages. *Plant, Cell and Environment* 26: 1917-1926.
22. Vinković, T., Parađiković, N., Teklić, T., Štolfa, I., Guberac, V., Vujić, D. (2009): Utjecaj biostimuladora na rast i razvoj rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill) nakon presađivanja. *Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma*: 459-463.
23. White, P.J., Broadley, M.R. (2003): Calcium in plants. *Annals of Botany* 92: 487-511.

ANTIOXIDATIVE ACTIVITY AND BER APPEARANCE IN PEPPER FRUITS UNDER INFLUENCE OF BIOSTIMULANT TREATMENT AND HYBRID

SUMMARY

Anti-oxidative activity of pepper fruits, total and commercial yield, number of non-commercial and BER fruits under influence of bio-stimulant treatment and pepper hybrid were investigated in this experiment. Significantly highest anti-oxidative activity, determined by DPPH assay, was recorded in treated Century F1 hybrid pepper plants. Also, positive significant correlation ($r=0.526^*$) between commercial yield and anti-oxidative activity appeared. Generally, treatment with bio-stimulants positively influenced all investigated parameters in Century F1 hybrid, while in Blondy F1 significantly decreased number of non-commercial and BER fruits. At the end, compared to untreated plants, treatment resulted in higher commercial yield in both hybrids.

Key-words: anti-oxidative activity, BER, bio-stimulants, pepper, yield

(Primljeno 02. ožujka 2010.; prihvaćeno 22. travnja 2010. - Received on 2 March 2010; accepted on 22 April 2010)