

Gospodarska svojstva kultivara paprike u uzgoju na kamenoj vuni

Sažetak

Zbog širenja hidroponskog uzgoja paprike u Hrvatskoj i pojave novih hibridnih kultivara na tržištu, provedeno je istraživanje s ciljem utvrđivanja morfometrijskih i gospodarskih svojstava kultivara paprike zvonolikog ploda u hidroponskom uzgoju na kamenoj vuni. U pokusu, postavljenom po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja, testirano je osam hibridnih kultivara. Sadnja na ploče kamene vune obavljena je 9. svibnja, a sklop je iznosio 2,5 biljke po m². Vegetativni i generativni rast reguliran je uzgojem na dvije grane. U vrijeme plodonošenja, od 27. lipnja do 18. listopada, provedeno je devet berbi. Prilikom berbe mjerena su morfometrijska svojstva tržnih plodova (masa, visina i promjer ploda te debljina perikarpa). Utvrđen je prinos tržnih plodova i udio netržnih plodova sa simptomima vršne truleži ploda u ukupnom broju plodova. Visina ploda testiranih kultivara bila je u rasponu od 76,48 ('Cila') do 110,10 mm ('Atol'), dok je promjer iznosio od 68,26 mm kod kultivara 'Vedrana' do 84,95 mm kod kultivara 'Olympus'. Debljina perikarpa varirala je od 5,55 do 7,60 mm. Masa tržnih plodova bila je u rasponu od 97 ('Cila') do 157 g ('Olympus'). Ostvareni tržišni prinos bio je između 9,36 ('Atol') i 13,53 kg/m² ('35-88'), s utvrđenim značajnim razlikama među testiranim kultivarima, dok je udio netržnih plodova varirao od 10,3 % kod kultivara 'Dut' do 28 % kod kultivara 'Cila', s utvrđenim visoko značajnim razlikama. Prema rezultatima jednogodišnjeg istraživanja teško je izdvojiti jedan ili dva perspektivna kultivara, zbog čega je istraživanje potrebno proširiti i ponoviti. Uz izbor kultivara, veliku je pažnju potrebno posvetiti reguliranju i održavanju optimalnih mikroklimatskih uvjeta u zaštićenom prostoru te sastavu i doziranju hranjive otopine tijekom različitih faza rasta i razvoja paprike.

Ključne riječi: *Capsicum annuum* L., hidroponski uzgoj, morfometrijska svojstva ploda, tržišni prinos

Uvod

Paprika (*Capsicum annuum* L.) se u Hrvatskoj proizvodi na oko 4000 ha otvorenih površina, s prosječnim prinosom oko 7 t/ha (Parađiković, 2009.). Glavni razlozi tako niskog prinosa su uzgoj bez navodnjavanja te nedovoljno znanje o tehnologiji i mjerama njege. U zaštićenim prostorima prinosi su viši zbog primjene fertirigacije i produženog perioda berbe. Posljednjih nekoliko godina sve je češći hidroponski uzgoj paprike. Budući da se svake godine na tržištu pojavljuju novi hibridni kultivari za uzgoj u zaštićenom prostoru,

¹ dr. sc. **Božidar Benko**, prof. dr. sc. **Josip Borošić**, **Sanja Fabek**, dipl. ing. agr., **Sanja Stubljar**, mag. ing. agr., doc. dr. sc. **Nina Toth**, doc. dr. sc. **Ivanka Žutić**; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za povrćarstvo, Svetošimunska 25, Zagreb

prije uvođenja u komercijalnu proizvodnju potrebno ih je testirati u domaćim agroekološkim uvjetima. Iz tog je razloga provedeno istraživanje s ciljem utvrđivanja morfometrijskih i gospodarskih svojstava kultivara paprike zvonolikog ploda u hidroponskom uzgoju na kamenoj vuni.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno tijekom 2011. godine na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Pokus je postavljen u plasteniku s interventnim noćnim grijanjem, po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. Testirano je osam hibridnih kultivara paprike zvonolikog ploda različitih sjemenskih kuća: 'Atol', 'Olympus', 'Vedrana' (Enza Zaden); 'Dut', 'Cila' (Yuksel Seeds); 'Raiko', '35-88' (Rijk Zwaan) i 'Nikita' (Clause).

Sjetva je obavljena 21. veljače, a sadnja na ploče kamene vune 9. svibnja. Razmak među redovima iznosio je 120 cm, a unutar reda 33 cm, čime je ostvaren sklop 2,5 biljke/m², dok je osnovnu parcelu predstavljala ploča kamene vune s tri biljke.

Za fertirigaciju je korištena standardna hranjiva otopina (Enzo i sur., 2001.) uz provedbu korekcija sastava temeljem rezultata laboratorijskih analiza. Hranjiva otopina je pripravljena iz 100 puta koncentriranih otopina i putem sustava za navodnjavanje kapanjem distribuirana do svake biljke. Broj obroka fertirigacije varirao je od 12 poslije sadnje do 24 u punoj vegetaciji. Volumen hranjive otopine po biljci iznosio je do 4,5 L dnevno.

Praćen je dnevni tijek minimalne i maksimalne temperature te relativne vlage zraka. Vegetativni i generativni rast reguliran je uzgojem na dvije grane, koje su prema potrebi pincirane i omatane vezivom. Periodički se provodila analiza hranjive otopine iz spremnika i zone korijena.

Tijekom perioda berbe, od 27. lipnja do 18. listopada, provedeno je devet berbi. Prilikom berbe mjerena su morfometrijska svojstva (masa, visina i promjer ploda te debljina perikarpa) tržnih plodova. Osim toga, utvrđen je prinos tržnih plodova i udio netržnih plodova sa simptomima vršne truleži.

Statistička obrada rezultata provedena je analizom varijance (ANOVA), a prosječne vrijednosti testirane su LSD testom na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$. Prikazane su prosječne vrijednosti morfometrijskih svojstava tržnih plodova sa standardnim devijacijama.

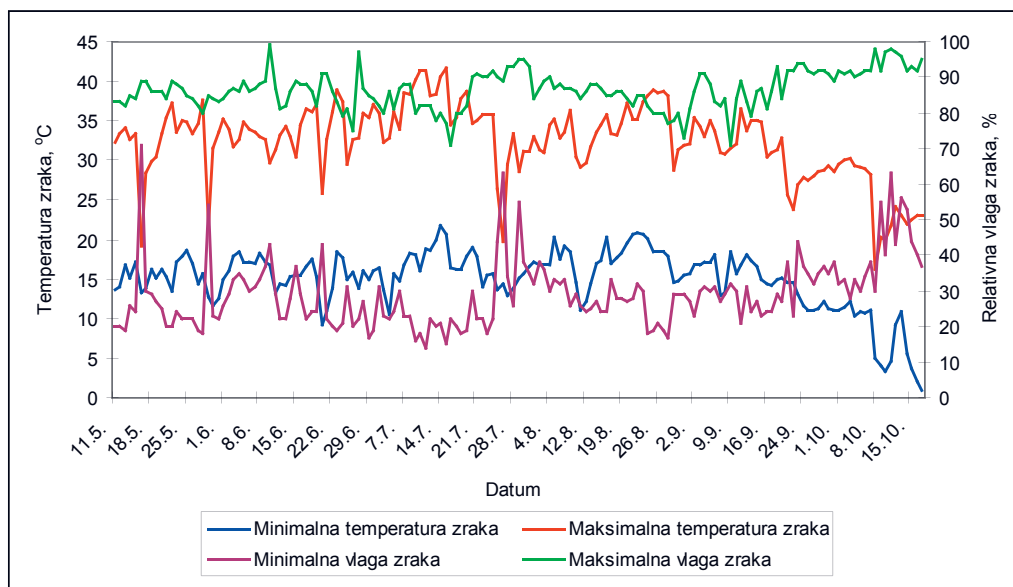
Rezultati i rasprava

Temperatura i vlaga zraka

Tijekom perioda uzgoja prosječna minimalna temperatura iznosila je 15,0°C, dok je

prosječna maksimalna bila 32,4°C. Maksimalne temperature iznad 35 °C izmjerene su tijekom 46 dana vegetacije, a iznad 40°C tijekom pet dana u prvoj polovici srpnja. Drugi maksimum s temperaturama blizu 40°C zabilježen je krajem kolovoza. Početkom listopada minimalne temperature spustile su se ispod 10°C, što je ubrzalo završetak vegetacije (grafikon 1).

Prosječna minimalna relativna vlaga zraka u zaštićenom prostoru iznosila je 29,1 %, kao posljedica minimalne vlage zraka niže od 25 % tijekom 62 dana vegetacije. Maksimalna vlaga zraka prosječno je iznosila 86,5 %, a vrijednosti iznad 90 % zabilježene su u 39 mjerenja (grafikon 1).



Grafikon 1. Mikroklimatski uvjeti temperature i vlage zraka tijekom perioda uzgoja

Analiza hranjive otopine

Koncentracija iona makroelemenata u spremniku i zoni korijena bila je blizu preporučenih vrijednosti za papriku (Enzo i sur, 2001.). Za sve ione osim NH_4^+ , u zoni korijena utvrđene su više koncentracije nego u spremniku (tablica 1), što je u skladu s preporukom. Više koncentracije rezultat su nakupljanja iona uzrokovanog visokim dnevnim temperaturama, kada biljka usvaja više vode za transpiraciju te manju koncentraciju iona. Iz vrijednosti standardnih devijacija vidljiva su veća variranja tijekom vegetacije u zoni korijena u odnosu na spremnik. Ta su variranja uzrokovana većim ili manjim intenzitetom usvajanja pojedinog hranjiva u određenoj fazi rasta i razvoja biljke.

Niže koncentracije pojedinih iona od preporučenih rezultirale su nižom prosječnom EC-vrijednošću (1,84 dS/m u spremniku i 2,13 dS/m u zoni korijena). Istovremeno su pH-

vrijednosti bile iznad optimalnih, koje prema Enzo i sur. (2001.) iznose od 5,5 do 6,2 (tablica 1). Tadesse i sur. (1999.) navode da povećanje EC-vrijednosti sa 2 dS/m na 4, 6, 8 i 10 dS/m uzrokuje smanjenje vegetativnog rasta i prinosa. Nasuprot tome, u istraživanju Al-Karaki i sur. (2009.), porast EC-vrijednosti nije značajno utjecao na smanjenje mase ploda, ali je pri porastu sa 1,8 na 8 dS/m došlo do značajnog smanjenja prinosa tržnih plodova uzrokovano povećanim udjelom netržnih plodova.

Tijekom vegetacije paprike pri uzgoju na kokosovim vlaknima dolazi do porasta koncentracije dušika, fosfora i kalija te pH- i EC-vrijednosti u zoni korijena. Promjene koje se događaju u supstratu mogu biti pod utjecajem kapaciteta izmjene kationa, menadžmenta fertirigacije i reguliranja volumena procijeđene hranjive otopine (Charlo i sur., 2012.). Zbog navedenog autori predlažu korekciju sastava hranjive otopine kako bi se izbjeglo nakupljanje iona makroelemenata u zoni korijena, ali i mogući gubici pri velikom procjeđivanju.

Tablica 1. Sastav hranjive otopine u spremniku i zoni korijena

Makroelement	Spremnik	Zona korijena
	mmol/L	
NO ₃ ⁻	17,47 ± 5,05	18,51 ± 5,74
NH ₄ ⁺	0,85 ± 0,24	0,15 ± 0,05
K ⁺	4,20 ± 1,13	4,33 ± 1,38
Ca ²⁺	6,69 ± 0,94	7,92 ± 1,91
Mg ²⁺	4,61 ± 4,41	5,91 ± 5,70
SO ₄ ²⁻	1,49 ± 0,12	1,97 ± 0,56
H ₂ PO ₄ ⁻	0,63 ± 0,51	0,94 ± 0,51
pH	6,73 ± 0,42	6,58 ± 0,12
EC, dS/m	1,84 ± 0,11	2,13 ± 0,43

Morfometrijska svojstva ploda

Visina ploda (tablica 2) testiranih kultivara bila je u rasponu od 76,48 do 110,10 mm kod kultivara 'Cila', odnosno 'Atol'. Najujednačenije plodove razvio je kultivar 'Olympus' (st. dev. = 0,79), dok je najveća varijabilnost u visini ploda zabilježena kod kultivara 'Dut' (st. dev. = 11,48).

Najmanji promjer ploda utvrđen je kod kultivara 'Vedrana' i iznosio je 68,26 mm. Kod istog je kultivara zabilježeno najmanje odstupanje od prosječne vrijednosti promjera ploda. Kultivar 'Olympus' razvio je plodove najvećeg promjera (84,95 mm). Najveća varijabilnost u promjeru ploda utvrđena je kod kultivara 'Nikita' (tablica 2). Odnos visine i promjera ploda, bio je u rasponu od 0,98 ('Olympus') do 1,48 ('Vedrana').

Debljina perikarpa, odnosno mesa ploda varirala je od 5,55 do 7,60 mm (tablica 2),

te bi se takav perikarp prema Lešić i sur. (2004.) smatrao debelim. Vrijednosti standardne devijacije bile su u rasponu od 0,34 do 1,56, što ukazuje na različitu osjetljivost na mikroklimatske uvjete u zaštićenom prostoru, odnosno prijelaz iz tehnološke u fiziološku zrelost.

Berba tehnološki zrelih plodova provođena je svakih 10 do 14 dana. Masa tržnih plodova za period berbe bila je u rasponu od 97 ('Cila') do 157 g ('Olympus'). Najmanje odstupanje od prosječne vrijednosti zabilježeno je upravo kod kultivara 'Cila', dok je najveće variranje, uz vrijednost standardne devijacije 11,9 utvrđeno za kultivar 'Atol' (tablica 2). Szafirowska i Elkner (2008.) navode da ovisno o tehnologiji uzgoja raspon mase ploda istih kultivara može varirati od 87,7 do 162,3 g. Borošić i sur. (2012.) su u hidroponskom uzgoju pet kultivara paprike ostvarili prosječnu masu ploda od 110 do 128 g.

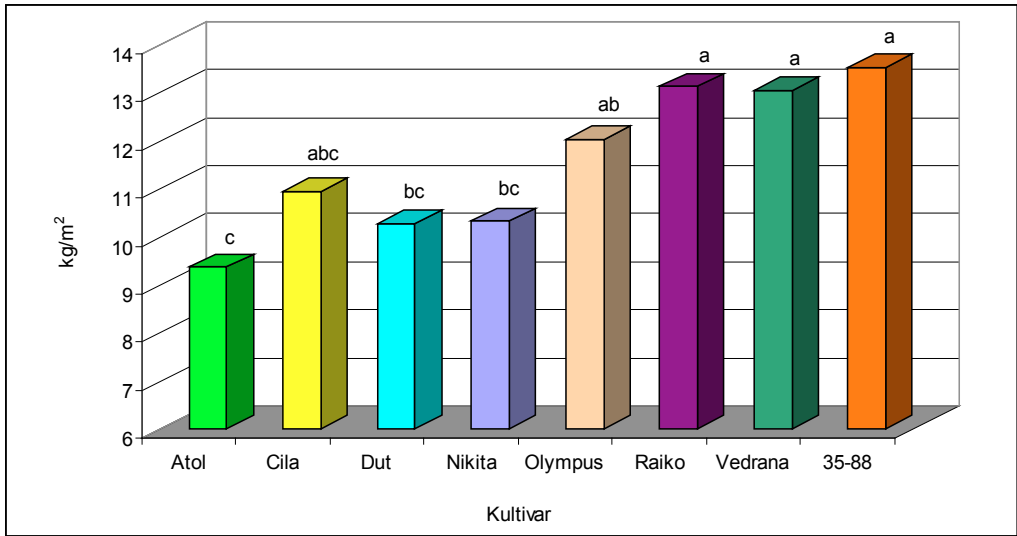
Tablica 2. **Morfometrijska svojstva ploda kultivara paprike u hidroponskom uzgoju**

<i>Kultivar</i>	<i>Visina, mm</i>	<i>Promjer, mm</i>	<i>Perikarp, mm</i>	<i>Masa, g</i>
Atol	110,10 ± 7,65	77,34 ± 6,23	5,77 ± 0,69	141 ± 11,9
Cila	76,48 ± 4,74	75,47 ± 1,41	7,60 ± 1,34	97 ± 2,8
Dut	85,58 ± 11,48	83,16 ± 8,00	7,24 ± 1,12	128 ± 4,5
Nikita	91,45 ± 2,67	72,46 ± 9,12	6,57 ± 0,34	126 ± 7,5
Olympus	83,39 ± 0,79	84,95 ± 8,61	6,75 ± 0,46	157 ± 4,9
Raiko	85,37 ± 6,03	75,31 ± 2,45	6,31 ± 0,91	113 ± 1,8
Vedrana	101,31 ± 9,45	68,26 ± 0,79	6,98 ± 1,56	119 ± 3,9
35-88	82,77 ± 2,48	71,65 ± 4,78	5,55 ± 0,48	109 ± 4,8

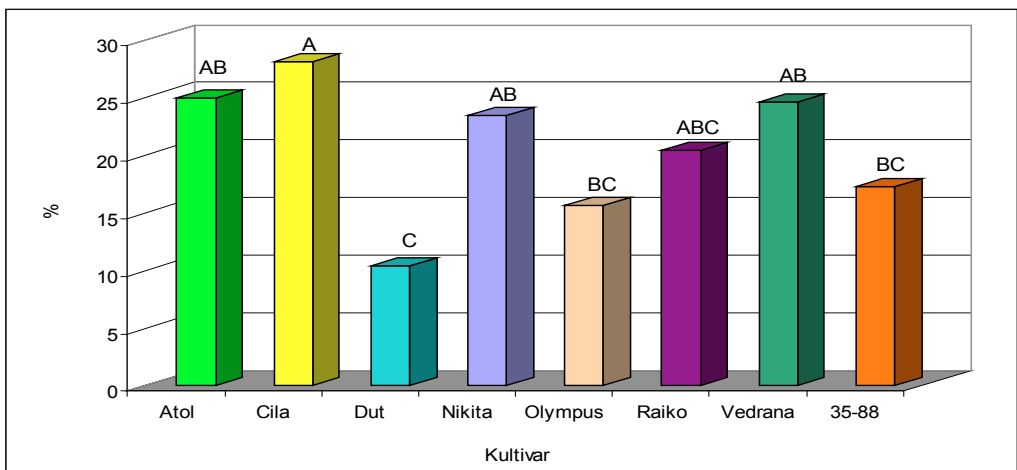
Tržni prinos i udio netržnih plodova

Prinos tržnih plodova je, kao rezultat morfometrijskih svojstava ploda i broja plodova po biljci, vrlo varijabilno gospodarsko svojstvo. Osim navedenog, veliki utjecaj na prinos imaju mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora i tehnologija uzgoja. Tržni prinos bio je između 9,36 ('Atol') i 13,53 kg/m² ('35-88'), s utvrđenim signifikantnim razlikama među testiranim kultivarima (grafikon 2). Kultivar 'Atol' jedini je ostvario prinos niži od 10 kg/m², dok su prinos viši od 13 kg/m² uz kultivar '35-88' ostvarili 'Vedrana' i 'Raiko'. Veliku varijabilnost u prinosu ustvrdili su i drugi autori. U istraživanju Al-Karaki i sur. (2009.) ostvaren je prinos različitih kultivara od 4,3 do 6,7 kg/m². Pri povećanju EC-vrijednosti sa 1,8 na 8,0 dS/m zabilježen je pad prinosa s 8,4 na 2,2 kg/m². Pri istom sklopu kao i u ovom istraživanju, pet kultivara paprike zvonolikog ploda ostvarilo je tržni prinos u rasponu od 9,65 do 17,18 kg/m² (Borošić i sur., 2012.). Ovisno o sklopu biljaka i broju grana po biljci Daşgan i Abak (2003.) navode rani prinos od 2,59 do 4,39 kg/m² i ukupni od 6,42 do 11,15 kg/m².

Netržne plodove najvećim dijelom predstavljaju plodovi sa simptomima vršne truleži ploda. Deformiranih plodova bilo je vrlo malo, odnosno, samo na početku plodonošenja, kad su uzgojne grane bile blizu jedna drugoj. Udio netržnih plodova varirao je od 10,3 %

Grafikon 2. **Prinos tržnih plodova**

kod kultivara 'Dut' do 28 % kod kultivara 'Cila' (grafikon 3). Među testiranim kultivarima utvrđene su visoko signifikantne razlike. Udio netržnih plodova iznad 20 % utvrđen je kod pet testiranih kultivara. Tako velike varijacije vjerojatno su rezultat mikroklimatskih uvjeta u zaštićenom prostoru tijekom perioda uzgoja i osjetljivosti kultivara na stresne uvjete (uglavnom visoke temperature tijekom ljetnog perioda). U istraživanju Borošić i sur. (2012.), udio netržnih plodova iznosio je od 14,6 do 29,2 %, što je sukladno rezultatima ovog istraživanja. Abdel-Mawgoud i sur. (2008.) navode niži udio, od 10,97 do 12,90 % pri različitom opterećenju biljaka plodovima, dok su Al-Karaki i sur. (2009.) zabilježili

Grafikon 3. **Udio netržnih plodova u ukupnom broju plodova**

između 21 i 42 % netržnih plodova, sa značajnim porastom pri povećanju EC-vrijednosti hranjive otopine.

Koraca i sur. (2012.) utvrdili su pozitivan utjecaj povećanih koncentracija kalijevih soli (KNO_3 i KH_2PO_4) na masu i prinos tržnih plodova te na smanjenje udjela netržnih plodova. Pri obogaćivanju zraka zaštićenog prostora ugljičnim dioksidom (750 ppm) ostvaren je 33 % viši rani prinos. Također, uzgojem na dvije grane prinos je bio 14 % viši u odnosu na uzgoj na tri grane. To je rezultat kraćeg perioda razvoja ploda pri višim koncentracijama CO_2 i bržeg dozrijevanja plodova zbog manjeg opterećenja biljaka (Alonso i sur., 2012.).

Zaključci

Svi su testirani kultivari, osim kultivara 'Cila', razvili tržne plodove zadovoljavajuće mase iznad 100 g, s odnosom visine i promjera ploda od 0,98 do 1,48. Najkrupnije plodove imao je kultivar 'Olympus' i oni su bili 38,2 % krupniji od plodova kultivara 'Cila'. Iako najsitniji, plodovi kultivara 'Cila' imali su najdeblji perikarp (7,6 mm), što je dobar pokazatelj kvalitete.

Tržni prinos je kao rezultat mase i broja tržnih plodova po biljci bio vrlo varijabilan tako da su među testiranim kultivarima utvrđene signifikantne razlike. Kultivar '35-88' ostvario je najviši prinos (13,53 kg/m²), odnosno, 30,8 % više od kultivara 'Atol'.

Udio netržnih plodova bio je u širokom rasponu, od 10,3 do 28 %, što ukazuje na različitu osjetljivost testiranih kultivara na stresne uvjete u zaštićenom prostoru i pojavu fiziološkog poremećaja (vršne truleži ploda).

Za postizanje visokih i kvalitetnih prinosa paprike u hidroponskom uzgoju potrebno je uzgajati kultivare koji i u stresnim uvjetima zameću velik broj krupnih plodova, a ujedno su otporni na pojavu vršne truleži ploda. Uz izbor kultivara, posebnu je pažnju potrebno posvetiti reguliranju i održavanju optimalnih mikroklimatskih uvjeta u zaštićenom prostoru te sastavu i doziranju hranjive otopine tijekom različitih faza rasta i razvoja.

Zahvala

Provedeno istraživanje dio je projekta 178-1782133-2134 naziva "Osjetljivost kultivara plodovitog povrća na sastav hranjive otopine", financiranog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske.

Literatura

Abdel-Mawgoud, A.M.R., El-Abd, S.O., Böhme, M., Sassine, Y.N., Abou-Hadid, A.F. (2008.), Weekly fruit production of sweet pepper in relation to plant fruit load manipulation. *Acta Hort.* 779:439-446

Al-Karaki, G., Al-Ajmi, A., Othman, Y. (2009.), Response of soilless grown sweet pepper cultivars to salinity. *Acta Hort.* 807:227-231

Alonso, F.J., Lorenzo, P., Medrano, E., Sánchez-Guerrero, M.C. (2012.), Greenhouse sweet pepper productive response to carbon dioxide enrichment and crop pruning. *Acta Hort.* 927:345-352

Borošić, J., Benko, B., Fabek, S., Novak, B., Dobričević, N., Bućan, L. (2012.), Agronomic traits of soilless grown

bell pepper. Acta Hort. 927:421-428

Charlo, C.H.O., Ferreira, A.F., Vargas, P.F., Barbosa, J.C., Braz, L.T. (2012), Alternations in levels of NPK, electrical conductivity and pH of substrate, in cultivation of peppers. Acta Hort. 927:437-442

Daşgan, H.Y., Abak K. (2003.), Effects of plant density and number of shoots on yield and fruit characteristics of peppers grown in glasshouses. Turk. J. Agric. For. 27:29-35

Enzo, M., Gianquinto, G., Lazzarin, R., Pimpini, F., Sambo, P. (2001.), Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Tipografia-Garbin, Padova, Italy

Koraca, K., Golemac, A., Benko, B., Borošić, J., Petek, M., Fabek, S., Stubljar, S. (2012.), Prinos paprike pri variranju koncentracije kalijevih soli u hranjivoj otopini. Zbornik radova 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija, Hrvatska, 378-382

Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak-Čustić, M., Poljak, M., Romić, D.(2004.), Povrčarstvo. Zrinski, Čakovec, 298-320

Parađiković, N. (2009.), Opće i specijalno povrčarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 228-260

Szafirowska, A., Elkner, K. (2008.), Yielding and fruit quality of three sweet pepper cultivars from organic and conventional cultivation. Vegetable Crops Research Bulletin 69:135-143

Tadesse, T., Nichols, M. A., Fisher, K. J. (1999.), Nutrient conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique: 1. Yield and fruit quality. New Zealand J. of Crop and Hort. Sci. 27:229-237

scientific study

Agronomic traits of bell pepper cultivars grown on rockwool

Summary

Due to the spread of soilless pepper growing in Croatia and the emergence of new hybrid cultivars on the market, a field trial was conducted with the aim to determine morphometric and agronomic traits of bell pepper cultivars grown on rockwool. In the experiment, set up according to the complete randomized block design, eight hybrid cultivars were tested. Planting on rockwool slabs was done on May 9th and the plant density was 2.5 plants per m². Vegetative and generative growth was regulated by pruning on two branches. During the harvest period, from June 27th to October 18th, nine harvests were done. During the harvest, morphometric characteristics of marketable fruits (mass, height and diameter and pericarp thickness) were measured. Also, marketable yield and unmarketable fruits (with blossom end rot symptoms) share were determined. The height of fruits ranged from 76.48 ('Cila') to 110.10 mm ('Atol'), while the diameter varied from 68.26 ('Vedrana') to 84.95 ('Olympus'). The ratio between fruit height and diameter ranged from 0.98 to 1.48. Pericarp thickness was between 5.55 and 7.60 mm. Dependent on cultivar, marketable fruits mass varied from 97 ('Cila') to 157 g ('Olympus'). The achieved marketable yield varied from 9.36 ('Atol') to 13.53 kg/m² ('35-88'), and showed significant differences among tested cultivars. The share of unmarketable fruits varied from 10.3% in cultivar 'Dut' up to 28% in cultivar 'Cila', with highly significant differences. It is difficult to single out one or two promising cultivars according to the one year experimental results. So, it is necessary to expand and repeat this research. Besides the choice of cultivars, great attention should be paid to the regulation and maintenance of optimal greenhouse conditions, and the nutrient solution composition and dosage according to the various growth and development stages of pepper.

Keywords: *Capsicum annum L., soilless culture, fruit morphometric characteristics, marketable yield*