

# Parametri kvalitete rajčice za preradu u ovisnosti o gnojidbi dušikom i malčiranju tla

Serđo BILE<sup>1</sup>, Monika ZOVKO<sup>2</sup>, Dean BAN<sup>2</sup>, Dragan ŽNIDARČIČ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ministarstvo pravosuđa RH, Uprava za zatvorski sustav, Kaznionica u Valturi, Valtursko polje 211, 52100 Pula, Hrvatska (e-mail: vinabiles@net.hr)

<sup>2</sup>Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč, Hrvatska

<sup>3</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomiju, p.p. 95, 1000 Ljubljana, Slovenija

## Sažetak

Istražen je utjecaj različite količine gnojidbe N (60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup>) i malčiranja tla (nemalčirano tlo, malč od slame, crni polietilenski (PE) film) na kvalitetu ploda rajčice za preradu (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'Elka'). Analizirani su dužina i širina ploda, udio mesa i pulpe, masa ploda, topiva suha tvar, boja ploda, tvrdoća ploda i senzorna ocjena. Razina gnojidbe N ima opravdan utjecaj na udio mesa i pulpe, tvrdoću ploda te na svojstva okusa. Malčiranje tla opravdano utječe na dužinu ploda, udio mesa i pulpe, te na tvrdoću i senzornu ocjenu. Uvažavajući rezultate, ali i karakteristike održive poljoprivredne proizvodnje optimalnim se smatra gnojidba sa 120 kg ha<sup>-1</sup> N i primjena PE-filma.

Ključne riječi: *Lycopersicon esculentum*, obojenost plodova, senzorna kvaliteta, veličina ploda, tvrdoća

## Effect of Nitrogen Rates and Mulches on the Quality of Processing Tomato

### Abstract

The influence of different N-rates (60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup>) and mulches (bare soil, straw and PE-mulch) on the fruit quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. 'Elka') was investigated. Fruit length and width, flesh and pulp part, fruit weight, color, firmness and sensory quality were analyzed. N-rates significantly affected flesh and pulp part, firmness and sensory quality. Soil mulch significantly influenced fruit length, flesh and pulp part, firmness and sensory quality. According to results as well as sustainable production practice it is recommendable to fertirigate with 120 N kg ha<sup>-1</sup> and to use PE-mulch.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, fruit color, sensory quality, fruit size, fruit firmness

### Uvod

Sve zahtjevnije tržište pred prehrambenu industriju postavlja zahtjeve za visoko kvalitetnim plodovima rajčice koji će zadovoljiti izgledom (boja, oblik, veličina), harmoničnim okusom, teksturom i nutritivnom vrijednošću (Guichard i sur., 2001). Poboljšati i održati ujednačenu kvalitetu plodova moguće je jedino poznavanjem svih faktora koji mogu utjecati na parametre kvalitete. Poznato je da kvalitetu plodova definira kultivar, karakteristike uzgojnog područja (temperatura zraka, insolacija), rok berbe, transport i skladištenje (Dumas i sur., 2003), ali još uvijek u potpunosti ne razumijemo kako i u kojoj mjeri ekološko-edafski uvjeti i uzgojne tehnike (navodnjavanje, fertirigacija) utječu na parametre ploda kojima procjenjujemo kvalitetu

konačnog proizvoda (Renquist i Reid, 1998). Svrha ovog rada je ocijeniti djelovanje različite razine gnojidbe dušikom i različitog načina malčiranja tla na parametre kvalitete ploda rajčice u ekološkim uvjetima južne Istre (Pula) te na osnovu dobivenih rezultata predložiti sustav uzgoja kojim će se ostvariti optimalna kvaliteta plodova u okvirima održivog razvoja.

### Materijal i metode

Dvofaktorijski poljski pokus s determinatnim hibridnim kultivarom rajčice za preradu, Elka, postavljen je po split-plot shemi u tri ponavljanja na proizvodnoj površini kaznionice Valtura u Puli, u 2007. godini. Glavni faktor (A), utjecaj razine prihrane, imao je tri variranja gnojidbe dušikom (60, 120 i 180 kg ha<sup>-1</sup>). Podfaktor (B), malčiranje tla, obuhvaćao je nemalčirano tlo, tlo malčirano slamom te crnim polietilenskim (PE) filmom. Osnovnu parcelu činila su 3 reda dužine 30 m za faktor (A), i 10 m za faktor (B). Razmak sadnje iznosio je 1,5 m x 0,5 m što čini sklop 13.333 biljaka na ha. Svojstva plodova rajčice (masa, dužina i širina ploda, udio mesa i pulpe u plodu, količina topljive suhe tvari) mjerena su u prvom roku berbe (31. srpnja) i u sredini berbe (16. kolovoza) na uzorku od 30 slučajno odabranih tržnih plodova po parceli za faktor (A) i 10 plodova za faktor (B). Analiza tvrdoće, boje te senzorsko ocjenjivanje plodova rajčice učinjeno je jednokratno na uzorcima plodova iz srednjeg roka berbe u Laboratoriju Zavoda za prehranu i tehnologiju, Biotehničkog fakulteta u Ljubljani. Svaki uzorak sastojao se od 30 (glavni faktor) odnosno 10 (podfaktor) slučajno odabranih zdravih tržnih plodova. Tvrdoća je mjerena penetrometrom (Chattillon DFG-50, SAD) sa cilindričnom sondom (8 mm promjera) u najširem dijelu ploda. U dvije nasuprotne točke mjerena je snaga potrebna sondu da probije meso ploda do 8 mm dubine pri konstantnoj brzini 8 mm s<sup>-1</sup>. U području penetriranja sonde plod rajčice je prethodno oguljen. Obojenost kože mjerena je u tri točke na površini ploda: na vršnom dijelu, na bazi i u središnjem dijelu ploda. Boja je mjerena prijenosnim kromometrom (Minolta 200b), a izražena je koordinatama *L*, *a* i *b*. Kod Minolta kromometra vrijednost *a* odgovara jačini crvenog obojenja, vrijednost *b* predstavlja stupanj izraženosti žutog obojenja, a vrijednost *L* odgovara jačini svjetline. Senzorna ocjena napravljena je za plodove rajčice iz srednjeg roka berbe prema Stone i Siedel, (1992). Zdravi plodovi približno jednake mase (oko 60 g) čuvani su 24 sata na -4°C. Prije ocjenjivanja plodovi su odmrznuti i sortirani prema veličini. Svaki plod je razrezan na 10 jednakih dijelova. Deset ocjenjivača u dobnoj skupni između 20 i 50 godina starosti odabrano je među osobljem i studentima Biotehničkog fakulteta u Ljubljani. Svaki ocjenjivač dobio je po jedan dio ploda nasjeckan na komadiće i jedan cjeloviti dio ploda. Metodu su u potpunosti opisali Haglund i sur. (1997). Svojstva okusa (slatko, kiselo i gorko) navedena su u obrascu za ocjenjivanje (rezultati nisu prikazani). Ova svojstva su objedinjena u intenzitet cjelokupnog doživljaja okusa na skali od 0 do 9. Iz prosječne ocjene svakog ocjenjivača izračunata je završna ocjena plodova po tretmanu. Dobiveni podaci podvrgnuti su analizi varijance. Nakon signifikantnog F-testa, prosječne vrijednosti testirane su Duncanovim multiplim testom rangova na razini signifikantnosti  $p \leq 0,05$ .

### Rezultati i rasprava

Dobiveni rezultati za svojstva ploda rajčice u prvom roku berbe prikazani su u tablici 1, a za srednji rok berbe u tablici 2.

Dužina ploda u 1. roku berbe kretala se od 92 mm do 95 mm, a u srednjem roku berbe od 84 do 91 mm. Opravdano najveća prosječna dužina ploda zabilježena je na slami u srednjem roku berbe, dok razlike u dužini plodova u 1. roku berbe nisu bile opravdane.

Zabilježene vrijednosti smanjenja dužine rajčice u srednjem roku berbe opravdane su budući da biljke rajčice daju veće plodove na početku sezone plodonošenja, a prema kraju plodovi postaju sitniji (Abdul Baki i sur., 1992). Tome može biti razlog veće pritjecanje asimilata u prve plodove, ili inhibitorno djelovanje prvih plodova na buduće plodove (Lešić i sur., 2002). Statistički opravdana najmanja prosječna širina plodova rajčice izmjerena je u prvom roku berbe na tlu malčiranom slamom dok je najveća prosječna širina ploda zabilježena na nemalčiranom tlu i na crnom PE-filmu. Meso ploda rajčice sastoji se od stijenki perikarpa i pokožice. U pokožici može biti i do pet puta više likopena nego u pulpi ploda rajčice (Dumas i sur., 2003) te je s obzirom na nutritivnu vrijednost važan što veći udio mesa u plodu. Najveći prosječni udio mesa u plodu zabilježen je kod rajčice gnojene sa 60 kg ha<sup>-1</sup> N, a statistički opravdano najmanji udio mesa bio je kod aplikacije 120 kg ha<sup>-1</sup> N. Opravdanih razlika nije bilo u prvom roku berbe s obzirom na različite malčeve, a u srednjem roku berbe između različitih razina gnojidbe. Udio placente u plodu proporcionalan je udjelu mesa

u plodu. Prosječni udio pulpe kretao se od 15,3% do 18,0% u prvom roku berbe, a u srednjem roku berbe od 18,7% do 21,6%. Masa ploda svojstvo je kultivara, ali također i svojstvo na koje tehnologija uzgoja može utjecati. Opravdano najniža prosječna masa ploda (100 g) zabilježena je na malču od slame u prvom roku berbe (tablica 1). Prema istraživanjima Heeba i sur. (2006) opravdano niža prosječna masa ploda bila je u konvencionalnom uzgoju (115 g) u odnosu na uzgoj s organskim malčem (137 g). Razlike u prosječnoj masi plodova po tretmanima u srednjem roku berbe nisu zabilježene. Međutim prosječna masa plodova u srednjem roku berbe bila je primjetno niža. Razina gnojidbe N nije statistički opravdano utjecala na prosječnu masu plodova rajčice.

Količina topljive suhe tvari važno je svojstvo ploda rajčice za komercijalne prerađivačke pogone (Shi i sur., 1999) budući da 60 do 70 % čine reducirajući šećeri i kiseline (Lešić i sur., 2002). O njihovom odnosu ovisi skladan okusa rajčice (Janse, 1994). Prosječni sadržaj topljive suhe tvari u plodovima rajčice kretao se od 4,49 do 5,52 °Brix-a. Razina gnojidbe dušikom i različiti načini malčiranja tla nisu statistički opravdano utjecali na sadržaj topljive suhe tvari. Opravdana interakcija između razine gnojidbe dušikom i malča utvrđena je jedino za širinu ploda u prvoj berbi. Boja ploda rajčice još je jedan od važnih pokazatelja kvalitete kod potrošača (Batu, 2003). Boja zrelog ploda rajčice određena je odnosom dva pigmenta, likopena i  $\beta$ -karotena (Hobson i Grierson, 1993). U ovom istraživanju zabilježene vrijednosti za sve tri komponente boje ploda rajčice (*L*, *a* i *b*) statistički su bile jednake u svim tretmanima. Također ni interakcija glavnog faktora i podfaktora nije bila opravdana (tablica 3). U dosadašnjim istraživanjima postoje suprotni rezultati o utjecaju razine N na sadržaja likopena i karotena, kao nositelja boje u plodu rajčice. Povećana razina N u gnojidbi smanjuje sadržaj likopena (Dumas i sur., 2003), a prema Montagu i Goh (1990) sadržaj likopena raste u prosjeku za 30 %, adekvatno povećanju razine dušika.

**Tablica 1. Utjecaj gnojidbe dušikom i malča na svojstva plodova rajčice u prvom roku berbe (31.7.2007)**

| Tretmani              | Dužina ploda (mm) | Širina ploda (mm) | Udio mesa (%) | Udio pulpe (%) | Masa ploda (g) | Topljiva suha tvar (° Brix) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Gnojidba (A), kg/ha N |                   |                   |               |                |                |                             |
| 60                    | 93a <sup>1</sup>  | 46a               | 84,7a         | 15,3b          | 112a           | 5,37a                       |
| 120                   | 95a               | 47a               | 82,0b         | 18,0a          | 115a           | 5,52a                       |
| 180                   | 93a               | 47a               | 83,3ab        | 16,7ab         | 114a           | 4,49a                       |
| Malč (B)              |                   |                   |               |                |                |                             |
| Golo tlo              | 93a               | 48a               | 82,3a         | 17,7a          | 122a           | 5,54a                       |
| Slama                 | 92a               | 44b               | 84,7a         | 15,3a          | 100b           | 5,33a                       |
| Crni PE-film          | 95a               | 48a               | 82,9a         | 17,1a          | 120a           | 5,50a                       |
| Interakcija A x B     | n.s. <sup>3</sup> | **2               | n.s.          | n.s.           | n.s.           | n.s.                        |

<sup>1</sup>Duncanov multipli test rangova na razini signifikantnosti  $p \leq 0.05$  za faktor „gnojidba“ i „malč“; <sup>2</sup>opravdani F-test na razini signifikantnosti  $p \leq 0.01$  za interakciju; <sup>3</sup>nije signifikantno

**Tablica 2. Utjecaj gnojidbe dušikom i malča na svojstva ploda rajčice u srednjem roku berbe (16.8.2007)**

| Tretmani              | Dužina ploda (mm) | Širina ploda (mm) | Udio mesa (%) | Udio pulpe (%) | Masa ploda (g) | Topljiva suha tvar (° Brix) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Gnojidba (A), kg/ha N |                   |                   |               |                |                |                             |
| 60                    | 88a <sup>1</sup>  | 46a               | 78,4a         | 21,6a          | 99,8a          | 5,11a                       |
| 120                   | 87a               | 47a               | 80,2a         | 19,8a          | 94,4a          | 5,10a                       |
| 180                   | 86a               | 46a               | 80,6a         | 19,4a          | 93,2a          | 4,76a                       |
| Malč (B)              |                   |                   |               |                |                |                             |
| Golo tlo              | 84b               | 46a               | 78,4b         | 21,6a          | 93,2a          | 5,09a                       |
| Slama                 | 91a               | 45a               | 81,3a         | 18,7b          | 98,4a          | 4,93a                       |
| Crni PE-film          | 86a               | 47a               | 79,4b         | 20,6a          | 95,9a          | 4,94a                       |
| Interakcija A x B     | n.s. <sup>2</sup> | n.s.              | n.s.          | n.s.           | n.s.           | n.s.                        |

<sup>1</sup>Duncanov multipli test rangova na razini signifikantnosti  $p \leq 0,5$  za faktor „gnojidba“ i „malč“; <sup>2</sup>nije signifikantno

Tablica 3. Utjecaj gnojidbe dušikom i malča na osnovne parametre kvalitete ploda rajčice u srednjem roku berbe (16.8.2007)

| Tretmani              | <i>L</i>           | <i>a</i> | <i>b</i> | Tvrdoća | Senzorna ocjena |
|-----------------------|--------------------|----------|----------|---------|-----------------|
| Gnojidba (A), kg/ha N |                    |          |          |         |                 |
| 60                    | 42,9a <sup>1</sup> | 25,4a    | 30,5a    | 4,3a    | 7,6b            |
| 120                   | 42,7a              | 26,3a    | 30,8a    | 3,5b    | 7,5b            |
| 180                   | 42,9a              | 24,8a    | 30,1a    | 3,6b    | 8,0a            |
| Malč (B)              |                    |          |          |         |                 |
| Golo tlo              | 42,6a              | 25,9a    | 30,4a    | 4,0a    | 7,6b            |
| Slama                 | 43,3a              | 25,1a    | 31,3a    | 3,7b    | 7,5b            |
| Crni PE-film          | 42,7a              | 25,4a    | 29,7a    | 3,8b    | 7,9a            |
| Interakcija<br>A x B  | n.s. <sup>3</sup>  | n.s.     | n.s.     | **2     | **              |

<sup>1</sup>Duncanov multipli test rangova na razini signifikantnosti  $p \leq 0,5$  za faktor „gnojidba” i „malč”; <sup>2</sup>opravdani F-test na razini signifikantnosti  $p \leq 0,01$  za interakciju; <sup>3</sup>nije signifikantno

Svojstvom teksture obuhvaća se široki spektar drugih svojstava uključujući strukturu, mehanička svojstva rajčice te osjetilni doživljaj ploda (Abbott, 2004). Na teksturu utječu tvrdoća mesa ploda i otpornost pokožice. Stupanj tvrdoće ploda koristi se kao jedan od indikatora kvalitete ploda (Burton, 1982). Plodovi najveće tvrdoće zabilježeni su kod najniže razine gnojidbe i na golom tlu. Povećana razina gnojidbe N najizraženije je utjecala na smanjenje tvrdoće ploda. Opravdano najbolje prosječne ocjene dobili su plodovi koji su prihranjivani najvećom dozom dušika te oni uzgajani na PE-malču. Za 0,4 bila je niža ocjena plodova rajčice uzgajane na golom tlu, a za 0,5 na slami. Interakcija gnojidbe i malča na ocjenu senzoričke bila je opravdana, na razini signifikantnosti  $p \leq 0,01$ . Razlika nije bilo u ocjeni okusa između prve i druge razine gnojidbe N, a također ni između uzgoja na golom tlu i slami. Na poboljšanje okusa utječe veća količina suhe tvari (Hobson 1998; Auerswald i sur.1999). Kako više razine gnojidbe dušikom nisu utjecale na količinu topljive suhe tvari, mogle su utjecati na povećanje suhe tvari, odnosno u konačnici na skladan omjer parametara okusa.

### Zaključak

Razina gnojidbe dušikom ima opravdan utjecaj na udio mesa i pulpe, tvrdoću ploda te na svojstva okusa. Malčiranje tla opravdano utječe na dužinu ploda, udio mesa i pulpe, te također na tvrdoću i senzornu ocjenu. Uzimajući u obzir sve promatrane parametre, a uvažavajući održivost poljoprivredne proizvodnje optimalnim se smatra primjena PE-filma i gnojidba sa 120 kg ha<sup>-1</sup> dušika.

### Literatura

- Abbott, J.A. (2004). Textural quality assessment for fresh fruits and vegetables. In: Shahidi, F., Spanier, A.M., Ho, C.T., Braggins, T. (eds.), Quality of fresh and processed foods. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York [etc.], 265-279
- Abdul-Baki, A., Spence, C., Hoover, R. (1992). Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market field tomatoes. HortScience 27(7):787-789
- Auerswald, H., Schwarza, D., Kornelson, C., Krumbein, A., Bruëckner, B., (1999). Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. Scientia Horticulturae 82:227-242
- Batu, A. (2003). Determination of acceptable firmness and colour values tomatoes. J. Food Eng. 61:471-475
- Burton, W.G. (1982). Ripening and senescence of fruits. In: Burton, W.G. (ed.), Post-harvest physiology of food crops. Logman Group Ltd, 181-198
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors, agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. J. Sci. Food Agric.83
- Dumas, Y., Bertin, N., Borel, C., Bussi eres, P., Gautier, H., G enard, M. (2006). Eco-physiological research to improve tomato fruit quality for processing and human health.
- Guichard, S., Bertun, N., Leonardi, C., Gary, C. (2001). Tomato fruit quality in relation to water and carbon fluxes. Agronomie 21:385-392

- Haglund, Å., Johansson, L., Gäredal, L., Dlouhy, J. (1997). Sensory quality of tomatoes cultivated with ecological fertilizing systems. *Swed. J. Agric. Res.*, 27:135–145
- Heeb, A., Lundegardh, B., Savage, G., Ericsson, T. (2006). Impact of organic and inorganic fertilizers on yield, taste, and nutritional quality of tomatoes. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169:535-541
- Hobson, G.E., Grierson, D. (1993). Tomato. In: *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman and Hall, London, 405–442
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002). *Povrćarstvo*. Zrinski, Čakovec
- Montagu, K.D., Goh, K. M (1990). Effects of forms and rates of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the yield and some quality indices of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Miller). *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 18:31–37
- Shi, J., Le Maguer, M., Liptay, A., Wang, S. (1999). Chemical composition of tomatoes as affected by maturity and fertigation practices. *Journal of food quality* 22:147-156
- Stone, H., Sidel, J.L. (1992). *Sensory evaluation practices*. Acad. Press, Inc., New York

sa2008\_0402