

Efekat metaksenije na organoleptičke osobine ploda novijih sorti jabuke

Milan Lukić, Slađana Marić

Institut za voćarstvo, Kralja Petra II9, 32000 Čačak, Srbija
E-mail: milanmlukic@yahoo.com

Primljeno: 22. maj, 2013; prihvaćeno: 26. jul, 2013.

Rezime. U radu su predstavljeni trogodišnji rezultati ispitivanja efekta metaksenije na organoleptičke osobine ploda sorti jabuke Gala Must i Red Elstar dobijenih u varijantama stranooprašivanja (Gala Must × Red Elstar i Gala Must × Rajka; Red Elstar × Gala Must, Red Elstar × Rajka i Red Elstar × Topaz) i slobodnog oprašivanja (Gala Must O.P. i Red Elstar O.P.). Organoleptičke osobine ploda ispitivanih sorti jabuke, dobijenih u navedenim varijantama oprašivanja, utvrđene su kroz ocenu prisustva i intenziteta dopunske boje pokožice, ocenu atraktivnosti, ukusa, arome i konzistencije. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđen je statistički značajan efekat sorte oprašivača na prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice ploda obe ispitivane sorte, s tim da je sorta Rajka ispoljila najjači efekat metaksenije. Na osnovu ukupne ocene ispitivanih organoleptičkih karakteristika ploda, sorta Rajka se pokazala kao najbolji oprašivač sorte Gala Must, dok je sorta Gala Must najbolji oprašivač sorte Red Elstar.

Ključne reči: jabuka, organoleptičke osobine, oprašivač, metaksenija

Uvod

Kvalitet ploda jabuke je uslovljen velikim brojem različitih parametara, od kojih se krupnoća, atraktivan izgled, karakterističan i prepoznatljiv ukus i odgovarajuća tekstura navode kao najvažniji pokazatelji kvaliteta (Looney, 1993). Čvrstina ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina su merljivi parametri kvaliteta na osnovu kojih se određuje optimalno vreme berbe. Međutim, sa aspekta potrošača navedeni parametri nisu dovoljan pokazatelj kvaliteta ploda jabuke, koji je i definisan kroz višefaktorijalni koncept (Génard & Lescourret, 2004). Dominantan faktor koji utiče na opredeljenje potrošača za određenu sortu ja-

buke su organoleptičke osobine ploda – atraktivnost, hrskavost, sočnost, brašnjavost, aroma i ukus (Keserović et al., 2003; Dorić et al., 2011).

Tokom prošlog veka uočen je uticaj sorte oprašivača na kvalitet, dimenzije i masu ploda sorte McIntosh (Nebel & Trump, 1932). Efekat metaksenije, koji predstavlja direktan ili neposredan uticaj oprašivača na veličinu, oblik, boju, vreme razvoja i hemijski sastav semena i ploda (Denney, 1992), je i u daljim istraživanjima potvrđen kod jabuke. Rezultati velikog broja autora ukazuju da su oblik, krupnoća i obojenost ploda jabuke (Brault & de Oliveira, 1995; Keulemans et al., 1996; Kumar et al., 2005), kao i čvrstina ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija i sadržaj kiselina (Putter et al., 1996) uslovljeni sortom oprašivačem.

Stoga, pravilan izbor sorti oprašivača pri zasnivanju zasada jabuke podrazumeva ne samo primarne aspekte (vreme cvetanja; kompatibilnost; produkcija, kvaliteta i transfer polena; agrotehnički i pomotehnički zahtevi; vreme zrenja), već i povremenu pojavu efekta metaksenije, koja u pojedinim godinama ispoljava značajan nivo.

Najjednostavnije i najverovatnije objašnjenje metaksenije dao je Swingle (1928), ističući da embrion i/ili endosperm luče hormone ili druge rastvorljive supstance analogne njima, koji se šire i deluju u tkivima semena i ploda majčinske biljke, u skladu sa karakteristikama muškog roditelja korišćenog za oprašivanje. U novije vreme, Liu (2006) je pokazao da tokom oplodjenja, polen oslobađa i RNK koja se translocira u tkiva majčinske biljke i prouzrokuje promene u veličini, obliku, boji, vremenu razvoja, hemijskom sastavu semena i ploda, koje variraju u skladu sa karakteristikama muškog roditelja. Međutim, uprkos velikom broju uočenih efekata polena, mehanizam metaksenije i do danas nije u potpunosti razjašnjen (Liu, 2008).

Komercijalno značajne sorte jabuke su samobespodne, stoga je za postizanje visokih prinosa u zasadima neophodan izbor kombinacija kompatibilnih sorti i njihov najbolji raspored prema međusobnim odnosima oplodjenja. Cilj ovog rada je bio da se kroz ispitivanja prisustva i intenziteta dopunske boje pokožice i atraktivnosti ploda, kao i ukusa, arome i konzistencije mesa ploda utvrdi uticaj oprašivača na organoleptičke osobine ploda sorti jabuke Gala Must i Red Elstar.

Materijal i metode

Ispitivanja su obavljena u zasadu jabuke na objektu Preljinsko brdo, Instituta za voćarstvo u Čačku (zapadna ekspozicija, 43°54' SGŠ; 20°24' IGD, 350 m.n.v.). Zasad je podignut u proleće 2005. godine, „knip“ sadnicama ispitivanih sorti jabuke sa pet i više bočnih grančica, okalemljenih na podlogu M9 i zasađenih na rastojanju 4 × 1 m. Primenjeni uzgojni oblik je vitko vreteno. U zasadu su instalirani sistem za navodnjavanje „kap po kap“ i protivgradna mreža, i primenjivane savremene agrotehničke i pomotehničke mere za ovu vrstu voćaka – letnja i zimska rezidba, fertirigacija primenom mineralnog đubriva NPK formulacije 20:20:20, zaštita od prouzrokovala bolesti i štetočina.

U trogodišnjem periodu (2007–2009. godine) izvršena su ispitivanja uticaja oprašivača na organolep-

tičke osobine ploda sorti Gala Must i Red Elstar dobijenih u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja („Open Pollinated“, O.P.). Sorte Rajka i Red Elstar su korišćene kao oprašivači sorte Gala Must, a sorte Gala Must, Rajka i Topaz kao oprašivači sorte Red Elstar. Sorta Topaz nije korišćena kao oprašivač sorte Gala Must, s obzirom da navedene sorte imaju identične S-alelne konstitucije – S_2S_5 (Broothaerts & Van Nerum, 2003). S-alelna konstitucija sorte Red Elstar je S_3S_5 (Dreesen et al., 2010), a sorte Rajka S_5S_7 (Melounová et al., 2005).

Organoleptičke osobine ploda ispitivanih sorti jabuke dobijenih u navedenim varijantama oprašivanja utvrđene su kroz ocenu prisustva (%) i intenziteta dopunske boje pokožice (0–5), ocenu atraktivnosti (0–6), ukusa (0–6), arome (0–4) i konzistencije (0–4), u skladu sa metodologijom navedenom u uputstvima za ispitivanje sorti jabuke (Pravilnik Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede RS), i to pozitivnim poentiranjem od strane pet degustatora. Sabiranjem pojedinačnih poena izračunata je ukupna organoleptička ocena ploda ispitivanih sorti jabuke, dobijenih iz svih kombinacija ukrštanja i u varijanti slobodnog oprašivanja.

Dobijeni podaci su statistički obrađeni primenom Fišerovog modela analize varijanse dvofaktorijalnog oglada – ANOVA. Stepenn značajnosti razlika između kombinacija ukrštanja i između godina, kao i njihova međusobna interakcija određeni su primenom LSD testa sa nivoima značajnosti $P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$. Za obradu podataka je korišćen softverski paket Microsoft Office Excel, 2003.

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja organoleptičkih osobina plodova sorti Gala Must i Red Elstar dobijenih iz različitih kombinacija ukrštanja prikazani su u tabelama 1 i 2. *Prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice ploda.* Boja pokožice je veoma važan parametar kvaliteta ploda koji zavisi kako od genotipa tako i od ekoloških uslova, i dominira u određivanju tržišne vrednosti ploda jabuke, s obzirom da je opšte poznato da savremeni potrošači preferiraju sorte sa crveno obojenim plodovima (Melounová et al., 2005). Crvena boja pokožice ploda je uslovljena prisustvom antocijana, dok su zelena i žuta uslovljene količinom i odnosom karoti-

Tab. 1. Uticaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte Gala Must
The influence of polliniser on 'Gala Must' fruit organoleptic properties

| Parametar Parameter | Prisustvo dopunske boje pokožice <i>Relative area of over colour (%)</i> | Intenzitet dopunske boje pokožice <i>Intensity of over colour (0–5)</i> | Atraktivnost <i>Attractiveness (0–6)</i> | Ukus <i>Flavour (0–6)</i> | Aroma <i>Aroma (0–4)</i> | Konzistencija <i>Consistency (0–4)</i> | Ukupno <i>Total (0–25)</i> |
|--|---|--|---|----------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Kombinacija ukrštanja/Cross combination (A) | | | | | | | |
| Gala Must × Red Elstar | 75,56 ± 1,26 b | 4,07 ± 0,03 b | 4,93 ± 0,09 | 4,93 ± 0,08 | 2,73 ± 0,04 | 2,84 ± 0,05 | 19,50 |
| Gala Must × Rajka | 79,89 ± 0,91 a | 4,17 ± 0,04 a | 4,89 ± 0,07 | 4,98 ± 0,10 | 2,86 ± 0,07 | 2,82 ± 0,04 | 19,72 |
| Gala Must O.P. | 73,00 ± 0,90 c | 4,01 ± 0,03 c | 4,94 ± 0,14 | 5,02 ± 0,08 | 2,69 ± 0,08 | 2,74 ± 0,05 | 19,40 |
| Godina/Year (B) | | | | | | | |
| 2007. | 66,56 ± 1,22 c | 4,02 ± 0,04 c | 4,57 ± 0,11 c | 5,09 ± 0,10 a | 2,82 ± 0,06 | 2,90 ± 0,06 | 19,40 |
| 2008. | 85,00 ± 1,06 a | 4,19 ± 0,04 a | 5,16 ± 0,07 a | 4,79 ± 0,11 c | 2,78 ± 0,05 | 2,78 ± 0,04 | 19,70 |
| 2009. | 76,89 ± 0,80 b | 4,06 ± 0,03 b | 5,04 ± 0,12 b | 5,06 ± 0,06 b | 2,68 ± 0,07 | 2,73 ± 0,05 | 19,57 |
| Kombinacija ukrštanja × Godina/Cross combination × Year (A×B) | | | | | | | |
| Gala Must × Red Elstar | 2007. 69,00 ± 1,14 | 4,07 ± 0,05 | 4,50 ± 0,07 | 5,10 ± 0,12 | 2,87 ± 0,08 | 2,83 ± 0,05 | 19,37 |
| | 2008. 91,00 ± 0,80 | 4,27 ± 0,03 | 5,17 ± 0,05 | 4,80 ± 0,11 | 2,83 ± 0,04 | 2,77 ± 0,03 | 19,84 |
| | 2009. 79,67 ± 0,80 | 4,17 ± 0,05 | 5,00 ± 0,10 | 5,03 ± 0,08 | 2,87 ± 0,09 | 2,87 ± 0,05 | 19,94 |
| Gala Must × Rajka | 2007. 66,00 ± 1,56 | 3,97 ± 0,02 | 4,63 ± 0,10 | 5,03 ± 0,09 | 2,83 ± 0,07 | 3,03 ± 0,08 | 19,49 |
| | 2008. 84,33 ± 1,43 | 4,20 ± 0,05 | 5,10 ± 0,06 | 4,73 ± 0,10 | 2,77 ± 0,04 | 2,80 ± 0,04 | 19,60 |
| | 2009. 76,33 ± 0,80 | 4,03 ± 0,02 | 5,07 ± 0,11 | 5,03 ± 0,05 | 2,60 ± 0,02 | 2,70 ± 0,05 | 19,43 |
| Gala Must O.P. | 2007. 64,67 ± 0,95 | 4,00 ± 0,05 | 4,57 ± 0,16 | 5,13 ± 0,08 | 2,77 ± 0,05 | 2,83 ± 0,05 | 19,30 |
| | 2008. 79,67 ± 0,95 | 4,07 ± 0,04 | 5,20 ± 0,09 | 4,83 ± 0,11 | 2,73 ± 0,08 | 2,77 ± 0,05 | 19,60 |
| | 2009. 74,67 ± 0,80 | 3,97 ± 0,02 | 5,07 ± 0,16 | 5,10 ± 0,05 | 2,57 ± 0,11 | 2,63 ± 0,05 | 19,34 |
| ANOVA | | | | | | | |
| A | ** | * | nz | nz | nz | nz | |
| B | ** | * | ** | ** | nz | nz | |
| A×B | nz | nz | nz | nz | nz | nz | |

noida i hlorofila (Lancaster, 1992). Plodovi sorte Gala Mast su najslabije prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice imali u varijanti slobodnog oprašivanja (73,00%, odnosno 4,01), dok su plodovi sorte Red Elstar najslabije prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice imali u kombinaciji sa sortom Topaz kao oprašivačem (60,44%, odnosno 2,83). Najjače prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice plodova obe sorte utvrđeni su u kombinaciji oprašivanja sa sortom Rajka (79,89%, odnosno 4,17 kod sorte Gala Must; 65,67%, odnosno 3,09 kod sorte Red Elstar). Analizom varijanse je utvrđeno da su kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač, i godina ispitivanja statistički značajno uticali na prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice plodova ispitivanih sorti. Plodovi sorte Gala Must su prosečno najslabije prisustvo i intenzitet dopunske

boje pokožice imali u 2007. godini, a plodovi sorte Red Elstar u 2009. godini. Najjače prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice ploda kod obe sorte utvrđeni su u 2008. godini.

Atraktivnost ploda. Krupnoća, oblik i obojenost ploda su osnovni parametri na osnovu kojih se ocenjuje atraktivnost ploda jabuke. Plodovi sorte Gala Must dobijeni u okviru obe varijante oprašivanja su ocenjeni kao atraktivniji u odnosu na plodove sorte Red Elstar, i pored činjenice da se prema Lukić et al. (2011) sorta Gala Must odlikuje sitnijim do srednje krupnim plodom, čija obojenost varira u zavisnosti od lokaliteta gajenja i položaja ploda na stablu. Ocena za atraktivnost plodova sorte Gala Must se kretala u intervalu od 4,89 (kombinacija Gala Must × Rajka) do 4,94 (varijanta slobodnog oprašivanja), a sorte Red Elstar od

Tab.2. Uticaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte Red Elstar
The influence of polliniser on 'Red Elstar' fruit organoleptic properties

| Parametar Parameter | Prisustvo dopunske boje pokožice <i>Relative area of over colour (%)</i> | Intenzitet dopunske boje pokožice <i>Intensity of over colour (0–5)</i> | Atraktivnost <i>Attractiveness (0–6)</i> | Ukus <i>Flavour (0–6)</i> | Aroma <i>Aroma (0–4)</i> | Konzistencija <i>Consistency (0–4)</i> | Ukupno <i>Total (0–25)</i> |
|--|---|--|---|----------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Kombinacija ukrštanja/Cross combination (A) | | | | | | | |
| Red Elstar × Gala Must | 63,89 ± 0,69 ab | 3,03 ± 0,03 ab | 4,01 ± 0,02 | 5,28 ± 0,04 | 2,84 ± 0,04 | 2,91 ± 0,03 | 18,07 |
| Red Elstar × Rajka | 65,67 ± 0,69 a | 3,09 ± 0,05 a | 3,98 ± 0,03 | 5,16 ± 0,03 | 2,88 ± 0,03 | 2,90 ± 0,02 | 18,01 |
| Red Elstar × Topaz | 60,44 ± 0,71 c | 2,83 ± 0,04 c | 3,91 ± 0,03 | 5,13 ± 0,04 | 2,98 ± 0,05 | 2,80 ± 0,02 | 17,65 |
| Red Elstar O.P. | 63,11 ± 0,78 b | 2,96 ± 0,02 b | 3,97 ± 0,04 | 5,27 ± 0,03 | 2,94 ± 0,04 | 2,89 ± 0,03 | 18,03 |
| Godina/Year (B) | | | | | | | |
| 2007. | 62,25 ± 0,61 b | 2,97 ± 0,04 b | 3,78 ± 0,02 c | 5,39 ± 0,05 a | 2,93 ± 0,04 | 3,03 ± 0,02 a | 18,10 |
| 2008. | 68,75 ± 1,09 a | 3,22 ± 0,03 a | 4,08 ± 0,04 a | 5,19 ± 0,03 b | 2,91 ± 0,04 | 2,76 ± 0,03 c | 18,16 |
| 2009. | 58,83 ± 0,46 c | 2,75 ± 0,04 c | 4,04 ± 0,03 b | 5,04 ± 0,02 c | 2,89 ± 0,04 | 2,84 ± 0,02 b | 17,56 |
| Kombinacija ukrštanja × Godina/Cross combination × Year (A×B) | | | | | | | |
| Red Elstar × Gala Must | 2007. 61,67 ± 0,61 | 2,97 ± 0,04 | 3,87 ± 0,01 | 5,37 ± 0,08 | 2,80 ± 0,04 | 3,03 ± 0,03 | 18,04 |
| | 2008. 69,67 ± 0,95 | 3,43 ± 0,04 | 4,13 ± 0,04 | 5,37 ± 0,03 | 2,80 ± 0,02 | 2,77 ± 0,02 | 18,50 |
| | 2009. 60,33 ± 0,50 | 2,70 ± 0,02 | 4,03 ± 0,01 | 5,10 ± 0,02 | 2,93 ± 0,05 | 2,93 ± 0,03 | 17,69 |
| Red Elstar × Rajka | 2007. 66,00 ± 0,60 | 3,07 ± 0,05 | 3,73 ± 0,02 | 5,33 ± 0,03 | 2,97 ± 0,04 | 3,07 ± 0,02 | 18,17 |
| | 2008. 71,30 ± 1,17 | 3,23 ± 0,04 | 4,17 ± 0,03 | 5,10 ± 0,03 | 3,00 ± 0,02 | 2,80 ± 0,03 | 18,30 |
| | 2009. 59,67 ± 0,31 | 2,97 ± 0,06 | 4,03 ± 0,03 | 5,03 ± 0,03 | 2,67 ± 0,03 | 2,83 ± 0,01 | 17,53 |
| Red Elstar × Topaz | 2007. 60,00 ± 0,72 | 2,87 ± 0,04 | 3,77 ± 0,01 | 5,33 ± 0,05 | 2,90 ± 0,04 | 2,97 ± 0,01 | 17,84 |
| | 2008. 66,00 ± 1,11 | 3,03 ± 0,03 | 3,97 ± 0,05 | 5,10 ± 0,03 | 2,97 ± 0,08 | 2,67 ± 0,02 | 17,74 |
| | 2009. 55,33 ± 0,31 | 2,60 ± 0,06 | 4,00 ± 0,02 | 4,97 ± 0,02 | 3,07 ± 0,03 | 2,77 ± 0,02 | 17,41 |
| Red Elstar O.P. | 2007. 61,33 ± 0,50 | 2,97 ± 0,03 | 3,77 ± 0,03 | 5,53 ± 0,03 | 3,07 ± 0,04 | 3,03 ± 0,01 | 18,37 |
| | 2008. 68,00 ± 1,11 | 3,17 ± 0,01 | 4,03 ± 0,04 | 5,20 ± 0,03 | 2,87 ± 0,03 | 2,80 ± 0,03 | 18,07 |
| | 2009. 60,00 ± 0,72 | 2,73 ± 0,01 | 4,10 ± 0,05 | 5,07 ± 0,02 | 2,90 ± 0,06 | 2,83 ± 0,03 | 17,63 |
| ANOVA | | | | | | | |
| A | * | ** | nz | nz | nz | nz | |
| B | ** | ** | ** | ** | nz | ** | |
| A×B | nz | nz | nz | nz | nz | nz | |

3,91 (kombinacija Red Elstar × Topaz) do 4,01 (kombinacija Red Elstar × Gala Must). Razlike u oceni atraktivnosti ploda ispitivanih sorti jabuke između kombinacija ukrštanja statistički nisu značajne, dok je godina ispitivanja imala statistički značajan uticaj. Najniža prosečna ocena za atraktivnost ploda obe ispitivane sorte utvrđena je u prvoj godini ispitivanja (2007. godina), dok je najviša ocena ustanovljena u drugoj eksperimentalnoj godini (2008. godina).

Ukus ploda. Ukus i miris ploda jabuke su uslovljeni sadržajem pojedinačnih aromatičnih supstanci karak-

terističnih za svaki genotip. Najniža ocena za ukus plodova sorte Gala Must je utvrđena u kombinaciji oprašivanja sa sortom Red Elstar (4,93), dok je kod plodova sorte Red Elstar utvrđena u kombinaciji oprašivanja sa sortom Topaz (5,13). Najviša ocena ovog parametra kod plodova sorte Gala Must dobijena je u varijanti slobodnog oprašivanja (5,02), a kod plodova sorte Red Elstar u kombinaciji oprašivanja sa sortom Gala Must (5,28). Razlike u oceni ukusa ploda ispitivanih sorti nisu statistički značajne između kombinacija ukrštanja, dok su između godina ispitivanja stati-

stički značajne. Najniža prosečna ocena za ukus ploda sorte Gala Must je dobijena u drugoj (2008. godina), a sorte Red Elstar u trećoj godini ispitivanja (2009. godina). Najviša ocena za ukus ploda obe ispitivane sorte utvrđena je u prvoj eksperimentalnoj godini (2007. godina).

Dobijeni rezultati za sortu Red Elstar (crveno obojeni klon sorte Elstar) su u skladu sa podacima iz literature, u okviru kojih se navodi visoka ocena za ukus ploda standardne sorte Elstar. Prema Nenadović-Mratinić et al. (2001), sorta Elstar je od osam ispitivanih jesenjih sorti jabuke ocenjena najvišom ocenom za ukus svežeg ploda (4,4 na skali od 0–5). Međutim, Peneau et al. (2006) ističu da, u zavisnosti od sorte, skladištenje različito utiče na ukus ploda jabuke. Naime, isti autori navode da čuvanjem u hladnjači dolazi do pogoršanja ukusa ploda sorte Elstar, dok se kod sorte Gala ukus ploda poboljšava.

Aroma ploda. U okviru ovog rada ocena za aromu ploda ispitivanih sorti je varirala u veoma uskom intervalu i po kombinacijama ukrštanja i po godinama ispitivanja, bez statistički značajnih razlika. Po kombinacijama ukrštanja ocena za aromu plodova sorte Gala Must se kretala od 2,69 (varijanta slobodnog oprašivanja) do 2,86 (kombinacija Gala Must × Rajka), a sorte Red Elstar od 2,84 (kombinacija Red Elstar × Gala Must) do 2,98 (kombinacija Red Elstar × Topaz). Prosečno najniža ocena arome ploda ispitivanih sorti je dobijena u trećoj (2009. godina), dok je najviša ocena utvrđena u prvoj eksperimentalnoj godini (2007. godina). Višu ocenu za aromu ploda standardne sorte Elstar u odnosu na standardnu sortu Gala navode i Peneau et al. (2006).

Konzistencija ploda. Statistički značajne razlike u oceni konzistencije plodova po kombinacijama ukrštanja nisu utvrđene ni kod jedne ispitivane sorte. Najniža ocena za konzistenciju plodova sorte Gala Must je utvrđena u varijanti slobodnog oprašivanja (2,74), a sorte Red Elstar u kombinaciji oprašivanja sa sortom Topaz (2,80). Najviša ocena za konzistenciju ploda sorte Gala Must dobijena je u kombinaciji sa sortom Red Elstar kao oprašivačem (2,84), a kod sorte Red Elstar u kombinaciji sa sortom Gala Must (2,91). Po godinama ispitivanja kod plodova sorte Gala Must nije bilo statistički značajnih razlika, dok su kod sorte Red Elstar utvrđene statistički značajne razlike u oceni konzistencije ploda. Prosečno najniža ocena za konzistenciju plodova sorte Gala Must je dobijena u 2009.

godini (2,73), a sorte Red Elstar u 2008. godini (2,76), dok je najviša ocena za obe sorte (2,90, odnosno 3,03) utvrđena u 2007. godini.

Uticaj različitih oprašivača na čvrstinu ploda sorti Cox's Orange Pippin, Rode Boskoop i Jonagold nije utvrđen od strane Putter et al. (1996), dok su Davarynejad et al. (1994), analizom većeg broja oprašivača ustanovili pozitivan efekat jedino sorte Gloster na konzistenciju ploda sorti Red Delicious i Golden Delicious.

Ukupna organoleptička ocena. Plodovi sorte Gala Must su imali prosečno po kombinacijama ukrštanja veću ukupnu organoleptičku ocenu u odnosu na plodove sorte Red Elstar. Najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte Gala Must je dobijena u varijanti slobodnog oprašivanja (19,40), dok je najniža ukupna ocena plodova sorte Red Elstar dobijena u kombinaciji oprašivanja Red Elstar × Topaz (17,65). Najviša ukupna ocena plodova sorte Gala Must (19,72) utvrđena je u kombinaciji sa sortom Rajka kao oprašivačem, a sorte Red Elstar u kombinaciji sa sortom Gala Must (18,07). Posmatrano po godinama ispitivanja prosečna najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte Gala Must je ustanovljena u 2007. godini (19,40), a sorte Red Elstar u 2009. godini (17,56). Najviša organoleptička ocena plodova obe ispitivane sorte utvrđena je u drugoj eksperimentalnoj godini (19,70, odnosno 18,16).

Efekat metaksenije. Brojni rezultati dobijeni još tokom prošlog veka ukazuju da se fenomen ksenije (uključujući metakseniju) može primeniti ne samo u genetičkim i fiziološkim istraživanjima, već i u oplemenjivanju i proizvodnji biljaka. Kod jabuke su početna istraživanja uglavnom bila usredsređena na utvrđivanje efekta metaksenije na masu i dimenzije ploda, dok danas efekat metaksenije na kvalitet ploda postaje sve značajniji. Pojedini oprašivači konstantno indukuju krupnije plodove, bez obzira na broj zametnutih plodova i broj semenki u plodu (Jonkers et al., 1978; Keulemans et al., 1996), mada je i broj semenki najčešće uslovljen sortom oprašivačem i realan je pokazatelj uspešnog oprašivanja i oplođenja (Blažek & Hlušičkova, 2006). Keulemans et al. (1996) navode da je od ispitivanih oprašivača sorta Fuji doprinela najvećoj masi ploda sorti Golden Delicious, Jonagold, Gala Must i Elstar. Međutim, polen sorte oprašivača nema podjednak uticaj na karakteristike ploda svih sorti jabuke – neki oprašivači imaju veći/manji uticaj na karakteristike

ploda, dok se kod drugih uticaj polena očinske sorte ne ispoljava. Putter et al. (1996) ističu da ispitivanjem krupnoće i čvrstine ploda, sadržaja rastvorljivih suvih materija, kiselina i sadržaja kalcijuma u plodu sorti Cox's Orange Pippin, Rode Boskoop i Jonagold, nisu utvrđene značajne razlike u zavisnosti od oprašivača. Isti autori navode i da su plodovi dobijeni iz ukrštanja Rode Boskoop × Elstar imali značajno zeleniju osnovnu boju pokožice u odnosu na plodove dobijene iz drugih kombinacija oprašivanja.

Na osnovu rezultata ispitivanja efekta metaksenije na organoleptičke osobine ploda sorti Gala Must i Red Elstar, dobijenih u okviru ovog rada, utvrđeno je da sorta oprašivač nije ispoljila uticaj na najveći broj proučavanih osobina. Najjači efekat metaksenije, odnosno uticaj sorte oprašivača, ispoljen je u pogledu prisustva i intenziteta dopunske boje pokožice ploda ispitivanih sorti. Sorta Rajka je u funkciji oprašivača dovela do najjačeg intenziteta i prisustva dopunske boje kod obe ispitivane sorte. Pozitivan efekat sorte Rajka kao oprašivača navode i Bodor et al. (2008), ističući njen uticaj na povećanje čvrstine ploda sorti Relinda i Reka.

Zaključak

Na osnovu trogodišnjih ispitivanja efekta metaksenije na organoleptičke osobine ploda sorti Gala Must i Red Elstar, dobijenih u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Sorta oprašivač je ispoljila statistički značajan efekat na prisustvo i intenzitet dopunske boje pokožice ploda obe ispitivane sorte. Uticaj sorte oprašivača nije utvrđen za atraktivnost, ukus, aromu i konzistenciju ploda proučavanih sorti jabuke;

- Sorta Rajka je ispoljila najjači efekat metaksenije u pogledu prisustva i intenziteta dopunske boje pokožice ploda ispitivanih sorti jabuke;

- Posmatrano kroz ukupnu ocenu organoleptičkih karakteristika ploda, sorta Rajka se pokazala kao najbolji oprašivač sorte Gala Must, dok je sorta Gala Must najbolji oprašivač sorte Red Elstar.

Zahvalnica/Acknowledgements

Istraživanja u ovom radu su realizovana sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS, kroz projekat TR-31064.

Literatura

- Blažek J., Hlušičková I. (2006): Seed count, fruit quality and storage properties in four apple cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14, 2: 151–160.
- Bodor P., Gaál M., Tóth M. (2008): Metaxenia in apples cv. 'Rewena', 'Relinda', 'Baujade' as influenced by scab resistant pollinizers. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 3: 11–14.
- Brault A.M., de Oliveira D. (1995): Seed number and asymmetry index of 'McIntosh' apples. *HortScience*, 30: 44–46.
- Broothaerts W., Van Nerum I. (2003): Apple self-incompatibility genotypes: an overview. *Proceedings of XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts, Acta Horticulturae*, 622: 379–387.
- Davarynejad G.H., Nyéki J., Hámori Szabó J., Lakner Z. (1994): Relationship between pollen donors and quality of fruit of 12 apple cultivars. *Proceedings of International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops, Acta Horticulturae*, 368: 344–354.
- Denney J.O. (1992): Xenia includes metaxenia. *HortScience*, 27: 722–728.
- Dorić M., Magazin N., Keserović Z., Milić B. (2011): Ocena kvaliteta plodova vodećih i pratećih sorti jabuke. *Voćarstvo*, 45, 175/176: 87–93.
- Dreesen R.S.G., Vanholme B.T.M., Luyten K., Wynsberghe Van L., Fazio G., Roldán-Ruz I., Keulemans J. (2010): Analysis of *Malus* S-RNase gene diversity based on a comparative study of old and modern apple cultivars and European wild apple. *Molecular Breeding*, 26, 4: 693–709.
- Génard M., Lescouret F. (2004): Modelling fruit quality: ecophysiological, agronomical and ecological perspectives. In: 'Production Practices and Quality Assessment of Food Crops Volume 1', Ramdane D., Mohan J.S. (eds.), Springer Netherlands, pp. 47–82.
- Jonkers H., Borsboon O., Holder V. (1978): Fécondation du pommier par des pommiers ornementaux. *Le Lruit Berge*, 46: 67–75.
- Keserović Z., Gvozdenović D., Magazin N. (2003): Ocena kvaliteta plodova jabuke. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 9, 2: 59–65.
- Keulemans J., Brusselle A., Eyssen R., Vercaemmen J., van Daele G. (1996): Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. *Proceedings of Second Workshop on Pollination, Acta Horticulturae*, 423: 201–210.
- Kumar R., Sharma R.L., Kumar K. (2005): Results of experimental on metaxenia in apple. *Proceedings of VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics – Part Two, Acta Horticulturae*, 696: 43–48.
- Lancaster J.E. (1992): Regulation of skin color in apples. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 10: 487–502.
- Liu Y.S. (2006): Response to Till-Bottraud and Gaggiotti: going back to Darwin's works. *Trends in Plant Science*, 11: 472–473.
- Liu Y.S. (2008): A novel mechanism for xenia? *HortScience*, 43: 706.
- Looney N.E. (1993): Improving fruit size, appearance, and other aspects of fruit crop 'quality' with plant bioregulating chemi-

- cals. Proceedings of VII International Symposium on Plant Growth Regulators in Fruit Production, Acta Horticulturae, 329: 120–127.
- Lukić M., Marić S., Glišić I., Radičević S., Đorđević M. (2011): Biološke osobine klonova sorte Gala na području Zapadne Srbije. Voćarstvo, 45, 173/174: 7–13.
- Melounová M., Vejl P., Sedlák P., Blažek J., Zoufalá J., Milec Z., Blažková H. (2005): Alleles controlling apple skin colour and incompatibility in new Czech apple varieties with different degrees of resistance against *Venturia inaequalis* CKE. Plant Soil Environmental, 51: 65–73.
- Nebel B.R., Trump I.J. (1932): Xenia and metaxenia in apples II. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 18, 5: 356–359.
- Nenadović-Mratinić E., Milatović D., Đurović D., Milivojević J. (2001): Biološke osobine jesenjih sorti jabuke. Zbornik radova XV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, 7, 1: 163–169.
- Pencau S., Hochm E., Roth H.R., Escher F., Nuessli J. (2006): Importance and consumer perception of freshness of apples. Food Quality and Preference, 17: 9–19.
- Putter de H., Kemp H., Jager de A. (1996): Influence of pollinizer on fruit characteristics of apple. Proceedings of Second Workshop on Pollination, Acta Horticulturae, 423: 211–217.
- Swingle W.T. (1928): Metaxenia in the date palm – possibly a hormone action by the embryo or endosperm. Journal of Heredity, 19: 257–268.

EFFECT OF METAXENIA ON FRUIT ORGANOLEPTIC PROPERTIES IN MORE RECENT APPLE CULTIVARS

Milan Lukić, Slađana Marić*Fruit Research Institute, Kralja Petra I/9, 32000 Čačak, Serbia
E-mail: milanmlukic@yahoo.com***Abstract**

The paper presents results of three-year study of metaxenia effect on organoleptic properties of 'Gala Must' and 'Red Elstar' fruits, obtained through a number of variants of cross-pollination ('Gala Must' × 'Red Elstar' and 'Gala Must' × 'Rajka'; 'Red Elstar' × 'Gala Must', 'Red Elstar' × 'Rajka' and 'Red Elstar' × 'Topaz') and open pollination ('Gala Must' O.P. and 'Red Elstar' O.P.). The organoleptic traits of the fruits of the assessed cultivars that were obtained in the pollination variants described above were determined based on the assessment of relative area and intensity of the over colour, assessment of the attractiveness, flavour, aroma and consistency. Based on the obtained results,

it was determined that there was a statistically significant effect of the polliniser on the relative area and intensity of the over colour of the fruit in both assessed cultivars, with the 'Rajka' cultivar recording the strongest metaxenia effect. Based on the overall evaluation of the examined organoleptic traits of the fruit, the 'Rajka' cultivar proved to be the most suitable polliniser of the 'Gala Must', while the 'Gala Must' was the most suitable polliniser of the 'Red Elstar' cultivar.

Key words: apple, organoleptic traits, polliniser, metaxenia