

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

mr Milan M. Lukić

UTICAJ OPRAŠIVAČA NA BIOLOŠKE  
OSOBINE I KVALITET PLODA JABUKE  
(*Malus domestica* Borkh.)

doktorska disertacija

Beograd, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Milan M. Lukić, MSc

THE INFLUENCE OF POLLENISER  
ON BIOLOGICAL PROPERTIES  
AND QUALITY OF APPLE  
(*Malus domestica* Borkh.) FRUITS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

MENTOR: Dr Evica Mratinić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

---

ČLANOVI KOMISIJE: Dr Dragan Nikolić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

---

Dr Radosav Cerović, naučni savetnik  
Institut za voćarstvo – Čačak

---

Dr Milovan Veličković, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

---

Dr Radmila Stikić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

---

DATUM ODBRANE: \_\_\_\_\_

*Posebno mesto u ovom radu pripada mojoj mentorki prof. dr Evici Mratinić, zahvaljujući čijem sam strpljenju, podršci i nesebičnom zalaganju realizovao doktorsku disertaciju. Duboku zahvalnost izražavam za izuzetno stručan i osmišljen način izrade eksperimentalnog dela rada, kao i za svesrdnu i dragocenu pomoć tokom pisanja.*

*Želim da se zahvalim dr Radosavu Ceroviću na stručnoj pomoći i vrednim savetima tokom postavke ogleda i pisanja disertacije iz oblasti reproduktivne biologije voćaka.*

*Srdačno se zahvaljujem svojim dragim kolegama iz Instituta za voćarstvo na nesebičnoj stručnoj pomoći i korisnim savetima tokom realizacije ogleda i pisanja rada.*

*Neizmernu zahvalnost dugujem svojoj porodici na dragocenoj podršci i razumevanju tokom izrade doktorske disertacije.*

# UTICAJ OPRAŠIVAČA NA BIOLOŠKE OSOBINE I KVALITET PLODA JABUKE (*Malus domestica* Borkh.)

## Rezime

Istraživanjima u okviru ove doktorske disertacije ispitan je uticaj oprašivača na biološke osobine novointrodotovanih sorti jabuke: ‘Gala Must’, ‘Red Elstar’, ‘Rajka’ i ‘Topaz’ u agroekološkim uslovima Čačka. Proučavane su fiziološke osobine (fenofaza cvetanja, fenofaza oprašivanja i oplodjenja, i fenofaza zrenja plodova), pomološke osobine (morfometrijske, hemijske i organoleptičke) i produktivne osobine (prinos po stablu i prinos po jedinici površine) navedenih sorti jabuke u kombinacijama međusobnih oprašivanja, kao i u varijanti slobodnog oprašivanja.

Fenofaza cvetanja i zrenja ploda je utvrđena standardnim metodama za ovu vrstu istraživanja. Ispitana je klijavost polena *in vitro* proučavanih sorti jabuke, kvantitativna efikasnost rasta polenovih cevčica (broj polenovih cevčica i njihov rast u pojedinim delovima stubića) metodom fluorescentne mikroskopije, kao i inicijalno i finalno zametanje plodova u zavisnosti od oprašivača. Morfometrijski parametri ploda (masa, visina, širina, indeks oblika, dužina peteljke i broj semenki u plodu), kao i hemijske osobine ploda (sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija, sadržaj ukupnih, invertnih šećera i saharoze, sadržaj ukupnih kiselina, pH vrednost soka ploda i sadržaj ukupnih mineralnih materija) utvrđeni su standardnim laboratorijskim metodama. Organoleptička ocena ploda (intenzitet dopunske boje pokožice, atraktivnost, ukus, aroma i konzistencija ploda) utvrđena je poentiranjem u skladu sa UPOV metodologijom navedenom u uputstvima za priznavanje i zaštitu sorti jabuke. Prinos ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača utvrđen je računskim putem.

Sorta ‘Rajka’ pripada grupi srednjeranocvetnih, dok ostale sorte pripadaju grupi srednjepoznocvetnih sorti jabuke. Po vremenu zrenja sorte ‘Gala Must’ i ‘Red Elstar’ su jesenje, dok su sorte ‘Rajka’ i ‘Topaz’ zimske sorte jabuke. Kvantitativni parametri rasta polenovih cevčica u stubiću tučka ispitivanih sorti jabuke ukazuju na postojanje uticaja genotipa oprašivača, ali i njegovog zahteva u pogledu temperaturnih uslova. Kod svih kompatibilnih kombinacija ukrštanja šest dana nakon oprašivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića, izuzev kod varijante slobodnog oprašivanja

sorte 'Gala Must', kao i u kombinaciji 'Rajka' × 'Gala Must' u drugoj godini ispitivanja. Kod svih kombinacija oprašivanja utvrđen je visok procenat inicijalnog i finalnog zametanja plodova, uslovljen sortom oprašivačem i godinom ispitivanja.

Uticao sorte oprašivača (efekat metaksenije) konstatovan je kod gotovo svih morfometrijskih, hemijskih i organoleptičkih osobina plodova ispitivanih sorti jabuke. Najmanju masu i dimenzije ploda svih ispitivanih sorti indukovala je sorta 'Red Elstar' kao oprašivač. Istovremeno je uslovlila plodove spljoštenog oblika, kao i najmanji broj semenki u plodu ispitivanih sorti. Sa aspekta hemijskih osobina, sorta oprašivač je ispoljila značajan uticaj na sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija sorti 'Rajka' i 'Topaz', kao i na sadržaj ukupnih suvih materija sorte 'Gala Must'. U pogledu sadržaja šećera, kiselina i ukupnih mineralnih materija u plodovima ispitivanih sorti dobijenih iz kompatibilnih kombinacija oprašivanja, sorta oprašivač nije imala jasan uticaj na visinu vrednosti navedenih materija. Prosečno najslabiju ukupnu organoleptičku ocenu ploda imala je sorta 'Red Elstar', dok su najbolje ocenjeni plodovi sorte 'Topaz'. Efekat metaksenije se nije jasno manifestovao na najveći broj organoleptičkih karakteristika ploda. Na visinu prinosa ispitivanih sorti značajno je uticala sorta oprašivač i godina ispitivanja. Sorta 'Rajka' kao oprašivač je uslovlila najmanji prinos sorti jabuke ranijeg vremena zrenja – 'Gala Must' i 'Red Elstar', ali je doprinela najvećem prinosu sorte 'Topaz'.

U cilju pravilnog odabira kombinacija sorti u zasadu, sorte 'Gala Must' i 'Rajka' se odnose kao pogodni međusobni oprašivači. Funkcionalno najbolji oprašivač sorte 'Red Elstar' je sorta 'Topaz'. Kao pogodan oprašivač sorte 'Topaz' ustanovljena je sorta 'Rajka'.

Na osnovu sveukupnih rezultata proučavanja bioloških osobina ispitivanih sorti jabuke, proizvodnoj praksi se mogu preporučiti sorte 'Gala Must' i 'Topaz'.

*Ključne reči:* jabuka, sorta, oprašivač, oplođenje, fiziološke osobine, pomološke osobine, produktivne osobine.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Posebno voćarstvo

UDK: 634.1.11; 631.527.82

# THE INFLUENCE OF POLLENISER ON BIOLOGICAL PROPERTIES AND QUALITY OF APPLE (*Malus domestica* Borkh.) FRUITS

## Summary

The influence of pollenisers on biological properties of the newly introduced apple cultivars 'Gala Must', 'Red Elstar', 'Rajka' and 'Topaz' grown in the region of Čačak were investigated within the scope of this doctoral dissertation. Among the cross-pollination, as well as in an open pollination variants within the cultivars above-mentioned, the following parameters were studied: physiological properties (flowering phenophase, pollination and fertilisation phenophase, and fruit ripening phenophase), pomological properties (morphometric, chemical and organoleptic) and production properties (yield per tree and yield per unit land area).

Flowering and fruit ripening phenophases were determined by using standard method. *In vitro* pollen germination rate of the studied apple cultivars, as well as quantitative efficacy of pollen tubes growth (number of pollen tubes and characteristics of their growth in particular regions of the style) monitored by fluorescent microscopy and the initial and final fruit set depending on polleniser, were analysed. Morphometric parameters of the fruit (weight, length, width, shape index, stalk length and seed number) along with chemical properties of the fruit (total and soluble solids content, total, inverted sugars and sucrose content, total acids, fruit juice pH value and total minerals content) were determined by standard methods. Organoleptic assessment of the fruit (over colour intensity, attractiveness, flavour, aroma and fruit consistency) involved grading based on UPOV instructions stated in cultivar release and apple cultivars protection procedures. Yield of the studied apple cultivars as influenced by polleniser was calculated manually.

'Rajka' belongs to the group of mid-early flowering cultivars, whereas the other assessed cultivars are classified as mid-late flowering. As regards harvest maturity, 'Gala Must' and 'Red Elstar' belong to the group of autumn cultivars, while 'Rajka' and 'Topaz' are winter cultivars. Quantitative parameters of pollen tubes growth in the style suggest not only the influence of polleniser genotype, but also point to temperature dependence of this influence. Six days after pollination pollen tubes were observed to penetrate the style base in all compatible pollination variants, except the cross 'Rajka' ×

‘Gala Must’ and open pollinated ‘Gala Must’ in the second year of the study. High initial and final fruit set were recorded in all pollination variants, and depended on polliniser and year of study.

The influence of polliniser was observed almost in all morphometric, chemical and organoleptic properties of the studied apple cultivars (Metaxenia effect). The lowest fruit weight and size among the assessed cultivars was induced by ‘Red Elstar’ as polliniser; obtained fruits were flattened in shape and the number of seeds in the fruit was lowest. As regards chemical properties of fruits, polliniser had a significant effect on total and soluble solids contents in ‘Rajka’ and ‘Topaz’, and total dry matter content in ‘Gala Must’. As for sugars, acids and total mineral matter contents in fruits obtained in crossing combinations, the clear influence of polliniser was not observed. In total organoleptic assessment, the lowest performance was recorded in ‘Red Elstar’, whereas fruits of ‘Topaz’ ranked highest. Metaxenia effect was not observed in most of organoleptic properties of fruits, but along with year of study it was observed to have a considerable influence on yield. ‘Rajka’ as polliniser affected the lowest yield among early ripening cultivars – ‘Gala Must’ and ‘Red Elstar’; however, it induced the highest yield in ‘Topaz’.

Cultivars ‘Gala Must’ and ‘Rajka’ can be recommended as mutual pollinisers in an orchard. Practically, ‘Topaz’ is the most suitable polliniser for ‘Red Elstar’, and ‘Rajka’ is the most suitable polliniser for ‘Topaz’.

‘Gala Must’ and ‘Topaz’ can be recommended for commercial production, based on overall results of the biological properties investigation of newly introduced apple cultivars.

*Key words:* apple, cultivar, polliniser, fertilization, physiological properties, pomological properties, production properties.

Scientific discipline: Biotechnical Sciences

Scientific discipline as major: Special Fruit Growing

UDK: 634.1.11; 631.527.82



## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE.....</b>	<b>5</b>
2.1.    Fenološke osobine jabuke.....	5
2.2.    Biologija oplodjenja jabuke.....	7
2.3.    Metaksenija.....	12
2.4.    Pomološke osobine jabuke.....	18
<b>3. OBJEKAT, MATERIJAL I METODE RADA.....</b>	<b>23</b>
3.1.    Objekat.....	23
3.2.    Materijal.....	23
3.3.    Metode rada.....	26
3.3.1.    Ispitivanje fizioloških osobina sorti jabuke.....	26
3.3.2.    Ispitivanje pomoloških osobina sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača.....	28
3.3.3.    Ispitivanje rodnosti sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača...	29
3.4.    Statistička obrada podataka.....	29
<b>4. AGROEKOLOŠKI USLOVI.....</b>	<b>30</b>
4.1.    Klimatski uslovi.....	30
4.1.1.    Temperatura vazduha.....	30
4.1.2.    Padavine.....	33
4.2.    Zemljišni uslovi.....	35
<b>5. ANALIZA REZULTATA RADA.....</b>	<b>37</b>
5.1. <b>FIZIOLOŠKE OSOBINE ISPITIVANIH SORTI JABUKE.....</b>	<b>37</b>
5.1.1.    Fenofaza cvetanja.....	37
5.1.2.    Fenofaza oprašivanja i oplodjenja.....	39
5.1.2.1.    Klijavost polena <i>in vitro</i> .....	40
5.1.2.2.    Kvantitativna efikasnost rasta polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača.....	42
5.1.2.2.1. <i>Grupa kompatibilnih kombinacija ukrštanja</i> .....	43
5.1.2.2.1.1.    Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača.....	43

5.1.2.2.1.1.1.	Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Gala Must’ .....	43
5.1.2.2.1.1.2.	Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Red Elstar’ .....	46
5.1.2.2.1.1.3.	Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Rajka’ .....	48
5.1.2.2.1.1.4.	Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Topaz’ .....	51
5.1.2.2.1.2.	Rast polenovih cevčica u tučku u zavisnosti od oprašivača.....	55
5.1.2.2.1.2.1.	Rast polenovih cevčica sorte ‘Gala Must’ .....	56
5.1.2.2.1.2.2.	Rast polenovih cevčica sorte ‘Red Elstar’ .....	58
5.1.2.2.1.2.3.	Rast polenovih cevčica sorte ‘Rajka’ .....	59
5.1.2.2.1.2.4.	Rast polenovih cevčica sorte ‘Topaz’ .....	61
5.1.2.2.1.3.	Pojava inkompatibilnosti.....	62
5.1.2.2.1.4.	Inicijalno i finalno zametanje plodova u zavisnosti od oprašivača.....	63
5.1.2.2.1.4.1.	Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Gala Must’ .....	64
5.1.2.2.1.4.2.	Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Red Elstar’ .....	65
5.1.2.2.1.4.3.	Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Rajka’ .....	67
5.1.2.2.1.4.4.	Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Topaz’ .....	69
5.1.2.2.2.	<b>Grupa inkompatibilnih kombinacija ukrštanja</b> .....	70
5.1.2.2.2.1.	Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača.....	70
5.1.2.2.2.2.	Rast polenovih cevčica.....	73
5.1.2.2.2.3.	Pojava inkompatibilnih polenovih cevčica.....	74
5.1.2.2.2.4.	Inicijalno i finalno zametanje plodova.....	75
5.1.3.	Fenofaza zrenja ploda.....	78
5.2.	<b>POMOLOŠKE OSOBINE ISPITIVANIH SORTI JABUKE</b> .....	79
5.2.1.	Morfometrijske osobine ploda ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača.....	79
5.2.1.1.	Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Gala Must’ .....	80
5.2.1.2.	Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Red Elstar’ .....	83
5.2.1.3.	Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Rajka’ .....	87

5.2.1.4.	Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Topaz’ .....	90
5.2.2.	Hemijske osobine plodova ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača.....	94
5.2.2.1.	Hemijske osobine plodova sorte ‘Gala Must’ .....	94
5.2.2.2.	Hemijske osobine plodova sorte ‘Red Elstar’ .....	98
5.2.2.3.	Hemijske osobine plodova sorte ‘Rajka’ .....	102
5.2.2.4.	Hemijske osobine plodova sorte ‘Topaz’ .....	106
5.2.3.	Organoleptičke osobine plodova ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača.....	110
5.2.3.1.	Organoleptičke osobine plodova sorte ‘Gala Must’ .....	110
5.2.3.2.	Organoleptičke osobine plodova sorte ‘Red Elstar’ .....	113
5.2.3.3.	Organoleptičke osobine plodova sorte ‘Rajka’ .....	116
5.2.3.4.	Organoleptičke osobine plodova sorte ‘Topaz’ .....	119
5.3.	<b>RODNOST ISPITIVANIH SORTI JABUKE</b> .....	122
5.3.1.	Uticaj oprašivača na prinos sorte ‘Gala Must’ .....	122
5.3.2.	Uticaj oprašivača na prinos sorte ‘Red Elstar’ .....	124
5.3.3.	Uticaj oprašivača na prinos sorte ‘Rajka’ .....	126
5.3.4.	Uticaj oprašivača na prinos sorte ‘Topaz’ .....	128
<b>6.</b>	<b>DISKUSIJA</b> .....	131
6.1.	Fenološke osobine ispitivanih sorti jabuke.....	131
6.2.	Pogodnost sorte oprašivača.....	134
6.3.	Uticaj oprašivača na pomološke osobine ploda ispitivanih sorti jabuke.....	140
6.4.	Uticaj oprašivača na prinos ispitivanih sorti jabuke.....	150
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	153
<b>8.</b>	<b>LITERATURA</b> .....	157

## 1. UVOD

Jabuka obuhvata oko 30 vrsta u okviru roda *Malus* Miller, potfamilija *Maloideae* (*Pomoideae*, *Pomaceae*, *Malaceae*, jabučaste voćke), familija *Rosaceae* A.L. de Jussieu 1789 (ruže). Areal prirodnog rasprostranjenja je u umerenim i subtropskim rejonima Evroazije i Severne Amerike.

Sekcija *Eumalus* (u okviru roda *Malus*) je najbogatija vrstama koje se smatraju rodonačelnicima gajene jabuke: *M. pumila*, *M. silvestris*, *M. orientalis*, *M. baccata*, *M. mandshurica*, *M. prunifolia*, a poslednjih nekoliko decenija i *M. floribunda* (Ponomarenko, 1986; Janick *et al.*, 1996; Luby *et al.*, 2001; Mišić, 2002; Richards *et al.*, 2009). Pošto u prirodi ne postoji kao posebna vrsta, smatra se da je gajena jabuka nastala međuvrskom hibridizacijom i da binom *Malus* × *domestica*, prihvaćen od većine naučnih radnika, predstavlja odgovarajuće ime (Korban i Skirvin, 1984).

Današnje privredno značajne sorte jabuke ponašaju se kao funkcionalni diploidi ( $2n = 2x = 34$ ) ili triploidi ( $3n = 3x = 51$ ), mada su Chevreau *et al.* (1985) zaključili da su *Maloideae* aloploidnog porekla. Sa proizvodnjom od oko 6,8 miliona tona (prosek 2006–2010; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010), jabuka se nalazi na četvrtom mestu u ukupnoj svetskoj proizvodnji voća. Najveći proizvođač jabuke je Kina sa 22 miliona tona, što čini 37% od ukupne svetske proizvodnje.

Jabuka je, posle šljive, najznačajnija vrsta voćaka kod nas. Prema statističkim podacima (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010) prosečna proizvodnja jabuke u Srbiji (2006–2010. godina) iznosi 248.592 tona i za oko 37% je veća u odnosu na prosek u periodu od 2000. do 2005. godine (181.310 tona). Plodovi jabuke se prvenstveno koristi kao stono voće, mada se značajne količine koriste u industrijskoj preradi (kaše, koncentrate za bezalkoholna i alkoholna pića i drugi proizvodi), i odlikuju se značajnom hranljivom, zaštitnom, dijetetskom i lekovitom vrednošću, posebno zbog sadržaja jedinjenja sa antioksidativnim svojstvima. Wolfe *et al.* (2003) navode da fenoli u pokožici značajno doprinose ukupnoj antioksidativnoj i antiproliferativnoj aktivnosti ploda jabuke.

U svetu postoji više od 10.000 priznatih sorti jabuke, oko 6.000 regionalno značajnih sorti, ali je samo nekoliko dominantno u svetskoj proizvodnji (O'Rourke *et*

al., 2003). Najzastupljenija sorta jabuke je 'Delicious', a zatim sorte 'Golden Delicious', 'Granny Smith', 'Fuji' i 'Gala', koje čine oko 60% svetske proizvodnje. Pored navedenih, značajne su i sorte 'Cripps Pink' (Pink Lady<sup>®</sup>), 'Honeycrisp' (Honeycrunch<sup>®</sup>), 'Scifresh' (Jazz<sup>®</sup>), 'Delblush' (Tentation<sup>®</sup>), 'Civni' (Rubens<sup>®</sup>), 'Corail' (Pinova<sup>®</sup>) i 'Ariane' (Hancock *et al.*, 2008).

U proizvodnim područjima jabuke u Srbiji najzastupljenija je sorta 'Idared' koja zauzima oko 50% ukupnih površina, dok O'Rourke (2001) ističe da u zemljama sa savremenom proizvodnjom ova sorta se nalazi na osmom mestu. Velike površine u našoj zemlji zauzimaju i sorte 'Golden Delicious', 'Delicious', 'Jonagold', 'Granny Smith'. U novije vreme značajno mesto u našoj savremenoj proizvodnji zauzimaju sorte 'Gala', 'Fuji', spur tipovi 'Delicious' i 'Braeburn'.

Na oplemenjivanju jabuke intenzivno se radi širom sveta, u okviru velikog broja državnih i privatnih (komercijalnih) programa. Prema literaturnim podacima za jabuku je identifikovano 57 oplemenjivačkih programa u 25 država sveta (Ballard, 1998; Hampson i Kemp, 2003). Na osnovu kompletne analize zaključeno je da je stvaranje sorti visokog kvaliteta ploda, otpornih prema prouzrokovateljima bolesti i štetočinama, i to pre svega prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. i *Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.), jedan od dominantnih ciljeva u mnogim programima oplemenjivanja, kao i da se u postupku hibridizacije koriste privredno značajne sorte, autohtone sorte i vrste roda *Malus*. U novije vreme pažnja je posvećena proučavanju biohemijskih i fizioloških procesa uključenih u determinaciju značajnih fenotipskih osobina jabuke, npr. dozrevanje i trajašnost ploda jabuke (Marić *et al.*, 2009). Pristupi u oplemenjivanju jabuke se menjaju zahvaljujući dostignućima proisteklim iz primene metoda molekularne biologije. Razvoj genetičkih mapa i molekularnih markera za agronomski važne osobine omogućava izbor roditeljskih parova, rano otkrivanje sejanaca nepoželjnih osobina i kombinovanje otpornosti na određeni patogen iz različitih izvora (Gardiner *et al.*, 2007).

Jabuka je stranooplodna, heterozigotna i poliploidna vrsta voćaka, sa dugim juvenilnim periodom. U cilju što bolje realizacije potencijala rodosti u praksi, od izuzetne važnosti je poznavanje reproduktivnih barijera, kao i mogućnosti njihovog prevazilaženja. Ograničavajući uticaj na rodost u zasadima jabuke ima genetički

determinisan mehanizam gametofitne auto-inkompatibilnosti (GSI), u okviru koga haploidni S-genotip polena određuje ishod oplodjenja.

Savremeni trendovi zasnivanja novih zasada jabuke podrazumevaju obezbeđenje visoke i redovne rodnosti uz istovremeno najmanji broj sorti u zasadu, stoga je poznavanje aspekata u oblasti biologije oplodjenja različitih sorti u neposrednoj funkciji rešavanja problema kontrole plodnosti (Cerović i Mičić, 1996). Adekvatan izbor kombinacija kompatibilnih sorti i njihov najbolji raspored prema međusobnim odnosima oplodjenja osnova su postizanja visokih prinosa. Stoga je pre uvođenja u proizvodnju novih sorti jabuke, neophodno izvršiti ispitivanja u pravcu izbora najpogodnijeg oprašivača. Dalje, pravilan izbor sorti oprašivača pri zasnivanju zasada jabuke, pored primarnih aspekata (vreme cvetanja; kompatibilnost; produkcija, kvalitet i transfer polena; agro- i pomotehnički zahtevi; vreme zrenja), podrazumeva i pojavu efekta metaksenije na osobine ploda, koja u pojedinim godinama ispoljava značajan nivo. Metaksenija predstavlja direktan ili neposredan efekat polena na veličinu, oblik, boju, vreme razvoja i hemijski sastav semena i ploda (Denney, 1992) i opisana je kod svih vrsta voćaka. Međutim, Nyéki i Soltész (1996) ističu da polen sorte oprašivača nema podjednak uticaj na karakteristike ploda svih sorti jabuke – neki oprašivači imaju jači uticaj na formiranje oblika ploda, drugi manji, dok se kod trećih uticaj polena očinske sorte ne ispoljava.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije imaju za cilj ispitivanje uticaja oprašivača na biološke – fiziološke, pomološke i produktivne osobine novointrodotovanih sorti jabuke: ‘Gala Must’, ‘Red Elstar’, ‘Rajka’ i ‘Topaz’. Proučavanjem navedenih osobina prvenstveno će se utvrditi kvalitet ploda i prinos analiziranih sorti u zavisnosti od oprašivača, odnosno na koje ispitivane parametre i u kojoj meri se ispoljava efekat metaksenije. Dodatnim ispitivanjem progamne faze oplodjenja različitih kombinacija oprašivanja utvrdiće se koje sorte su funkcionalno najbolji oprašivači za svaku od proučavanih sorti, i koje će u dugogodišnjem periodu kroz realizaciju maksimalnog rodnog potencijala dati značajne ekonomske efekte.

Ova istraživanja će pored teorijskih imati i praktičnu primenu, kroz preporuku za gajenje odgovarajućih sorti u komercijalnoj proizvodnji jabuke. Ona se zasniva na pravilnom izboru glavne sorte, baziranom na kvalitetu ploda, organoleptičkim osobinama i vremenu zrenja, kao i sorti oprašivača koje i same imaju značajnu

komercijalnu vrednost. S obzirom da su predmet proučavanja novointrokovane sorte jabuke, za čije širenje postoji interes u našoj zemlji, to je značaj ovih istraživanja utoliko veći. Sa tog aspekta posebno su značajna proučavanja sorte ‘Gala Must’, kao jedne od dominantnih sorti u svetskoj proizvodnji, i sorte ‘Topaz’ kao komercijalno značajne otporne sorte (nosilac Vf gena koji obezbeđuje otpornost prema rasama 1 do 5 *Venturia inaequalis*), pogodne i za gajenje u sistemu integralne i organske proizvodnje.

## **2. PREGLED LITERATURE**

Savremena proizvodnja voća ne zahteva samo poznavanje mehanizma i toka procesa oprašivanja i oplodjenja, već podrazumeva i stvaranje preduslova za njihovo uspešno rukovođenje i usmeravanje (Cerović i Mičić, 1996). Poznavanje vremena cvetanja sorti jabuke neophodno je zbog iznalaženja adekvatnih kombinacija kompatibilnih sorti, koje daju najbolje mogućnosti za oprašivanje i oplodjenje, a samim tim i realizaciju potencijala rodnosti. Pravilan odabir oprašivača, njihov raspored i udaljenost su od ključnog značaja za visoke prinose u savremenim zasadima jabuke.

### **2.1. Fenološke osobine jabuke**

Najznačajniji činioci koji limitiraju uspešno gajenje i visoku rodnost jabuke su temperaturni uslovi, vlažnost i tip zemljišta, fotoperiodizam i intenzitet svetlosti (Sherman i Beckman, 2003).

Warner (1997) navodi da su klimatski činioci (temperatura i vlažnost vazduha, temperatura zemljišta, padavine) presudni za postizanje visokog kvaliteta ploda jabuke i optimalnog koeficijenta slasti. Međutim, uticaj pomenutih faktora dolazi do izražaja samo u uslovima pune primene odgovarajućih agro- i pomotehničkih mera.

Obrazovanje cvetnih pupoljaka jabuke u našim klimatskim uslovima počinje krajem juna i u prvoj polovini jula, a završava se u proleće sledeće godine. Njihov porast predstavlja osnov proizvodnje jabuke, koja se preko obrazovanja polenovih zrna i embrionove kesice, muških i ženskih polnih ćelija, cvetanja, oprašivanja i dvojnog oplodjenja, zametanja i porasta plodova završava njihovim dozrevanjem. Diferenciranje cvetnih pupoljaka u godini koja prethodi cvetanju, uslovljavaju mnogobrojni kompleksni činioci nasledne, biohemijske, ekološke i agrotehničke prirode. Najpre se obrazuju začeci čašičnih listića (spoljašnji delovi cveta), dok se začeci tučka (unutrašnji delovi) obrazuju poslednji.

Cvetanje, kao ključni činilac rodnosti jabuke, prethodi oprašivanju i oplodjenju. Jabuka je samobesplodna vrsta, stoga je od izuzetne važnosti da se preklapa vreme cvetanja glavne sorte i kompatibilne sorte oprašivača. Na cvetanje utiču nasledne



osobine genotipa jabuke i vremenske prilike pre cvetanja i tokom cvetanja. Po pravilu, cvetanje traje kraće kad su temperature vazduha visoke, količine padavina male, relativna vlažnost vazduha niska, a vreme vetrovito.

Izučavanjem dinamike cvetanja (toka i trajanja fenofaze cvetanja jabuke) i klasifikacijom sorti u grupe prema vremenu cvetanja bavio se Kobel (1954), čija ja metodika i danas opšteprihvaćena. Stoga se sorte jabuke prema početku cvetanja mogu podeliti u četiri grupe: ranocvetne, srednjeranocvetne, srednjepoznocvetne i poznocvetne (Kobel, 1954; Janković, 1989; Mišić *et al.*, 1996). Na osnovu potfaze početka cvetanja, Mišić (2002) navodi sledeću klasifikaciju sorti:

- ranocvetne: ‘Stark Earliest’, ‘Petrovača’, ‘Close’, ‘Jerseymac’, ‘Boskopka’;
- srednjeranocvetne: ‘Vista Bella’, ‘Mantet’, ‘Samered’, ‘Akane’, ‘James Grieve’, ‘Mollie's Delicious’, ‘Rose Delicious’, ‘Ananas Reinette’, ‘Wijcik’, ‘Richard’, ‘Starking’, ‘Starkrimson Delicious’, ‘Jonathan’, ‘Jonagold’, ‘Čadel’, ‘Gloster 69’, ‘Idared’, ‘McIntosh’, ‘Šumatovka’, ‘Early Delicious’, ‘Freedom’, ‘Liberty’, ‘Shaj’s Seedling TNR 10 T 23’;
- srednjepoznocvetne: ‘Prima’, ‘Elstar’, ‘Spartan’, ‘Golden Delicious’, ‘Melrose’, ‘Cox's Orange Pippin’, ‘Budimka’, ‘Mutsu’, ‘Čačanska pozna’, ‘Gala’, ‘Granny Smith’, ‘Champion’, ‘Florina’;
- poznocvetne: ‘Anurka’, ‘London Pippin’, ‘Rome Beauty’, ‘Champagne Reinette’, ‘Charden’.

Iako je početak cvetanja jabuke uslovljen vremenskim prilikama, redosled početka cvetanja sorti jabuke gajenih u istovetnim uslovima sredine je genetički determinisan. Raspon između ranocvetne i poznocvetne sorte jabuke je 8 do 12 dana. Pejkić (1998) navodi da fenofaza cvetanja jabuke traje 8 do 18 dana. Sorte jabuke koje po vremenu cvetanja pripadaju istoj ili susednoj grupi mogu poslužiti kao međusobni oprašivači, ukoliko su obezbeđeni ostali uslovi za normalno oprašivanje i oplodjenje.

Стоянов i Ђурнеvski (1994) su ustanovili da je u uslovima Bugarske raspon između najranocvetnije (‘Ajvanija’) i najpoznocvetnije (‘Granny Smith’) sorte jabuke od 7 do 12 dana, zavisno od klimatskih uslova u godini ispitivanja.

Navodeći rezultate ispitivanja sorti jabuke otpornih prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. u Voćarskom centru Maribor, Beber (2009) ističe da su sorte ‘Harmonie’ i ‘Topaz’ imale prosečno najraniji početak cvetanja (18. april, odnosno 20. april), kao i

prosečno najraniji kraj cvetanja (26. april, odnosno 27. april). Prosečno trajanje cvetanja kod svih ispitivanih sorti je od 7 do 9 dana.

Bodor (2009) ističe da, u uslovima Szigetcsép i Soroksár (Mađarska), prosečno fenofaza cvetanja sorte 'Topaz' traje od 6. do 24. aprila, pri čemu je period punog cvetanja od 12. do 15. aprila.

Na području centralne Šumadije u periodu od 2006–2008. godine, prosečno vreme zrenja plodova sorti 'Galaxy', 'Gala Must' i 'Royal Gala' (mutanti sorte 'Gala') je 20–21. avgusta, na osnovu čega se svrstavaju u grupu jesenjih sorti jabuke (Milatović *et al.*, 2009). Isti autori navode da su plodovi sorte 'Elista' (mutant sorte 'Elstar') prosečno sazrevali 23. avgusta.

Boja pokožice ploda obojenih klonova sorte 'Gala' nije dobar pokazatelj zrelosti plodova (Walsh i Voltz, 1990) i ne može se koristiti kao parametar za određivanje optimalnog vremena berbe plodova. Plodovi nekih mutanata sorte 'Gala' sazrevaju ranije u odnosu na plodove standardne sorte (Kruczynska *et al.*, 2001).

Godec (2004) navodi da je na području Slovenije, prosečno vreme zrenja plodova sorti 'Rajka' i 'Topaz' od 22. do 25. septembra.

Temperatura vazduha u vreme cvetanja, kao i nekoliko nedelja nakon toga, može uticati na deobu ćelija, njihov broj i veličinu ploda (Webster, 1997). U uslovima visoke temperature, biljka ima tendenciju da zaustavi produkciju šećera, kao rezultat zaustavljanja fotosintetske aktivnosti, što direktno dovodi do smanjenja mase ploda (Atkinson *et al.*, 2001).

## **2.2. Biologija oplodjenja jabuke**

Jabuka je stranooplodna, heterozigotna, poliploidna vrsta voćaka, koja prema Kobel *et al.* (1939) poseduje gametofitni tip samo-inkompatibilnosti kodiran *S* lokusom. Stoga je u zasadima jabuke neophodno gajenje dve do tri kompatibilne sorte, kako bi se postiglo efikasno unakrsno oplodjenje. Jabuka je entomofilna biljka, a najvažniji insekt oprašivač je medonosna pčela (*Aphis mellifera*).

Cvet domaće jabuke je potpun (dvopolan, hermafroditan). Sastoji se od čašice (*calix*), krunice (*corolla*), prašnika (*andraecoeum*) i tučka (*gynaecoeum*). Čašica je izgrađena od 5 čašičnih listića zelene boje, a krunica od kruničnih listića bele ili

bledoružičaste boje. Prašnika ima oko 20, a tučak se sastoji od 5 oplodnih listića (karpela). Cvet jabuke sadrži prosečno 20 antera. Nakon punog otvaranja cveta i povoljnih klimatskih činilaca (suvog i toplog vremena), pucanjem antera dolazi do rasipanja polena. Prosečno, svaka antera sadrži oko 3.500 polenovih zrna, odnosno svaki cvet oko 70.000, mada taj broj značajno može varirati kod različitih sorti. Stösser *et al.* (1996) navode da u cvetu diploidnih sorti jabuke može imati 200.000 do 500.000 polenovih zrna.

Vazdušno suva polenova zrna jabuke su eliptična, pripadaju „striae pattern“ tipu sa tri brazde koje se protežu gotovo celom dužinom zrna. U vreme zrelosti polenovo zrno se sastoji od troslojnog omotača (Edlund *et al.*, 2004). Spoljašnji omotač (egzina) je višeslojan, sastavljen iz polimera sporopolenina, isprekidanih otvorima ili sitnim porama, kroz koje klija polenova cev. Unutrašnji omotač (intina) je takođe višeslojan i sastavljen od celuloze. Treći sloj (polenov omotač) izgrađen je od lipida, proteina, pigmenata i aromatičnih komponenti koje popunjavaju otvore na egzini. Prosečna dužina polenovih zrna sorti ‘Galalea’ i ‘Splendola’ (klonovi sorte ‘Gala’) je 42 µm, a širina 21 µm (Currie *et al.*, 1995). Širina polenovih zrna limuna i jabuke može varirati u zavisnosti od klimatskih činilaca (Crescimmano *et al.*, 1988; Currie, 1995). Redukcija muškog gametofita je najizrazitija upravo kod Angiospermi, nakon čega polenovo zrno sadrži dva jedra, vegetativno i generativno.

Diploidne sorte jabuke imaju po pravilu klijav i vitalan polen, i ako se ne radi o interinkompatibilnim kombinacijama, mogu da posluže kao dobri oprašivači. Triploidne sorte jabuke, usled nepravilnog toka mikrosporogeneze, imaju polen slabe klijavosti i vitalnosti i ne mogu se koristiti kao oprašivači (Crane i Lawrence, 1956; Mišić, 1959).

Prema literaturnim podacima neka sorta može biti pogodan oprašivač ako klijavost polena dostiže najmanje 15–30%. Bodor (2009) navodi podatke o klijavosti polena triploidnih sorti jabuke, ističući da je klijavost polena sorte ‘Jonagold’ ispod 1%, dok je kod sorte ‘Liberty’ utvrđeno variranje klijavosti polena po godinama od 15% (2007. godina) do 30% (2009. godina).

Oprašivanje (polinacija) predstavlja nanošenje polenovih zrna na žig tučka i prethodi procesu oplodjenja. Kvalitet polena, transfer i uslovi njegovog čuvanja predstavljaju ključne parametre uspešnog oprašivanja. Bodor (2009) navodi da nakon

godinu dana čuvanja u frižideru nije došlo do značajnijeg gubitka klijavosti polena različitih sorti jabuke.

Dobar oprašivač treba da je istog vremena cvetanja kao i glavna sorta, da ima kompatibilan polen dobre klijavosti, da je približnog vremena zrenja, zadovoljavajućeg kvaliteta ploda, otporna prema najvažnijim bolestima.

Sam proces oplodjenja jabuke se može podeliti u dve faze: progamnu i fuzionu fazu.

Progamna faza predstavlja transport muškog materijala od polenovog zrna do embrionove kesice i prema Linskens i Kroh (1970) obuhvata četiri hronološke celine:

- klijanje polena i inicijacija polenove cevčice,
- prodiranje polenove cevčice u tkivo žiga,
- rast polenove cevčice u stubiću (i plodniku) i
- otvaranje vrha polenove cevčice i oslobađanje muškog materijala u jajni aparat.

Fuzionna faza započinje dospećem gameta iz polenove cevčice u embrionovu kesicu. Tada nastupa proces dvojnog oplodjenja, kada se jedan gamet spaja sa jedrom jajne ćelije, a drugi sa jedrom centralne ćelije. Proces dvojnog oplodjenja kod Angiospermi, prvi je uočio Nawaschin 1898. godine (Raghavan, 2003).

Polenova zrna najpre dospevaju na žig tučka gde se odvija prvi korak progamne faze. Kod svih predstavnika familije *Rosaceae* žig spada u III grupu vlažnog tipa karakteristične receptivne površine sa papilama male do srednje veličine i sekrecionim fluidom koji ispunjava međuprostore (Heslop-Harrison, 1976). Rast polenovih zrna na žigu se odvija kroz dve faze: autotrofnu i heterotrofnu. Autotrofna faza predstavlja period nakon dospevanja polenovog zrna na žig tučka i inicijacije polenove cevčice. Heterotrofnu fazu karakteriše period znatno bržeg rasta polenove cevčice (Stephenson *et al.*, 2003).

Dospevanjem polena na žig tučka nastupa niz morfoloških i fizioloških procesa: prihvatanje polena i njegova adhezija na žigu, interakcija između papila žiga i polenovih zrna i na kraju klijanje, odnosno prodor polenove cevčice kroz žig. Ako su spoljni uslovi povoljni polenova zrna postaju hidratizovana i u kratkom periodu već počinju da klijavaju (Mičić, 1988). Degeneracija površine žiga kod jabuke se dešava znatno brže nego kod koštičavih vrsta voćaka. Nakon samo dva dana od punog cvetanja papile poprimaju braonkastu boju što je znak smanjene receptivnosti. Međutim, i pored toga,

polenova zrna mogu normalno da klijaju na takvim žigovima čak i nakon devet ili deset dana (Braun i Stösser, 1985).

Pojavom vrha polenove cevčice kroz pore polenovog zrna započinje njen rast kroz žig. Predstavnik roda *Malus* karakteriše zatvoreni tip stubića. Ekstarcelularni rast polenove cevčice kroz sprovodno tkivo stubića se odvija samo vršnim delom (Mascarenhas, 1993), za razliku od drugih biljnih ćelija.

Na efikasnost odvijanja progamne faze od presudnog značaja su uticaoj tipa oprašivanja (samo-, strano- ili slobodno oprašivanje), kao i klimatski – temperaturni uslovi u vreme oprašivanja. Izbor oprašivača može značajno uticati na efikasnost rasta polenovih cevčica. Mnogo je literaturnih podataka koji navode da pojedini oprašivači pokazuju veći stepen i brzinu rasta polenovih cevčica, što prouzrokuje i veći broj zametnutih plodova u odnosu na druge oprašivače ili varijantu samooprašivanja. Brzina rasta polenovih cevčica jabuke je znatno sporija u odnosu na neke koštičave vrste voćaka (Stösser *et al.*, 1996). Literaturni podaci više autora kod različitih vrsta voćaka govore o uticaju temperature u različitim fazama reproduktivnog procesa. Visoke temperature u fenofazi punog cvetanja ubrzavaju rast polenovih cevčica u stubiću tučka, ali dovode i do bržeg sazrevanja i degeneracije papila na žigu. Sanzol *et al.* (2003) su ustanovili da visoke temperature u fenofazi cvetanja kruške utiču na receptivnost žiga, gubljenjem sposobnosti prodora polenove cevčice u tkivo žiga, zatim klijavosti polenovog zrna i na kraju adhezije polena na žigu. Niske temperature uslovljavaju sporiji rast polenovih cevčica, sa jedne strane, kao i produžavanje efektivnog polinacionog perioda, sa druge strane.

Od velike je važnosti poznavanje reproduktivnih barijera, kao i mogućnosti njihovog prevazilaženja u cilju što bolje realizacije potencijala rodnosti u praksi. Ograničavajući uticaoj na rodnost u zasadima jabuke ima genetički determinisan mehanizam gametofitne auto-inkompatibilnosti (GSI), u okviru koga haploidni *S*-genotip polena određuje ishod oplodjenja. Potvrđeno je da je GSI jabuke pod kontrolom dva gena *S*-lokusa, od kojih jedan kontroliše komponentu stubića (*S-RNaza*; Bošković i Tobutt, 1999), a drugi komponentu polena (*SFB*, polen-specifični F-box protein; Cheng *et al.* (2006); Sassa *et al.*, 2007). Analiza proteinskih ekstrakata stubića tučka pokazala je da postoji korelacija između *RNaza* identifikovanih na ovaj način i alela inkompatibilnosti, što je omogućilo brzo određivanje *S*-genotipa i predviđanje ishoda

oprašivanja (Bošković i Tobutt, 1999). Molekularno kloniranje i sekvenciranje gena za *S-RNase* omogućilo je dizajniranje prajmera za umnožavanje gena i detekciju *S*-alela lančanom reakcijom polimeraze – PCR metodom (Broothaerts *et al.*, 2003). Do sada je kod jabuke identificirano 39 alela *S-RNase* (Dreesen *et al.*, 2010). Ukoliko ukrštene sorte jabuke imaju iste *S*-alele (inkompatibilnost) polenove cevčice će biti zaustavljene u porastu najčešće u gornjoj trećini stubića; ukoliko ukrštene sorte imaju jedan zajednički *S*-alel (semi-kompatibilnost) ili nijedan zajednički *S*-alel (kompatibilnost), polenove cevčice neće biti zaustavljene u porastu, tj. doći će do njihovog prorastanja do baze stubića i prodora u plodnik.

Prema Fischer (2002) roditeljske kombinacije sa niskim procentom zametnutih plodova se smatraju inkompatibilnim. Međutim, pojedini autori smatraju da samo kombinacije bez finalno zametnutih plodova (0%) predstavljaju inkompatibilna ukrštanja (Nyéki 1996). Samooplodnjom sorte ‘Topaz’ u nekim godinama se može dobiti 5–8% finalno zametnutih plodova, dok je u drugim godinama taj procenat značajno manji (Bodor, 2009).

Kod najvećeg broja sorti jabuke u plodu se nalazi 10 semenki, mada neke sorte najčešće imaju 3 do 4 semenke (‘Jonagold’), dok neke druge mogu imati i više od 20 (‘Northern Spy’). Kron i Husband (2006) navode da je kod 16 ispitivanih genotipova jabuke prosečan broj ovula bio 10,2.

Pojava deformisanih plodova veoma često je rezultat neadekvatnog oprašivanja. Ukoliko polen ne dospe na žig svih pet tučkova, seme će biti razvijeno samo u oprašenim tučkovima i oplodnim lokulama. Formiranje semenki sa samo jedne strane ploda rezultiraće pojavom deformisanog ploda. Međutim, Anvari i Stösser (1984) su ispitivanjem različitih kombinacija oprašivanja sorti ‘Cox’s Orange Pippin’ i ‘Golden Delicious’ zapazili da sprovodno tkivo u karpelama omogućava prolaz polenovim cevčicama i do plodnika tučkova čiji žigovi nisu oprašeni, a čije se sprovodno tkivo pruža do ovog regiona. To omogućava oplodjenje semenih zametaka u većem broju lokula.

### **2.3. Metaksenija**

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

*Ksenija* (uključujući *metakseniju*) predstavlja direktan ili neposredan efekat polena na veličinu, oblik, boju, vreme razvoja i hemijski sastav semena i ploda (Denney, 1992). Davne, 1868. godine Darwin je u svojoj knjizi „The Variation“ ukazao na „direktno ili neposredno delovanje muškog elementa na majčinsku formu“, koju danas nazivamo ksenija, istakavši da je „od najvišeg teorijskog značaja“. Nebel i Trump 1932. godine, ukrštanjem sorti jabuke ‘McIntosh’ × ‘Yellow Bellflower’ i ‘McIntosh’ × ‘Red Astrachan’, uočavaju efekat metaksenije u pogledu dimenzije i mase ploda, pH vrednosti soka ploda, navodeći da su relativno lošijeg kvaliteta plodovi koji su dobijeni u kombinacijama kada je sorta ‘Yellow Bellflower’ korišćena kao oprašivač.

Liu (2008) navodi da uprkos velikom broju uočenih efekata polena, mehanizam metaksenije i do danas nije u potpunosti razjašnjen.

Najjednostavnije i najverovatnije objašnjenje metaksenije dao je Swingle 1928. godine, ističući da embrion i/ili endosperm luče hormone ili druge rastvorljive supstance analogne njima, koji se šire i deluju u tkivima semena i plodova majčinske biljke, u skladu sa karakteristikama muškog roditelja korišćenog za oprašivanje.

U novije vreme, Liu (2006) je pokazao da tokom oplodjenja polen oslobađa mRNA 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.

Tokom prošlog veka pronađen je veliki broj dokaza da se fenomen ksenije može primeniti ne samo u genetičkim i fiziološkim istraživanjima, nego i u oplemenjivanju biljaka i ratarskoj proizvodnji. Efekat ksenije je utvrđen kod kukuruza (Bulant i Gallais, 1998), pamuka (Pahlavani i Abolhasani, 2006), pasulja (Duc *et al.*, 2001), vinove loze (Daulta i Chauhan, 1984; Friend *et al.*, 2009), krastavca (Olfati *et al.*, 2010) i mnogih vrsta voćaka (Denney, 1992; Kahn, 1994; Lateur, 1995; George *et al.*, 1997; Wallace i Lee, 1999).

Uticaoj oprašivača na zametanje i kvalitet plodova je dosta proučavan kod jabuke (Jonkers *et al.*, 1978; Brault i de Oliveira, 1995; De Witte *et al.*, 1995; Keulemans *et al.*, 1996; Buccheri i Vaio, 2004; Tóth *et al.*, 2005; Bodor *et al.*, 2008). U ranijem periodu, istraživanja su uglavnom bila usredsređena na utvrđivanje efekta metaksenije na masu i dimenzije ploda, dok je danas efekat metaksenije ustanovljen i na kvalitetu ploda i postaje sve značajniji.

U literaturi se nalazi dosta podataka koji navode da su oblik, krupnoća i obojenost ploda jabuke uslovljeni sortom oprašivačem (Brault i de Oliveira, 1995; Keulemans *et al.*, 1996; Kumar *et al.*, 2005), kao i čvrstina ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija, sadržaj kiselina (Putter *et al.*, 1995).

Blažek i Hlušičkova (2006) navode da je broj semenki u plodu najčešće uslovljen sortom oprašivačem i realan je pokazatelj uspešnog oprašivanja i oplodjenja. Veći broj semenki u plodu dovodi do većeg broja finalno zametnutih plodova, a najčešće i većih prinosa. Plodovi koji sadrže mali broj semenki najčešće prevremeno opadaju, a naročito ukoliko nema dovoljno vode, hranljivih materija ili ugljenih hidrata (Dennis, 1986; Green, 1989; Mantinger, 1997).

Broj semenki u plodu, pored broja finalno zametnutih plodova, utiče i na druge značajne parametre kvaliteta, naročito dimenziju i masu ploda (Tomala i Dilley, 1989; Miller i Kaiser, 1994; Volz *et al.*, 1995; Keulemans *et al.*, 1996; Uemura *et al.*, 2001). Naime, veličina ploda prvenstveno zavisi od broja plodova po stablu (Naschitz i Naor, 2005), mada se može uspostaviti pozitivna korelacija i između broja semenki i mase ploda (Blažek i Hlušičková, 2005). Što je veći broj semenki, veća je snaga rasta ploda, što se ogleda u povećanju njegove mase. Prema Keulemans *et al.* (1996), broj semenki u plodu je važan, kako za razvoj, tako i za formiranje dimenzije ploda. Mali broj semenki je najčešće povezan sa deformisanim i rebrastim plodovima (Brault i de Oliviera, 1995; Brookfield *et al.*, 1996; Buccheri i Vaio, 2004), dok je veliki broj semenki u plodu najčešće u korelaciji sa povećanim sadržajem kalcijuma, smanjenim odnosom visine i širine ploda, povećanom čvrstinom i povećanim sadržajem kiselina ploda (Broom *et al.*, 1998; Tomala, 1999; Buccheri i Vaio, 2004).

Veći broj semenki, bilo normalno razvijenih ili abortivnih, u plodu pozitivno utiče i na smanjenje pojave mrežavosti („russeting“) kod nekih sorti jabuke. Looney *et al.* (1992) ovu pojavu objašnjavaju time da normalno ili abortivno seme utiče na



produkciju fitohormona giberelina, za koje je poznato da imaju važnu ulogu u pojavi mrežavosti. Kod sorte 'Nabella', plodovi sa većim brojem semenki imali su i veći sadržaj vitamina C (Blažek i Hlušičková, 2005). Isti autori navode pozitivnu korelaciju između broja semenki i sadržaja kalcijuma u plodu sorte 'Resista'. U svim drugim slučajevima zapažena je obrnuta korelacija, što je u suprotnosti sa rezultatima najvećeg broja autora. Kod sorte 'Nabella' veći broj semenki u plodu bio je u pozitivnoj korelaciji i sa pojavom gorkih pega. Pojava gorkih pega je, međutim, čvrsto povezana sa sadržajem kalcijuma u plodu (Brookfield *et al.*, 1996).

Buccheri i Vaio (2004) su ispitali povezanost između broja semenki, kvaliteta i sadržaja kalcijuma kod četiri sorte jabuke. Broj semenki kod svih sorti je uslovljavao oblik ploda. Plodovi su u većem stepenu deformisani ukoliko je u njima manji broj semenki. Pozitivna korelacija je ustanovljena između broja semenki i mase ploda sorti 'Annurca Tradizionale', 'Annurca Rossa del Sud' i 'Golden Delicious', kao i između broja semenki i sadržaja kalcijuma u plodu sorti 'Golden Delicious' i 'Red Delicious'. Kod sorti 'Annurca Rossa del Sud', 'Red Delicious' i 'Golden Delicious' utvrđena je pozitivna korelacija između broja semenki i čvrstine ploda, dok je korelacija između broja semenki i sadržaja kiselina ploda ustanovljena jedino kod sorte 'Annurca'.

Keulemans *et al.* (1996) navode da se uticaoj oprašivača na krupnoću ploda ne manifestuje samo preko broja semenki, dok su Jonkers *et al.* (1978) utvrdili da je masa ploda sorti jabuke uslovljena sortom oprašivačem, bez obzira na broj zametnutih plodova i broj semenki. Pojedini oprašivači konstantno indukuju krupnije plodove u poređenju sa nekim drugim oprašivačima.

Kron i Husband (2006) navode da je kod 16 ispitivanih genotipova jabuke broj semenki u plodu uslovljen brojem genotipova korišćenih u oprašivanju. Prosečan broj semenki, fertilnih i abortivnih, kod ispitivanih genotipova je bio 7,6 kada je donor polena jedna sorta, odnosno 7,4 i 7,9 u slučajevima kada je donor polena mešavina 3, odnosno 5 sorti, bez statistički značajnih razlika. Međutim, broj abortivnih semenki je značajno zavisio od broja polen donora. Plodovi dobijeni smešom polena 5 donora su u proseku imali 1,8 abortivnih semenki, što je za 31% manje u odnosu na plodove dobijene oprašivanjem polenom jedne sorte, koji su sadržali prosečno 2,6 abortivnih semenki.

Mehanizam efekta semenki na dimenziju ploda nije poznat, iako se smatra da uticaj hormona može biti najverovatnije objašnjenje. Seme predstavlja tkivo sa visokim intenzitetom sinteze hormona i prema Dennis (1986) hormoni su ključni faktori koji regulišu snagu rasta ploda. Iako su specifični efekti pojedinih hormona semena na dimenzije ploda slabo proučeni, postoje indirektni pokazatelji njihove važne uloge. Bangerth i Schroder (1994) navode da tretiranje sa sintetičkim giberelinima GA i CPPU dovodi do povećanja mase ploda jabuke. Jacobs *et al.* (1990) su pronašli korelaciju između broja semenki u plodu jabuke i sadržaja suvih materija. Navedeni rezultati se mogu objasniti korelacijom između broja semenki i krupnoće ploda. S obzirom na prethodno navedeno, potrebno je izvršiti detaljnija proučavanja odnosa između oprašivača i semena (embriona) uslovljenog dejstvom hormona.

Veliki je broj literaturnih podataka koji se odnose na uticaj oprašivača na kvalitet i hemijske osobine ploda. Polen sorti ranijeg vremena zrenja dovodi do smanjenja čvrstoće plodova sorte koju oprašuje. Davarynejad (1994) navodi da su cvetovi sorte 'Idared' oprašeni polenom sorte 'Summered', dali plodove značajno manje čvrstoće u poređenju sa plodovima dobijenim iz slobodne oplodnje. Polen sorti sa visokim sadržajem kiselina u plodu dovodi do povećanja kiselosti plodova sorti niskog sadržaja ovih materija. Kada je sorta 'Gloster 69' korišćena kao oprašivač sorti 'Duncan Red Delicious', 'Golden Delicious' i 'Idared', dobijeni su plodovi sa značajno većim sadržajem kiselina, u odnosu na plodove iz slobodnog oplođenja navedenih sorti. Sve ispitivane kombinacije ukrštanja značajno su smanjile sadržaj šećera u plodu, dok se kod sorti sa niskim sadržajem ukupnih šećera, kao što je npr. 'Watson Jonathan', sadržaj šećera se povećao. Plodovi sorte 'Duncan Red Delicious' oprašeni polenom sorte 'Gloster 69' imali su veći sadržaj vitamina C u odnosu na plodove dobijene iz drugih ukrštanja.

Oprašivanjem sorte 'Elstar' sortama 'Cox's Orange Pippin', 'Idared', 'Gloster 69' i 'James Grieve', Keulemans *et al.* (1996) su ustanovili da je kod najvećeg broja varijanti dimenzija ploda povezana sa brojem dobro razvijenih semenki ( $r^2 = 13,4\%$ ). Takođe, i abortivno seme je imalo značajnog uticaja na veličinu ploda, ali sa znatno nižim koeficijentom korelacije ( $r^2 = 7,7\%$ ). Najveći broj oprašivača nije imao jasan uticaj na veličinu ploda sorte koju oprašuje. Isti autori navode da je oprašivanjem sorti 'Golden Delicious', 'Jonagold', 'Gala Must' i 'Elstar', sorta 'Fuji' u najvećem broju kombinacija doprinela najvećoj masi ploda, u poređenju sa drugim oprašivačima, dok su

najmanju masu ploda indukovale sorte 'Delcorf', 'Fiesta' i 'Rubinette'. Kod svih ispitivanih sorti broj zametnutih plodova posle oprašivanja sa sortom 'Fuji', je bio na istom nivou ili viši u poređenju sa sortom 'Delcorf' kao oprašivačem. Broj semenki u plodu kod ispitivanih sorti je takođe bio veći kada je sorta Fuji korišćena kao oprašivač, izuzev kod sorte 'Jonagold'.

Putter *et al.* (1996) su utvrdili da sorta 'Delcorf' kao oprašivač sorti 'Cox's Orange Pippin' i 'Jonagold' je dovela do pojave manjeg zametanja plodova u odnosu na sorte 'Elstar' i 'Discovery' kao oprašivače. Međutim, nije utvrđena značajna razlika u pogledu čvrstine plodova, njihove krupnoće, sadržaja rastvorljivih suvih materija, kiselina i sadržaja kalcijuma u plodu u zavisnosti od oprašivača. Plodovi dobijeni ukrštanjem 'Rode Boskop' × 'Elstar' imali su značajno zeleniju osnovnu boju pokožice u odnosu na plodove dobijene iz ukrštanja 'Rode Boskop' × 'Cox's Orange Pippin'. Srednje vrednosti navedene osobine imali su plodovi dobijeni ukrštanjem sorti Rode 'Boskop' × 'Delcorf'. Korelacija između broja dobro razvijenih semenki u plodu i broja zametnutih plodova bila je značajna jedino kod sorte 'Cox's Orange Pippin' ( $r^2 = 54,4$ ). Sadržaj rastvorljivih suvih materija značajno je niži kod plodova dobijenih u kombinaciji 'Jonagold' × 'Elstar', u odnosu na varijante 'Cox's Orange Pippin' × 'Elstar' i 'Delcorf' × 'Elstar'.

Davarynejad *et al.* (1994) su utvrdili pozitivan efekat sorte 'Gloster 69' kao oprašivača na čvrstinu plodova sorti 'Duncan Red Delicious' i 'Golden Delicious' u poređenju sa drugim oprašivačima. Međutim, manja čvrstina ploda je dobijena kada su kao oprašivači korišćene neke sorte ranog vremena zrenja. Slične rezultate navode i Putter *et al.* (1995), ističući da su plodovi sorte 'Cox's Orange Pippin' oprašeni polenom sorti ranog vremena zrenja, 'Discovery' i 'Delcorf', imali manju čvrstinu u odnosu na plodove dobijene u kombinaciji sa poznijom sortom 'Elstar'. Slično tome, čvrstina plodova sorti 'Rode Boskoop' i 'Jonagold' dobijenih oprašivanjem sortom 'Delcorf', bila je ista kao i kada su oprašivači bili sorte 'Elstar' i 'Cox's Orange Pippin'.

GuangQin *et al.* (2000) navode da se sorta 'Starkrimson' pokazala kao najbolji oprašivač za sortu 'Fuji'. Sorta 'Starkrimson' je ispoljila efekat na boju i čvrstinu ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija i njegovu skladišnu sposobnost.

Kumar *et al.* (1996) su ispitivali uticaoj sorti 'Tydeman's Early', 'Stark Spur Golden Delicious' i 'Golden Spur Delicious' kao oprašivača na zametanje plodova, broj

semenki, fizičke i hemijske osobine plodova sorti ('Redfree' i 'Liberty') i selekcija (Co-op 12) otpornih prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Sorta 'Tydeman's Early' se pokazala kao najbolji oprašivač za selekciju Co-op 12 i sortu 'Liberty', jer je imala najveći stepen zametanja plodova (36% i 34%, odnosno 45% i 38%, u dve godine ispitivanja) u poređenju sa drugim oprašivačima. Najveći stepen zametanja plodova (45%, odnosno 35% u godinama ispitivanja) sorta 'Redfree' je imala kada je kao oprašivač korišćena sorta 'Stark Spur Golden Delicious'. Selekcija Co-op 12 je imala najveću masu ploda (190 g, odnosno 126 g, po godinama ispitivanja) u kombinaciji sa sortom 'Golden Spur Delicious', a sorta 'Liberty' (198 g odnosno 149 g, po godinama ispitivanja) kada je sorta 'Stark Spur Golden Delicious' korišćena kao oprašivač.

Efekat metaksenije kod sorti 'Rewena', 'Relinda' i 'Baujade' pri oprašivanju sa drugim sortama otpornim prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. ispitivali su Bodor *et al.* (2008). Najveća masa i dimenzije ploda sorte 'Rewena' postignute su u kombinaciji sa sortama 'Freedom' i 'Prima'. U slučaju sorte 'Baujade', sorta 'Reglindis', kao oprašivač, je indukovala najveće plodove, najveću čvrstinu i harmonični ukus mesa ploda. Kod sorte 'Relinda', sorta 'Freedom', kao oprašivač, je rezultirala najkrupnijim plodovima, dok su srednje krupni plodovi dobijeni sa sortom 'Rajka, kao oprašivačem. Međutim, 'Rajka' kao oprašivač, je prouzrokovala veliku čvrstinu ploda sorte 'Relinda'. Najmanju čvrstinu plodova sorta 'Rewena' je imala kada je kao oprašivač korišćena sorta 'Reka', dok je najveća čvrstina plodova ove sorte dobijena sa sortama 'Reglindis' i 'Rajka'. U ranijim ispitivanjima Tóth *et al.* (2005) su takođe zaključili da sorta 'Reka' kao oprašivač utiče na smanjenu čvrstinu plodova sorte koju oprašuje.

Postojanje efekta metaksenije je utvrđeno i kod drugih vrsta voćaka. Keulemans *et al.* (1996) su kod kruške ustanovili da sorta 'Verdi' kao oprašivač indukuje sitnije plodove sorti 'Doyenné du Comice' i 'Conference', u poređenju sa drugim oprašivačima. Ispitivanjem uticaja oprašivača pri oplodjenju sorti japanske šljive – *Prunus salicina* L., Muhammad *et al.* (2005) konstatuju odsustvo efekta metaksenije na krupnoću ploda i koštice, kao i na sadržaj rastvorljivih suvih materija. Međutim, vrlo značajno je ispoljen uticaj polena na oblik ploda, sadržaj ukupnih kiselina, kao i na odnos sadržaja šećera i kiselina u plodu ispitivanih sorti japanske šljive.

## **2.4. Pomološke osobine jabuke**

Kvalitet ploda jabuke predstavlja kombinaciju velikog broja fizičkih i hemijskih, spoljašnjih i unutrašnjih osobina ploda. U tom smislu Génard i Lescourret (2004) kvalitet ploda definišu kao višefaktorijalni koncept. Looney (1993) ističe da su krupnoća, atraktivan izgled, karakterističan i prepoznatljiv ukus i odgovarajuća tekstura najvažniji atributi kvaliteta ploda jabuke.

Odlična snabdevenost tržišta najraznovrsnijim voćem zahteva od proizvođača jabuke da tržištu ponude plodove odgovarajuće veličine i boje, bez vidljivih oštećenja, očekivane čvrstoće i odličnog ukusa (O'Rourke, 2003). Za proizvodnju takvih plodova od posebnog je značaja uticaj genotipa, pravilan izbor sorte oprašivača, ali i primena tehnologije koja omogućava optimiziranje broja plodova po stablu (Widmer i Stadler, 2007).

Link (2000) je identifikovao dve grupe komponenti kvaliteta ploda. Grupa I uključuje osobine kao što su veličina ploda, boja, osobine pokožice, čvrstina i sadržaj šećera i kiselina u plodu. Grupu II čine predstavnici neorganskih komponenti ploda, a posebno sadržaj kalcijuma i kalijuma, koji su povezani sa osetljivošću plodova na fiziološke promene.

Razvitak ploda jabuke zavisi od većeg broja činilaca, među kojima su najvažniji: snabdevenost hranljivim materijama i biokatalizatorima, kao i hromozomska garnitura gameta (Bulatović i Mratinić, 1996). Broj ćelija ploda je determinisan u toku prvih nekoliko nedelja razvoja ploda (Webster, 1997). Prema Smith (1950), kao i Bain i Robertson (1951) deoba ćelija ploda se zaustavlja 4–6 nedelja posle cvetanja. Takođe, Stanley *et al.* (2000) su zaključili da je potencijalni maksimum veličine ploda definisan za oko 50 dana nakon oprašivanja, a determinisan je ukupnim brojem ćelija ploda. U idealnim uslovima, kada ne postoje ograničavajući faktori posle faze deobe, sve ćelije bi dostigle svoju optimalnu veličinu kako bi se postigla maksimalna masa ploda dostižna za taj broj ćelija.

Prinos i kvalitet plodova u voćnjaku zavisi od interakcije nekoliko faktora: genotipa (sorta i podloga), pravilnog izbora sorti oprašivača, sistema uzgoja, fizičkih i hemijskih osobina zemljišta, sadržaja hranljivih materija i vodnog režima zemljišta (Bassi *et al.*, 1998; Tagliavini i Marangoni, 2002).

Za postizanje pune rodnosti kod većine sorti jabuke na podlozi M9, uz gustinu sadnje 3.000 do 4.000 stabala po hektaru, Zadavec (2001) smatra da je potrebno da svako stablo bude opterećeno sa 100 do 150 cvetnih pupoljaka.

Ispitivanjem stepena opterećenosti stabala rodnom sorti 'Gala' i 'Elstar', Zadavec i Donik (2009) su utvrdili relativno mali uticaoj jaćeg opterećenja stabla na krupnoću ploda, dok uticaoj na ćvrstroću mesa, sadržaj šećera i kiselina nije utvrđen. Veće opterećenje stabala rodnom imalo je najveći negativni uticaoj na obilnost cvetanja u sledećoj godini kod obe ispitivane sorte. Prosećna masa plodova sorte 'Gala' pri različitom stepenu opterećenja stabala rodnom kretala se od 162 g do 175 g.

Milatović *et al.* (2009) navode da je od ispitivanih klonova sorte 'Gala', 'Royal Gala' je imala najveći prinos (10,3 kg stablo<sup>-1</sup> u prve tri godine nakon sadnje), što je nešto više u odnosu na sorte 'Gala Must' (9,2 kg stablo<sup>-1</sup>) i 'Galaxy' (8,8 kg stablo<sup>-1</sup>). Svi ispitivani klonovi sorte 'Gala', imali su srednje krupan plod, a najkrupniji je bio kod sorte 'Gala Must' (144,0 g). Prosećna visina plodova sorte 'Gala Must' iznosila je 6,2 cm, a širina 7,0 cm, tako da je utvrđen indeks oblika ploda iznosio 0,87. Na osnovu dobre rodnosti, visokog kvaliteta i dobre obojenosti ploda, autori preporučuju za gajenje sorte 'Galaxy' i 'Gala Must'. Isti autori navode da sorta 'Elista' (klon sorte 'Elstar') ima srednje krupne plodove (128,9 g), izraženog kolaćastog oblika (visina 5,6 cm; širina 7,0 cm; indeks oblika 0,80).

Sorta 'Gala Must' je, pored bolje obojenosti pokožice ploda, imala i veću masu ploda, koja se prosećno u tri različite godine kretala od 144 g do 218 g, kao i veću rodnost u odnosu na standardnu sortu 'Gala' (Rutkowski *et al.*, 2005). Takođe je i sadržaj rastvorljivih suvih materija, kao i ukupnih kiselina bio veći kod sorte 'Gala Must'.

Boja pokožice je veoma važan parametar kvaliteta ploda koji zavisi od sorte i ekoloških uslova. Kruczyńska i Rutkowski (2006) navode da je ovaj parametar veoma stabilan kod sorte 'Rajka', i dosta promenljiv kod sorte 'Topaz'.

Blažek i Hlušićková (2007) navode da je u periodu višegodišnjih ispitivanja prosećna masa ploda sorte 'Gala Must' iznosila 162,8 g, sorte 'Elstar' 158,3 g, sorte 'Rajka' 184 g i sorte 'Topaz' 164,6 g. Sadržaj rastvorljivih suvih materija navedenih sorti iznosio je 13,1% – 'Topaz', 13,6% – 'Gala Mast' i 'Rajka' i 14,2% – 'Elstar'.

Blažek *et al.* (2003) navode da sorta 'Rajka' daje krupnije i ujednačenije plodove u odnosu na sortu 'Topaz'. Do sličnih rezultata su došli Kruczyńska i Rutkowski (2006).

Za postizanje visokog prinosa sorti jabuke u zasadu neophodno je obezbediti optimalne vrednosti velikog broja parametara, među kojima ekološki uslovi zauzimaju značajno mesto. Beber (2007) navodi da je u periodu petogodišnjih ispitivanja kumulativni prinos sorte 'Topaz' iznosio 50,7% od kumulativnog prinosa sorte 'Golden Delicious'. Iako je imala relativno sitne plodove (141 g), sorta 'Topaz' po ukusu i izgledu ispunjava za jabuku propisane tržišne uslove koje navode Jonsson i Nybon (2006). Međutim, na području Slovenije se dovodi u pitanje rentabilnost gajenja ove sorte zbog relativno niskog prinosa. Sa druge strane, Blažek i Hlušičková (2007), ističu da od 50 ispitivanih sorti jabuke na području Republike Češke, sorta 'Topaz' dolazi na peto mesto prema visini prinosa postignutom od 2–10. godine posle sadnje, i imala je značajno veći prinos u odnosu na sorte 'Gala Must', 'Elstar' i 'Rajka'.

Ispitivanjem sorti jabuke otpornih prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., Kruczyńska i Rutkowski (2006), navode da je sorta 'Rajka' imala nešto veći kumulativni prinos postignut za pet godina, ali je koeficijent rodnosti bio veći kod sorte 'Topaz', usled manje bujnosti stabala. Slične rezultate navode Sosna i Gudarowska (2001).

Uticađ visine prinosa na masu i veličinu ploda i povratno cvetanje u literaturi je dobro objašnjeno, mada postoji veoma malo podataka o tome kako visina prinosa utiče na druge parametre kvaliteta kao što su oblik ploda, pokožica, sadržaj šećera i čvrstina ploda.

Najvažniji parametri kvaliteta ploda – sadržaj ukupnih suvih materija, sadržaj šećera, sadržaj ukupnih kiselina, organskih kiselina, fenolnih jedinjenja, čvrstoća ploda zavise prvenstveno od sorte, ali i agroekoloških uslova područja, uslova gajenja, primenjenih agro- i pomotehničkih mera, kao i uslova skladištenja (Chun *et al.*, 2005).

Poređenjem merljivih i senzornih parametara kvaliteta ploda jabuke, Harker *et al.* (2002) su ustanovili da je visok sadržaj ukupnih kiselina najbolji pokazatelj kiselog ukusa, a visok sadržaj rastvorljivih suvih materija pokazatelj slatkog ukusa ploda. Ravnoteža između sadržaja šećera i organskih kiselina je veoma važna u postizanju usaglašenog ukusa plodova voća (Hudina i Štampar, 2000). Sorte koje imaju visoku vrednost indeksa slasti ploda, ocenjuju se kao previše slatke, a sorte kod kojih je odnos

sadržaja šećera i kiselina veoma nizak, kao suviše kisele. Soska i Tomala (2006) navode da sorte 'Gala', 'Redgold' i 'Fuji' imaju visoku vrednost odnosa sadržaja suvih materija i kiselina, koja gotovo uvek rezultira njihovom malom kiselošću.

Jabučna kiselina je glavna pojedinačna komponenta sadržaja ukupnih kiselina sorti jabuke. Petkovšek *et al.* (2007) navode da su sorte 'Topaz' i 'Red Elstar' imale visoke vrednosti sadržaja jabučne kiseline (12,05 g kg<sup>-1</sup>, odnosno 12,82 g kg<sup>-1</sup>), ali i najniže vrednosti odnosa šećera i kiselina (13,61, odnosno 12,31), i pripadaju kategoriji jabuka kiselog ploda. Isti autori navode da nisu utvrđene značajne razlike u pogledu sadržaja ukupnih šećera i kiselina u plodovima sorti otpornih i osetljivih *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.

U plodu sorte 'Rajka', Kruczyńska i Rutkowski (2006) su ustanovili 12% rastvorljivih suvih materija, dok Godec (2004) navodi da ova sorta može imati i više od 15% navedenih materija.

Zdunek i Cybulska (2011) ističu da je u vreme berbe sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodu sorte 'Gala' iznosio 13,9%, sorte 'Elstar' 14,4% a kod sorte 'Rajka' 14,7%. Sadržaj ukupnih kiselina ploda sorte 'Gala' iznosio je 2,76 g kg<sup>-1</sup>, 'Elstar' 7,01 g kg<sup>-1</sup>, a sorte 'Rajka' 6,16 g kg<sup>-1</sup>.

Na području Slovenije, sorta 'Topaz' je od 16 ispitivanih sorti jabuke otpornih prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. imala najviši sadržaj ukupnih kiselina – 8,5 g l<sup>-1</sup>, a sorta 'Rajka' najviši sadržaj rastvorljivih suvih materija – 15,7% (Godec, 2004). Plodovi sorte 'Topaz' u fazi fiziološke zrelosti sadrže 12–13,5% rastvorljivih suvih materija i 7,2–7,8% ukupnih šećera (Beber, 2007).

Soska i Tomala (2006) su ispitivali kvalitet plodova (čvrstina ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina) u toku berbe i nakon skladištenja kod 29 sorti jabuke. Sorte 'Gala', 'Elstar', 'Rajka' i 'Topaz' su imale prosečno ujednačene vrednosti rastvorljivih suvih materija koje su se kretale od 13,5 do 14,0%. Sorta 'Topaz' je od svih ispitivanih sorti imala najveći sadržaj ukupnih kiselina (0,6%). Generalno, plodovi svih sorti u 2004. godini su imali niži sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina u poređenju sa prethodnom godinom.

Amarante *et al.* (2011) navode da plodovi sorte 'Gala' u zasadu koji nije pokriven protivgradnom mrežom, u momentu berbe sadrže 12,2% rastvorljivih suvih materija i 0,38% ukupnih kiselina.



Istraživanjima u Švedskoj, Jonsson i Nybon (2006) su utvrdili da bi sorta jabuke otporna prema čađavoj krastavosti bila prihvaćena od strane potrošača mora imati atraktivnu boju pokožice ploda i zadovoljavajući nivo šećera. Kuhn i Thybo (2001) su proučavali parametre kvaliteta ploda 22 otporne sorte jabuke i došli do zaključka da su za potrošnju u svežem stanju tokom oktobra najbolje sorte 'Daytona', 'Retina' i 'Realka', tokom novembra sorte 'Initial', 'Rajka', 'Rubinola' i 'Saturn', i tokom decembra sorte 'Otava', 'Ecolette', 'Rajka', 'Rubinola', 'Delorina', 'Initial' i 'Topaz'.

Poznato je da su fenolna jedinjenja uključena u prirodne odbrambene reakcije jabuke prema različitim bolestima, a naročito prema čađavoj krastavosti. Sadržaj fenola u biljnim tkivima utiče na nivo osetljivosti/tolerantnosti genotipa jabuke prema gljivičnim infekcijama i patogenima (Usenik *et al.*, 2004). Petkovšek *et al.* (2007) su utvrdili da sorte otporne prema prouzrokovaču čađave krastavosti sadrže veću količinu ukupnih fenola u odnosu na osetljive sorte jabuke. Treutter i Feucht (1990) navode da je sadržaj ukupnog flavanola u pokožici ploda otpornih sorti tri puta veći u odnosu na sorte jabuke osetljive prema ovom patogenu.

### **3. OBJEKAT, MATERIJAL I METODE RADA**

#### **3.1. Objekat**

Ispitivanja su obavljena u periodu od 2007 do 2009. godine, u zasadu jabuke na objektu Preljinsko brdo, Instituta za voćarstvo u Čačku. Zasad je podignut u proleće 2005. godine, u okviru projekta „Demonstration of New Fruit Varieties”, realizovanog u saradnji sa DLV Agroconsult, pod pokroviteljstvom ambasade Kraljevine Holandije. „Knip“ sadnice ispitivanih sorti jabuke, sa 5 i više bočnih grančica, okalemljene na podlogu M9 zasađene su na rastojanje 4 × 1 m. Primenjeni uzgojni oblik je vitko vreteno.

Zasad se nalazi na blagoj padini zapadne ekspozicije, na 43°54' SGŠ; 20°24' IGD i na 350 m nadmorske visine. U zasadu su instalirani sistem za navodnjavanje „kap po kap“ i protivgradna mreža, i primenjivane savremene agro- i pomotehničke mere za ovu vrstu voćaka – letnja i zimska rezidba, fertirigacija primenom mineralnog đubriva, NPK 20:20:20, zaštita od prouzrokovaca bolesti i štetočina.



*Sl. 1. Hibridizacija jabuke*

*a) Planska hibridizacija, b) Hibridni plodovi*

#### **3.2. Materijal**

Istraživanjima su obuhvaćene četiri novointrodotovane sorte jabuke, koje na osnovu literaturnih podataka zavređuju značajnu pažnju za ispitivanje mogućnosti njihovog gajenja u našim ekološkim uslovima: ‘Gala Must’<sup>®</sup> (jesenja sorta), ‘Red

Elstar' (poznojesenja sorta), 'Rajka' i 'Topaz' (zimске sorte, otporne prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., prouzrokovaču čađave krastavosti).

'**Regal Prince**' (**Gala Must**<sup>®</sup>) – tamnocrveni mutant sorte 'Gala', čvrstih, slatkih i sočnih plodova. Otkriven je od strane Pepinieres Davodeau, Anžer, Francuska (<http://www.nationalfruitcollection.org.uk/full.php?id=4834&fruit=Apple>). Pored kompaktne crvene boje, odlikuje se krupnijim i kvalitetnijim plodom u odnosu na sortu 'Gala' (Rutkovski *et al.*, 2005). 'Gala' ('Kidd's Orange Red' × 'Golden Delicious') je



sorta sa najvećim brojem do sada izdvojenih mutanata, poreklom sa Novog Zelanda (White, 1998). U proizvodnju je uvedena 1965. godine. Srednje je bujna diploidna sorta, rano prorodi, izuzetnog rodnog potencijala. Plod je sitan do srednje krupan, ujednačen, loptastokupastog oblika. Peteljka je veoma duga i tanka. Pokožica ploda je

krem žuta, a dopunska crvena pokriva veći deo površine ploda. Meso je svetložuto, čvrsto, sočno, slatko, osvežavajuće, aromatično, vrlo kvalitetno. Jesenja je sorta, sazreva krajem avgusta – početkom septembra. Njeni mutanti zauzimaju značajno mesto u savremenoj proizvodnji jabuke.

'**Red Elstar**' je mutant sorte 'Elstar', otkriven u Holandiji (Zeeland) 1981. godine. Od standardne sorte razlikuje ga intenzivna crvena boja koja prekriva gotovo

celu površinu ploda, dok se rodnost ne razlikuje od sorte 'Elstar' (Goddrie, 1995).

U proizvodnju je uveden kako zbog boje pokožice ploda, tako i zbog habitusa, čvrstine i oblika ploda, i vremena zrenja (Goddrie, 1996). 'Elstar' ('Ingrid Marie' × 'Golden Delicious') je po vremenu potrošnje poznojesenja sorta jabuke, kod nas manje



zastupljena. Srednje je bujna do bujna diploidna sorta, umerene rodnosti. Plod je srednje krupan, okruglasto-kupastog oblika, tanke, mramoraste, zlatno žute pokožice. Dopunska

crvena boja prekriva veći deo površine ploda. Meso je žute boje, umereno čvrsto i hrskavo, sočno, kiselkastoslatkog ukusa, kvalitetno. U našim uslovima sazreva početkom septembra.

**‘Rajka’** (‘Champion’ × UEB 1200/1) je novija sorta stvorena u Institute of Experimental Botany, Experiment Station Střížovice, Republika Češka. Stablo je umereno bujno do bujno, umerene rodnosti. Plod je srednje krupan do krupan,



okruglastokupastog oblika, srednje duge petaljke. Osnovna boja pokožice je žuta, a atraktivna crvena dopunska boja prekriva gotovo celu površinu ploda. Meso je žućkasto, sočno sa srednje zrnastom teksturom, karakterističnog prijatnog slatko-nakiselog ukusa. Rana je zimská sorta, umerenih skladišnih sposobnosti. Pogodna je

za komercijalne voćnjake i za okućničko gajenje na slabobujnim podlogama. Otporna je prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. i tolerantna prema *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh) E. S. Salmon. (<http://home.ueb.cas.cz/eng/varieties-rajka.htm>).

**‘Topaz’** (‘Rubín’ × ‘Vanda’) je novije stvorena sorta u Institute of Experimental Botany, Experiment Station Střížovice, Republika Češka. Stablo je umereno bujno, uspravno, širokopiramidalne krune. Rano prorodi i rađa redovno i obilno. Plod je

krupan, okruglasto spljoštenog oblika, žuto narandžaste osnovne boje pokožice, koja je prekrivena narandžasto crvenom dopunskom bojom trakasto raspoređenom na 25–75% površine ploda. Meso je žućkasto, fine teksture, hrskavo, veoma sočno, odličnog slatko-nakiselog ukusa. Zimská sorta, odličnog kvaliteta ploda, dobrih skladišnih



sposobnosti, otporna prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. i umereno tolerantna prema *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh) E. S. Salmon (<http://home.ueb.cas.cz/eng/varieties-topaz.htm>).

### 3.3. Metode rada

U trogodišnjem periodu izvršena su ispitivanja uticaja oprašivača na biološke (fiziološke, pomološke i produktivne) osobine novointrodotivanih sorti jabuke.

Svaka od ispitivanih sorti ('Gala Must', 'Red Elstar', 'Rajka' i 'Topaz') je proučavana u varijantama međusobnih oprašivanja, u varijanti samooprašivanja, kao i slobodnog oprašivanja („Open Pollinated“, O.P.). S-alelna konstitucija ispitivanih sorti su: 'Gala Must' –  $S_2S_5$  (Broothaerts, 2003), 'Red Elstar' –  $S_3S_5$  (Dreesen *et al.*, 2010), 'Rajka' –  $S_5S_7$  (Melounová *et al.*, 2005) i 'Topaz' –  $S_2S_5$  (Hegedűs, 2006). Ispitivanja su sprovedena u sledećih 20 varijanti oprašivanja:

'Gala Must'×'Red Elstar'	'Red Elstar'×'Gala Must'	'Rajka'×'Gala Must'	'Topaz'×'Gala Must'
'Gala Must'×'Rajka'	'Red Elstar'×'Rajka'	'Rajka'×'Red Elstar'	'Topaz'×'Red Elstar'
'Gala Must'×'Topaz'	'Red Elstar'×'Topaz'	'Rajka'×'Topaz'	'Topaz'×'Rajka'
'Gala Must'×'Gala Must'	'Red Elstar'×'Red Elstar'	'Rajka'×'Rajka'	'Topaz'×'Topaz'
'Gala Must' O.P.	'Red Elstar' O.P.	'Rajka' O.P.	'Topaz' O.P.

#### 3.3.1. Ispitivanje fizioloških osobina sorti jabuke

- *Ispitivanje fenoloških osobina*

Kao najvažnije fenološke osobine ispitivanih sorti utvrđen je tok cvetanja (početak, puno, kraj), trajanje i obilnost cvetanja, kao i vreme zrenja. Kao početak cvetanja je evidentiran datum kada je otvoreno 5–10% cvetova, puno kada je otvoreno preko 90% cvetova i kraj kada je otpalo 85–90% kruničnih listića. Obilnost cvetanja je izražena ocenama : odličan (5), vrlo dobar (4), dobar (3), slab (2), rđav (1) i nije bilo cvetova (0). Vreme berbe je utvrđeno jedno-skrobnim testom.

- *Ispitivanje pogodnosti oprašivača*

U cilju određivanja pogodnosti oprašivača tokom sve tri godine u svih 20 varijanti oprašivanja ispitani su sledeći parametri:

- klijavost polena *in vitro* svih ispitivanih sorti,
- rast polenovih cevčica *in vivo*,
- inicijalno i finalno zametanje plodova.

Za ispitivanje vitalnosti polena korišćen je test klijavosti polena *in vitro*, postavljen po principu dvofaktorijalnog oglada u dva ponavljanja, po potpuno slučajnom planu. U laboratorijskim uslovima sakupljene su antere cvetofa u fazi punog balona i čuvane u papirnim kutijama na temperaturi od 20°C do momenta njihovog pucanja i oslobađanja polenovih zrna (oko 48 h). Polen svake sorte je zasejan u po dve Petri kutije na hranljivu podlogu koja se sastoji od 1% agara i 12% saharoze. Nakon perioda inkubacije (24 h na temperaturi od 20°C), utvrđen je broj iskljalih polenovih zrna u tri vidna polja, pod mikroskopom OLYMPUS BX61 (svetlosni režim). Na taj način, procenat klijavosti u tri godine ispitivanja, određen je kao prosečan za ukupno šest različitih vidnih mikroskopskih polja.

Rast polenovih cevčica *in vivo* kod sve četiri sorte jabuke ispitan je pri svim varijantama oprašivanja (strano-, samooprašivanje i slobodno). U cilju ispitivanja rasta polenovih cevčica u stubiću pri stranom- i samooprašivanju izvršeno je oprašivanje na sledeći način: u potfazi balona izvršena je izolacija cvetova kesama od pergamenthartije u cilju sprečavanja nekontrolisane polinacije, a zatim u potfazi punog cvetanja svake sorte (kada je otvoreno 85–90% cvetova), izvršeno je veštačko oprašivanje 40 cvetova prethodno pripremljenim polenom preostale tri sorte (stranooprašivanje) kao i sopstvenim polenom (u varijanti samooprašivanja). U varijanti slobodnog oprašivanja korišćeno je 40 cvetova sa različitih stabala svake sorte po slobodnom izboru. Nakon 144 h od momenta oprašivanja izvršeno je fiksiranje 40 oprašenih cvetova, u svakoj varijanti oprašivanja. Kao fiksativ korišćen je FPA (70% etanol, propionska kiselina i formaldehid u odnosu 90 : 5 : 5).

U postupku ispitivanja rasta polenovih cevčica u stubiću i utvrđivanja pojave inkompatibilnih polenovih cevčica, korišćena je metoda bojenja sa anilin plavim (Preil, 1970; Kho i Baër, 1971). Za posmatranje pod fluorescentnim mikroskopom, stubić je najpre odvojen od plodnika, a zatim pravljen skvoš preparat. Posmatranje rasta polenovih cevčica u stubiću vršeno je pod UV svetlošću na mikroskopu OLYMPUS BX61. Dužina polenovih cevčica u stubiću određena je softverskim AnalySIS programom, korišćenjem MIA (multiple image analysis). Za ispitivanje kvantitativnih parametara rasta polenovih cevčica pregledano je deset uzoraka tučka od svih ispitivanih varijanti oprašivanja. U svakom uzorku je određeno:

- broj polenovih cevčica u gornjoj trećini, srednjoj trećini i u bazi stubića,

- najduža polenova cevčica u stubiću – gornja, srednja ili donja trećina stubića ,
- prisustvo inkompatibilnih polenovih cevčica u stubiću.

Broj inicijalno zametnutih plodova u svim varijantama oprašivanje utvrđena je na 100 oprašenih cvetova u svakoj varijanti, pet nedelja nakon oprašivanja. Broj finalno zametnutih plodova utvrđen je neposredno pred berbu. Ove vrednosti su izražene procentualno.

### **3.3.2. Ispitivanje pomoloških osobina sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača**

U trogodišnjem periodu sprovedena su ispitivanja morfometrijskih, hemijskih i organoleptičkih osobina ploda svih sorti u svim varijantama oprašivanja. Da bi se dobio dovoljan broj plodova za pomološka ispitivanja, odnosno sagledao uticao oprašivača, izvršeno je oprašivanje najmanje 700 cvetova u svakoj varijanti oprašivanja, odnosno oprašeno najmanje 2.800 cvetova svake od ispitivanih sorti, na već opisan način.

Od morfometrijskih osobina ploda praćeni su sledeći parametri: masa ploda (g), visina ploda (mm), širina ploda (mm), indeks oblika ploda, dužina peteljke (mm) i broj semenki u plodu. Prosečna masa ploda određena je merenjem 25 plodova od svake varijante oprašivanja u tri ponavljanja, pomoću tehničke vage „Adventurer Pro“, Ohaus. Dimenzije ploda i dužina peteljke određeni su merenjem 75 plodova (25 plodova po ponavljanju) šublerom „Inox“, sa tačnošću  $\pm 0,05$  mm. Vrednosti indeksa oblika ploda dobijene su računskim putem iz odnosa visine i širine ploda.

Hemijskom analizom plodova utvrđeni su sledeći parametri:

- sadržaj ukupnih suvih materija, određen sušenjem uzorka na 105°C do konstantne težine;
- sadržaj rastvorljivih suvih materija, određen binokularnim refraktometrom „Carl Zeiss“;
- sadržaj šećera (ukupnih i invertnih), određen metodom po Luff-Schoorl (Džamić, 1989); sadržaj saharoze utvrđen je računskim putem kao razlika ukupnih i invertnih šećera pomnožena koeficijentom 0,95;
- sadržaj ukupnih kiselina izraženih u jabučnoj kiselini, određen titracijom 0,1 N NaOH uz prisustvo fenolftaleina kao indikatora (Džamić, 1989);

- pH vrednost soka ploda, određena pehametrom CyberScan 510;
- sadržaj ukupnih mineralnih materija, određen žarenjem uzorka u peći na 550°C.

Navedeni parametri hemijskog sastava ploda utvrđeni su kao srednje vrednosti dobijene iz tri ponavljanja.

Organoleptička ocena svežeg ploda svih sorti i varijanti oprašivanja izvršena je putem pozitivnog poentiranja od strane tri do pet degustatora kroz ocenu atraktivnosti (0–6), ukusa (0–6), arome (0–4) i konzistencije (0–4) u skladu sa metodologijom navedenom u uputstvima za priznavanje i zaštitu sorti jabuke (UPOV, 2005). Sabiranjem pojedinačnih poena izračunata je ukupna organoleptička ocena plodova sorti svih kombinacija ukrštanja.

### **3.3.3. Ispitivanje rodnosti sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača**

Prinos navedenih sorti ( $\text{kg stablu}^{-1}$ ,  $\text{t ha}^{-1}$ ) je utvrđen računskim putem na osnovu prosečne mase plodova u pojedinim varijantama oprašivanja i broja finalno zametnutih plodova u istoj varijanti oprašivanja, imajući u vidu ukupan broj cvetova na stablu.

U sve tri eksperimentalne godine, tokom trajanja fenofaze cvetanja, praćene su srednje dnevne temperature, u cilju ispitivanja njihovog uticaja na stepen rasta polenovih cevčica (progamnu fazu oplodjenja), i na broj inicijalno i finalno zametnutih plodova.

## **3.4. Statistička obrada podataka**

Statistička značajnost kvantitativnih vrednosti je određena Fišerovim modelom analize varijanse (ANOVA) dvofaktorijalnog ogleada primenom F testa za  $P \leq 0,05$  i  $P \leq 0,01$ . Kada je F test bio značajan, testiranje razlika aritmetičkih sredina i njihovog interakcijskog efekta obavljeno je testom najmanje značajnih razlika (LSD test) za prag značajnosti  $P \leq 0,05$  i  $P \leq 0,01$ . Analiza podataka je obavljena korišćenjem SPSS statističkog softverskog paketa, Version 8.0 for Windows (SPSS. Inc., Chicago, IL). Dobijene vrednosti su predstavljene kao srednje  $\pm$  SE (standardna greška srednje vrednosti).



## **4. AGROEKOLOŠKI USLOVI**

Ekološki uslovi područja u kome se gaji jabuka treba da odgovaraju zahtevima ove vrste voćaka, kako bi se od nje mogla očekivati rana i redovna rodnost, plodovi visokog kvaliteta i rentabilnost proizvodnje. Stoga je veoma važno ispitati ekološke činioce koji vladaju u pojedinim rejonima gajenja ove vrste voćaka. Stepenn prilagođenosti različitih biljnih vrsta faktorima spoljašnje sredine, zavisi od dijapazona njihove ekološke valence, pod kojom se podrazumeva amplituda variranja nekog ekološkog faktora u čijim granicama je moguć opstanak date vrste (Kojić, 1991).

Smatra se da vrste roda *Malus* Miller mogu da žive u različitim ekološkim uslovima, premda najvećem broju sorti jabuke odgovaraju klimatski činioci umerenih geografskih širina.

### **4.1. Klimatski uslovi**

Klima ili podneblje predstavlja skup vremenskih pojava, odnosno atmosferskih procesa, koje karakterišu srednje fizičko stanje atmosfere bilo iznad nekog mesta, bilo iznad manjeg ili većeg predela zemljine površine (Milosavljević, 1985).

Srednje fizičko stanje atmosfere se dobija višegodišnjim osmatranjem i merenjem meteoroloških elemenata i pojava, i na osnovu izvršene analize se određuje pogodnost nekog mesta za gajenje određene vrste.

Područje Čačka – Preljinsko brdo (geografska širina – 43°54'; geografska dužina – 20°24'; nadmorska visina – 350 m), gde su istraživanja obavljena, pripada umereno-kontinentalnom pojasu sa odlikama umereno-kontinentalne klime i jasno izraženim godišnjim dobima.

#### **4.1.1. Temperatura vazduha**

Vrste roda *Malus* Miller su se tokom evolucije prilagodile na život na temperaturama između –45°C i +50°C, dok se uspešna proizvodnja jabuke može

realizovati u granicama između  $-25^{\circ}\text{C}$  i  $+35^{\circ}\text{C}$ . Najvećem broju sorti jabuke odgovara umereno-kontinentalna klima sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha između  $8^{\circ}\text{C}$  i  $12^{\circ}\text{C}$  i srednjom temperaturom vazduha u toku vegetacionog perioda (april–oktobar) između  $15^{\circ}\text{C}$  i  $21^{\circ}\text{C}$  (Mišić, 1994).

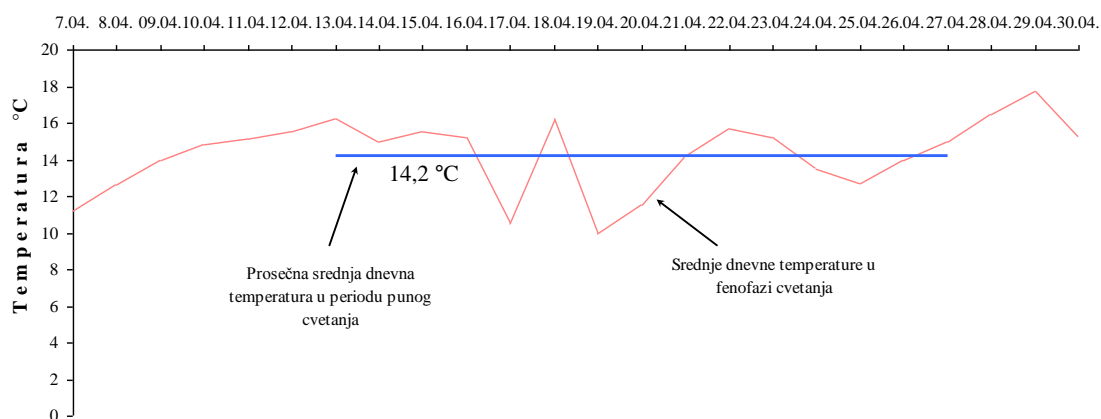
Podaci koji se odnose na glavne meteorološke činioce u periodu istraživanja prikupljeni su u Republičkom hidrometeorološkom zavodu Srbije – Beograd i internoj meteorološkoj stanici Instituta za voćarstvo – Čačak (Tab. 1). Analizirajući srednje godišnje temperature može se konstatovati da su sve tri ispitivane godine bile toplije u odnosu na višegodišnji prosek (1965–2009. godina), a najtoplija je bila 2008. godina sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha od  $13,7^{\circ}\text{C}$ . Srednje mesečne temperature vazduha u periodu vegetacije u 2008. i 2009. godini su bile relativno visoke ( $19,3^{\circ}\text{C}$ , odnosno  $19,4^{\circ}\text{C}$ ), dok je u 2008. godini ova temperatura bila na nivou višegodišnjeg proseka ( $16,9^{\circ}\text{C}$ ). U periodu ispitivanja srednje mesečne temperature za period zimskog mirovanja (novembar–mart) bile su više od višegodišnjeg proseka.

*Tab. 1. Pregled temperatura vazduha za Čačak i okolinu za period 2007–2009. godine*

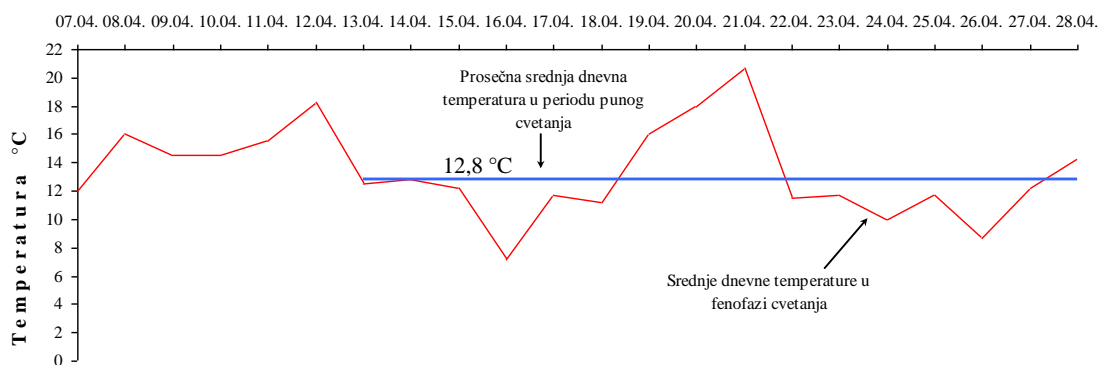
Meseci	Srednje mesečne temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )				Srednje mesečne maksimalne temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )				Srednje mesečne minimalne temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )			
	2007	2008	2009	VP <sup>1</sup>	2007	2008	2009	VP <sup>1</sup>	2007	2008	2009	VP <sup>1</sup>
Januar	5,2	1,7	0,7	0,3	10,8	6,0	4,2	4,1	0,5	-2,1	-3,1	-3,4
Februar	5,3	5,5	2,6	2,3	11,0	10,8	6,6	7,3	1,7	-0,7	-1,5	-1,7
Mart	8,1	8,5	8,1	6,8	15,2	14,3	11,1	12,4	4,6	2,7	2,7	1,6
April	11,3	13,7	14,8	11,5	20,6	18,2	20,3	17,7	4,3	6,9	6,7	5,7
Maj	17,2	19,4	20,2	16,8	24,0	23,6	25,0	22,7	12,3	10,4	10,8	10,3
Jun	21,8	23,3	21,4	20,0	28,9	27,7	26,0	25,7	15,0	14,9	13,8	13,4
Jul	24,7	23,5	24,0	21,5	33,5	28,3	29,0	27,9	15,4	15,1	15,6	14,8
Avgust	19,5	25,3	24,7	21,2	30,5	29,6	29,2	28,0	16,1	15,1	16,0	14,5
Septembar	13,5	15,9	19,2	16,7	21,6	21,1	25,9	23,5	9,8	10,4	11,9	10,9
Oktobar	10,5	14,0	11,6	11,4	14,9	20,2	16,7	18,0	7,0	7,1	7,1	6,3
Novembar	3,9	8,2	8,7	6,0	7,6	13,4	14,3	11,1	0,2	3,6	3,4	2,0
Decembar	-0,6	4,9	3,7	1,4	3,2	7,2	7,6	5,2	-2,1	2,0	0,5	-1,8
SGT <sup>2</sup>	11,7	13,7	10,6	11,3	18,5	18,4	18,0	17,0	7,1	7,1	7,0	6,1
SVT	16,9	19,3	19,4	17,0	24,9	24,1	24,6	23,4	11,4	11,4	11,7	10,8
SMM	4,4	5,8	4,8	3,4	9,6	10,3	8,8	8,0	1,0	1,1	0,4	-0,7

VP<sup>1</sup>: Srednje mesečne temperature za višegodišnji period (1965–2009).

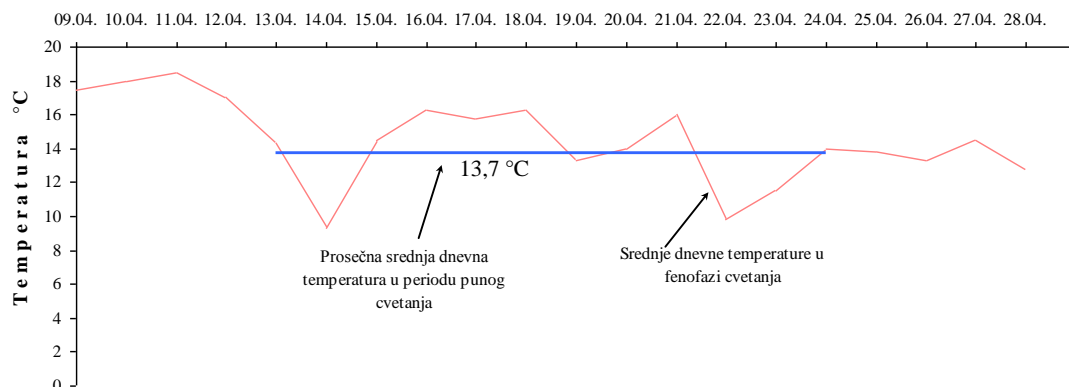
SGT<sup>2</sup>: Srednja godišnja temperatura; SVT: Srednja vegetaciona temperatura; SMM: Srednja mesečna temperatura za zimsko mirovanje.



Graf. 1. Srednje dnevne temperature vazduha u vreme fenofaze cvetanja i prosečna srednja dnevna temperatura u vreme punog cvetanja sorti jabuke u 2007. godini



Graf. 2. Srednje dnevne temperature vazduha u vreme fenofaze cvetanja i prosečna srednja dnevna temperatura u vreme punog cvetanja sorti jabuke u 2008. godini



Graf. 3. Srednje dnevne temperature vazduha u vreme fenofaze cvetanja i prosečna srednja dnevna temperatura u vreme punog cvetanja sorti jabuke u 2009. godini

Srednja godišnja maksimalna temperatura za 2007, 2008. i 2009. godinu je bila veća za 1,5°C, 1,4°C odnosno 1°C u odnosu na višegodišnji prosek, dok je srednja godišnja minimalna temperatura bila veća za 1°C u prve dve godine, odnosno 0,9°C u trećoj godini ispitivanja.

Navedene vrednosti svih pokazatelja temperature vazduha u godinama ispitivanja ukazuju da je ogled izvođen u temperaturno pogodnim uslovima, generalno toplijim u odnosu na višegodišnji prosek, što je u skladu sa opštim trendom povećanja srednjih godišnjih temperatura vazduha u svetu.

Srednje dnevne temperature vazduha u fenofazi cvetanja i u potfazi punog cvetanja po godinama ispitivanja prikazane su u Graf. 1, 2 i 3. Najviša srednja dnevna temperaturu u potfazi punog cvetanja bila je u 2007. godini (14,2°C). Najniža je bila u 2008. godini (12,8°C), dok je u 2009. godini iznosila 13,7°C.

#### **4.1.2. Padavine**

Plod jabuke sadrži oko 86% vode (Mišić, 1994), pa je razumljivo zašto su za obilan rod i dobar kvalitet ploda neophodne velike količine vode. Mlado stablo jabuke troši srazmerno više vode nego stablo koje se nalazi na početku perioda plodonošenja. Jabuka troši više vode u periodu vegetacije nego u periodu zimskog mirovanja.

U nedostatku vode otežano je zametanje plodova, cvetni pupoljci se teže obrazuju, vegetativni prirast je slabiji, a rezerve hranljivih supstanci su manje, pa su oštećenja od mrazeva češća. Sa druge strane suvišak vode u zemljištu može da bude štetan. U takvim uslovima zbog nedostatka kiseonika može da dodje do gušenja (asfiksije) korena.

Prema Mišić (1994) za uspešno gajenje i dobro plodonošenje jabuke potrebno je najmanje 600 mm vodenih taloga ravnomerno raspoređenih u toku vegetacije.

Višegodišnji prosek padavina u uslovima Čačka je 677,5 mm u toku godine (Tab. 2). U sve tri godine istraživanja količina padavina je bila znatno ispod višegodišnjeg proseka. Najmanja količina padavina bila je u prvoj godini, i to 172,1 mm padavina manje od prosečne količine padavina na području Čačka. Deficit vlage u drugoj godini ispitivanja iznosio je 136,4 mm, a u trećoj 32,1 mm u odnosu na višegodišnji prosek. S obzirom da je u eksperimentalnom zasadu instaliran sistem za

navodnjavanje, to je nedostatak vlage delimično umanjen na taj način, ali ne u potpunosti zbog generalnog nedostatka vode za navodnjavanje u letnjim mesecima.

*Tab. 2. Pregled mesečnih količina padavina za područje Čačka  
za period 2007–2009. godine*

Godina	Meseci												Σ (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	
2007.	27,0	27,0	58,6	11,4	80,8	29,0	2,0	8,6	73,2	100,6	69,6	17,6	505,4
2008.	35,5	36,0	53,5	35,5	36,0	79,0	95,6	36,0	73,0	30,5	32,0	36,0	541,1
2009.	12,5	43,0	42,5	12,5	43,0	98,4	41,0	35,5	30,0	91,5	72,0	97,0	645,4
Prosek	25,0	35,3	51,5	19,8	53,3	68,8	46,2	26,7	58,7	74,2	57,9	50,2	564,0
VP <sup>1</sup>	43,7	39,5	44,7	49,2	71,9	87,6	68,0	49,2	56,9	62,1	47,9	56,8	677,5

VP<sup>1</sup> – višegodišnji prosek

Tokom vegetacionog perioda u sve tri ispitivane godine bilo je znatno manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek (Tab. 3). Najveći nedostatak vlage ispoljio se u toku 2007. godine – 139,3 mm, a najmanji u toku 2008. godine – 59,3 mm manje u odnosu na višegodišnji vegetacioni prosek. Izuzetno velika suša tokom vegetacionog perioda prve godine istraživanja, kada je u periodu jun–avgust palo svega 39,6 mm vodenog taloga, nepovoljno se odrazila na krupnoću i kvalitet plodova jabuke.

*Tab. 3. Pregled mesečnih količina padavina tokom vegetacionog perioda  
za područje Čačka u periodu 2007–2009. godine*

Godina	Meseci							Σ (mm)
	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	
2007.	11,4	80,8	29,0	2,0	8,6	73,2	100,6	305,6
2008.	35,5	36,0	79,0	95,6	36,0	73,0	30,5	385,6
2009.	12,5	43,0	98,4	41,0	35,5	30,0	91,5	351,9
Prosek	19,8	53,3	68,8	46,2	26,7	58,7	74,2	347,7
VVP <sup>1</sup>	49,2	71,9	87,6	68,0	49,2	56,9	62,1	444,9

VVP<sup>1</sup> – višegodišnji vegetacioni prosek

Na osnovu ukupne količine i rasporeda padavina, prva godina istraživanja se može okarakterisati kao veoma sušna, dok druga i treća godina kao umereno sušne godine.

## 4.2. Zemljišni uslovi

S obzirom da je jabuka višegodišnja vrsta voćaka, posebna pažnja se mora posvetiti izboru zemljišta, u kome se ona ukorenjuje, snabdeva vazduhom, vodom i u njoj rastvorenim mineralnim materijama.

Intenzivnoj proizvodnji jabuke najviše odgovaraju duboka, plodna, propustljiva zemljišta mrvičaste strukture. Stoga su za gajenje jabuke veoma pogodna ilovačasta zemljišta sa 40–60% gline i praha i 40–60% ukupnog peska, koja imaju povoljan vodni, vazdušni i toplotni režim, dovoljno hranljivih materija, lako se obrađuju.

Za dobijanje visokih prinosa i dobrog kvaliteta ploda najpogodnija su slabo kisela zemljišta sa pH vrednošću od 5,5–7, više od 3% blagog humusa, više od 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i više od 25 mg K<sub>2</sub>O u 100 g vazdušno suvog zemljišta.

Zasad jabuke na kome su obavljena istraživanja, podignut je na zemljištu tipa smonica. Osnovne hemijske karakteristike ovog zemljišta prikazane su u Tab. 4.

Na osnovu pH vrednosti može se zaključiti da je ispitivano zemljište blago kiselo sa tendencijom povećanja kiselosti po dubini sloja. U gornjem sloju zemljište je srednje obezbeđeno sadržajem humusa odnosno organskih materija, dok se sa dubinom taj sadržaj značajno smanjivao.

Tab. 4. Hemijske osobine zemljišta u oglednom zasadu „Preljinsko brdo“

Ispitivane materije	Dubina profila (cm)	
	00–30	30–60
pH <sub>KCl</sub>	4,55	4,02
Humus (%)	3,00	1,00
Organska materija (%)	1,74	0,58
N <sub>TOT</sub> (%)	0,15	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg 100 g <sup>-1</sup> )	5,10	3,66
K <sub>2</sub> O (mg 100 g <sup>-1</sup> )	26,4	22,1
CaO (%)	0,00	0,00

Prema opšteprihvatenim stavovima o količini potrebnih pojedinih hemijskih materija, odnosno elemenata u zemljištu, može se konstatovati da je zemljište srednje obezbeđeno N<sub>TOT</sub>, dok su sadržaj pristupačnih P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O na granici srednje obezbeđenosti. Sadržaj N<sub>TOT</sub> je sa dubinom opadao, kao i sadržaj pristupačnog P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O, dok prisustvo CaO nije utvrđeno na obe dubine zemljišta.

Na osnovu iznetih podataka o sadržaju osnovnih hranljivih materija u zemljištu, može se zaključiti da je u toku izvođenja oglada postojalo dovoljno hraniva za normalan rast, razvoj i uspešno plodonošenje jabuke.

## **5. ANALIZA REZULTATA RADA**

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

Postoji dosta literaturnih podataka o uticaju oprašivača na zametanje i kvalitet plodova jabuke (Jonkers *et al.*, 1978; Brault i de Oliveira, 1995; Keulemans *et al.*, 1996; Buccheri i Vaio, 2004; Tóth *et al.*, 2005; Bodor *et al.*, 2008). Međutim, polen sorte oprašivača nema podjednak uticaj na karakteristike ploda svih sorti – neki oprašivači imaju jači uticaj na formiranje oblika ploda, drugi manji, dok se kod trećih uticaj polena očinske sorte ne ispoljava.

Rezultati ispitivanja uticaja oprašivača na biološke (fiziološke, pomološke i produktivne) osobine novointrodotovanih sorti jabuke – ‘Gala Must’, ‘Red Elstar’, ‘Rajka’ i ‘Topaz’ dobijenih u ovom radu, prikazani su kroz četiri celine:

- fenološke osobine (sa posebnom detaljnom analizom fenofaze oprašivanja i oplodjenja),
- pomološke osobine ploda u zavisnosti od oprašivača i
- rodnost u zavisnosti od oprašivača.

### **5.1. Fiziološke osobine ispitivanih sorti jabuke**

Kao najvažnije fiziološke osobine, prikazani su rezultati ispitivanja fenofaze cvetanja, fenofaze oprašivanja i oplodjenja i fenofaze zrenja plodova proučavanih sorti jabuke.

#### **5.1.1. Fenofaza cvetanja**

Poznavanje vremena cvetanja sorti jabuke neophodno je zbog iznalaženja adekvatnih kombinacija sorti, koje daju najbolje mogućnosti za oprašivanje i oplodjenje.



Cvetanje je izuzetno kritična fenofaza, stoga poznavanjem vremena cvetanja sorti jabuke mogu se umanjiti štetni efekti poznih prolećnih mrazeva na otvorene cvetove ili tek zametnute plodove.

Ispitivanja fenofaze cvetanja su obuhvatala: početak cvetanja, puno cvetanje, kraj cvetanja, trajanje cvetanja, obilnost cvetanja, kao i klasifikaciju ispitivanih sorti u grupe prema vremenu početka cvetanja.

Cvetanje jabuke je uslovljeno naslednim biološkim osobenostima sorti i klimatskim činiocima, prvenstveno temperaturom i relativnom vlažnošću vazduha neposredno pred početak cvetanja. Podaci o najvažnijim parametrima koji su praćeni tokom fenofaze cvetanja ispitivanih sorti, prikazani su u Tab. 5.

*Tab. 5. Fenofaza cvetanja ispitivanih sorti jabuke*

Sorta	Godina	Cvetanje				
		Početak	Puno	Kraj	Obilnost (0–5)	Trajanje
‘Gala Must’	2007.	10. 04.	18. 04.	24. 04.	5,0	14,0
	2008.	09. 04.	15. 04.	24. 04.	3,0	15,0
	2009.	09. 04.	15. 04.	23. 04.	4,0	14,0
	Prosek	09. 04.	16. 04.	24. 04.	4,3	14,3
‘Red Elstar’	2007.	11. 04.	16. 04.	23. 04.	4,0	12,0
	2008.	10. 04.	14. 04.	24. 04.	1,0	14,0
	2009.	12. 04.	18. 04.	25. 04.	4,0	13,0
	Prosek	11. 04.	16. 04.	24. 04.	3,0	13,0
‘Rajka’	2007.	08. 04.	14. 04.	21. 04.	4,0	13,0
	2008.	07. 04.	13. 04.	22. 04.	2,0	15,0
	2009.	10. 04.	13. 04.	23. 04.	4,0	13,0
	Prosek	08. 04.	13. 04.	23. 04.	3,3	13,7
‘Topaz’	2007.	11. 04.	15. 04.	24. 04.	5,0	13,0
	2008.	09. 04.	13. 04.	25. 04.	3,0	16,0
	2009.	11. 04.	14. 04.	25. 04.	5,0	14,0
	Prosek	10. 04.	14. 04.	25. 04.	4,3	14,3
Prosek	2007.	10. 04.	16. 04.	23. 04.	4,5	13,0
	2008.	09. 04.	14. 04.	24. 04.	2,3	15,0
	2009.	11. 04.	15. 04.	24. 04.	4,3	13,5
	Prosek	10. 04.	15. 04.	24. 04.	3,8	13,8

Prosečno najraniji početak cvetanja imala je sorta ‘Rajka’ (8. april, u proseku za sve tri godine ispitivanja). Slede sorte ‘Gala Must’ (9. april), ‘Topaz’ (10. april), a najpoznija sorta je ‘Red Elstar’, kod koje je prosečno vreme početka cvetanja 11. april.

U potfazu punog cvetanja najranije je stupila sorta 'Rajka' (13. april), a najpoznije sorte 'Gala Must' i 'Red Elstar' (16. april). Cvetanje je prosečno najranije završila sorta 'Rajka' (23. april), a najkasnije 'Topaz' (25. april).

Na osnovu ispitivanja fenofaze cvetanja sorta 'Rajka' pripada grupi srednjeranocvetnih, dok ostale sorte pripadaju grupi srednjepoznocvetnih sorti jabuke.

Tokom različitih godina ispitivanja sve sorte su imale dosta ujednačen tok cvetanja. Najranije fenofaza cvetanja je nastupila u toku druge godine ispitivanja, dok se vreme cvetanja u prvoj i trećoj godini vremenski gotovo podudara.

Najkraće prosečno trajanje cvetanja za sve tri ispitivane godine imala je sorta 'Red Elstar' (13 dana), dok su sorte 'Gala Must' i 'Topaz' cvetale u proseku 14,3 dana.

Prosečno trajanje cvetanja je bilo najkraće u toku prve (2007.) godine ispitivanja – 13 dana u proseku za sve ispitivane sorte, a najduže u toku druge (2008.) – 15 dana u proseku za sve ispitivane sorte.

Najveća odstupanja kako između različitih sorti, tako i po godinama ispitivanja, su ispoljena u pogledu obilnosti cvetanja. Najmanju prosečnu obilnost cvetanja za sve tri ispitivane godine imala je sorta 'Red Elstar' (ocena 3), dok su najveću obilnost imale sorte 'Gala Must' i 'Topaz' (ocena 4,3). Posmatrano po godinama ispitivanja, najmanja obilnost cvetanja kod svih sorti bila je u drugoj godini (prosečna ocena 2,3 za sve sorte), a najveća u prvoj godini ispitivanja (prosečno 4,5).

### **5.1.2. Fenofaza oprašivanja i oplodjenja**

Oprašivanje (polinacija) podrazumeva nanošenje polenovih zrna na žig tučka. Polinacija je činilac rodosti voćaka jer kod najvećeg broja vrsta i sorti, oplodjenje zavisi od oprašivanja. Prema poreklu polenovih zrna koja se u oprašivanju koriste, može se razlikovati:

- samooprašivanja (autopolinacija) – predstavlja oprašivanje u okviru iste sorte, i
- strano (unakrsno) oprašivanje (alopolinacija) – predstavlja oprašivanje između sorti, tj. kada polen jedne sorte dospe na žig tučka druge sorte.

Oplodjenje predstavlja citogenetičko-fiziološki proces, koji podrazumeva spajanje muške i ženske gamete u zigot. Da bi došlo do oplodjenja neophodno je da se uspešno obavi oprašivanje, kao i da budu ispunjeni odgovarajući biološki i ekološki

uslovi. Najznačajniji biološki činioci su: dobra klijavost polena, kao i podudarnost (kompatibilnost) sa tučkom sorte koja se oprašuje, funkcionalna sposobnost žiga u momentu polinacije i funkcionalna sposobnost embrionove kesice u trenutku kad do nje dođe polenova cevčica.

Sve ekonomski najznačajnije sorte jabuke su praktično autoinkompatibilne i za oplodjenje zahtevaju sortu oprašivača koja istovremeno cveta i ima sa njom kompatibilan polen.

#### **5.1.2.1. Klijavost polena *in vitro***

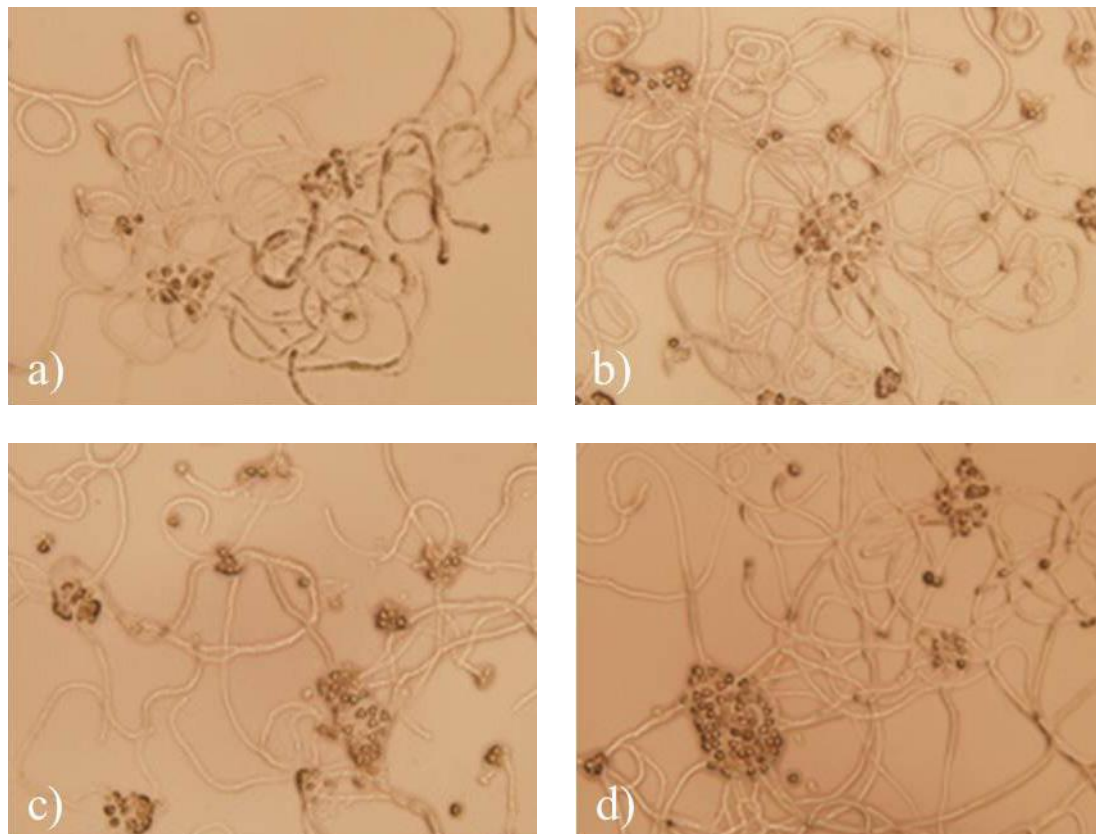
Žig tučka sadrži 90% vode, zatim ugljene hidrate, proteine, male količine slobodnih šećera i veći broj masnih kiselina koje imaju ulogu da prihvataju i zadržavaju polenova zrnca na svojoj površini. Kada polen dospe na žig tučka, apsorbuje vodu i počinje da se uvećava, odnosno da klija. Klijavost polena jedne sorte zavisi od stepena razvitka cveta, broja cvetova i stanja ishranjenosti stabla. Ukoliko su cvetovi nedovoljno otvoreni, na rodnim grančicama se nalazi veliki broj cvetova, a voćka u stanju nepotpune ishranjenosti u toku godine, tada će klijavost polena biti umanjena.

U cilju sagledavanja opšteg ponašanja pojedinih sorti u funkciji oprašivača, kao i pravilnog poređenja rezultata, ispitana je klijavost polena na hranjivoj podlozi kod svih proučavanih sorti jabuke, neposredno pred početak hibridizacije svake godine. Prema metodi utvrđivanja klijavosti polena *in vitro*, klijalim zrnima smatrana su sva ona koja su isključila više od prečnika polenovog zrna (Sl. 2). Podaci o klijavosti polena *in vitro* prikazani su u Tab. 6.

Statističkom analizom dobijenih rezultata ustanovljeno je da je klijavost polena *in vitro* uslovljena kako sortom, tako i godinom ispitivanja. Uticaj interakcije sorta/godina nije bio statistički značajan.

Sorta 'Topaz' je imala najslabiju prosečnu klijavost polena *in vitro* (44%), dok su ostale tri sorte imale ujednačenu prosečnu klijavost. Najbolja prosečna klijavost polena *in vitro* utvrđena je kod sorti 'Gala Must' (55,72%) i 'Rajka' (54,53%).

Izuzetno slaba klijavost polena *in vitro* bila je u drugoj godini ispitivanja kod svih sorti (prosečno 36,28%), dok je najbolja bila u prvoj godini ispitivanja (68,32%). Razlike između godina ispitivanja statistički su značajne.



*Sl. 2. Klijavost polena in vitro ispitivanih sorti jabuke:*

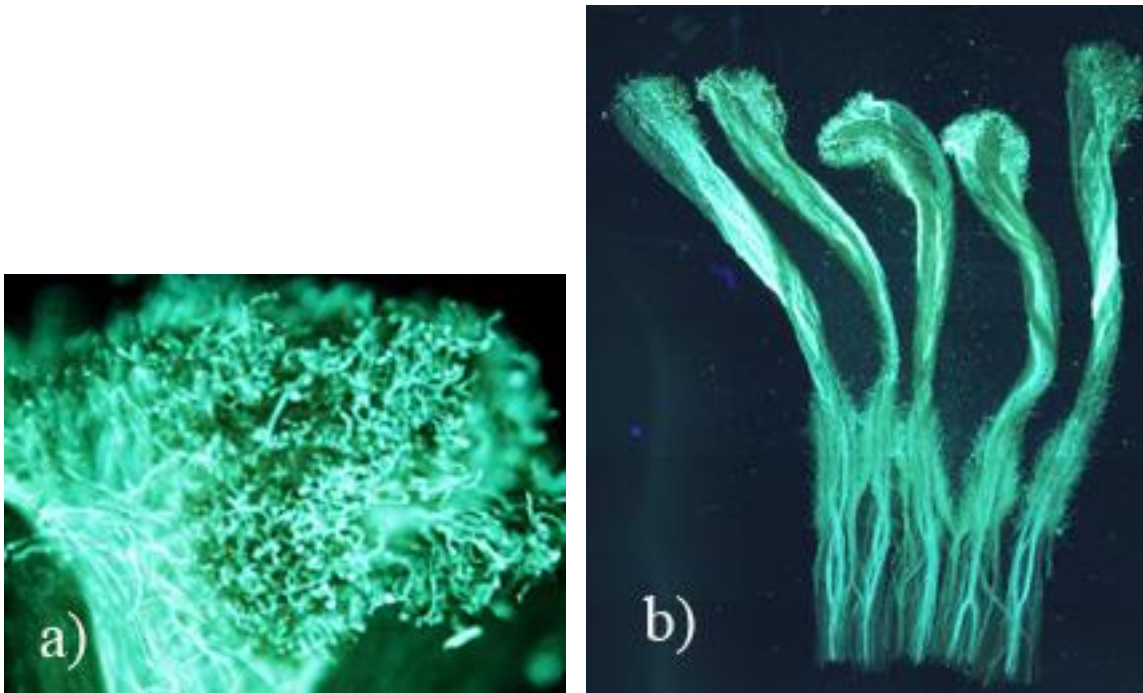
*a) 'Gala Must', b) 'Red Elstar', c) 'Rajka', d) 'Topaz'*

*Tab. 6. Klijavost polena in vitro (%) ispitivnih sorti jabuke*

Klijavost polena	Godina			Sorta (A)
	2007.	2008.	2009.	
<b>Sorta × Godina (A × B)</b>				
'Gala Must'	66,97 ± 0,17	47,23 ± 0,46	52,95 ± 1,95	55,72 ± 0,86 a
'Red Elstar'	69,54 ± 1,25	35,36 ± 0,29	50,30 ± 1,20	51,73 ± 0,91 b
'Rajka'	70,60 ± 1,96	38,39 ± 0,52	54,61 ± 1,21	54,53 ± 1,23 ab
'Topaz'	66,18 ± 0,70	24,14 ± 0,34	41,70 ± 0,73	44,00 ± 0,59 c
<b>Godina (B)</b>	68,32 ± 1,02 a	36,28 ± 0,40 c	49,8 ± 1,27 b	
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>		**		
<b>B</b>		**		
<b>A × B</b>		nz		

### **5.1.2.2. Kvantitativna efikasnost rasta polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača**

Nakon klijanja na žigu (Sl. 3a), polenove cevčice nastavljaju da rastu kroz tzv. provodno tkivo u centralnom delu stubića koje se pruža čitavom njegovom dužinom. Ovo tkivo je najčešće levkastog oblika (u vidu kanala) sa širim krajem ka vrhu odnosno ka žigu tučka, dok se idući ka bazi stubić sužava (Sl. 3b). Polenove cevčice prodiru kroz stubić do njegove baze, odnosno dalje u plodnik u tzv. zbijenom ili vezanom obliku. Pre prodora u mikropilu ovule, polenove cevčice u lokuli plodnika prelaze preko obturatora. Sam prodor polenove cevčice u ovulu, može se zapaziti u mikropili, vrhu nucelusa, a ređe u embrionovoj kesici.



*Sl. 3. Klijala polenova zrna na žigu tučka (a) i porast polenovih cevčica u tkivu stubića (b)*

Ispitivanje kvantitativne efikasnosti rasta polenovih cevčica vršeno je analizom sledećih parametara:

- prosečnog broja polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića (gornja trećina, srednja trećina i baza) koji je utvrđen za svaku kombinaciju oprašivanja, i
- rasta polenovih cevčica kroz određene regione tučka (gornja, srednja i donja trećina stubića).

Kako smo u ispitivanju i međusobnom ukrštanju, pored kompatibilnih, koristili sorte koje imaju isti *S*-genotip (*S*-alelna konstitucija sorti ‘Gala Must’ i ‘Topaz’ je  $S_2S_5$ , Broothaerts i Nerum, 2003), to smo na osnovu činjenice da je jabuka izrazito stranooplodna vrsta voćaka, a u cilju objektivnog poređenja dobijenih rezultata, sve realizovane kombinacije ukrštanja podelili u dve grupe:

- grupa kompatibilnih kombinacija ukrštanja, i
- grupa inkompatibilnih kombinacija – u koju pored samooprašivanja ispitivanih sorti, spadaju i kombinacije ukrštanja sorti identične *S*-alelne konstitucije (‘Gala Must’ × ‘Topaz’ i ‘Topaz’ × ‘Gala Must’).

#### **5.1.2.2.1. Grupa kompatibilnih kombinacija ukrštanja**

##### **5.1.2.2.1.1. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača**

Kod svih ispitivanih kombinacija oprašivanja (kombinacije svih sorti sa svim oprašivačima), zapaža se drastično smanjenje prosečnog broja prodrlih polenovih cevčica od gornje trećine do baze stubića. Navedeno smanjenje broja polenovih cevčica u bazi stubića se, u zavisnosti od kombinacije oprašivanja, kreće od 8 do 12, a u pojedinim kombinacijama i više od 20 puta, u odnosu na njihov broj u gornjoj trećini stubića.

##### **5.1.2.2.1.1.1. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Gala Must’**

Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka sorte ‘Gala Must’ prikazan je u Tab. 7.

U srednjoj trećini i bazi stubića tučka sorte ‘Gala Must’, broj polenovih cevčica je bio uslovljen sortom oprašivačem, odnosno kombinacijom oprašivanja, gde je

zabeležen i značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja/godina, dok je broj polenovih cevčica u svim regionima stubića tučka bio uslovljen godinom ispitivanja.

*Gornja trećina stubića.* Najveća brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića sorte ‘Gala Mast’ ostvaren je sa sortom ‘Rajka’ (61,03) (Sl. 4a), a najmanji sa sortom ‘Red Elstar’ (51,86) (Sl. 4b). Razlike između kombinacija ukrštanja nisu statistički značajne.

Po godinama ispitivanja, najmanji broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića je utvrđen u 2008. godini (29,92), dok je najveći utvrđen u 2007. godini (88,84). Razlike između svih godina ispitivanja statistički su značajne.

*Tab. 7. Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka sorte ‘Gala Must’ u zavisnosti od oprašivača*

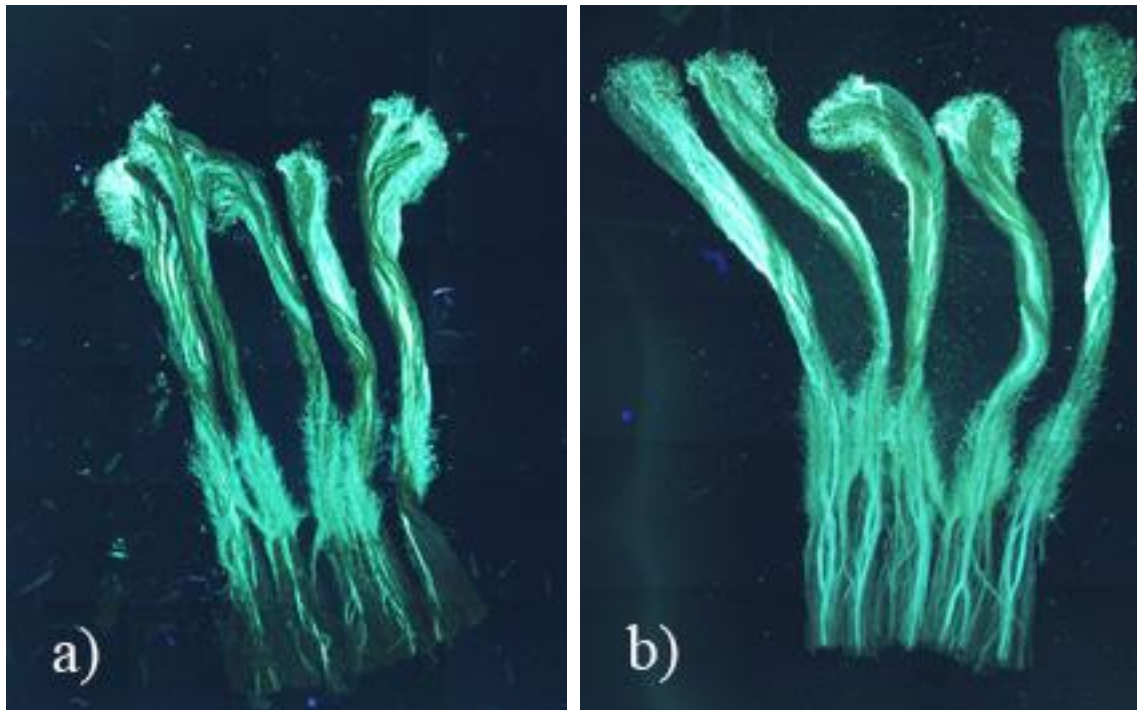
Parametar	Broj polenovih cevčica u stubiću			
	Gornja trećina	Srednja trećina	Baza	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	51,86 ± 1,68	14,19 ± 0,17 b	5,22 ± 0,13 a	
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	61,03 ± 2,26	19,06 ± 0,34 a	4,44 ± 0,26 b	
‘Gala Must’ O.P.	58,11 ± 4,24	5,37 ± 1,07 c	1,97 ± 0,06 c	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	88,84 ± 2,09 a	18,54 ± 0,63 a	5,88 ± 0,27 a	
2008.	29,91 ± 3,31 c	7,15 ± 0,44 c	1,42 ± 0,10 c	
2009.	52,24 ± 2,77 b	12,93 ± 0,52 b	4,33 ± 0,09 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	2007.	85,13 ± 2,67	16,63 ± 0,14 b	7,53 ± 0,19 a
	2008.	21,67 ± 0,53	10,37 ± 0,16 d	2,03 ± 0,16 g
	2009.	48,77 ± 1,83	15,57 ± 0,20 c	6,10 ± 0,03 b
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	2007.	86,23 ± 2,55	29,90 ± 0,60 a	5,87 ± 0,46 c
	2008.	42,37 ± 1,11	10,49 ± 0,02 d	2,23 ± 0,13 f
	2009.	54,50 ± 3,12	16,80 ± 0,40 b	5,23 ± 0,19 d
‘Gala Must’ O.P.	2007.	95,17 ± 1,05	9,10 ± 1,14 e	4,23 ± 0,15 e
	2008.	25,70 ± 8,30	0,58 ± 1,14 g	0,00 ± 0,00 i
	2009.	53,47 ± 3,36	6,43 ± 0,95 f	1,67 ± 0,05 h
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	nz	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	**	**	

*Srednja trećina stubića.* Najmanji broj polenovih cevčica kod sorte ‘Gala Must’ u srednjoj trećini stubića je utvrđen u kombinaciji slobodnog oprašivanja (5,37), dok je

najveći ostvaren sa sortom 'Rajka', kao oprašivačem (19,06). Razlike između kombinacija oprašivanja statistički su značajne.

Brojnost polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića se statistički značajno razlikovala i između godina ispitivanja. Najmanji broj polenovih cevčica je utvrđen u drugoj (7,15), a najviše u prvoj godini istraživanja (18,54).

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanja brojnost polenovih cevčica sorte 'Gala Must' u ovom regionu stubića utvrđena je u 2008. godini kod kombinacije slobodnog oprašivanja (0,58), dok je najveća ostvarena sa sortom 'Rajka' u 2007. godini (29,90).



*Sl. 4. Polenove cevčice u stubiću tučka sorte 'Gala Must' u zavisnosti od oprašivača:*

*a) 'Rajka'; b) 'Red Elstar'*

*Baza stubića.* Brojnost polenovih cevčica sorte 'Gala Must' u bazi stubića kretala se od 1,97 (kombinacija slobodnog oprašivanja) do 4,44 (kombinacija 'Gala Must' × 'Rajka'). Razlike između kombinacija oprašivanja statistički su značajne.

Najmanji broj polenovih cevčica u bazi stubića utvrđen je u drugoj godini (1,42), a najveći u prvoj godini ispitivanja (5,88). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica u bazi stubića su utvrđene po godinama ispitivanja.



Posmatrajući interakcijski efekat – kombinacija ukrštanja/godina, kod sorte ‘Gala Must’ u 2008. godini u varijanti slobodnog oprašivanja nije uočena ni jedna polenova cevčica u bazi stubića (0,00), dok je najveći broj polenovih cevčica ostvaren u 2007. godini sa sortom ‘Red Elstar’, kao oprašivačem (7,53).

#### **5.1.2.2.1.1.2. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte ‘Red Elstar’**

Analizom varijanse ustanovljeno je da je broj polenovih cevčica u svim regionima stubića tučka sorte ‘Red Elstar’ uslovljen sortom oprašivačem, odnosno kombinacijom ukrštanja, godinom ispitivanja, kao i interakcijskim efektom kombinacije ukrštanja i godine (Tab. 8).

*Gornja trećina stubića.* Najmanji broj polenovih cevčica sorte ‘Red Elstar’ u gornjoj trećini stubića ostvaren je sa sortom ‘Rajka’ (56,64), a najveći u kombinacijama ‘Red Elstar’ × ‘Gala Must’ (82,98) i ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’ (80,08), između kojih nije bilo statistički značajne razlike. Između ostalih kombinacija ukrštanja su utvrđene statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića.

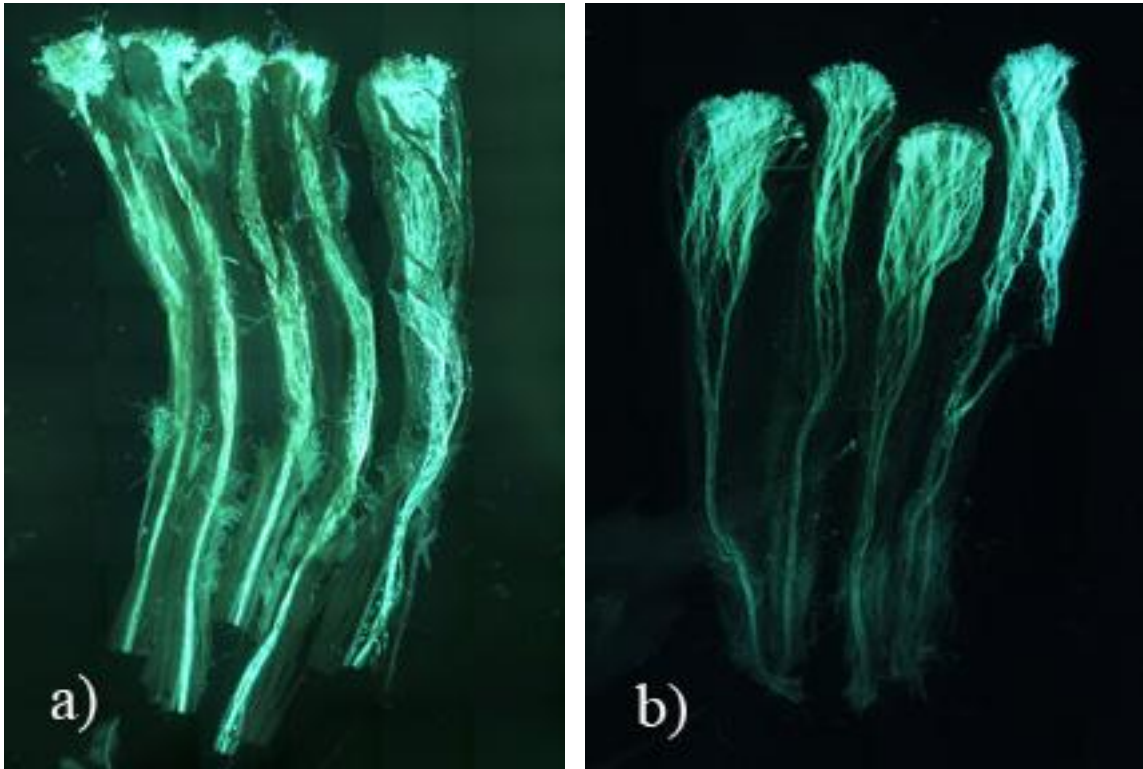
Po godinama ispitivanja, najmanja brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića utvrđena je u 2008. godini (59,48), dok je najveća u 2007. godini (87,23). Razlike u broju polenovih cevčica između godina ispitivanja su statistički značajne.

U interakcijskom efektu kombinacije ukrštanja i godine, najmanji broj polenovih cevčica u ovom regionu stubića sorte ‘Red Elstar’ utvrđen je u 2008. godini sa sortom ‘Rajka’ (44,87), a najveći u 2007. godini sa sortom ‘Gala Must’ kao oprašivačem (104,50).

*Srednja trećina stubića.* Broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića sorte ‘Red Elstar’ kretao se od 12,38 (kombinacija slobodnog oprašivanja – Sl. 5b) do 22,70 (kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Gala Must’ – Sl. 5a). Statistički značajna razlika u broju polenovih cevčica nije utvrđena između kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Rajka’ i ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’, dok je između svih drugih kombinacija razlika značajna.

Brojnost polenovih cevčica sorte ‘Red Elstar’ je pokazala najmanju vrednost u 2008. godini (12,67), a najveću u 2007. godini (22,72). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica su utvrđene po godinama ispitivanja.

U trogodišnjem periodu najmanji broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića sorte 'Red Elstar' utvrđen je 2008. godine u kombinaciji slobodnog oprašivanja (10,27), a najveći u 2007. godini sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem (30,97).



*Sl. 5. Polenove cevčice u stubiću tučka sorte 'Red Elstar' u zavisnosti od oprašivača:*

*a) 'Gala Must'; b) slobodno oprašivanje*

*Baza stubića.* U bazi stubića sorte 'Red Elstar' najmanja brojnost polenovih cevčica utvrđena je u kombinaciji slobodnog oprašivanja (3,21), a najveća sa sortom 'Topaz' (6,73). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica su utvrđene između svih kombinacija ukrštanja.

Najmanji broj polenovih cvečica u bazi stubića sorte 'Red Elstar' utvrđen je u 2008. godini (3,11), dok je najveći u 2007. godini (7,38). Između godina ispitivanja razlike u broju polenovih cevčica su statistički značajne.

Posmatrajući interakcijski efekat – kombinacija ukrštanja/godina, utvrđeno je da je brojnost polenovih cevčica u bazi stubića sorte 'Red Elstar' bila najmanja u kombinaciji slobodnog oprašivanja u drugoj i trećoj godini ispitivanja (1,33, odnosno 2,33), a najveća sa sortom 'Topaz' u prvoj godini istraživanja (10,00).

Tab. 8. Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka sorte 'Red Elstar' u zavisnosti od oprašivača

Parametar	Broj polenovih cevčica u stubiću			
	Gornja trećina	Srednja trećina	Baza	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Red Elstar' × 'Gala Must'	82,98 ± 1,15 a	22,70 ± 0,41 a	6,10 ± 0,15 b	
'Red Elstar' × 'Rajka'	56,64 ± 1,16 c	17,90 ± 0,47 b	4,42 ± 0,11 c	
'Red Elstar' × 'Topaz'	80,08 ± 0,96 a	18,92 ± 0,62 b	6,73 ± 0,24 a	
'Red Elstar' O.P.	76,54 ± 1,28 b	12,38 ± 0,46 c	3,21 ± 0,09 d	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	87,23 ± 1,02 a	22,72 ± 0,77 a	7,38 ± 0,26 a	
2008.	59,48 ± 1,19 c	12,67 ± 0,33 c	3,11 ± 0,09 c	
2009.	75,47 ± 1,20 b	18,54 ± 0,36 b	4,87 ± 0,09 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	104,50 ± 1,35 a	30,97 ± 0,36 a	7,60 ± 0,33 b
	2008.	60,40 ± 1,24 d	11,77 ± 0,38 fg	3,90 ± 0,06 d
	2009.	84,03 ± 0,86 b	25,37 ± 0,49 b	6,80 ± 0,05 c
'Red Elstar' × 'Rajka'	2007.	65,50 ± 0,75 d	19,77 ± 0,71 c	5,93 ± 0,18 c
	2008.	44,87 ± 1,09 e	15,47 ± 0,28 de	3,63 ± 0,09 d
	2009.	59,57 ± 1,63 d	18,47 ± 0,41 cd	3,70 ± 0,05 d
'Red Elstar' × 'Topaz'	2007.	89,77 ± 1,43 b	25,13 ± 1,25 b	10,00 ± 0,41 a
	2008.	66,57 ± 0,96 d	13,17 ± 0,34 efg	3,57 ± 0,15 d
	2009.	83,90 ± 0,50 b	18,47 ± 0,27 cd	6,63 ± 0,17 c
'Red Elstar' O.P.	2007.	89,17 ± 0,56 b	15,00 ± 0,78 ef	5,97 ± 0,12 c
	2008.	66,10 ± 1,46 d	10,27 ± 0,33 g	1,33 ± 0,06 e
	2009.	74,37 ± 1,81 c	11,87 ± 0,27 fg	2,33 ± 0,08 e
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	*	**	**	

#### 5.1.2.2.1.1.3. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte 'Rajka'

Statističkom analizom je ustanovljeno da postoji značajan uticaj sorte oprašivača, godine ispitivanja i interakcijskog efekta – kombinacija ukrštanja/godina na broj polenovih cevčica u svim regionima stubića tučka sorte 'Rajka' (Tab. 9).

*Gornja trećina stubića.* Najmanji broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića sorte 'Rajka' ostvaren je sa sortom 'Red Elstar' (63,59), dok je najveći sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (94,12). U ovom regionu stubića su utvrđene statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica između kombinacija ukrštanja.

Sorta ‘Rajka’ je u 2008. godini imala najmanju brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića (59,99), dok je najveću vrednost imala u 2007. godini (103,43). Utvrđene su statistički značajne razlike između godina ispitivanja.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanji broj polenovih cevčica u ovom regionu je utvrđen sa sortom ‘Gala Must’ u 2008. godini (32,93), dok je najveća brojnost polenovih cevčica zabeležena sa istom sortom u 2007. godini (120,00).

*Tab. 9. Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka sorte ‘Rajka’ u zavisnosti od oprašivača*

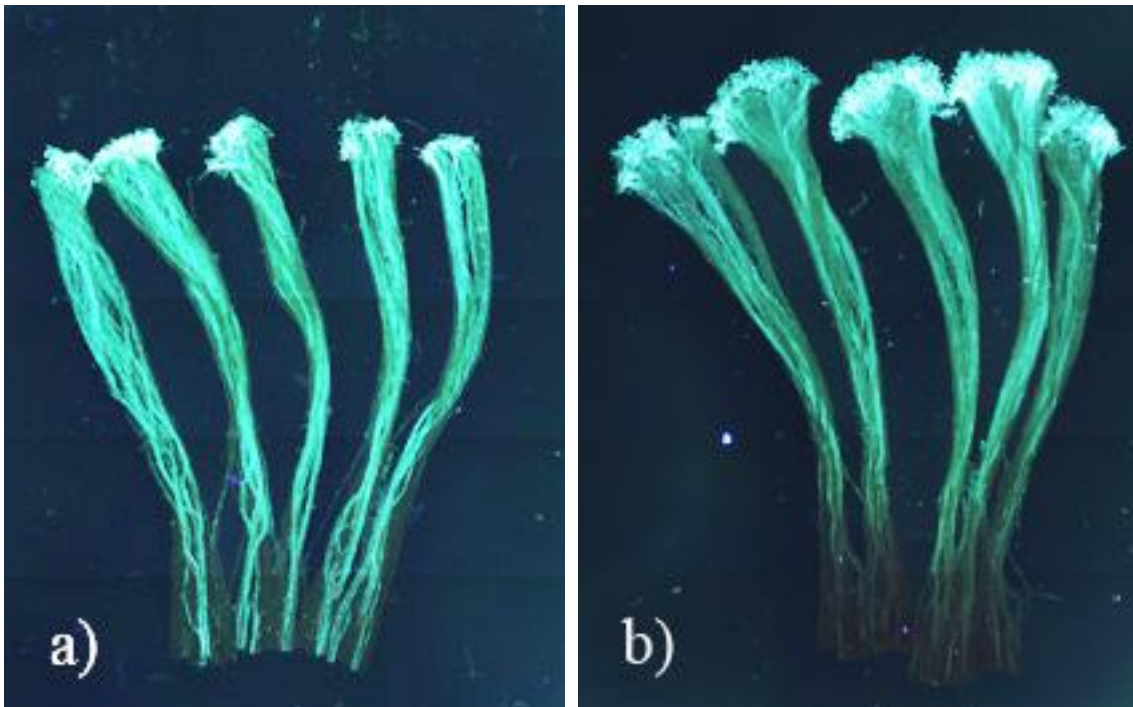
Parametar	Broj polenovih cevčica u stubiću			
	Gornja trećina	Srednja trećina	Baza	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
‘Rajka’ × ‘Gala Must’	72,98 ± 0,90 c	17,64 ± 0,19 b	6,46 ± 0,25 b	
‘Rajka’ × ‘Red Elstar’	63,59 ± 0,69 d	14,40 ± 0,43 c	7,59 ± 0,17 a	
‘Rajka’ × ‘Topaz’	94,12 ± 0,67 a	20,50 ± 0,42 a	7,91 ± 0,23 a	
‘Rajka’ O.P.	82,04 ± 1,24 b	10,92 ± 0,28 d	4,36 ± 0,12 c	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	103,43 ± 0,70 a	24,40 ± 0,42 a	10,76 ± 0,29 a	
2008.	59,99 ± 1,00 c	8,61 ± 0,26 c	2,24 ± 0,06 c	
2009.	71,13 ± 0,94 b	14,59 ± 0,30 b	6,73 ± 0,22 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
‘Rajka’ × ‘Gala Must’	2007.	120,00 ± 0,60 a	29,80 ± 0,41 a	13,03 ± 0,59 a
	2008.	32,93 ± 1,55 h	2,30 ± 0,09 k	0,00 ± 0,00 g
	2009.	66,00 ± 0,56 ef	20,83 ± 0,06 d	6,33 ± 0,15 cd
‘Rajka’ × ‘Red Elstar’	2007.	75,33 ± 0,31 d	23,77 ± 0,67 b	13,67 ± 0,15 a
	2008.	55,47 ± 1,21 g	8,80 ± 0,26 g	1,87 ± 0,06 f
	2009.	59,97 ± 0,57 fg	10,63 ± 0,36 f	7,23 ± 0,29 c
‘Rajka’ × ‘Topaz’	2007.	109,47 ± 0,72 b	22,90 ± 0,38 c	9,43 ± 0,33 b
	2008.	85,50 ± 0,39 c	18,50 ± 0,37 e	5,10 ± 0,08 e
	2009.	87,40 ± 0,91 c	20,10 ± 0,51 de	9,20 ± 0,28 b
‘Rajka’ O.P.	2007.	108,90 ± 1,17 b	21,13 ± 0,23 cd	6,90 ± 0,11 c
	2008.	66,07 ± 0,84 ef	4,83 ± 0,33 i	2,00 ± 0,09 f
	2009.	71,17 ± 1,71 e	6,80 ± 0,28 h	4,17 ± 0,15 e
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	**	

*Srednja trećina stubića.* U srednjoj trećini stubića sorte 'Rajka' najmanji broj polenovih cevčica je utvrđen u kombinaciji slobodnog oprašivanja (10,92), dok je najveći od 20,50 kod kombinacije 'Rajka' × 'Topaz'. U ovom regionu stubića razlike u broju polenovih cevčica između kombinacija ukrštanja su statistički značajne

Brojnost polenovih cevčica sorte 'Rajka' u srednjoj trećini stubića se statistički značajno razlikovala i između godina ispitivanja. Najmanja brojnost polenovih cevčica ostvarena je u 2008. godini (8,61), a najveća u 2007. godini (24,40).

Sorta 'Rajka' je u kombinaciji sa sortom 'Gala Must', kao oprašivačem, u 2008. godini imala 2,30 polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića, dok je najveći broj polenovih cevčica od 29,80 zabeležen u istoj kombinaciji ukrštanja u 2007. godini.

*Baza stubića.* Brojnost polenovih cevčica u bazi stubića sorte 'Rajka' se kretala od 4,36 – kombinacija slobodnog oprašivanja (Sl. 6b), do 7,91 – kombinacija 'Rajka' × 'Topaz' (Sl. 6a), odnosno 7,59 – kombinacija 'Rajka' × 'Red Elstar'. Statistički značajna razlika u broju polenovih cevčica nije utvrđena između kombinacija 'Rajka' × 'Topaz' i 'Rajka' × 'Red Elstar', dok je kod svih drugih kombinacija razlika značajna.



*Sl. 6. Polenove cevčice u stubiću tučka sorte 'Rajka' u zavisnosti od oprašivača:*

*a) 'Topaz'; b) slobodno oprašivanje*

Broj polenovih cevčica sorte 'Rajka' u bazi stubića se statistički značajno razlikuje i između godina ispitivanja. Najmanja brojnost polenovih cevčica utvrđena je u drugoj godini (2,24), a najveća u prvoj godini ispitivanja (10,76).

U interakcijskom efektu kombinacije ukrštanja i godine kod sorte 'Rajka', u 2008. godini nije uočena ni jedna polenova cevčica (0,00) u bazi stubića u kombinaciji sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem, dok je najveći broj polenovih cevčica od 13,67 utvrđen u 2007. godini kod kombinacije 'Rajka' × 'Red Elstar'.

#### **5.1.2.2.1.1.4. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću sorte 'Topaz'**

Analizom varijanse u pogledu broja polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića sorte 'Topaz' utvrđeno je da postoji značajan uticaj kombinacije ukrštanja, godine ispitivanja i interakcijskog efekta (kombinacija ukrštanja/godina) na broj polenovih cevčica u svim regionima stubića tučka ove sorte (Tab. 10).

*Gornja trećina stubića.* Sorta 'Topaz' je imala najmanji broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića sa sortom 'Red Elstar' kao oprašivačem (62,74), što je statistički značajno manje u odnosu na kombinaciju sa sortom 'Rajka' (86,91) i kombinaciju slobodnog oprašivanja (86,21). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica nisu utvrđene između kombinacija 'Topaz' × 'Rajka' i 'Topaz' O.P.

Po godinama ispitivanja, najmanji broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića od 56,21 utvrđen je u 2008. godini, dok je najveći broj od 106,18 utvrđen u 2007. godini. Razlike u broju polenovih cevčica između svih godina ispitivanja su statistički značajne.

U svim realizovanim kombinacijama ukrštanja po godinama ispitivanja (interakcijski efekat), najmanja brojnost polenovih cevčica sorte 'Topaz' u gornjoj trećini stubića utvrđena je u 2008. godini sa sortom 'Red Elstar' (34,23), dok je najveća vrednost od 122,73 utvrđena u 2007. godini kod kombinacije 'Topaz' × 'Rajka'.

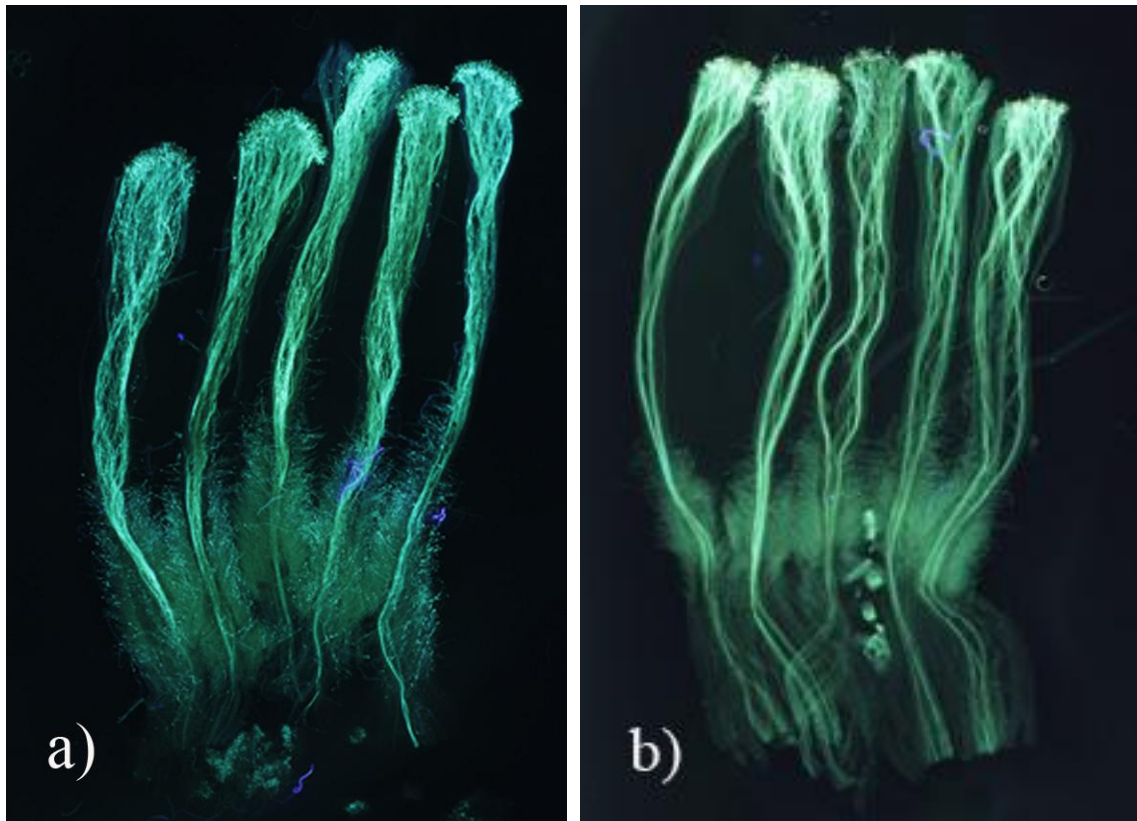
*Srednja trećina stubića.* U srednjoj trećini stubića sorte 'Topaz' utvrđen je najmanji broj polenovih cevčica sa sortom 'Rajka' (17,18), dok je najveći broj utvrđen u kombinaciji slobodnog oprašivanja (28,63). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica su utvrđene između svih kombinacija ukrštanja.

Brojnost polenovih cevčica sorte ‘Topaz’ u srednjoj trećini stubića se statistički značajno razlikovala i između godina ispitivanja. Najmanja brojnost polenovih cevčica ostvarena je u drugoj godini (16,88), a najveća prvoj godini istraživanja (28,66).

Posmatrajući interakcijski efekat – kombinacija ukrštanja/godina kod sorte ‘Topaz’ u ovom regionu stubića utvrđen je najmanji broj polenovih cevčica u 2008. godini sa sortom ‘Rajka’ (9,13), dok je najveći broj u 2007. godini kod kombinacije ‘Topaz’ × ‘Red Elstar’ (33,87).

*Tab. 10. Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka sorte ‘Topaz’ u zavisnosti od oprašivača*

Parametar	Broj polenovih cevčica u stubiću			
	Gornja trećina	Srednja trećina	Baza	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
‘Topaz’ × ‘Red Elstar’	62,74 ± 1,83 b	23,37 ± 1,53 b	3,03 ± 0,14 c	
‘Topaz’ × ‘Rajka’	86,91 ± 1,55 a	17,18 ± 12,12 c	3,53 ± 0,25 b	
‘Topaz’ O.P.	86,21 ± 1,76 a	28,63 ± 0,68 a	6,88 ± 0,25 a	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	106,18 ± 1,81a	28,66 ± 1,74 a	7,23 ± 0,35 a	
2008.	56,21 ± 1,46 c	16,88 ± 0,37 c	2,26 ± 0,09 c	
2009.	73,48 ± 1,87 b	23,64 ± 0,99 b	3,96 ± 0,19 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
‘Topaz’ × ‘Red Elstar’	2007.	100,40 ± 2,14 b	33,87 ± 2,20 a	5,33 ± 0,17 d
	2008.	34,23 ± 1,39 i	15,53 ± 0,56 f	0,37 ± 0,08 h
	2009.	53,60 ± 1,96 h	20,70 ± 1,81 e	3,40 ± 0,18 e
‘Topaz’ × ‘Rajka’	2007.	122,73 ± 2,67 a	21,37 ± 1,58 e	8,13 ± 0,43 a
	2008.	63,50 ± 1,26 g	9,13 ± 0,38 g	0,67 ± 0,10 g
	2009.	74,50 ± 0,72 e	21,03 ± 0,73 e	1,80 ± 0,21 f
‘Topaz’ O.P.	2007.	95,40 ± 0,63 c	30,73 ± 1,44 b	8,23 ± 0,46 a
	2008.	70,90 ± 1,73 f	25,97 ± 0,16 d	5,73 ± 0,09 c
	2009.	92,33 ± 2,93 d	29,20 ± 0,43 c	6,67 ± 0,19 b
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	**	*	**	



*Sl. 7. Polenove cevčice u stubiću tučka sorte 'Topaz' u zavisnosti od oprašivača:*

*a) slobodno oprašivanje; b) 'Red Elstar'*

*Baza stubića.* Razlike u broju polenovih cevčica u bazi stubića sorte 'Topaz' su bile statistički značajne, a njihov broj se kretao od 3,03 (kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar' – Sl. 7b) do 6,88 (kombinacija slobodnog oprašivanja – Sl. 7a).

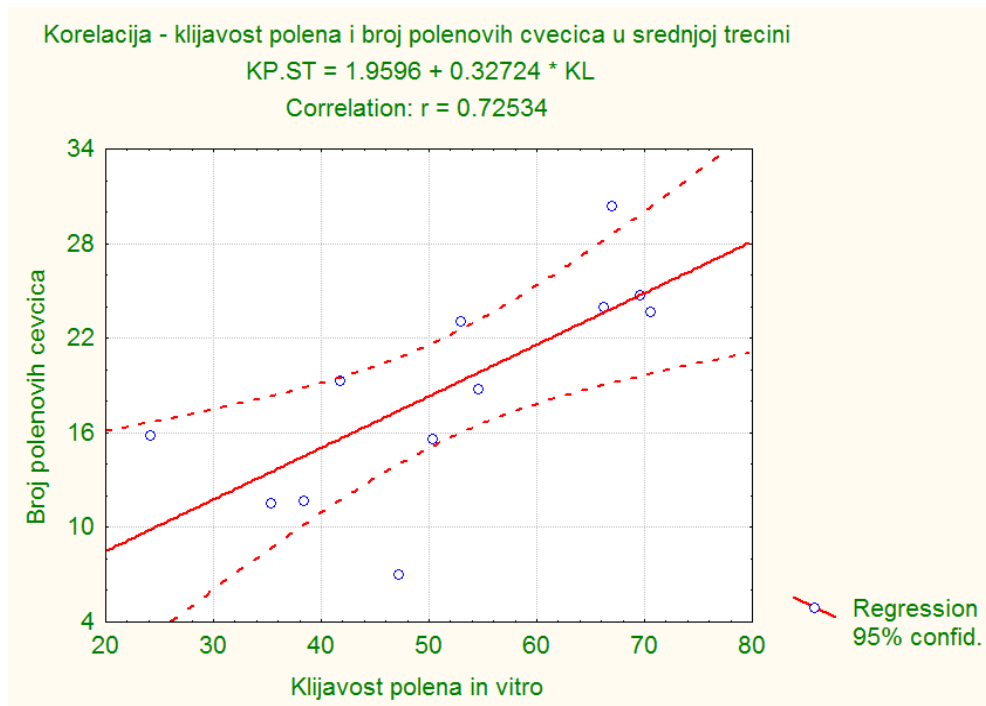
Po godinama ispitivanja razlike u brojnosti polenovih cevčica u ovom regionu stubića sorte 'Topaz' su statistički značajne. Najmanja brojnost polenovih cevčica utvrđena je u 2008. godini (2,26), a najveća u 2007. godini (7,23).

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je najmanji broj polenovih cevčica u bazi stubića sorte 'Topaz' ostvaren u 2008. godini sa sortom 'Red Elstar' (0,37), dok je najveći broj od 8,13 utvrđen u 2007. godini kod kombinacije 'Topaz' × 'Rajka'.



**Korelacija između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u stubiću**

Izračunavanjem korelacije između klijavosti polena *in vitro* svih ispitivanih sorti i broja polenovih cevčica u stubiću kod svih kompatibilnih kombinacija oprašivanja ustanovljen je visok koeficijent linearne korelacije između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u svim regionima stubića. Najveći koeficijent korelacije ( $r^2 = 0,72$ ) ustanovljen je između klijavosti polena i broja polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića (Graf. 4). Nešto manji koeficijent linearne korelacije dobijen je između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u bazi stubića ( $r^2 = 0,68$ ), dok je koeficijent linearne korelacije  $r^2 = 0,62$  dobijen između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića.

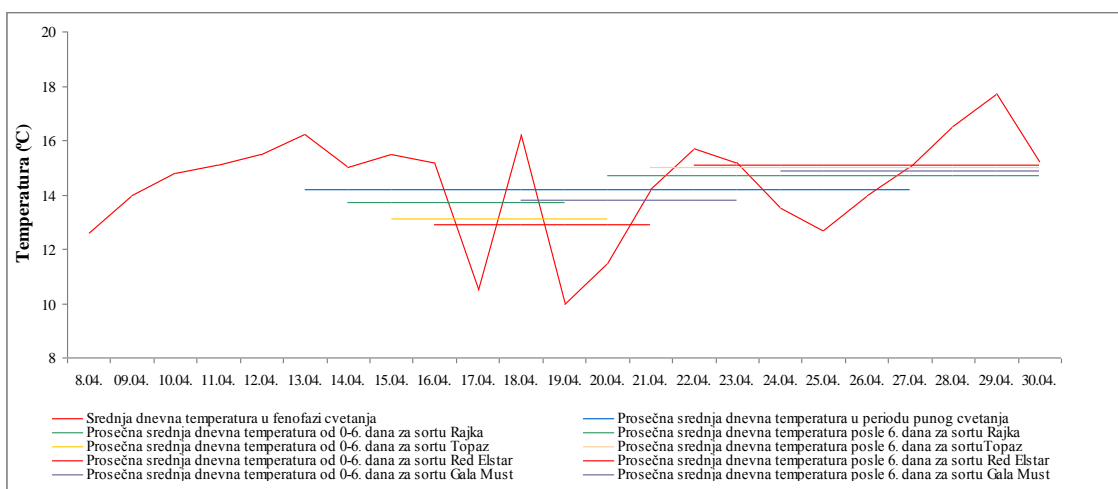


Graf. 4. Koeficijent linearne korelacije između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

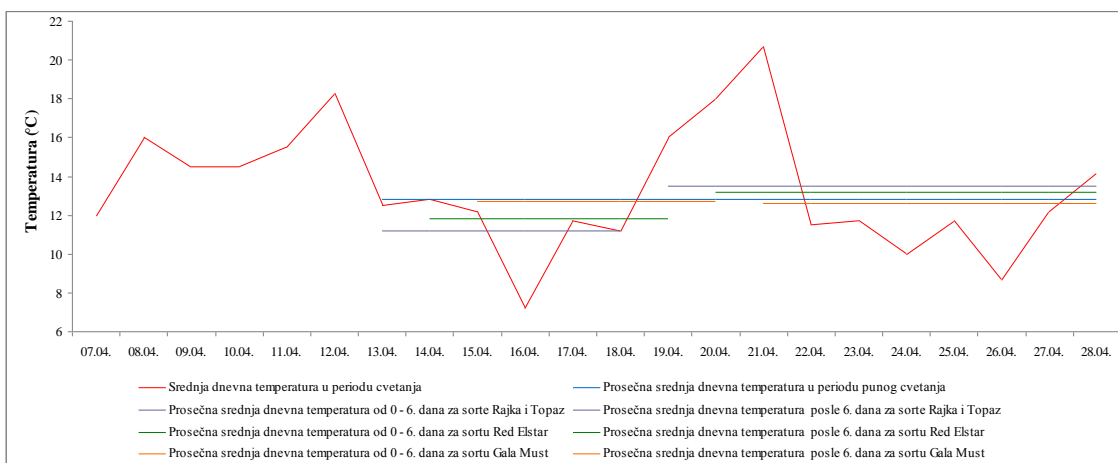
### 5.1.2.2.1.2. Rast polenovih cevčica u tučku u zavisnosti od oprašivača

Procenat tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u određeni region stubića ispitivan je nakon 144 h od oprašivanja. Istraživanjima su obuhvaćene sve kombinacije oprašivanja u sve tri godine ispitivanja.

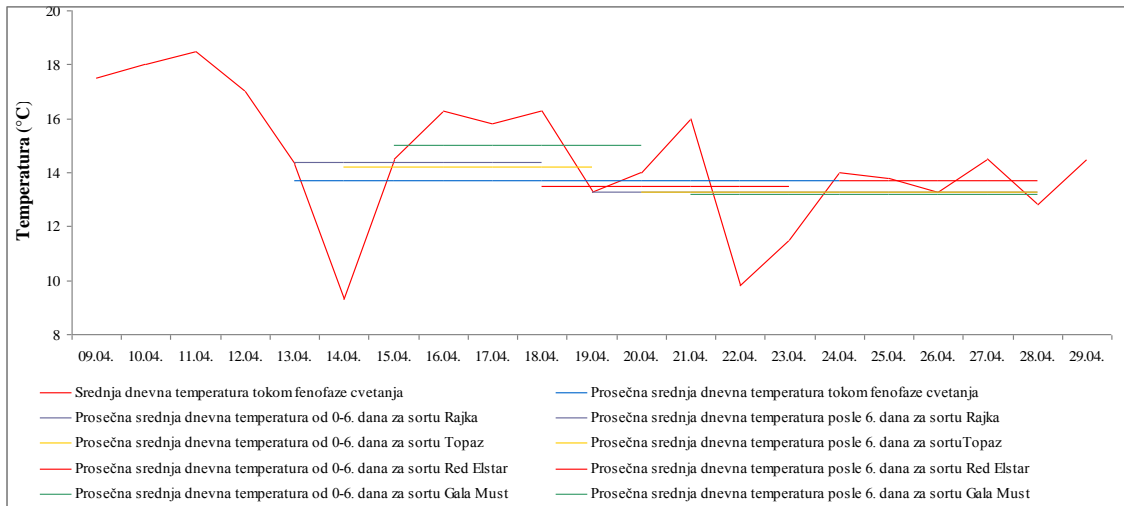
Vrednosti prosečnih srednjih dnevnih temperatura vazduha u periodu od nultog (dana oprašivanja), do šestog dana (kada je vršeno fiksiranje tučkova), kao i posle šestog dana, po godinama ispitivanja prikazane su u Graf. 5, 6 i 7.



Graf. 5. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja u 2007. godini



Graf. 6. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja u 2008. godini



*Graf. 7. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja u 2009. godini*

Prosečna srednja dnevna temperatura u periodu punog cvetanja, i to od nastupanja punog cvetanja najranocvetnije sorte, do početka precvetavanja napoznocvetnije sorte, u 2007. godini iznosila je 14,2°C. U 2008. godini vrednost temperature vazduha u navedenom periodu bila je za 1,4°C niža u odnosu na prethodnu godinu (12,8°C), dok je ta vrednost u 2009. godini bila između vrednosti prethodnih godina (13,7°C).

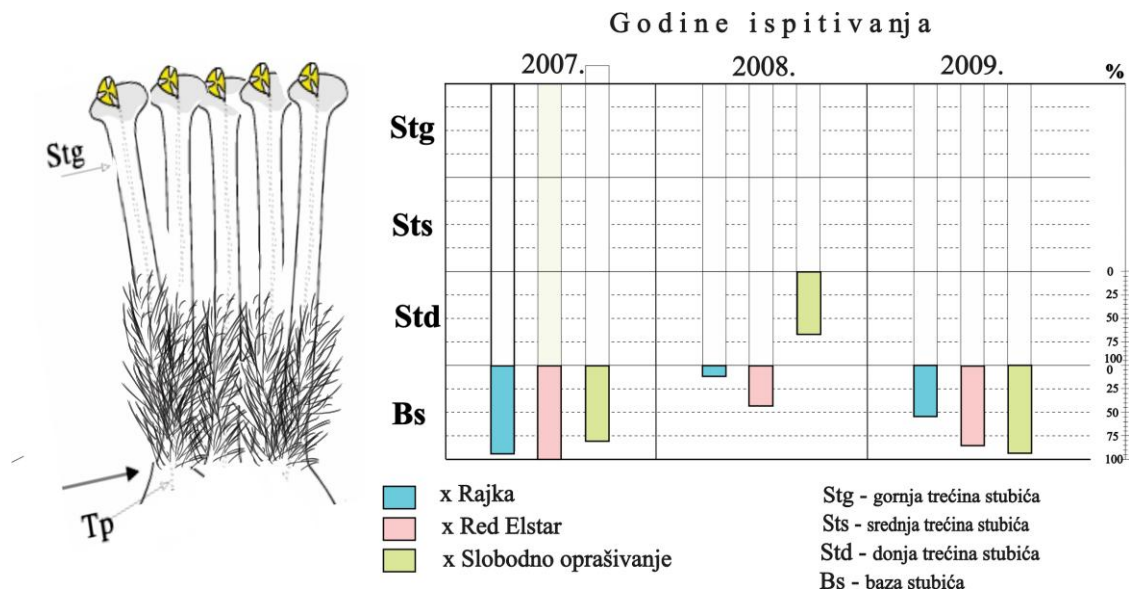
#### **5.1.2.2.1.2.1. Rast polenovih cevčica sorte ‘Gala Must’**

U pogledu procenta tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u pojedine regione stubića sorte ‘Gala Must’, utvrđeno je da je najefikasnija kombinacija sa sortom ‘Red Elstar’ zatim kombinacija sa sortom ‘Rajka’, i na kraju kombinacija slobodnog oprašivanja (Graf. 8).

U kombinaciji ‘Gala Must’ × ‘Rajka’, najbolji rezultati su postignuti u 2007. godini gde je u visokom procentu (96%) utvrđen prodor polenovih cevčica u bazu stubića šest dana nakon oprašivanja. U 2008. godini u 9% tučkova u bazi stubića sorte ‘Gala Must’ je konstatovan prodor polenovih cevčica, dok je u 2009. godini zabeležen prodor polenovih cevčica u bazu stubića kod 56% tučkova.

U kombinaciji ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’, prve godine ispitivanja u svim pregledanim tučkovima konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića. U

drugoj godini, u istoj zoni cevčice su pronađene u 44,4% tučkova, a u trećoj u 88% tučkova.



Graf. 8. Rast polenovih cevčica sorte 'Gala Must' u zavisnosti od oprašivača

U varijanti slobodnog oprašivanja sorte 'Gala Must', u prvoj godini ispitivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića u 80% tučkova. U drugoj godini nije zabeležen prodor polenovih cevčica u bazu stubića, dok su u 70% tučkova polenove cevčice prodrle u donji deo stubića. U trećoj godini prodor polenovih cevčica u bazu stubića konstatovan je u 96% pregledanih tučkova.

Posmatrano po godinama ispitivanja, najbolji rast polenovih cevčica konstatovan je u 2009. godini, dok je najslabiji utvrđen u 2008. godini.

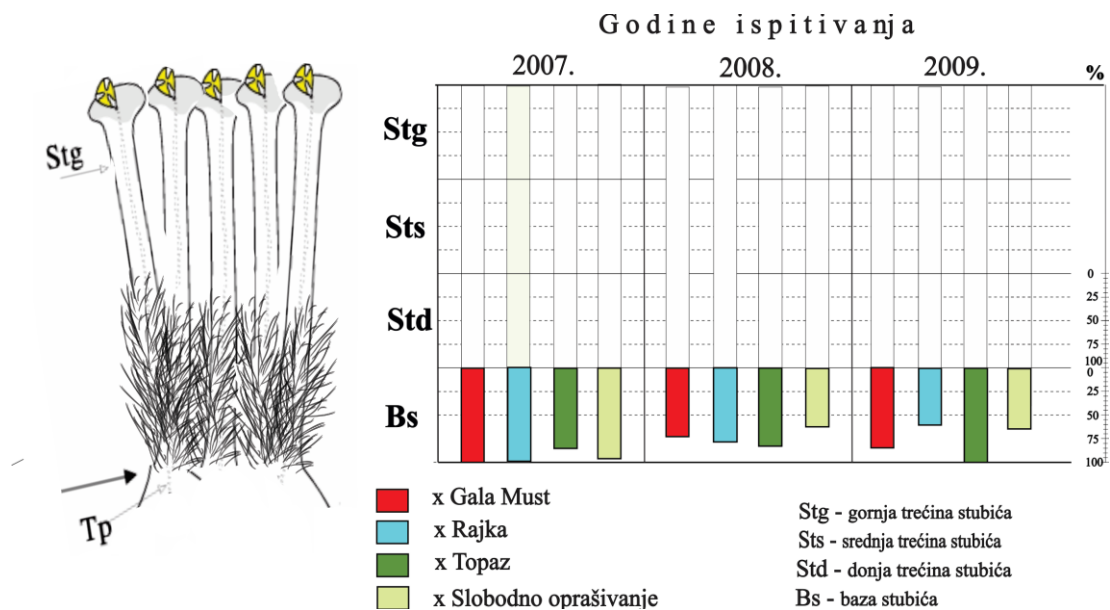
Prosečna srednja dnevna temperatura u periodu od momenta oprašivanja (0. dana) do momenta fiksiranja (6. dana) u 2007. godini iznosila je 13,8°C, dok je u periodu nakon fiksiranja tučkova (144 h nakon oprašivanja) iznosila 14,9°C (Graf. 5). U 2008. godini prosečna srednja dnevna temperatura prvih šest dana nakon oprašivanja bila je za 1,1°C niža (Graf. 6) u odnosu na prethodnu godinu (12,7°C), dok je u periodu nakon 144 h od oprašivanja prosečna temperatura iznosila 12,6°C. U 2009. godini u navedenim periodima temperature su iznosile 15°C i 13,2°C (Graf. 7).

### 5.1.2.2.1.2.2. Rast polenovih cevčica sorte 'Red Elstar'

Na osnovu stepena rasta polenovih cevčica i njihove brojnosti u pojedinim regionima stubića, kao najbolji oprašivač sorte 'Red Elstar' pokazala se sorta 'Topaz' (Graf. 9). Dobar oprašivač ove sorte je i sorta 'Gala Must'. Zadovoljavajući prodor polenovih cevčica ostvaren je i u kombinaciji sa sortom 'Rajka', dok je najslabiji utvrđen u varijanti slobodnog oprašivanja.

Sorta 'Red Elstar' je najbolje rezultate u pogledu procenta tučkova sa najboljim stepenom rasta polenovih cevčica šestog dana od dana oprašivanja postigla sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem. U 2007. godini konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića u 88% tučkova, u 2008. godini taj prodor je zabeležen u 83,3%, dok je poslednje godine ispitivanja u svim pregledanim tučkovima (100%) zabeleženo prisustvo polenovih cevčica u bazi stubića.

U kombinaciji sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem, u svim godinama ispitivanja je zabeleženo prisustvo polenovih cevčica u regionu baze stubića sorte 'Red Elstar'. Po godinama ispitivanja, procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u bazu stubića je sledeći: 100% tučkova u prvoj godini, 72% tučkova u drugoj i u 88% tučkova u trećoj godini ispitivanja.



Graf. 9. Rast polenovih cevčica sorte 'Red Elstar' u zavisnosti od oprašivača

Ispitivanjima kombinacije 'Red Elstar' × 'Rajka' u 2007. godini je kod svih tučkova konstatovan prodor polenovih cevčica u region baze stubića, u 2008. godini u 77,3% tučkova, i najmanje u 2009. godini 59,1%.

U varijanti slobodnog oprašivanja u najmanjem broju tučkova je zabeleženo prisustvo polenovih cevčica u bazi stubića, i to u 95,8%, 59,1% i 65,2% hronološki po godinama ispitivanja.

Kod svih kombinacija ukrštanja, prodor polenovih cevčica u bazu stubića u najvećem procentu tučkova zabeležen je u 2007. godini, zatim u 2009., a najmanji u 2008. godini, što je uslovljeno klimatskim, odnosno prvenstveno temperaturnim uslovima u vreme cvetanja i oprašivanja.

U 2007. godini prosečna srednja dnevna temperatura u periodu od momenta oprašivanja do momenta fiksiranja tučkova (144 h) sorte 'Red Elstar' iznosila je 12,9°C (Graf. 5). U 2008. godini prosečna srednja dnevna temperatura prvih šest dana nakon oprašivanja bila je za 1,1°C niža (Graf. 6) u odnosu na prethodnu godinu (11,8°C). U 2009. godini u periodu neposredno nakon oprašivanja sorte 'Red Elstar' bile su prosečno najviše temperature vazduha, i iznosile su 13,5°C (Graf. 7). Navedene temperaturne razlike u periodu od oprašivanja do momenta fiksiranja tučkova u različitim godinama ispitivanja i pri različitim oprašivačima, uticale su na rast polenovih cevčica sorte 'Red Elstar'.

#### ***5.1.2.2.1.2.3. Rast polenovih cevčica sorte 'Rajka'***

Sorta 'Rajka' je najbolje rezultate u pogledu procenta tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice šestog dana od dana oprašivanja ostvarila u varijanti slobodnog oprašivanja, a zatim sa sortom 'Topaz'. Velike razlike u pogledu ovog parametra po godinama istraživanja zabeležene su kod kombinacije 'Rajka' × 'Red Elstar' i 'Rajka' × 'Gala Must' (Graf. 10).

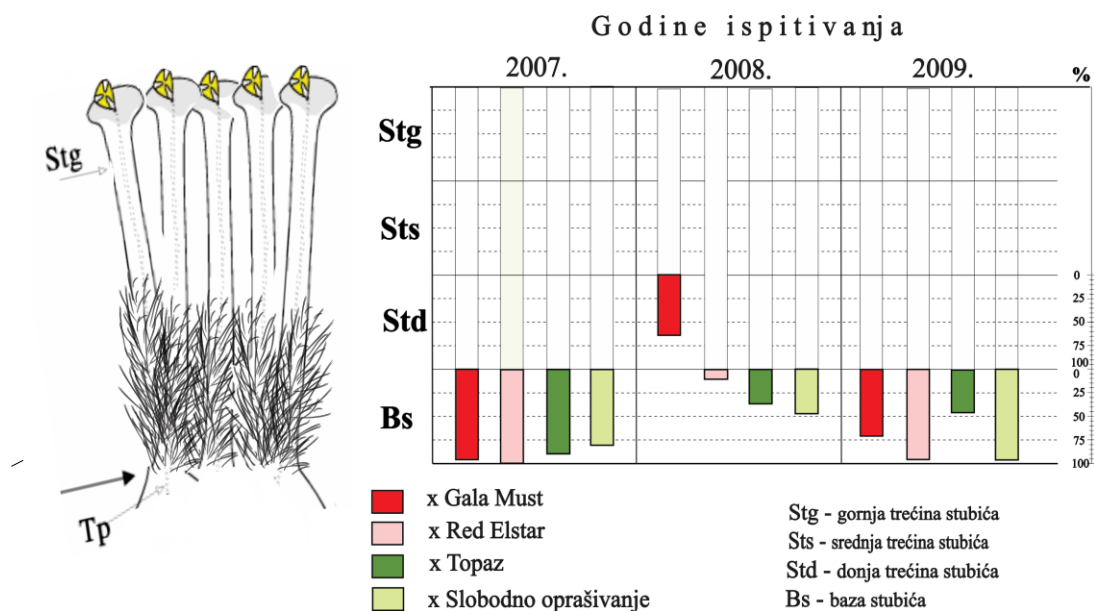
U prvoj godini ispitivanja u kombinaciji 'Rajka' × 'Gala Must' konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića u 96% pregledanih tučkova. U drugoj godini polenovih cevčica u bazi stubića nije bilo, dok su u 66,7% tučkova konstatovane u donjem delu stubića. U trećoj godini istraživanja polenove cevčice su utvrđene u bazi stubića kod 69,2% tučkova.

U kombinaciji ‘Rajka’ × ‘Red Elstar’ utvrđene su polenove cevčice u bazi stubića svih pregledanih tučkova u 2007. godini (100%). U narednoj godini ispitivanja u istom regionu je zabeleženo prisustvo polenovih cevčica u 8% pregledanih tučkova, dok su u trećoj godini ispitivanja u istom regionu polenove cevčice konstatovane u 96% pregledanih tučkova.

Ukrštanjem ‘Rajka’ × ‘Topaz’ u prvoj godini ispitivanja polenove cevčice su zabeležene u regionu baze stubića u 88% tučkova. U drugoj godini ispitivanja u ovom regionu stubića je utvrđeno prisustvo polenovih cevčica u 37,5%, a u trećoj godini u 48% pregledanih tučkova.

U varijanti slobodnog oprašivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića sorte ‘Rajka’ u relativno visokom procentu pregledanih tučkova, i to po godinama ispitivanja u 80%, 45,8% i 96% tučkova.

Najveći procenat tučkova sa najboljim stepenom rasta polenovih cevčica sorte ‘Rajka’ zabeležen je u 2007. godini, dok je najmanji procenat konstatovan u 2008. godini, što je uslovljeno temperaturnim uslovima u toku cvetanja i oprašivanja.



Graf. 10. Rast polenovih cevčica sorte ‘Rajka’ u zavisnosti od oprašivača

Srednja dnevna temperatura vazduha u periodu od momenta oprašivanja sorte ‘Rajka’ (0. dana) do momenta fiksiranja tučkova (6. dana) u 2007. godini iznosila je

13,7°C (Graf. 5). U istom periodu 2008. godine (Graf. 6) temperatura je bila za 2,5°C niža u odnosu na prethodnu godinu (11,2°C), dok je u 2009. godini (Graf. 7) zabeležena prosečno najviša temperatura vazduha (14,4°C). Iskazane temperaturne razlike po godinama ispitivanja ispoljile su uticaoj na rast polenovih cevčica sorte 'Rajka' u zavisnosti od kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača.

#### ***5.1.2.2.1.2.4. Rast polenovih cevčica sorte 'Topaz'***

Posmatrano po kombinacijama ukrštanja, najbolji rast polenovih cevčica zabeležen je kod ukrštanja 'Topaz' × 'Rajka'. Slabiji rezultat u pogledu procenta tučkova sa prodorom polenovih cevčica u bazu stubića sorta 'Topaz' je postigla u varijanti slobodnog oprašivanja, dok je najslabiji rezultat imala u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (Graf. 11).

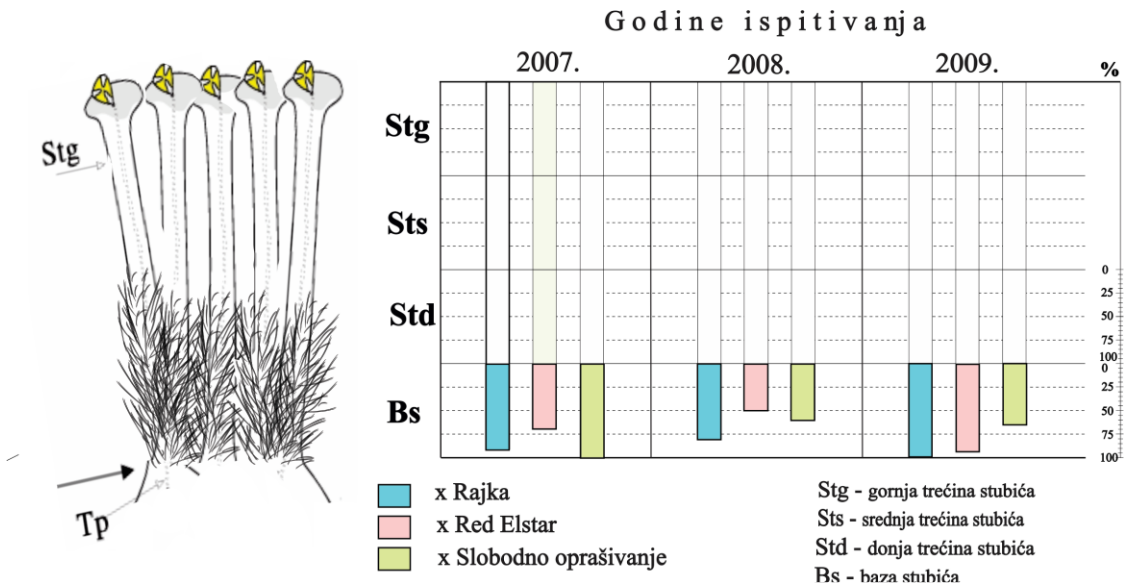
Kod svih kombinacija ukrštanja i svih godina ispitivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića sorte 'Topaz'. U 2007. godini kod kombinacije 'Topaz' × 'Rajka' uočene su polenove cevčice u regionu baze stubića kod 92% pregledanih tučkova, dok su u 2008. godini utvrđene u 77,4% tučkova, a u 2009. godini u svim pregledanim tučkovima (100%).

Ukrštanjem 'Topaz' × 'Red Elstar' u prvoj godini ispitivanja polenove cevčice su zabeležene u regionu baze stubića u 70% tučkova. U drugoj godini ispitivanja u ovom regionu stubića je utvrđeno prisustvo polenovih cevčica u 53,2%, a u trećoj u 96% pregledanih tučkova.

U varijanti slobodnog oprašivanja, u 2007. godini polenove cevčice su konstatovane u regionu stubića sorte 'Topaz' u svim pregledanim tučkovima (100%), dok je u drugim godinama ispitivanja procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u ovaj region stubića bio znatno manji – u 2008. godini kod 56% tučkova i u 2009. godini kod 65,2% tučkova.

Najveći procenat tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice ustanovljen je u 2007. i 2009. godini, dok je usled lošijih temperaturnih uslova znatno slabiji prodor konstatovan u 2008. godini.





Graf. 11. Rast polenovih cevčica sorte 'Topaz' u zavisnosti od oprašivača

Prosečna srednja dnevna temperatura vazduha u periodu od oprašivanja sorte 'Topaz' do fiksiranja tučkova (144 h) u 2007. godini iznosila je 13,1°C (Graf. 5). U 2008. godini prosečna srednja dnevna temperatura prvih šest dana nakon oprašivanja (Graf. 6) bila je za 1,9°C niža u odnosu na prethodnu godinu (11,2°C). U istom periodu 2009. godine (Graf. 7) prosečna temperatura je bila najviša od svih ispitivanih godina i iznosila je 14,2°C. S obzirom da za klijanje i rast polenovih cevčica različite sorte jabuke, odnosno sorte oprašivači, zahtevaju različite temperature vazduha, to su navedene razlike u temperaturi u periodu od oprašivanja do momenta fiksiranja tučkova po godinama ispitivanja, ispoljile uticaj na rast polenovih cevčica sorte 'Topaz'.

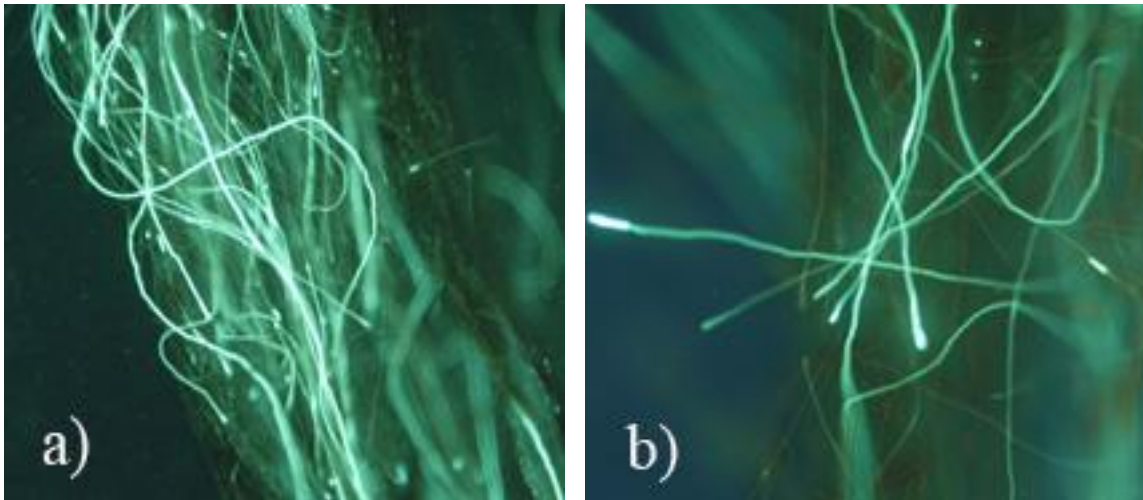
### 5.1.2.2.1.3. Pojava inkompatibilnosti

Tokom ispitivanja broja i prodora najdužih polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića, u svim ispitivanim kombinacijama ukrštanja zapaženo je prisustvo polenovih cevčica sa tipičnim znacima inkompatibilnosti. Pojava inkompatibilnih cevčica je očekivana, s obzirom da sve kombinacije ukrštanja ispitivanih sorti jabuke pripadaju semi-kompatibilnim. Alel  $S_5$  je zajednički za sve proučavane sorte jabuke.

Kod najvećeg broja kombinacija ukrštanja, pojava inkompatibilnih polenovih cevčica zapažena je uglavnom u gornjoj trećini stubića (Sl. 8a), mada je inkompatibilnih cevčica bilo i u srednjoj, pa čak i u donjoj trećini stubića (Sl. 8b). U navedenim regionima stubića inkompatibilne cevčice su zaustavljale svoj rast uglavnom proširenim vrhom, ređe u vidu zadebljanja veće dužine ili u obliku balončića, praćeni pojavom jače fluorescencije.

Pojava inkompatibilnih cevčica se zapaža u svim godinama ispitivanja, bez posebno uočenog pravila pojavljivanja iz godine u godinu.

Broj inkompatibilnih polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića teško je utvrditi zbog relativne debljine skvoš preparata, mada njihov broj može uticati na broj polenovih cevčica koje će dospeti do plodnika. Međutim, pojava inkompatibilnih cevčica nema uticaja na rast, s obzirom da postoji sasvim dovoljan broj kompatibilnih cevčica koje su u mogućnosti da prođu tkivo stubića, prodru u plodnik i izvrše oplodjenje.



*Sl. 8. Pojava inkompatibilnih polenovih cevčica u stubiću:  
a) u gornjoj trećini; b) u bazi*

#### **5.1.2.2.1.4. Inicijalno i finalno zametanje plodova u zavisnosti od oprašivača**

Veliki je broj činilaca koji mogu uticati na inicijalno i finalno zametanje plodova. Pored temperaturnih kretanja u vreme i nakon cvetanja, a u vezi sa tim i prisustvo polinatora (prvenstveno pčela), genotip sorte oprašivača je jedan od ključnih

faktora od koga zavisi uspeh oplodjenja, odnosno stepen inicijalno i finalno zametnutih plodova.

#### ***5.1.2.2.1.4.1. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Gala Must’***

Analiza varijanse u pogledu inicijalno i finalno zametnutih plodova sorte ‘Gala Must’ ukazuje na značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača, kao i na značajan uticaj godine ispitivanja i interakcijskog efekta kombinacije ukrštanja i godine (Tab. 11).

*Inicijalno zametanje plodova.* Najmanji procenat inicijalnog zametanja sorta ‘Gala Must’ je ostvarila sa sortom ‘Red Elstar’ kao oprašivačem (28,48%), dok je najveći procenat postignut u varijanti slobodnog oprašivanja (36,95%). Utvrđene su statistički značajne razlike u procentu inicijalno zametnutih plodova između kombinacija ukrštanja

Posmatrano po godinama ispitivanja, procenat inicijalnog zametanja sorte ‘Gala Must’ je bio najmanji u 2008. godini (23,28%), dok je najveći procenat od 41,21% utvrđen u 2007. godini. Između godina ispitivanja razlike u inicijalnom zametanju su bile statistički značajne.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), sorta ‘Gala Must’ je najmanji procenat inicijalnog zametanja ostvarila u 2008. godini sa sortom ‘Red Elstar’ (17,14%), dok je najveći procenat ostvaren u 2007. godini kod varijante slobodnog oprašivanja (53,20%).

*Finalno zametanje plodova.* Procenat finalno zametnutih plodova sorte ‘Gala Must’ u svim kombinacijama je bio relativno visok, sa statistički značajnim razlikama između kombinacija ukrštanja. Sorta ‘Gala Must’ je najmanji procenat finalnog zametanja ostvarila sa sortom ‘Rajka’ (16,72%), dok je najveći procenat od 21,38% postignut kod kombinacije slobodnog oprašivanja.

Najmanji procenat finalno zametnutih plodova sorte ‘Gala Must’ je utvrđen u drugoj godini (16,56%), dok je najveći ostvaren u prvoj godini ispitivanja (21,06%). Statistički značajne razlike u procentu finalnog zametanja sorte ‘Gala Must’ su utvrđene po godinama ispitivanja.

U trogodišnjem periodu, najmanji procenat finalno zametnutih plodova sorta ‘Gala Must’ je ostvarila u 2008. godini sa sortom ‘Rajka’ (13,69%), dok je najveći procenat finalnog zametanja bio u 2007. godini kod varijante slobodnog oprašivanja i iznosio je 22,38%.

*Tab. 11. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Gala Must’  
u zavisnosti od oprašivača*

Parametar	Zametanje plodova		
	Inicijalno (%)	Finalno (%)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	28,48 ± 0,29 c	17,78 ± 0,26 b	
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	30,91 ± 0,66 b	16,72 ± 0,34 c	
‘Gala Must’ O.P.	36,95 ± 0,78 a	21,38 ± 0,52 a	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	41,21 ± 1,08 a	21,06 ± 0,56 a	
2008.	23,28 ± 0,31 c	16,56 ± 0,30 c	
2009.	31,85 ± 0,35 b	18,26 ± 0,27 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	2007.	37,54 ± 0,57 b	18,94 ± 0,54 d
	2008.	17,14 ± 0,14 h	16,19 ± 0,10 f
	2009.	30,77 ± 0,17 e	18,22 ± 0,15 e
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	2007.	32,88 ± 1,26 c	21,85 ± 0,25 b
	2008.	27,10 ± 0,53 f	13,69 ± 0,52 h
	2009.	32,74 ± 0,18 c	14,61 ± 0,25 g
‘Gala Must’ O.P.	2007.	53,20 ± 1,41 a	22,38 ± 0,90 a
	2008.	25,60 ± 0,24 g	19,80 ± 0,27 c
	2009.	32,05 ± 0,69 d	21,95 ± 0,40 b
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

#### **5.1.2.2.1.4.2. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Red Elstar’**

Statističkom analizom je ustanovljeno da postoji značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača i godine ispitivanja na procenat inicijalnog i finalnog zametanja sorte ‘Red Elstar’. Interakcijski efekat – kombinacija

ukrštanja/godina je ispoljio značajan uticaj na procenat finalnog, ali ne i inicijalnog zametanja (Tab. 12).

*Tab. 12. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte 'Red Elstar' u zavisnosti od oprašivača*

Parametar	Zametanje plodova		
	Inicijalno (%)	Finalno (%)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Red Elstar' × 'GalaMust'	33,09 ± 0,58 b	20,97 ± 0,32 b	
'Red Elstar' × 'Rajka'	31,73 ± 0,59 b	18,46 ± 0,28 c	
'Red Elstar' × 'Topaz'	41,84 ± 0,89 a	23,76 ± 0,27 a	
'Red Elstar' O.P.	28,77 ± 0,46 c	15,31 ± 0,22 d	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	36,44 ± 0,83 a	21,90 ± 0,26 b	
2008.	30,23 ± 0,27 b	13,37 ± 0,24 c	
2009.	34,90 ± 0,79 a	23,60 ± 0,32 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	36,40 ± 1,01	25,89 ± 0,20 b
	2008.	28,57 ± 0,12	13,03 ± 0,46 g
	2009.	34,29 ± 0,60	24,00 ± 0,31 c
'Red Elstar' × 'Rajka'	2007.	34,68 ± 0,46	17,67 ± 0,33 ef
	2008.	26,70 ± 0,43	16,41 ± 0,25 f
	2009.	33,82 ± 0,88	21,29 ± 0,26 d
'Red Elstar' × 'Topaz'	2007.	43,57 ± 1,45	25,38 ± 0,34 bc
	2008.	39,39 ± 0,29	17,69 ± 0,21 ef
	2009.	42,56 ± 0,93	28,20 ± 0,26 a
'Red Elstar' O.P.	2007.	31,11 ± 0,41	18,67 ± 0,19 e
	2008.	26,27 ± 0,23	6,35 ± 0,04 h
	2009.	28,94 ± 0,75	20,91 ± 0,44 d
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	nz	**	

*Inicijalno zametanje.* Procenat inicijalnog zametanja sorte 'Red Elstar' kretao se od 28,77% (kombinacija slobodnog oprašivanja) do 41,84% (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz'). Statistički značajne razlike u procentu inicijalnog zametanja nisu utvrđene između kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must' i 'Red Elstar' × 'Rajka', dok su između svih drugih kombinacija ukrštanja razlike statistički značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja, procenat inicijalnog zametanja sorte ‘Gala Must’ se statistički nije razlikovao između 2007. i 2009. godine (36,44%, odnosno 34,90%). U 2008. godini je utvrđen najmanji procenat inicijalnog zametanja (30,23%), koji se statistički značajno razlikovao u odnosu na prvu i treću godinu ispitivanja.

*Finalno zametanje.* U svim kombinacijama oprašivanja sorta ‘Red Elstar’ je ostvarila visok procenat finalno zametnutih plodova, koji se statistički značajno razlikovao između kombinacija ukrštanja. Procenat finalnog zametanja kretao se od 15,31% (kombinacija slobodnog oprašivanja) do 23,76% (kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’).

Sorta ‘Red Elstar’ je u 2008. godini ostvarila prosečno najmanji procenat finalnog zametanja (13,37%), dok je prosečno najveći procenat ostvaren u 2009. godini (23,60%). Utvrđene su statistički značajne razlike između godina ispitivanja.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanji procenat finalno zametnutih plodova sorta ‘Red Elstar’ je ostvarila u 2008. godini kod varijante slobodnog oprašivanja (6,35%), dok je najveći procenat utvrđen u 2009. godini kod kombinacije ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’ (28,20%).

#### ***5.1.2.2.1.4.3. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Rajka’***

Na broj inicijalno i finalno zametnutih plodova sorte ‘Rajka’, značajan uticaj su ispoljili kako sorta oprašivač, tako godina ispitivanja i interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine, što je potvrđeno statističkom analizom (Tab. 13).

*Inicijalno zametanje.* Sorta ‘Rajka’ je najmanji procenat inicijalnog zametanja ostvarila sa sortom ‘Topaz’ kao oprašivačem (19,40%), dok je najveći procenat postigla sa sortom ‘Gala Must’ (39,26%). Između svih kombinacija ukrštanja su utvrđene statistički značajne razlike u procentu inicijalno zametnutih plodova.

Statistički značajne razlike u procentu inicijalnog zametanja sorte ‘Rajka’ su utvrđene i po godinama ispitivanja. Najmanji procenat inicijalnog zametanja od 19,70% je utvrđen u 2008. godini, dok je najveći procenat iznosio 48,95% u 2009. godini.

U interakcijskom efektu kombinacije ukrštanja i godine, najmanji procenat inicijalnog zametanja sorta ‘Rajka’ je ostvarila u 2008. godini sa sortom ‘Topaz’ i u

kombinaciji slobodnog oprašivanja (11,40%, odnosno 12,66%), dok je najveći procenat ostvaren sa sortom ‘Gala Must’ u 2007. godini i iznosio je 62,24%.

*Finalno zametanje.* Sorta ‘Rajka’ je u svim kombinacijama ukrštanja ostvarila visok procenat finalnog zametanja – od 16,69% (kombinacija ‘Rajka’ × ‘Red Elstar’) do 18,81% (kombinacija ‘Rajka’ × ‘Gala Must’), izuzev sa sortom ‘Topaz’ gde je procenat finalnog zametanja nizak i iznosio 8,38%. Razlike u procentu finalnog zametanja između kombinacija ukrštanja su statistički značajne.

*Tab. 13. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Rajka’ u zavisnosti od oprašivača*

Parametar	Zametanje plodova		
	Inicijalno (%)	Finalno (%)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
‘Rajka’ × ‘Gala Must’	39,26 ± 0,53 a	18,81 ± 0,20 a	
‘Rajka’ × ‘Red Elstar’	32,93 ± 0,38 b	16,69 ± 0,26 c	
‘Rajka’ × ‘Topaz’	19,40 ± 0,26 d	8,38 ± 0,20 d	
‘Rajka’ O.P.	28,47 ± 0,30 c	17,71 ± 0,30 b	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	21,40 ± 0,43 b	13,72 ± 0,23 b	
2008.	19,70 ± 0,19 c	11,67 ± 0,15 c	
2009.	48,95 ± 0,47 a	20,80 ± 0,35 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
‘Rajka’ × ‘Gala Must’	2007.	62,24 ± 0,81 a	28,30 ± 0,10 a
	2008.	33,88 ± 0,34 d	13,22 ± 0,22 fg
	2009.	21,66 ± 0,44 f	14,92 ± 0,29 e
‘Rajka’ × ‘Red Elstar’	2007.	57,21 ± 0,53 b	22,02 ± 0,53 c
	2008.	20,87 ± 0,13 f	13,91 ± 0,09 f
	2009.	20,72 ± 0,47 f	14,14 ± 0,17 ef
‘Rajka’ × ‘Topaz’	2007.	32,75 ± 0,18 d	8,81 ± 0,31 h
	2008.	11,40 ± 0,12 h	7,89 ± 0,11 h
	2009.	14,06 ± 0,47 g	8,45 ± 0,20 h
‘Rajka’ O.P.	2007.	43,58 ± 0,35 c	24,44 ± 0,56 b
	2008.	12,66 ± 0,18 gh	11,67 ± 0,18 g
	2009.	29,16 ± 0,36 e	17,01 ± 0,15 d
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

U procentu finalnog zametanja sorta ‘Rajka’ je pokazala statistički značajne razlike između godina ispitivanja. Najmanji procenat je utvrđen u 2008. godini i iznosio

je 11,67%, dok je u 2009. godini procenat finalno zametnutih plodova sorte ‘Rajka’ iznosio 20,80%.

Posmatrajući interakcijski efekat – kombinacija ukrštanja/godina, sorta ‘Rajka’ je ostvarila najmanji procenat finalnog zametanja sa sortom ‘Topaz’ kao oprašivačem u sve tri godine ispitivanja (8,81%; 7,89%; 8,45%), dok je najveći procenat ostvaren u 2007. godini kod kombinacije ‘Rajka’ × ‘Gala Must’ (28,30%).

#### **5.1.2.2.1.4.4. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Topaz’**

Analiza varijanse ukazuje na značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača i značajan uticaj godine ispitivanja na procenat inicijalnog i finalnog zametanja sorte ‘Topaz’. Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine je ispoljio značajan uticaj na procenat inicijalnog, ali ne i finalnog zametanja (Tab. 14).

*Tab. 14. Inicijalno i finalno zametanje plodova sorte ‘Topaz’ u zavisnosti od oprašivača*

Parametar	Zametanje plodova		
	Inicijalno (%)	Finalno (%)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
‘Topaz’ × ‘Rajka’	38,66 ± 0,36 a	26,30 ± 0,59 a	
‘Topaz’ × ‘Red Elstar’	22,65 ± 0,28 c	13,68 ± 0,36 c	
‘Topaz’ O.P.	33,62 ± 0,42 b	21,27 ± 0,39 b	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	41,36 ± 0,23 a	24,63 ± 0,49 a	
2008.	24,64 ± 0,33 c	17,03 ± 0,54 c	
2009.	28,93 ± 0,50 b	19,59 ± 0,31 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
‘Topaz’ × ‘Rajka’	2007.	54,85 ± 0,38 a	30,12 ± 0,67
	2008.	28,39 ± 0,21 e	22,41 ± 0,85
	2009.	32,74 ± 0,48 c	26,36 ± 0,24
‘Topaz’ × ‘Red Elstar’	2007.	27,12 ± 0,13 f	17,37 ± 0,42
	2008.	18,58 ± 0,36 h	10,40 ± 0,33
	2009.	22,26 ± 0,35 g	13,27 ± 0,34
‘Topaz’ O.P.	2007.	42,11 ± 0,18 b	26,39 ± 0,37
	2008.	26,96 ± 0,42 f	18,29 ± 0,44
	2009.	31,78 ± 0,66 d	19,13 ± 0,35
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	nz	



*Inicijalno zametanje.* Sorta ‘Topaz’ je najmanji procenat inicijalnog zametanja ostvarila sa sortom ‘Red Elstar’ (22,65%), dok je najveći procenat ostvaren sa sortom ‘Rajka’ (38,66%). Statistički značajne razlike u broju inicijalno zametnutih plodova sorte ‘Topaz’ su utvrđene između kombinacija ukrštanja.

Po godinama ispitivanja sorta ‘Topaz’ je ispoljila statistički značajne razlike u procentu inicijalno zametnutih plodova. Najmanji procenat inicijalnog zametanja utvrđen je u 2008. godini (24,64%), a najveći procenat od 41,36% u 2007. godini.

Interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina) ukazuje da je sorta ‘Topaz’ najmanji procenat inicijalno zametnutih plodova ostvarila u 2009. godini sa sortom ‘Red Elstar’ (22,26%), dok je najveći procenat ostvaren u 2007. godini u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ (54,85%).

*Finalno zametanje.* Sorta ‘Topaz’ je najmanji procenat finalno zametnutih plodova ostvarila sa sortom ‘Red Elstar’ (13,68%), kao i kod inicijalnog zametanja, dok je najveći procenat finalnog zametanja ostvaren sa sortom ‘Rajka’ (26,30%). U procentu finalno zametnutih plodova sorte ‘Topaz’ su utvrđene statistički značajne razlike između kombinacija ukrštanja.

Posmatrano po godinama ispitivanja, sorta ‘Topaz’ je u 2008. godini imala najmanji procenat finalnog zametanja – 17,03%, dok je najveći procenat utvrđen u 2007. godini i iznosio je 24,63%. Utvrđene su statistički značajne razlike u procentu finalnog zametanja sorte ‘Topaz’ i po godinama ispitivanja.

#### **5.1.2.2.2. Grupa inkompatibilnih kombinacija ukrštanja**

##### **5.1.2.2.2.1. Prosečan broj polenovih cevčica u stubiću u zavisnosti od oprašivača**

Grupu inkompatibilnih kombinacija ukrštanja (varijante samooprašivanja i ukrštanja sorti identične S-alelne konstitucije) karakteriše smanjenje prosečnog broja prodrlih polenovih cevčica od gornje ka srednjoj trećini i bazi stubića. U zavisnosti od kombinacije ukrštanja, prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića je od 8 do 15, a u pojedinim kombinacijama i do 40 puta manji u odnosu na njihov broj u gornjoj trećini stubića. Kod sorti ‘Gala Must’ i ‘Topaz’ u pojedinim godinama

ispitivanja zapažen je mali broj polenovih cevčica prodrlih u bazu stubića, za koje se pretpostavlja da su mogle izvršiti oplodjenje.

Analizom varijanse u pogledu broja polenovih cevčica u stubiću grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja, utvrđeno je da je na vrednost ovog parametra u svim regionima stubića uticala kombinacija ukrštanja. Godina ispitivanja i interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine imali su značajnog uticaja na broj polenovih cevčica u gornjoj i srednjoj trećini stubića, ali ne i u bazi stubića. U Tab. 15 je prikazan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja.

*Gornja trećina stubića.* Broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja kretao se od 50,87 (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Topaz’), odnosno 52,91 (kombinacija samooprašivanja sorte ‘Red Elstar’), do 95,56 (kombinacija ‘Topaz’ × ‘Gala Must’). Statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica nisu utvrđene između kombinacija sa malom brojnošću polenovih cevčica, dok su između svih ostalih kombinacija ukrštanja razlike statistički značajne.

Po godinama ispitivanja, najmanja brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića grupe inkompatibilnih kombinacija ostvarena je u 2008. godini (52,63), dok je najveća u 2007. godini (92,08). Brojnost polenovih cevčica u ovom regionu stubića grupe inkompatibilnih kombinacija se statistički značajno razlikovala i između godina ispitivanja.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanji broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića grupe inkompatibilnih kombinacija od 21,03 utvrđen je u 2008. godini kod kombinacije samooprašivanja sorte ‘Red Elstar’, dok je najveći broj polenovih cevčica od 124,47 uočen kod kombinacije ‘Topaz’ × ‘Gala Must’ u 2007. godini.

*Srednja trećina stubića.* Broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića se statistički nije razlikovao između kombinacija samoprašivanja ‘Gala Must’ × ‘Gala Must’ i ‘Topaz’ × ‘Topaz’, (3,62, odnosno 3,22), dok je statistički značajna razlika u brojnosti polenovih cevčica utvrđena između svih ostalih ukrštanja grupe inkompatibilnih kombinacija. Najmanji broj polenovih cevčica utvrđen je kod varijante samooprašivanja sorte ‘Red Elstar’ (1,56), a najveći broj kod kombinacije sa istom S-alelnom konstitucijom ‘Topaz’ × ‘Gala Must’ (13,24).

Tab. 15. Broj polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića tučka inkompatibilnih kombinacija ukrštanja u zavisnosti od oprašivača

Parametar	Broj polenovih cevčica u stubiću			
	Gornja trećina	Srednja trećina	Baza	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Gala Must' × 'Gala Must'	70,53 ± 1,04 c	3,62 ± 0,11 d	0,00 ± 0,00 c	
'Gala Must' × 'Topaz'	50,87 ± 0,58 e	4,56 ± 0,20 c	0,50 ± 0,10 a	
'Red Elstar' × 'Red Elstar'	52,91 ± 1,25 e	1,56 ± 0,11 e	0,00 ± 0,00 c	
'Rajka' × 'Rajka'	87,41 ± 1,02 b	10,46 ± 0,20 b	0,29 ± 0,05 ab	
'Topaz' × 'Topaz'	58,34 ± 1,01 d	3,22 ± 0,15 d	0,11 ± 0,04 bc	
'Topaz' × 'Gala Must'	95,56 ± 0,75 a	13,24 ± 0,24 a	0,39 ± 0,06 a	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	92,08 ± 0,95a	10,26 ± 0,15 a	0,31 ± 0,05	
2008.	52,63 ± 0,88 c	3,18 ± 0,13 c	0,08 ± 0,03	
2009.	63,10 ± 0,99 b	4,89 ± 0,23 b	0,26 ± 0,04	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Gala Must' × 'Gala Must'	2007.	79,27 ± 0,52 d	7,50 ± 0,14 d	0,00 ± 0,00
	2008.	48,73 ± 1,57 h	1,17 ± 0,06 hi	0,00 ± 0,00
	2009.	83,60 ± 1,04 d	2,20 ± 0,13 gh	0,00 ± 0,00
'Gala Must' × 'Topaz'	2007.	63,57 ± 0,42 f	5,93 ± 0,28 e	0,33 ± 0,12
	2008.	39,90 ± 0,84 i	3,73 ± 0,10 f	0,17 ± 0,06
	2009.	49,13 ± 0,49 gh	4,00 ± 0,23 f	0,67 ± 0,12
'Red Elstar' × 'Red Elstar'	2007.	95,67 ± 2,55 c	4,17 ± 0,15 f	0,00 ± 0,00
	2008.	21,03 ± 0,51 k	0,00 ± 0,00 i	0,00 ± 0,00
	2009.	42,03 ± 0,68 i	0,50 ± 0,17 i	0,00 ± 0,00
'Rajka' × 'Rajka'	2007.	107,67 ± 0,42 b	16,43 ± 0,04 b	2,00 ± 0,69
	2008.	70,87 ± 1,72 e	3,60 ± 0,12 f	0,00 ± 0,00
	2009.	83,70 ± 0,92 d	11,33 ± 0,43 c	0,53 ± 0,03
'Topaz' × 'Topaz'	2007.	81,87 ± 0,99 d	6,17 ± 0,22 de	0,00 ± 0,00
	2008.	37,87 ± 0,52 i	0,43 ± 0,15 i	0,33 ± 0,12
	2009.	55,30 ± 1,52 g	3,07 ± 0,06 fg	0,00 ± 0,00
'Topaz' × 'Gala Must'	2007.	124,47 ± 0,78 a	21,33 ± 0,08 a	0,83 ± 0,06
	2008.	97,37 ± 0,14 c	10,13 ± 0,33 c	0,00 ± 0,00
	2009.	64,83 ± 1,32 ef	8,27 ± 0,33 d	0,33 ± 0,12
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	**	*	
<b>B</b>	**	**	nz	
<b>A × B</b>	**	**	nz	

Kod grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića se statistički razlikovao i po godinama ispitivanja. Najmanja

brojnost polenovih cevčica ostvarena je u drugoj (3,18), dok je najveća vrednost od 10,26 utvrđena u prvoj godini ispitivanja.

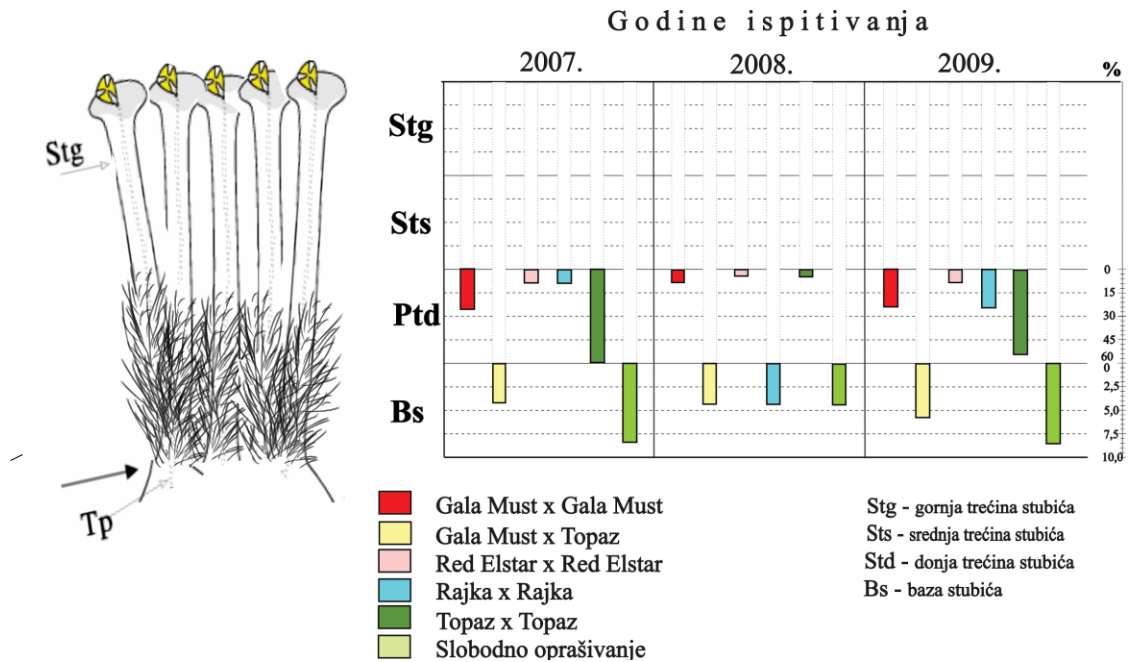
Razmatranjem svih realizovanih kombinacija grupe inkompatibilnih ukrštanja, najmanji broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića utvrđen je u 2008. godini kod varijanti samooprašivanja sorti 'Red Elstar' (0,00), 'Topaz' (0,43) i 'Gala Must' (1,17), kao i 2009. godine kod varijante samooprašivanja sorte 'Red Elstar' (0,50). Najveća brojnost polenovih cevčica u ovom regionu stubića grupe inkompatibilnih ukrštanja ostvarena je u 2007. godini kod kombinacije 'Topaz' × 'Gala Must' (21,33).

*Baza stubića.* Brojnost polenovih cevčica u bazi stubića grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja kretala se od 0,00 (varijante 'Gala Must' × 'Gala Must' i 'Red Elstar' × 'Red Elstar') do 0,50 (kombinacija identične S-alelne konstitucije 'Gala Must' × 'Topaz'). Statistički značajne razlike nisu utvrđene između kombinacija kod kojih nije uočen prodor polenovih cevčica u bazu stubića (0,00) i kombinacije sa najmanjim brojem polenovih cevčica (0,11) u ovom regionu stubića (kombinacija 'Topaz' × 'Topaz'). Između kombinacija ukrštanja kod kojih je utvrđen veći broj polenovih cevčica, i to 0,29 (kombinacija samooprašivanja sorte 'Rajka'), 0,39 (kombinacija 'Topaz' × 'Gala Must') i 0,50 (kombinacija 'Gala Must' × 'Topaz'), nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Posmatrano po godinama ispitivanja, takođe nisu utvrđene statistički značajne razlike u broju polenovih cevčica u bazi stubića grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja. Brojnost polenovih cevčica u ovom regionu stubića kretala se od 0,08 (2008. godina) do 0,31 (2007. godina).

#### **5.1.2.2.2. Rast polenovih cevčica**

Ispitivanjem kombinacija inkompatibilne grupe ukrštanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića jedino kod kombinacija ukrštanja sorti identične S-alelne konstitucije (kombinacije 'Topaz' × 'Gala Must' i 'Gala Must' × 'Topaz') u sve tri godine ispitivanja (Graf. 12). Kod varijante samooprašivanja sorte 'Rajka' u 2008. godini uočen je prodor polenovih cevčica u bazu stubića, dok su kod ostalih kombinacija ukrštanja polenove cevčice zabeležene u regionu donje trećine stubića.



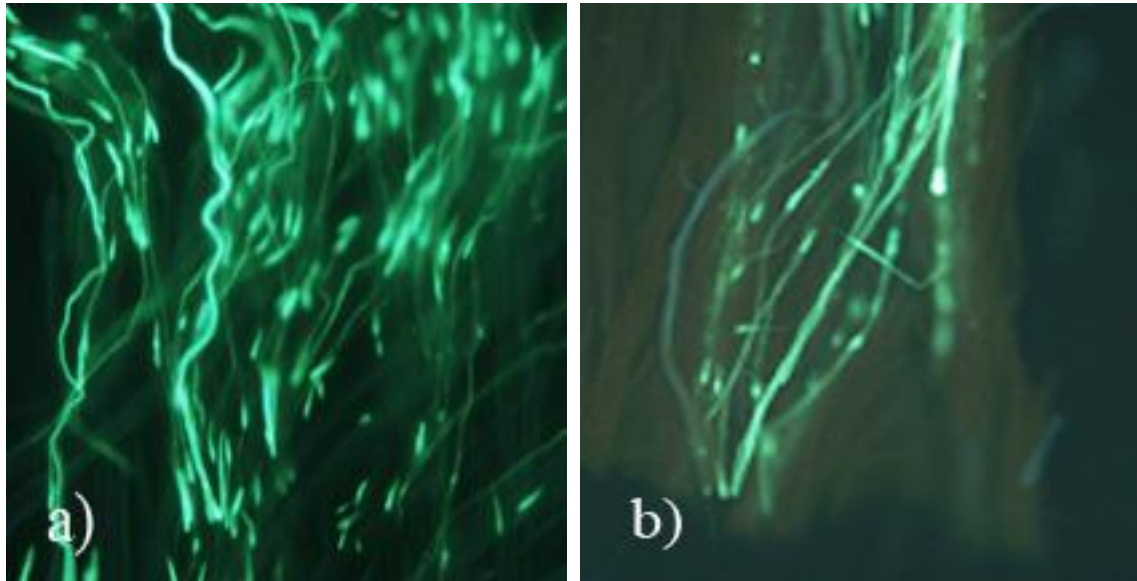
*Graf. 12. Rast polenovih cevčica grupe inkompatibilnih kombinacija*

U varijanti samooprašivanja, sorta ‘Topaz’ je pokazala relativno visok procenat prodora polenovih cevčica u donju trećinu stubića i to posmatrano hronološki po godinama ispitivanja u 68%, 4% i 53,8% tučkova. Kod sorti ‘Gala Must’, ‘Red Elstar’ i ‘Rajka’, u varijanti samooprašivanja utvrđen je znatno manji procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u region donje trećine stubića. Naime, najveći broj polenovih cevčica je završavao rast u regionu srednje trećine stubića. Kod sorte ‘Red Elstar’ u varijanti samooprašivanja zabeleženo je prisustvo polenovih cevčica u regionu donje trećine stubića i to u 8,7% tučkova u prvoj godini, 4% tučkova u drugoj i 6,6% tučkova u trećoj godini ispitivanja. Međutim, u istoj varijanti oprašivanja procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u region srednje trećine stubića sorte ‘Red Elstar’ bio je 82,6%, 46% i 93,4%, sukcesivno po godinama ispitivanja.

#### **5.1.2.2.3. Pojava inkompatibilnih polenovih cevčica**

Ispitivanjem broja i prodora polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića svih inkompatibilnih kombinacija urštanja, uočeno je prisustvo tipičnih inkompatibilnih polenovih cevčica. U poređenju sa kompatibilnim kombinacijama, kod svih inkompatibilnih varijanti broj polenovih cevčica sa tipičnim znacima inkompatibilnosti

je znatno veći, mada je njihov broj teško utvrditi zbog relativne debljine skvoš preparata. Pojava inkompatibilnih polenovih cevčica u varijantama samooprašivanja je zapažena uglavnom u regionu gornje trećine stubića (Sl. 9a). U kombinacijama ukrštanja sorti identične *S*-alelne konstitucije ('Topaz' × 'Gala Must' i 'Gala Must' × 'Topaz') pojava inkompatibilnih cevčica konstatovana je u srednjoj, pa čak i u donjoj trećini stubića (Sl 9b).



*Sl. 9. Inkompatibilne polenove cevčice u stubiću inkompatibilnih kombinacija:  
a) u gornjoj trećini, b) u donjoj trećini*

Inkompatibilne cevčice su zaustavljale svoj rast uglavnom proširenim vrhom praćenim pojavom jače fluorescencije. Ovakav trend pojave inkompatibilnih cevčica zapažen je u svim godinama ispitivanja.

Pored relativno velikog broja inkompatibilnih polenovih cevčica, u pojedinim kombinacijama ukrštanja ('Topaz' × 'Gala Must' i 'Gala Must' × 'Topaz') šestog dana nakon oprašivanja konstatovan je prodor izvesnog broja polenovih cevčica u bazu stubića.

#### **5.1.2.2.2.4. Inicijalno i finalno zametanje plodova**

Kod grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja, i pored istog *S* genotipa sorti koje su učestvovala u ukrštanju (varijante samooprašivanja, i kombinacije ukrštanja sorti 'Gala Must' i 'Topaz' alelne konstitucije  $S_2S_5$ ), utvrđen je različiti procenat

inicijalnog zametanja, dok je procenat finalno zametnutih plodova bio znatno manji (Tab. 16).

*Inicijalno zametanje.* U zavisnosti od sorte, uočena su velika odstupanja u procentu inicijalnog zametanja inkompatibilnih kombinacija ukrštanja. Najmanji procenat inicijalno zametnutih plodova utvrđen je u varijanti samooprašivanja sorti 'Rajka' (3,36%) i 'Red Elstar' (3,68%), dok je najveći procenat od 22,28% utvrđen kod kombinacije 'Topaz' × 'Gala Must'. U varijanti samooprašivanja, statistički značajne razlike u procentu inicijalnog zametanja nisu utvrđene između sorti sa najmanjim procentom ('Rajka' i 'Red Elstar'), kao ni između sorti sa najvećim procentom inicijalno zametnutih plodova ('Gala Must' i 'Topaz'). Između ostalih kombinacija ukrštanja utvrđene su statistički značajne razlike u procentu inicijalnog zametanja.

Po godinama ispitivanja, utvrđene su statistički značajne razlike u procentu inicijalno zametnutih plodova grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja. Najmanji procenat inicijalnog zametanja od 5,46% ostvaren je u drugoj godini ispitivanja, dok je u prvoj godini ovaj procenat iznosio 14,75%.

Interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina) ukazuje da je najmanji procenat inicijalnog zametanja ostvaren u 2008. godini kod varijanti samooprašivanja sorti 'Rajka' (2,00%), 'Red Elstar' (2,89%) i 'Topaz' (3,76%), kao i u 2009. godini kod varijante samooprašivanja sorte 'Red Elstar' (3,57%). Najveći procenat inicijalno zametnutih plodova ostvaren je u 2007. godini kod kombinacije 'Gala Must' × 'Topaz' (28,73%)

*Finalno zametanje.* U varijanti samooprašivanja sorte 'Rajka' utvrđen je najmanji procenat finalno zametnutih plodova (0,33%), dok je relativno mali procenat ostvaren i u varijanti samooprašivanja sorte 'Red Elstar' (0,48%), između kojih nisu uočene statistički značajne razlike. Najveći procenat finalnog zametanja ostvaren je kod kombinacije 'Topaz' × 'Gala Must' (1,00%), dok je kod varijante samooprašivanja sorte 'Topaz' takođe utvrđen visok procenat finalnog zametanja.

Prosečno najmanji procenat finalnog zametanja grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja od 0,42% utvrđen je u 2008. godini, dok je najveći procenat od 0,81% ostvaren u 2007. godini, odnosno od 0,75% u 2009. godini. Statistički značajne razlike u procentu finalnog zametanja su utvrđene između prve i druge, kao i između druge i treće godine ispitivanja.

Tab. 16. Inicijalno i finalno zametanje plodova grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja

Parametar	Zametanje plodova		
	Inicijalno (%)	Finalno (%)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Gala Must' × 'Gala Must'	8,25 ± 0,12 c	0,62 ± 0,05 cd	
'Gala Must' × 'Topaz'	14,53 ± 0,44 b	0,71 ± 0,04 bc	
'Red Elstar' × 'Red Elstar'	3,68 ± 0,12 d	0,48 ± 0,05 de	
'Rajka' × 'Rajka'	3,36 ± 0,17 d	0,33 ± 0,01 e	
'Topaz' × 'Topaz'	8,46 ± 0,20 c	0,83 ± 0,05 ab	
'Topaz' × 'Gala Must'	22,28 ± 0,36 a	1,00 ± 0,07 a	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	14,75 ± 0,36 a	0,81 ± 0,06 a	
2008.	5,46 ± 0,12 c	0,42 ± 0,04 b	
2009.	10,07 ± 0,23 b	0,75 ± 0,04 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
'Gala Must' × 'Gala Must'	2007.	9,68 ± 0,08 d	0,82 ± 0,07 cde
	2008.	6,62 ± 0,12 ef	0,51 ± 0,05 ef
	2009.	8,44 ± 0,16 de	0,53 ± 0,04 def
'Gala Must' × 'Topaz'	2007.	28,73 ± 1,04 a	0,98 ± 0,03 abc
	2008.	4,88 ± 0,12 fg	0,33 ± 0,06 ef
	2009.	9,98 ± 0,17 d	0,81 ± 0,04 cde
'Red Elstar' × 'Red Elstar'	2007.	4,59 ± 0,11 gh	0,60 ± 0,08 def
	2008.	2,89 ± 0,11 hi	0,85 ± 0,06 cd
	2009.	3,57 ± 0,13 ghi	0,00 ± 0,00 g
'Rajka' × 'Rajka'	2007.	3,97 ± 0,32 gh	0,00 ± 0,00 g
	2008.	2,00 ± 0,05 i	0,00 ± 0,00 g
	2009.	4,11 ± 0,12 gh	1,00 ± 0,04 abc
'Topaz' × 'Topaz'	2007.	12,92 ± 0,21 c	1,27 ± 0,07 a
	2008.	3,76 ± 0,16 ghi	0,00 ± 0,00 g
	2009.	8,69 ± 0,24 d	1,23 ± 0,08 ab
'Topaz' × 'Gala Must'	2007.	28,60 ± 0,40 a	1,22 ± 0,10 ab
	2008.	12,62 ± 0,14 c	0,85 ± 0,05 cd
	2009.	25,62 ± 0,55 b	0,94 ± 0,05 bc
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

Posmatrano po interakcijskim efektima, procenat finalnog zametanja grupe inkompatibilnih kombinacija ukrštanja kretao od 0,00% (varijante samooprašivanja sorti – 'Red Elstar' u 2009. godini, 'Rajka' u 2007. i 2008. godini, i 'Topaz' u 2008. godini)



do 1,27% (varijanta samooprašivanja sorte 'Topaz' u 2007. godini). Visok procenat finalnog zemetanja od 1,23% u 2009. godini i 1,22% u 2007. godini ostvaren je kod kombinacija 'Topaz' × 'Topaz', odnosno 'Topaz' × 'Gala Must'.

### **5.1.3. Fenofaza zrenja ploda**

Vreme berbe jabuke se određuje na osnovu stepena zrelosti i namene plodova. Vreme berbe direktno utiče na kvalitet plodova, visinu prinosa i skladišnu sposobnost. Zbog toga je veoma važno utvrditi optimalno vreme berbe.

Postoje dva stepena zrelosti plodova jabuke:

- Botanička (fiziološka) zrelost i
- Potpuna (konzumna) zrelost.

Fiziološka zrelost ploda počinje sa potpunom razvijenošću, a završava se sa formiranjem apscisnog sloja između peteljke i grane, kao i prekidanjem fiziološke veze između ploda i grane, sa jedne strane, i klimakterijskim minimumom disanja sa druge strane. Potpuna zrelost (dozrelost, tehnološka, konzumna zrelost) ploda je rezultat složenih biohemijских procesa od stupnja zrelosti do manifestovanja najboljih organoleptičkih osobina ploda sa najboljim ukusom, sočnošću, pojavom arome, privlačnom bojom pokožice i mesnatog dela. Plodovi svih ispitivanih sorti jabuke su brani u *fazi fiziološke zrelosti*.

S obzirom da između različitih kombinacija oprašivanja u okviru jedne sorte nije bilo razlika u vremenu zrenja, odnosno vreme zrenja plodova jedne sorte nije bilo uslovljeno sortom oprašivačem, u Tab. 17 su prikazani podaci za vreme zrenja ispitivanih sorti tokom trajanja ogleda.

*Tab. 17. Fenofaza zrenja ploda ispitivanih sorti jabuke*

Sorta	Zrenje ploda			
	2007.	2008.	2009.	Prosek
'Gala Must'	14. 08.	18. 08.	23. 08.	18. 08.
'Red Elstar'	29. 08.	03. 09.	05. 09.	02. 09.
'Rajka'	13. 09.	19. 09.	23. 09.	18. 09.
'Topaz'	17. 09.	22. 09.	25. 09.	21. 09.

Vreme zrenja ploda ispitivanih sorti jabuke u toku tri eksperimentalne godine je približno ujednačeno, s tim da se može uočiti kasniji momenat fiziološke zrelosti tokom druge i treće godine ispitivanja.

U sve tri godine ispitivanja najranije su sazrevali plodovi sorte ‘Gala Must’ (prosečno 18. avgust), koja zajedno sa sortom ‘Red Elstar’ (prosečno vreme zrenja 2. septembar) pripada grupi jesenjih sorti jabuke.

Najpoznije vreme zrenja imala je sorta ‘Topaz’ čiji su plodovi prosečno sazreli 21. septembra, i koja zajedno sa sortom ‘Rajka’ (prosečno vreme zrenja 18. septembar) pripada grupi zimskih sorti jabuke.

Po godinama ispitivanja, sve sorte su najranije vreme zrenja imale u prvoj (2007.), a najpoznije u trećoj (2009.) godini ispitivanja. Prosečna razlika u vremenu zrenja ispitivanih sorti jabuke u najranijoj i najpoznijoj godini je devet dana.

## **5.2. Pomološke osobine ispitivanih sorti jabuke**

Na bazi prosečnog uzorka od 25 plodova po svakom ponavljanju, ubranih u fazi fiziološke zrelosti, ispitane su najvažnije morfometrijske i hemijske osobine plodova jabuke dobijenih u kompatibilnim kombinacijama ukrštanja. Dobijeni podaci su obrađeni odgovarajućim statističkim metodama i po grupama sorti prikazani u poglavljima.

S obzirom da u inkompatibilnim kombinacijama ukrštanja (‘Gala Must’ × ‘Gala Must’, ‘Gala Must’ × ‘Topaz’, ‘Red Elstar’ × ‘Red Elstar’, ‘Rajka’ × ‘Rajka’, ‘Topaz’ × ‘Topaz’ i ‘Topaz’ × ‘Gala Must’) nije bilo plodova ili je njihov broj bio veoma mali, ovi plodovi nisu uzeti u razmatranje pri ispitivanju pomoloških karakteristika.

### **5.2.1. Morfometrijske osobine ploda ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača**

Kao najvažnije morfometrijske osobine utvrđeni su: masa ploda, višina i širina ploda, indeks oblika ploda, dužina peteljke i broj semenki u plodovima dobijenih u kompatibilnim kombinacijama ukrštanja.

### **5.2.1.1. Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Gala Must’**

Ispitivane su morfometrijske karakteristike plodova sorte ‘Gala Must’ dobijenih iz ukrštanja ‘Gala Must’ × ‘Rajka’ i ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’, kao i plodova dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja. Morfometrijske osobine plodova sorte ‘Gala Must’ dobijenih iz navedenih kombinacija ukrštanja prikazane su u Tab. 18 i Tab. 19.

Analiza varijanse ukazuje na statistički značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača na masu ploda, visinu ploda, indeks oblika i broj semenki ploda sorte ‘Gala Must’. Takođe, godina ispitivanja je ispoljila statistički značajan uticaj na masu, visinu i širinu ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu, dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine utvrđen jedino kod visine ploda.

*Masa ploda.* Najmanja masa ploda sorte ‘Gala Must’ je utvrđena u kombinaciji sa sortom ‘Red Elstar’ (147,19 g), a najveća sa sortom ‘Rajka’ (158,61 g), kao i u varijanti slobodnog oprašivanja (157,56 g). Statistički značajne razlike u masi ploda sorte ‘Gala Mast’ su utvrđene između kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’ i ‘Gala Must’ × ‘Rajka’, kao i kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’ i ‘Gala Must’ O.P.

Masa ploda sorte ‘Gala Must’ se statistički značajno razlikuje i između godina ispitivanja. Najmanja prosečna masa ploda sorte ‘Gala Must’ je ostvarena u toku prve eksperimentalne godine (140,39 g), dok je najveća masa ploda utvrđena u drugoj godini ispitivanja (169,74 g).

*Visina ploda.* Visina ploda sorte ‘Gala Must’ se kretala od 58,50 mm (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’) do 61,69 mm (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Rajka’). Razlike u visini ploda sorte ‘Gala Must’ su statistički značajne između sve tri kombinacije ukrštanja.

Posmatrano po godinama ispitivanja, prosečno najmanja visina ploda sorte ‘Gala Must’ je utvrđena u 2007. godini (56,37 mm), a najveća u 2008. godini (64,68 mm). Između sve tri eksperimentalne godine utvrđene su statistički značajne razlike u visini ploda sorte ‘Gala Must’.

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je sorta ‘Gala Must’ u 2007. godini imala najmanju visinu ploda u kombinaciji sa sortom ‘Red Elstar’ (52,27 mm), a najveću u 2008. godini sa sortom ‘Rajka’ kao oprašivačem (66,17 mm).

Tab. 18. Utjecaj oprašivača na krupnoću ploda sorte 'Gala Must'

Parametar	Masa ploda (g)	Dimenzije ploda		
		Visina (mm)	Širina (mm)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Gala Must' × 'Red Elstar'	147,19 ± 2,24 b	58,50 ± 0,66 c	68,72 ± 0,34	
'Gala Must' × 'Rajka'	158,61 ± 2,34 a	61,69 ± 0,64 a	71,19 ± 0,83	
'Gala Must' O.P.	157,56 ± 2,47 a	61,33 ± 0,23 b	69,94 ± 0,31	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	140,39 ± 2,12 c	56,37 ± 0,34 c	66,66 ± 0,43 c	
2008.	169,74 ± 2,85 a	64,68 ± 0,45 a	73,44 ± 0,76 a	
2009.	153,22 ± 2,07 b	60,48 ± 0,73 b	69,76 ± 0,29 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Gala Must' × 'Red Elstar'	2007.	134,17 ± 1,88	52,27 ± 0,38 i	64,33 ± 0,66
	2008.	156,90 ± 2,46	62,83 ± 0,33 cd	71,80 ± 0,16
	2009.	150,50 ± 2,37	60,40 ± 1,27 e	70,03 ± 0,18
'Gala Must' × 'Rajka'	2007.	141,87 ± 3,26	58,87 ± 0,54 g	67,53 ± 0,44
	2008.	181,47 ± 1,16	66,17 ± 0,79 a	75,47 ± 1,50
	2009.	152,50 ± 2,60	60,03 ± 0,59 f	70,57 ± 0,54
'Gala Must' O.P.	2007.	145,13 ± 1,22	57,97 ± 0,10 h	68,10 ± 0,17
	2008.	170,87 ± 4,94	65,03 ± 0,24 b	73,07 ± 0,61
	2009.	156,67 ± 1,23	61,00 ± 0,34 d	68,67 ± 0,14
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	*	**	nz	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	*	nz	

*Širina ploda.* Statistički značajne razlike u širini ploda sorte 'Gala Must' između kombinacija ukrštanja nisu utvrđene. Posmatrano po kombinacijama ukrštanja, širina ploda sorte 'Gala Must' se kretala od 68,72 mm (kombinacija 'Gala Must' × 'Red Elstar') do 71,19 mm (kombinacija 'Gala Must' × 'Rajka').

Prosečno kod svih ukrštanja, najmanja širina ploda sorte 'Gala Must' od 66,66 mm je utvrđena u 2007. godini, što je statistički značajno niže u odnosu na vrednosti u ostalim godinama ispitivanja. Najveća prosečna širina ploda sorte 'Gala Must' zabeležena je u 2008. godini (73,44 mm). Razlike u širini ploda sorte 'Gala Must' su statistički značajne između svih godina proučavanja.

*Indeks oblika ploda.* Najmanju vrednost indeksa oblika ploda, odnosno spljošteniji oblik, sorta 'Gala Must' je ostvarila sa sortom 'Red Elstar' (0,84), dok je najveća vrednost indeksa (0,88) i izduženiji oblik ploda dobijen u varijanti slobodnog

oprašivanja. Razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte ‘Gala Must’ su statistički značajne između svih kombinacija ukrštanja. Posmatrano po godinama ispitivanja, razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte ‘Gala Must’ nisu bile statistički značajne.

*Tab. 19. Uticaoj oprašivača na indeks oblika ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu sorte ‘Gala Must’*

<b>Parametar</b>	<b>Indeks oblika</b>	<b>Dužina peteljke (mm)</b>	<b>Broj semenki</b>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	0,84 ± 0,01 c	31,28 ± 0,54	6,19 ± 0,10 c	
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	0,87 ± 0,01 b	32,06 ± 0,92	7,41 ± 0,10 a	
‘Gala Must’ O.P.	0,88 ± 0,01 a	30,77 ± 0,86	7,26 ± 0,08 b	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	0,85 ± 0,01	31,06 ± 1,22 b	6,45 ± 0,07 c	
2008.	0,88 ± 0,01	34,39 ± 0,63 a	7,44 ± 0,11 a	
2009.	0,87 ± 0,01	28,66 ± 0,47 c	6,97 ± 0,10 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	2007.	0,81 ± 0,01	32,07 ± 0,60	5,76 ± 0,06
	2008.	0,86 ± 0,01	34,77 ± 0,79	6,49 ± 0,14
	2009.	0,86 ± 0,01	27,00 ± 0,22	6,32 ± 0,09
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	2007.	0,87 ± 0,00	30,67 ± 1,46	6,89 ± 0,04
	2008.	0,88 ± 0,00	35,47 ± 0,49	7,97 ± 0,09
	2009.	0,85 ± 0,01	30,03 ± 0,80	7,37 ± 0,17
‘Gala Must’ O.P.	2007.	0,85 ± 0,00	30,43 ± 1,59	6,71 ± 0,10
	2008.	0,89 ± 0,01	32,93 ± 0,62	7,85 ± 0,10
	2009.	0,89 ± 0,01	28,93 ± 0,38	7,22 ± 0,06
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	*	nz	**	
<b>B</b>	nz	**	**	
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	

*Dužina peteljke ploda.* Kod sorte ‘Gala Must’ nisu ispoljene statistički značajne razlike u dužini peteljke između kombinacija ukrštanja. Najkraća peteljka sorte ‘Gala Must’ je utvrđena u varijanti samooprašivanja (30,77 mm), a najduža u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ (32,06 mm).

Prosečno najmanju dužinu peteljke od 28,66 mm sorta ‘Gala Must’ je imala u 2009. godini, što je statistički značajno niže u odnosu na druge dve godine ispitivanja. Najduža peteljka sorte ‘Gala Must’ (34,39 mm) je izmerena u drugoj godini ispitivanja.

Razlike u dužini peteljke sorte 'Gala Must' između svih godina ispitivanja su statistički značajne.

*Broj semenki u plodu.* Najmanji broj semenki u plodu sorte 'Gala Must' zabeležen je u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (6,19), što je statistički značajno niže od ostale dve kombinacije ukrštanja. Najveći broj semenki u plodu sorta 'Gala Must' ostavila je sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (7,41). Razlike u broju semenki u plodu sorte 'Gala Must' su statistički značajne između svih kombinacija ukrštanja.

Posmatrano po godinama ispitivanja, najmanji broj semenki u plodu sorte 'Gala Must' je utvrđen u 2007. godini (6,45), dok je najveći broj semenki ostvaren u 2008. godini (7,44). Statistički značajne razlike u broju semenki ploda sorte 'Gala Must' su utvrđene između godina ispitivanja.

#### **5.2.1.2. Morfometrijske osobine plodova sorte 'Red Elstar'**

Ispitivane su morfometrijske osobine plodova sorte 'Red Elstar' dobijenih iz sledećih ukrštanja: 'Red Elstar' × 'Rajka', 'Red Elstar' × 'Gala Must', 'Red Elstar' × 'Topaz' i 'Red Elstar' O.P. Morfometrijske osobine plodova sorte 'Red Elstar' posmatrane po kombinacijama ukrštanja prikazane su u Tab. 20 i Tab. 21.

Analizom varijanse u pogledu morfometrijskih osobina plodova sorte 'Red Elstar' utvrđeno je da postoji značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača, kao i godine ispitivanja na masu, visinu i širinu ploda, indeks oblika, dužinu peteljke i broj semenki ploda. Takođe, značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine zabeležen je kod visine ploda i vrednosti indeksa oblika ploda.

*Masa ploda.* Najmanja masa ploda sorte 'Red Elstar' dobijena je kod kombinacije 'Red Elstar' × 'Rajka' (132,24 g), što je statistički značajno niže u odnosu na preostale tri kombinacije ukrštanja, između kojih statistički značajne razlike nisu utvrđene. Plodovi dobijeni iz ukrštanja 'Red Elstar' × 'Rajka' pripadaju kategoriji sitnih. Najveću masu ploda sorta 'Red Elstar' je ostvarila u kombinaciji sa sortom 'Gala Must' (151,40 g).

Tab. 20. Uticaoj oprašivača na krupnoću ploda sorte 'Red Elstar'

Parametar	Masa ploda (g)	Dimenzije ploda		
		Visina (mm)	Širina (mm)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Red Elstar' × 'Gala Must'	151,40 ± 2,43a	58,33 ± 0,58 a	72,42 ± 0,79 a	
'Red Elstar' × 'Rajka'	132,24 ± 1,33 b	55,74 ± 0,15 b	68,13 ± 0,23 b	
'Red Elstar' × 'Topaz'	144,19 ± 1,00 a	57,98 ± 0,41 a	69,18 ± 0,60 b	
'Red Elstar' O.P.	149,42 ± 2,47 a	58,62 ± 0,20 a	71,80 ± 0,61 a	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	125,28 ± 2,64 c	55,62 ± 0,44 c	68,33 ± 0,64 b	
2008.	163,27 ± 1,13 a	60,46 ± 0,29 a	73,17 ± 0,51 a	
2009.	144,39 ± 1,66 b	56,93 ± 0,28 b	69,65 ± 0,52 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	132,70 ± 2,04	57,10 ± 0,78 cd	69,27 ± 0,74
	2008.	182,80 ± 1,14	63,83 ± 0,71 a	77,50 ± 1,29
	2009.	138,70 ± 4,11	54,07 ± 0,25 ef	70,50 ± 0,35
'Red Elstar' × 'Rajka'	2007.	110,93 ± 1,50	53,50 ± 0,08 f	65,43 ± 0,11
	2008.	146,10 ± 1,61	57,93 ± 0,24 cd	71,27 ± 0,30
	2009.	139,70 ± 0,88	55,80 ± 0,13 def	67,70 ± 0,28
'Red Elstar' × 'Topaz'	2007.	133,57 ± 1,10	56,05 ± 0,41 de	68,50 ± 1,11
	2008.	154,40 ± 1,10	59,23 ± 0,12 bc	69,70 ± 0,27
	2009.	144,60 ± 0,81	58,67 ± 0,70 bc	69,33 ± 0,42
'Red Elstar' O.P.	2007.	123,93 ± 5,91	55,83 ± 0,47def	70,12 ± 0,61
	2008.	169,77 ± 0,67	60,83 ± 0,08 b	74,20 ± 0,18
	2009.	154,57 ± 0,83	59,20 ± 0,05 bc	71,07 ± 1,03
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	*	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	*	nz	

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, utvrđene su statistički značajne razlike u masi ploda sorte 'Red Elstar'. U prvoj godini ispitivanja sorta 'Red Elstar' je imala izuzetno sitne plodove po svim kombinacijama ukrštanja (prosečno 125,28 g), dok su najkrupniji plodovi dobijeni u drugoj godini ispitivanja (prosečno 163,27 g).

*Visina ploda.* Najmanja visina ploda sorte 'Red Elstar' utvrđena je u kombinaciji sa sortom 'Rajka' (55,74 mm), što se statistički značajno razlikovalo u odnosu na ostale kombinacije ukrštanja, između kojih nije bilo statistički značajnih razlika. Najveća visina ploda sorte 'Red Elstar' dobijena je u varijanti slobodnog oprašivanja (58,62 mm).

Razlike u visini ploda sorte 'Red Elstar' su statistički značajne po eksperimentalnim godinama. Najmanja visina ploda sorte 'Red Elstar' od 55,62 mm utvrđena je u 2007. godini, dok je najveća visina od 60,46 mm izmjerena u 2008. godini.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanju visinu ploda sorta 'Red Elstar' je imala u 2007. godini u kombinaciji sa sortom 'Rajka' (53,50 mm), dok je najveća visina ploda dobijena u 2008. godini sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem (63,83 mm).

*Širina ploda.* Širina ploda sorte 'Red Elstar' se kretala od 68,13 mm (kombinacija 'Red Elstar' × 'Rajka') do 72,42 mm (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must'). Širina ploda sorte 'Red Elstar' je na istom nivou statističke značajnosti između kombinacija 'Red Elstar' × 'Rajka' i 'Red Elstar' × 'Topaz', kao i kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must' i 'Red Elstar' O.P.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, širina ploda sorte 'Red Elstar' je varirala od 68,33 mm (prva godina ispitivanja) do 73,17 mm (druga godina ispitivanja), između kojih je utvrđena statistički značajna razlika. Razlike u visini ploda sorte 'Red Elstar' statistički nisu bile značajne između prve i treće godine proučavanja.

*Indeks oblika ploda.* Vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Red Elstar' se kretala od 0,80 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must') do 0,84 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz'). Utvrđene su statistički značajne razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte 'Red Elstar' između svih kombinacija ukrštanja.

U svim godinama ispitivanja razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte 'Red Elstar' su statistički značajne, a kretale su se od 0,81 (prva godina ispitivanja) do 0,83 (druga godina ispitivanja).

*Dužina peteljke ploda.* Najmanja dužina peteljke ploda sorte 'Red Elstar' izmjerena je u varijanti slobodnog oprašivanja (25,44 mm), što je statistički značajno niže od dužine peteljke ostalih kombinacija ukrštanja. Najveću dužinu peteljke sorta 'Red Elstar' je ostvarila sa sortom 'Rajka' (32,01 mm), što je na istom nivou statističke značajnosti kao i kod kombinacije 'Red Elstar' × 'Topaz' (31,98 mm). Vrednost ovog parametra kod plodova dobijenih iz kombinacije 'Red Elstar' × 'Gala Must' (29,90 mm) se statistički značajno razlikuje u odnosu na sve ostale kombinacije ukrštanja.

Po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u dužini peteljke sorte 'Red Elstar'. Prosečno najkraća peteljka ploda sorte 'Red Elstar' utvrđena je u



prvoj godini ispitivanja (27,13 mm), dok je najduža izmerena u drugoj eksperimentalnoj godini (32,63 mm).

*Tab. 21. Uticaoj oprašivača na indeks oblika ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu sorte 'Red Elstar'*

<b>Parametar</b>	<b>Indeks oblika</b>	<b>Dužina peteljke (mm)</b>	<b>Broj semenki</b>
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Red Elstar' × 'GalaMust'	0,80 ± 0,01 d	29,90 ± 0,48 b	9,17 ± 0,05 a
'Red Elstar' × 'Rajka'	0,81 ± 0,01 c	32,01 ± 0,44 a	6,38 ± 0,18 c
'Red Elstar' × 'Topaz'	0,84 ± 0,01 a	31,98 ± 0,29 a	7,23 ± 0,03 b
'Red Elstar' O.P.	0,82 ± 0,01 b	25,44 ± 0,30 c	9,16 ± 0,05 a
<b>Godina (B)</b>			
2007.	0,81 ± 0,01 c	27,13 ± 0,40 c	7,47 ± 0,10 c
2008.	0,83 ± 0,01 a	32,63 ± 0,37 a	8,45 ± 0,10 a
2009.	0,82 ± 0,01 b	29,74 ± 0,36 b	8,03 ± 0,04 b
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	0,82 ± 0,01 bc	26,00 ± 0,54
	2008.	0,82 ± 0,01 bc	33,43 ± 0,71
	2009.	0,77 ± 0,01 e	30,27 ± 0,20
'Red Elstar' × 'Rajka'	2007.	0,82 ± 0,01 bc	30,40 ± 0,36
	2008.	0,81 ± 0,01 cd	34,40 ± 0,38
	2009.	0,82 ± 0,01 bc	31,23 ± 0,58
'Red Elstar' × 'Topaz'	2007.	0,82 ± 0,01 bc	30,73 ± 0,25
	2008.	0,85 ± 0,01 a	33,30 ± 0,23
	2009.	0,85 ± 0,01 a	31,90 ± 0,39
'Red Elstar' O.P.	2007.	0,80 ± 0,01 d	21,37 ± 0,45
	2008.	0,82 ± 0,01 bc	29,40 ± 0,16
	2009.	0,83 ± 0,01 b	25,57 ± 0,28
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	**
<b>B</b>	*	**	**
<b>A × B</b>	**	nz	nz

*Broj semenki u plodu.* Najmanji broj semenki u plodu sorte 'Red Elstar' je utvrđen u kombinaciji sa sortom 'Rajka' (6,38), što je statistički značajno niže od broja semenki utvrđenih u plodovima iz ostalih kombinacija ukrštanja. Najveći broj semenki u plodu sorta 'Red Elstar' je ostvarila sa sortom 'Gala Must' kao opršivačem (9,17), kao i u varijanti slobodnog oprašivanja (9,16). Broj semenki u plodovima sorte 'Red Elstar'

nastalih u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (7,23) se statistički razlikuje od svih ostalih kombinacija ukrštanja.

U svim godinama ispitivanja razlike u broju semenki ploda sorte 'Red Elstar' su statistički značajne, a kreću se od 7,47 (2007. godina) do 8,45 (2008. godina).

### **5.2.1.3. Morfometrijske osobine plodova sorte 'Rajka'**

Sorta 'Rajka' je korišćena kao majčinska komponenta pri oprašivanju sa sortama 'Gala Must', 'Red Elstar' i 'Topaz'. Proučavane su morfometrijske osobine plodova sorte 'Rajka' dobijenih iz tri kombinacije ukrštanja: 'Rajka' × 'Gala Must', 'Rajka' × 'Red Elstar', 'Rajka' × 'Topaz', kao i plodova dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja. Morfometrijske osobine plodova sorte 'Rajka' iz navedenih kombinacija ukrštanja prikazane su u Tab. 22 i Tab. 23.

Analiza varijanse navedenih osobina plodova sorte 'Rajka' ukazuje na značajan uticaj sorte oprašivača na visinu ploda, indeks oblika, dužinu peteljke i broj semenki ploda. Takođe, godina ispitivanja je ispoljila značajan uticaj na sve parametre izuzev na vrednost indeksa oblika ploda, dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine zabeležen jedino kod visine ploda.

*Masa ploda.* Najmanja masa ploda sorte 'Rajka' dobijena je ukrštanjem sa sortom 'Red Elstar' (138,40 g), dok je najveća ostvarena sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem (150,72 g). Razlike u masi ploda sorte 'Rajka' posmatrano po kombinacijama ukrštanja nisu bile statistički značajne.

Razlike u masi ploda sorte 'Rajka' su statistički značajne po godinama ispitivanja. Velika razlika u masi ploda zabeležena je naročito između prve i druge godine ispitivanja. Plodovi sorte 'Rajka', prosečne mase od 106,38 g, koji su dobijeni u prvoj godini ispitivanja pripadaju kategoriji sitnih, dok su najkrupniji plodovi prosečno od 205,67 g izmereni u drugoj godini ispitivanja.

*Visina ploda.* Najmanja visina ploda sorte 'Rajka' je utvrđena u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (56,82 mm), odnosno u varijanti slobodnog oprašivanja (57,07 mm), između kojih nije bilo statistički značajne razlike. Najveća visina ploda sorte 'Rajka' ostvarena je sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem (60,24 mm). Ova vrednost, kao i visina ploda ostvarena sa sortom 'Topaz' (58,76 mm), se statistički značajno

razlikuju od vrednosti navedenog parametra dobijenog u ostalim kombinacijama ukrštanja.

Prosečno najmanja visina ploda sorte 'Rajka' od 53,04 mm je utvrđena u 2007. godini, dok je najveća vrednost ovog parametra od 66,32 mm izmerena u 2008. godini. Razlike u visini ploda sorte 'Rajka' su statistički značajne između svih kombinacija ukrštanja.

*Tab. 22. Uticaj oprašivača na krupnoću ploda sorte 'Rajka'*

Parametar	Masa ploda (g)	Dimenzije ploda		
		Visina (mm)	Širina (mm)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Rajka' × 'Gala Must'	150,72 ± 4,96	60,24 ± 0,81 a	69,92 ± 0,65	
'Rajka' × 'Red Elstar'	138,40 ± 4,04	56,82 ± 0,56 c	70,10 ± 0,60	
'Rajka' × 'Topaz'	146,51 ± 6,52	58,76 ± 0,81 b	69,27 ± 0,87	
'Rajka' O.P.	143,33 ± 7,74	57,07 ± 1,04 c	67,77 ± 0,92	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	106,38 ± 4,80 c	53,04 ± 0,67 c	63,62 ± 0,67 c	
2008.	205,67 ± 9,24 a	66,32 ± 1,13 a	77,78 ± 1,11 a	
2009.	122,17 ± 3,41 b	55,31 ± 0,61 b	66,40 ± 0,50 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A×B)</b>				
'Rajka' × 'Gala Must'	2007.	112,26 ± 3,77	53,86 ± 0,81 e	63,95 ± 0,76
	2008.	219,00 ± 6,56	71,92 ± 1,18 a	79,97 ± 0,82
	2009.	120,90 ± 4,56	54,93 ± 0,45 d	65,83 ± 0,36
'Rajka' × 'Red Elstar'	2007.	94,34 ± 2,84	54,21 ± 0,80 e	64,50 ± 0,90
	2008.	191,33 ± 5,76	60,92 ± 0,75 b	77,61 ± 0,87
	2009.	129,54 ± 3,52	55,33 ± 0,12 d	68,20 ± 0,04
'Rajka' × 'Topaz'	2007.	108,31 ± 4,14	51,10 ± 0,21 f	62,97 ± 0,22
	2008.	214,98 ± 11,44	70,89 ± 1,44 a	80,00 ± 1,54
	2009.	116,25 ± 3,99	54,30 ± 0,78 d	64,86 ± 0,86
'Rajka' O.P.	2007.	110,61 ± 8,45	53,00 ± 0,85 e	63,06 ± 0,81
	2008.	197,38 ± 13,22	61,56 ± 1,18 b	73,56 ± 1,22
	2009.	122,00 ± 1,56	56,67 ± 1,10 c	66,70 ± 0,73
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	nz	*	nz	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	**	nz	

*Širina ploda.* Najmanja širina ploda sorte 'Rajka' je dobijena u varijanti slobodnog oprašivanja (67,77 mm), dok je najveća širina ostvarena sa sortom 'Red

Elstar' kao oprašivačem (70,10 mm). Statistički značajne razlike u pogledu navedenog parametra između ispitivanih kombinacija oprašivanja nisu utvrđene.

Ukoliko posmatramo po eksperimentalnim godinama, najmanja širina ploda sorte 'Rajka' izmerena je u 2007. godini (63,62 mm), dok je najveća širina utvrđena u 2008. godini (77,78 mm). Razlike u širini ploda sorte 'Rajka' su statistički značajne između svih godina ispitivanja.

*Tab. 23. Uticaj oprašivača na indeks oblika ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu sorte 'Rajka'*

<b>Parametar</b>	<b>Indeks oblika</b>	<b>Dužina peteljke (mm)</b>	<b>Broj semenki</b>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Rajka' × 'Gala Must'	0,86 ± 0,01 a	29,87 ± 0,44 a	8,55 ± 0,38 a	
'Rajka' × 'Red Elstar'	0,79 ± 0,00 b	27,86 ± 0,60 b	7,92 ± 0,04 c	
'Rajka' × 'Topaz'	0,84 ± 0,00 a	27,24 ± 0,84 b	8,23 ± 0,20 b	
'Rajka' O.P.	0,84 ± 0,01 a	24,69 ± 0,81 c	8,10 ± 0,11 bc	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	0,82 ± 0,01	25,31 ± 0,70 c	7,03 ± 0,44 c	
2008.	0,85 ± 0,01	29,69 ± 0,95 a	9,01 ± 0,04 a	
2009.	0,83 ± 0,01	27,25 ± 0,37 b	8,56 ± 0,06 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Rajka' × 'Gala Must'	2007.	0,84 ± 0,01	28,77 ± 0,55	7,14 ± 1,00
	2008.	0,90 ± 0,01	30,99 ± 0,71	9,66 ± 0,05
	2009.	0,83 ± 0,00	29,87 ± 0,06	8,85 ± 0,09
'Rajka' × 'Red Elstar'	2007.	0,77 ± 0,01	25,44 ± 0,60	7,06 ± 0,05
	2008.	0,78 ± 0,01	30,92 ± 0,82	8,47 ± 0,04
	2009.	0,81 ± 0,00	27,23 ± 0,38	8,21 ± 0,04
'Rajka' × 'Topaz'	2007.	0,81 ± 0,00	23,78 ± 0,80	6,84 ± 0,52
	2008.	0,89 ± 0,01	30,44 ± 1,09	9,13 ± 0,02
	2009.	0,84 ± 0,00	27,50 ± 0,61	8,72 ± 0,06
'Rajka' O.P.	2007.	0,84 ± 0,01	23,24 ± 0,84	7,07 ± 0,20
	2008.	0,83 ± 0,01	26,42 ± 1,16	8,77 ± 0,05
	2009.	0,85 ± 0,02	24,40 ± 0,43	8,47 ± 0,08
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	*	**	**	
<b>B</b>	nz	**	**	
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	

*Indeks oblika ploda.* Najmanja vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Rajka' ostvarena je sa sortom 'Red Elstar' kao oprašivačem (0,79), što je statistički značajno

niže od svih ostalih kombinacija ukrštanja, između kojih razlike nisu bile statistički značajne. Vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Rajka' od 0,84 ostvarena je u kombinaciji sa sortom 'Topaz' i u varijanti slobodnog oprašivanja, dok je njegova vrednost sa sortom 'Gala Must' iznosila 0,86.

Po godinama ispitivanja najmanja vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Rajka' utvrđena je u prvoj godini (0,82), dok je najveća bila u drugoj godini ispitivanja (0,85). Razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte 'Rajka' nisu bile statistički značajne po eksperimentalnim godinama.

*Dužina peteljke ploda.* Najmanju dužinu peteljke imali su plodovi nastali u varijanti slobodnog oprašivanja sorte 'Rajka' (24,69 mm), što je statistički značajno niže od ostalih kombinacija ukrštanja. Najveća dužina peteljke sorte 'Rajka' dobijena je u kombinaciji sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem (29,87 mm), što je statistički značajno više u odnosu na ostale kombinacije ukrštanja. Dužina peteljke plodova sorte 'Rajka' nastalih iz kombinacija ukrštanja 'Rajka' × 'Red Elstar' i 'Rajka' × 'Topaz' statistički se nije značajno razlikovala.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, dužina peteljke ploda sorte 'Rajka' se statistički značajno razlikovala i varirala od 25,31 mm (2007. godina) do 29,69 mm (2008. godina).

*Broj semenki u plodu.* Najmanji broj semenki u plodu sorte 'Rajka' utvrđen je u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (7,92), što je statistički značajno niže u odnosu na sve ostale kombinacije ukrštanja, izuzev varijante slobodnog oprašivanja. Najveći broj semenki u plodu sorte 'Rajka' (8,55) ostvaren je u kombinaciji sa sortom 'Gala Must', što je značajno više u odnosu na sve ostale kombinacije ukrštanja.

Statistički značajne razlike u pogledu broja semenki u plodu sorte 'Rajka' su postojale između svih godina ispitivanja. Najmanji broj semenki u plodu sorte 'Rajka' (7,03) utvrđen je u prvoj godini, a najveći od 9,01 u drugoj godini ispitivanja.

#### **5.2.1.4. Morfometrijske osobine plodova sorte 'Topaz'**

Ispitivane su morfometrijske osobine plodova sorte 'Topaz' dobijenih iz kombinacija ukrštanja 'Topaz' × 'Rajka' i 'Topaz' × 'Red Elstar', kao i plodova

dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja. Morfometrijske karakteristike plodova sorte 'Topaz' dobijenih iz navedenih ukrštanja prikazane su u Tab. 24 i Tab. 25.

U pogledu morfometrijskih osobina plodova sorte 'Topaz', analiza varijanse ukazuje da postoji značajan uticaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača, na masu ploda, indeks oblika ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu. Godina ispitivanja je imala značajnog uticaja na sve ispitivane parametre, dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine utvrđen jedino na vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Topaz'.

*Masa ploda.* Najmanja masa ploda sorte 'Topaz' utvrđena je u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (141,78 g), dok je najveća sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (167,59 g). Statistički značajne razlike u masi ploda sorte 'Topaz' su utvrđene između svih ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Statistički značajne razlike u masi ploda sorte 'Topaz' su utvrđene i po godinama ispitivanja. Najmanja prosečna masa ploda je ostvarena u toku prve eksperimentalne godine – 127,76 g, dok je najveća od 182,73 g utvrđena u drugoj godini ispitivanja.

*Visina ploda.* Visina ploda sorte 'Topaz' varirala je u intervalu od 53,92 mm (kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar') do 55,40 mm (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka'). Posmatrano po kombinacija ukrštanja, razlike u visini ploda sorte 'Topaz' statistički nisu značajne.

Između godina ispitivanja postojale su statistički značajne razlike u visini ploda sorte 'Topaz'. U 2007. godini je utvrđena prosečno najmanja visina ploda (51,31 mm), dok je najveća visina ploda sorte 'Topaz' od 59,06 mm ostvarena u 2008. godini.

*Širina ploda.* Najmanja širina ploda sorte 'Topaz' je utvrđena u varijanti slobodnog oprašivanja (70,46 mm), dok je najveća ostvarena sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (71,77 mm). Razlike u visini ploda sorte 'Topaz' statistički nisu značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Statistički značajne razlike u širini ploda sorte 'Topaz' su utvrđene po godinama ispitivanja. Prosečno najmanja visina ploda od 51,31 mm ostvarena je u prvoj godini ispitivanja, dok je najveća od 59,06 mm utvrđena u drugoj eksperimentalnoj godini.

Tab. 24. Utjecaj oprašivača na krupnoću ploda sorte 'Topaz'

Parametar	Masa ploda (g)	Dimenzije ploda		
		Visina (mm)	Širina (mm)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Topaz' × 'Red Elstar'	141,78 ± 2,51 c	53,92 ± 1,20	70,76 ± 1,21	
'Topaz' × 'Rajka'	167,59 ± 3,53 a	55,40 ± 0,52	71,77 ± 0,35	
'Topaz' O.P.	145,36 ± 1,30 b	54,21 ± 0,35	70,46 ± 0,41	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	127,76 ± 2,07 c	51,31 ± 0,80 c	65,13 ± 0,77 c	
2008.	182,73 ± 3,07 a	59,06 ± 0,92 a	77,06 ± 0,32 a	
2009.	144,24 ± 2,20 b	53,17 ± 0,35 b	70,81 ± 0,88 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Topaz' × 'Red Elstar'	2007.	117,87 ± 3,98	51,73 ± 1,11	66,19 ± 1,11
	2008.	175,20 ± 2,12	58,93 ± 2,16	77,13 ± 0,22
	2009.	132,25 ± 1,44	51,10 ± 0,33	68,97 ± 2,30
'Topaz' × 'Rajka'	2007.	143,87 ± 1,21	51,67 ± 0,89	64,33 ± 0,43
	2008.	188,48 ± 5,91	58,27 ± 0,36	77,10 ± 0,38
	2009.	170,41 ± 3,49	56,27 ± 0,31	73,89 ± 0,24
'Topaz' O.P.	2007.	121,53 ± 1,04	50,54 ± 0,39	64,88 ± 0,76
	2008.	184,49 ± 1,19	59,97 ± 0,22	76,93 ± 0,36
	2009.	130,05 ± 1,68	52,13 ± 0,43	69,57 ± 0,11
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	**	nZ	nZ	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	nZ	nZ	nZ	

*Indeks oblika ploda.* Najmanju vrednost indeksa oblika ploda od 0,76 sorta 'Topaz' je ostvarila sa sortom 'Red Elstar' kao oprašivačem, dok je vrednost indeksa od 0,77 utvrđena sa sortom 'Rajka' i u varijanti slobodnog oprašivanja. Statistički značajne razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte 'Topaz' su utvrđene između navedenih vrednosti dobijenih u ispitivanim ukrštanjima.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, utvrđene su statistički značajne razlike u vrednosti indeksa oblika ploda sorte 'Topaz'. Prosečno najmanju vrednost indeksa ploda sorta 'Topaz' je ostvarila u 2009. godini (0,75), dok je najveća utvrđena u 2007. godini (0,79).

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je sorta 'Topaz' u 2009. godini ostvarila najmanju vrednost indeksa oblika ploda sa sortom 'Red Elstar' (0,74), a najveću u 2007. godini sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (0,80).

Tab. 25. Utjecaj oprašivača na indeks oblika ploda, dužinu peteljke i broj semenki u plodu sorte 'Topaz'

Parametar	Indeks oblika	Dužina peteljke (mm)	Broj semenki	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>				
'Topaz' × 'Red Elstar'	0,76 ± 0,01 b	28,72 ± 0,34 a	9,83 ± 0,21 c	
'Topaz' × 'Rajka'	0,77 ± 0,00 a	24,21 ± 0,57 b	11,11 ± 0,10 a	
'Topaz' O.P.	0,77 ± 0,00 a	28,78 ± 0,27 a	10,16 ± 0,14 b	
<b>Godina (B)</b>				
2007.	0,79 ± 0,01 a	27,67 ± 0,28 b	8,92 ± 0,12 c	
2008.	0,77 ± 0,00 b	29,03 ± 0,57 a	12,87 ± 0,08 a	
2009.	0,75 ± 0,01 c	25,01 ± 0,33 c	9,32 ± 0,26 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>				
'Topaz' × 'Red Elstar'	2007.	0,78 ± 0,03 b	29,27 ± 0,16	8,56 ± 0,21
	2008.	0,76 ± 0,01 c	31,57 ± 0,70	12,10 ± 0,09
	2009.	0,74 ± 0,01 e	25,33 ± 0,16	8,84 ± 0,33
'Topaz' × 'Rajka'	2007.	0,80 ± 0,01 a	24,37 ± 0,34	9,33 ± 0,05
	2008.	0,76 ± 0,02 c	25,20 ± 0,5	14,20 ± 0,09
	2009.	0,76 ± 0,02 c	23,07 ± 0,79	9,81 ± 0,16
Topaz' O.P.	2007.	0,78 ± 0,01 b	29,37 ± 0,35	8,86 ± 0,11
	2008.	0,78 ± 0,02 b	30,33 ± 0,42	12,32 ± 0,05
	2009.	0,75 ± 0,02 d	26,63 ± 0,04	9,29 ± 0,28
<b>ANOVA</b>				
<b>A</b>	*	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	
<b>A × B</b>	**	nz	nz	

*Dužina peteljke ploda.* Dužina peteljke ploda sorte 'Topaz' kretala se u intervalu od 24,21 mm (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka') do 28,78 mm (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlika u dužini peteljke ploda sorte 'Topaz' između kombinacije sa sortom 'Rajka' i preostale dve kombinacije ukrštanja je statistički značajna, dok razlika između kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar' i slobodnog oprašivanja ('Topaz' O.P.) statistički nije značajna.

Između eksperimentalnih godina razlike u dužini peteljke ploda sorte 'Topaz' su bile statistički značajne. Prosečno najmanju dužinu peteljke ploda sorta 'Topaz' je ostvarila u trećoj godini ispitivanja (25,01 mm), dok je najduža peteljka izmerena u drugoj eksperimentalnoj godini (29,03 mm).

*Broj semenki u plodu.* Najmanji broj semenki u plodu sorte 'Topaz' utvrđen je u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (9,83), dok je najveći ostvaren sa sortom 'Rajka' kao



oprašivačem (11,11). Razlike u broju semenki ploda sorte ‘Topaz’ su statistički značajne između svih kombinacija ukrštanja.

Statistički značajne razlike u broju semenki ploda sorte ‘Topaz’ su utvrđene i između različitih eksperimentalnih godina. Prosečan broj semenki u plodu sorte ‘Topaz’ se kretao od 8,82 (2007. godina) do 12,87 (2008. godina).

## **5.2.2. Hemijske osobine plodova ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača**

U cilju utvrđivanja kvaliteta ploda ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača, kao najvažnije hemijske osobine određene su: sadržaj ukupnih suvih materija, sadržaj rastvorljivih suvih materija, sadržaj šećera (ukupnih, invertnih i saharoze), sadržaj ukupnih kiselina, aktuelni aciditet i sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodovima dobijenih ukrštanjem u okviru grupe kompatibilnih kombinacija.

### **5.2.2.1. Hemijske osobine plodova sorte ‘Gala Must’**

Navedene hemijske osobine ispitivane su kod plodova dobijenih iz ukrštanja ‘Gala Must’ × ‘Rajka’ i ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’, kao i plodova dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja. Rezultati ispitivanja hemijskih osobina plodova sorte ‘Gala Must’ dobijenih iz navedenih kombinacija ukrštanja prikazani su u Tab. 26.

Analiza varijanse u pogledu navedenih osobina plodova sorte ‘Gala Must’ ukazuje na statistički značajan uticaoj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača na sadržaj ukupnih suvih materija, invertnih šećera i ukupnih kiselina. Sa druge strane, godina ispitivanja je ispoljila statistički značajan uticaoj na sve parametre ploda, izuzev sadržaja saharoze, dok interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine nije utvrđen ni kod jedne ispitivane osobine.

*Sadržaj ukupnih suvih materija.* Sadržaj ukupnih suvih materija plodova sorte ‘Gala Must’ se kretao u intervalu od 14,94% (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’) do 15,95% (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlike u sadržaju ukupnih suvih materija plodova sorte ‘Gala Must’ po ispitivanim kombinacijama ukrštanja su statistički značajne.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, prosečno najniži sadržaj ukupnih suvih materija sorte 'Gala Must' od 14,83% utvrđen je u 2008. godini, dok je najviši sadržaj od 16,35% zabeležen u 2007. godini. Između godina ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u pogledu sadržaja ukupnih suvih materija plodova sorte 'Gala Must'.

*Sadržaj rastvorljivih suvih materija.* Najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija plodova sorte 'Gala Must' utvrđen je u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' kao oprašivačem (13,27%), dok je najviši sadržaj utvrđen u varijanti slobodnog oprašivanja (13,54%). Sadržaj rastvorljivih suvih materija plodova sorte 'Gala Must' se statistički nije razlikovao između kombinacija ukrštanja.

Prosečno kod svih kombinacija ukrštanja sorte 'Gala Must', najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija od 12,49% utvrđen je u drugoj godini ispitivanja, dok je najviši sadržaj od 14,62% ostvaren u prvoj eksperimentalnoj godini. Razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija po godinama ispitivanja statistički su značajne.

*Sadržaj ukupnih šećera.* Sadržaj ukupnih šećera u plodovima sorte 'Gala Must' dobijenih u ispitivanim kombinacijama bio je dosta ujednačen, tako da razlike nisu bile statistički značajne između pojedinih kombinacija ukrštanja. Vrednosti sadržaja ukupnih šećera su se kretale od 10,96% (varijanta slobodnog oprašivanja) do 11,39% (kombinacija 'Gala Must' × 'Rajka').

Između godina ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte 'Gala Must'. Najniži sadržaj ukupnih šećera zabeležen je u 2008. godini (10,10%), dok je najviši u 2007. godini (12,30%).

*Sadržaj invertnih šećera.* Između ispitivanih kombinacija ukrštanja postojala je statistički značajna razlika u sadržaju invertnih šećera plodova sorte 'Gala Must'. Najniži sadržaj invertnih šećera plodova sorte 'Gala Must' je utvrđen u varijanti slobodnog oprašivanja (8,05%), dok je najviši kod kombinacije 'Gala Must' × 'Rajka' (8,72%).

Sadržaj invertnih šećera u plodovima sorte 'Gala Must' se statistički značajno razlikovao i po godinama ispitivanja, a njegove vrednosti su se kretale u intervalu od 7,39% (2008. godina) do 9,09% (2007. godina).

Tab. 26. Uticaj oprašivača na hemijske osobine plodova sorte 'Gala Must'

Parametar	USM (%)	RSM (%)	Sadržaj šećera (%)			Ukupne kiseline (%)	pH	Ukupne mineralne materije (%)	
			Ukupni	Invertni	Saharoza				
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>									
G.M.* × R.E.	14,94 ± 0,24 c	13,27 ± 0,10	11,33 ± 0,15	8,19 ± 0,12 b	3,08 ± 0,16	0,24 ± 0,01 c	4,11 ± 0,01	0,26 ± 0,02	
G.M. × R.	15,61 ± 0,23 b	13,49 ± 0,17	11,39 ± 0,12	8,72 ± 0,12 a	2,45 ± 0,12	0,27 ± 0,00 b	4,05 ± 0,02	0,29 ± 0,01	
G.M. O.P.	15,95 ± 0,15 a	13,54 ± 0,19	10,96 ± 0,19	8,05 ± 0,10 c	2,75 ± 0,14	0,28 ± 0,01 a	4,06 ± 0,02	0,29 ± 0,01	
<b>Godina (B)</b>									
2007.	16,35 ± 0,36 a	14,62 ± 0,22 a	12,30 ± 0,28 a	9,09 ± 0,14 a	3,13 ± 0,22	0,31 ± 0,00 a	3,99 ± 0,02 c	0,28 ± 0,01 b	
2008.	14,83 ± 0,07 c	12,49 ± 0,08 c	10,10 ± 0,07 c	7,39 ± 0,06 c	2,55 ± 0,08	0,27 ± 0,01 b	4,07 ± 0,01 b	0,32 ± 0,01 a	
2009.	15,31 ± 0,19 b	13,19 ± 0,16 b	11,28 ± 0,12 b	8,47 ± 0,14 b	2,59 ± 0,12	0,22 ± 0,00 c	4,16 ± 0,02 a	0,25 ± 0,01 c	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>									
G.M. × R.E.	2007.	15,79 ± 0,51	14,20 ± 0,19	12,25 ± 0,36	8,86 ± 0,10	3,50 ± 0,30	0,30 ± 0,01	3,95 ± 0,01	0,27 ± 0,02
	2008.	14,27 ± 0,03	12,73 ± 0,02	10,62 ± 0,02	7,56 ± 0,02	2,90 ± 0,03	0,25 ± 0,01	4,15 ± 0,02	0,31 ± 0,02
	2009.	14,75 ± 0,18	12,87 ± 0,10	11,12 ± 0,08	8,14 ± 0,23	2,82 ± 0,15	0,18 ± 0,00	4,25 ± 0,02	0,20 ± 0,01
G.M. × R.	2007.	16,51 ± 0,32	14,97 ± 0,24	12,70 ± 0,08	9,33 ± 0,18	3,17 ± 0,12	0,30 ± 0,00	3,99 ± 0,02	0,27 ± 0,01
	2008.	15,06 ± 0,07	12,67 ± 0,07	10,45 ± 0,05	7,94 ± 0,12	2,39 ± 0,09	0,27 ± 0,01	4,03 ± 0,01	0,34 ± 0,01
	2009.	15,25 ± 0,29	12,83 ± 0,20	11,02 ± 0,23	8,89 ± 0,06	1,80 ± 0,16	0,24 ± 0,00	4,12 ± 0,04	0,28 ± 0,01
G.M. O.P.	2007.	16,74 ± 0,25	14,70 ± 0,22	11,95 ± 0,40	9,08 ± 0,13	2,73 ± 0,25	0,32 ± 0,01	4,02 ± 0,03	0,29 ± 0,01
	2008.	15,16 ± 0,10	12,07 ± 0,16	9,23 ± 0,14	6,67 ± 0,02	2,38 ± 0,12	0,28 ± 0,01	4,03 ± 0,01	0,30 ± 0,01
	2009.	15,94 ± 0,10	13,87 ± 0,17	11,70 ± 0,05	8,39 ± 0,14	3,14 ± 0,06	0,25 ± 0,00	4,12 ± 0,01	0,27 ± 0,00
<b>ANOVA</b>									
A	*	nz	nz	**	nz	**	nz	nz	
B	**	**	**	**	nz	**	**	*	
A × B	nz	nz	nz	nz	nz	nz	nz	nz	

\*G.M. – 'Gala Must'; R.E. – 'Red Elstar'; R. – 'Rajka'; G.M. O.P. – varijanta slobodnog oprašivanja

*Sadržaj saharoze.* Sadržaj saharoze u plodovima sorte ‘Gala Must’ nije bio uslovljen kako sortom oprašivačem, tako ni godinom ispitivanja. Stoga ni razlike između dobijenih vrednosti nisu bile statistički značajne. Najniži sadržaj saharoze utvrđen je kod plodova nastalih iz ukrštanja ‘Gala Must’ × ‘Rajka’ (2,45%), a najviši sadržaj su imali plodovi iz kombinacije ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’ (3,08%).

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, plodovi sorte ‘Gala Must’ su u drugoj godini ispitivanja imali prosečno najniži sadržaj saharoze (2,55%), dok je najviši sadržaj saharoze utvrđen u prvoj eksperimentalnoj godini i iznosio je 3,13%.

*Sadržaj ukupnih kiselina.* Sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte ‘Gala Must’ je imao vrednosti u intervalu od 0,24% (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’) do 0,28% (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte ‘Gala Must’ dobijenih u ispitivanim kombinacijama ukrštanja su statistički značajne.

Sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte ‘Gala Must’ se statistički značajno razlikovao i po eksperimentalnim godinama. Prosečno najniži sadržaj ukupnih kiselina od 0,22%, plodovi sorte ‘Gala Must’ imali su u trećoj godini ispitivanja (2009. godina), dok je u prvoj eksperimentalnoj godini utvrđen prosečno najviši sadržaj ukupnih kiselina i iznosio je 0,31%.

*Aktuelni aciditet (pH vrednost soka ploda).* Na pH vrednost soka ploda sorte ‘Gala Must’ nije uticala kombinacija ukrštanja, za razliku od sadržaja ukupnih kiselina. Plodovi sorte ‘Gala Must’ su imali ujednačenu pH vrednost soka koja se kretala u intervalu od 4,05 (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Rajka’) do 4,11 (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’). Razlike u pH vrednosti soka ploda između kombinacija ukrštanja nisu bile statistički značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u pH vrednosti soka ploda sorte ‘Gala Must’. Prosečno najnižu vrednost pH soka ploda sorta ‘Gala Mast’ je imala u 2007. godini (3,99), dok je najviša vrednost ostvarena u 2009. godini i iznosila je 4,16.

*Sadržaj ukupnih mineralnih materija.* Sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodu sorte ‘Gala Must’ se statistički nije razlikovao između ispitivanih kombinacija ukrštanja i kretao se u uskom intervalu od 0,26% (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’) do 0,29% (kombinacija ‘Gala Must’ × ‘Rajka’ i varijanta slobodnog oprašivanja).

Prosečno najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija plodovi sorte 'Gala Must' su imali u trećoj godini ispitivanja (0,25%), dok je najviši sadržaj ostvaren u drugoj eksperimentalnoj godini (0,32%). Po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih mineralnih materija plodova sorte 'Gala Must'.

#### **5.2.2.2. Hemijske osobine plodova sorte 'Red Elstar'**

Proučavane su hemijske osobine plodova dobijenih iz ukrštanja 'Red Elstar' × 'Rajka', 'Red Elstar' × 'Gala Must', 'Red Elstar' × 'Topaz' i u varijanti slobodnog oprašivanja sorte 'Red Elstar'. Rezultati ispitivanja hemijskih osobina plodova sorte 'Red Elstar' dobijenih iz navedenih kombinacija ukrštanja prikazani su u Tab. 27.

U pogledu hemijskih osobina plodova sorte 'Red Elstar', analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajan utjecaj kombinacije ukrštanja, odnosno sorte oprašivača na sadržaj invertnih šećera, sadržaj ukupnih kiselina, pH vrednost soka ploda i na sadržaj ukupnih mineralnih materija. Godina ispitivanja je pokazala statistički značajna utjecaj na sve ispitivane parametre, dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine utvrđen jedino kod sadržaja ukupnih mineralnih materija.

*Sadržaj ukupnih suvih materija.* Sadržaj ukupnih suvih materija u plodovima sorte 'Red Elstar' dobijenih iz različitih kombinacija ukrštanja je uglavnom ujednačen i kretao se u intervalu od 14,83% (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz') do 15,73% (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlike u sadržaju ukupnih suvih materija plodova sorte 'Red Elstar' između kombinacija ukrštanja nisu bile statistički značajne.

Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih suvih materija plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene po godinama ispitivanja. Prosečno najniži sadržaj ukupnih suvih materija plodovi sorte 'Red Elstar' su imali u 2009. godini (14,60%), dok je najviši sadržaj utvrđen u 2007. godini i iznosio je 16,05%.

Tab. 27. Uticaj oprašivača na hemijske osobine plodova sorte 'Red Elstar'

Parametar	USM (%)	RSM (%)	Sadržaj šećera (%)			Ukupne kiseline (%)	pH	Ukupne mineralne materije (%)	
			Ukupni	Invertni	Saharoza				
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>									
R.E.*× G.M.	15,18 ± 0,17	13,88 ± 0,15	11,39 ± 0,16	7,48 ± 0,08 c	3,71 ± 0,06	0,56 ± 0,009 a	3,65 ± 0,009 c	0,32 ± 0,01 b	
R.E. × R.	15,47 ± 0,14	14,01 ± 0,13	11,72 ± 0,12	8,14 ± 0,09 a	3,40 ± 0,05	0,52 ± 0,004 b	3,76 ± 0,013 a	0,38 ± 0,00 a	
R.E. × T.	14,83 ± 0,23	13,70 ± 0,15	11,32 ± 0,13	7,53 ± 0,04 b	3,60 ± 0,08	0,47 ± 0,005 c	3,78 ± 0,011 a	0,29 ± 0,01 c	
R.E. O.P.	15,73 ± 0,12	14,29 ± 0,11	11,84 ± 0,12	7,76 ± 0,04 b	3,84 ± 0,09	0,52 ± 0,014 b	3,73 ± 0,014 b	0,32 ± 0,01 b	
<b>Godina (B)</b>									
2007.	16,05 ± 0,19 a	14,77 ± 0,14 a	12,13 ± 0,17 a	8,03 ± 0,07 a	3,91 ± 0,12 a	0,67 ± 0,007 a	3,61 ± 0,008 c	0,38 ± 0,01 a	
2008.	15,24 ± 0,15 b	14,01 ± 0,15 b	11,62 ± 0,12 a	7,71 ± 0,06 b	3,72 ± 0,06 b	0,45 ± 0,009 b	3,74 ± 0,016 b	0,29 ± 0,01 c	
2009.	14,60 ± 0,15 c	13,14 ± 0,12 c	10,92 ± 0,09 b	7,45 ± 0,05 c	3,29 ± 0,04 c	0,42 ± 0,008 b	3,85 ± 0,011 a	0,32 ± 0,00 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A×B)</b>									
R.E. × G.M.	2007.	15,55 ± 0,23	14,46 ± 0,18	11,78 ± 0,18	7,33 ± 0,09	3,85 ± 0,13	0,66 ± 0,002	3,52 ± 0,004	0,33 ± 0,01 cd
	2008.	15,21 ± 0,03	14,16 ± 0,08	11,49 ± 0,07	7,45 ± 0,04	3,84 ± 0,03	0,53 ± 0,013	3,65 ± 0,015	0,30 ± 0,00 de
	2009.	14,77 ± 0,26	13,03 ± 0,19	10,9 ± 0,22	7,28 ± 0,10	3,44 ± 0,04	0,47 ± 0,012	3,76 ± 0,010	0,32 ± 0,01 cd
R.E. × R.	2007.	16,39 ± 0,17	15,20 ± 0,12	12,53 ± 0,16	8,36 ± 0,13	3,96 ± 0,03	0,71 ± 0,002	3,70 ± 0,010	0,49 ± 0,00 a
	2008.	15,45 ± 0,18	14,13 ± 0,23	11,78 ± 0,18	8,10 ± 0,13	3,50 ± 0,05	0,42 ± 0,005	3,77 ± 0,016	0,31 ± 0,01 cde
	2009.	14,59 ± 0,06	12,70 ± 0,02	10,86 ± 0,03	7,98 ± 0,03	2,74 ± 0,05	0,41 ± 0,006	3,82 ± 0,015	0,35 ± 0,00 c
R.E. × T.	2007.	15,73 ± 0,16	14,23 ± 0,08	11,61 ± 0,15	7,67 ± 0,03	3,75 ± 0,70	0,60 ± 0,003	3,66 ± 0,008	0,30 ± 0,00 de
	2008.	14,64 ± 0,78	13,70 ± 0,23	11,45 ± 0,22	7,62 ± 0,04	3,64 ± 0,13	0,42 ± 0,008	3,76 ± 0,021	0,28 ± 0,01 e
	2009.	14,12 ± 0,26	13,17 ± 0,13	10,9 ± 0,03	7,31 ± 0,03	3,41 ± 0,04	0,39 ± 0,005	3,93 ± 0,005	0,29 ± 0,00 de
R.E. O.P.	2007.	16,54 ± 0,22	15,20 ± 0,16	12,62 ± 0,21	8,35 ± 0,04	4,05 ± 0,24	0,69 ± 0,023	3,55 ± 0,012	0,40 ± 0,02 b
	2008.	15,73 ± 0,12	14,03 ± 0,03	11,78 ± 0,02	7,68 ± 0,02	3,89 ± 0,02	0,43 ± 0,010	3,77 ± 0,013	0,25 ± 0,00 e
	2009.	14,92 ± 0,04	13,66 ± 0,14	11,01 ± 0,11	7,24 ± 0,05	3,58 ± 0,02	0,42 ± 0,009	3,87 ± 0,016	0,32 ± 0,01 cd
<b>ANOVA</b>									
<b>A</b>	nz	nz	nz	**	nz	**	**	**	
<b>B</b>	**	**	**	**	**	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	nz	nz	nz	nz	*	

\*R.E. – 'Red Elstar'; G.M. – 'Gala Must'; R. – 'Rajka'; T. – 'Topaz'; R.E. O.P. – varijanta slobodnog oprašivanja

*Sadržaj rastvorljivih suvih materija.* Sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte 'Red Elstar' je analogno sadržaju ukupnih suvih materija bio dosta ujednačen. Najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija je utvrđen kod plodova sorte 'Red Elstar' dobijenih u kombinaciji sa sortom 'Topaz' (13,70%), a najviši sadržaj u varijanti slobodnog oprašivanja (14,29%). Razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija između plodova dobijenih u ispitivanim kombinacijama ukrštanja nisu statistički značajne.

Prosečno najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte 'Red Elstar' kod svih kombinacija ukrštanja utvrđen je u trećoj godini ispitivanja (13,14%), dok je najviši ostvaren u prvoj eksperimentalnoj godini (14,77%). Statistički značajne razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene po godinama ispitivanja.

*Sadržaj ukupnih šećera.* Sadržaj ukupnih šećera u plodovima sorte 'Red Elstar' posmatran po kombinacijama ukrštanja je varirao u intervalu od 11,32% (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz') do 11,84% (varijanta slobodnog oprašivanja). Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte 'Red Elstar' između kombinacija ukrštanja nisu utvrđene.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, prosečno najniži sadržaj ukupnih šećera u plodovima sorte 'Red Elstar' je utvrđen u 2009. godini (10,92%), dok je najviši sadržaj ostvaren u 2007. godini (12,13%). Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene između prve i treće, kao i druge i treće godine ispitivanja.

*Sadržaj invertnih šećera.* Sadržaj invertnih šećera plodova sorte 'Red Elstar' je varirao u intervalu od 7,48% (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must') do 8,14% (kombinacija 'Red Elstar' × 'Rajka'). Razlika u sadržaju invertnih šećera plodova dobijenih iz ukrštanja 'Red Elstar' × 'Topaz' i varijante slobodnog oprašivanja statistički nije značajna, dok su razlike u sadržaju ovih materija između svih ostalih kombinacija ukrštanja statistički značajne.

Statistički značajne razlike u sadržaju invertnih šećera plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene po godinama ispitivanja. U trećoj eksperimentalnoj godini zabeležen je prosečno najniži sadržaj invertnih šećera kod svih kombinacija ukrštanja (7,45%), dok je najviši utvrđen u prvoj godini ispitivanja (8,03%).

*Sadržaj saharoze.* Sadržaj saharoze u plodovima sorte ‘Red Elstar’ dobijenim u svim ispitivanim kombinacijama ukrštanja je uglavnom ujednačen, a utvrđene razlike nisu statistički značajne. Najniži sadržaj saharoze utvrđen je u plodovima nastalim u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ kao oprašivačem (3,40%), dok je najviši sadržaj ostvaren u plodovima dobijenim u varijanti slobodnog oprašivanja (3,84%).

Po godinama ispitivanja, prosečno najniži sadržaj saharoze je zabeležen u trećoj godini ispitivanja (3,29%), dok je najviši utvrđen u prvoj eksperimentalnoj godini (3,91%). Utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju saharoze u plodovima sorte ‘Red Elstar’ između godina ispitivanja.

*Sadržaj ukupnih kiselina.* Sadržaj ukupnih kiselina sorte ‘Red Elstar’ je varirao u intervalu od 0,47% (kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’) do 0,56% (kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Gala Must’). Plodovi sorte ‘Red Elstar’ dobijeni u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ kao oprašivačem i plodovi dobijeni u varijanti slobodnog oprašivanja imali su jednak sadržaj ukupnih kiselina (0,52%). Između njih i plodova dobijenih u ostalim kombinacijama ukrštanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih kiselina.

Prosečno najniži sadržaj ukupnih kiselina plodova sorte ‘Red Elstar’ je utvrđen u trećoj eksperimentalnoj godini (0,42%), dok je najviši sadržaj ostvaren u prvoj godini ispitivanja (0,67%). Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte ‘Red Elstar’ su utvrđene između prve i druge, kao i prve i treće godine ispitivanja.

*Aktuelni aciditet (pH vrednost soka ploda).* U skladu sa sadržajem ukupnih kiselina, kod plodova sorte ‘Red Elstar’ dobijenih u kombinaciji sa sortom ‘Gala Must’ utvrđena je najniža pH vrednost soka ploda (3,65), dok je najviša pH vrednost utvrđena kod plodova iz kombinacija ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’ (3,78) i ‘Red Elstar’ × ‘Rajka’ (3,76). Statistički značajne razlike u pH vrednosti soka ploda nisu utvrđene između kombinacija ukrštanja čiji se plodovi odlikuju visokom pH vrednošću, dok su između ostalih kombinacija ukrštanja razlike u visini pH vrednosti soka ploda statistički značajne.

Posmatrano po eksperimentalnim godinama utvrđene su statistički značajne razlike u pH vrednosti soka ploda sorte ‘Red Elstar’. Prosečno najniža pH vrednost soka ploda sorte ‘Red Elstar’ izmerena je u 2007. godini (3,61), dok je najviša pH vrednost utvrđena u 2009. godini (3,85).

*Sadržaj ukupnih mineralnih materija.* Najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija plodova sorte ‘Red Elstar’ utvrđen je u kombinaciji sa sortom ‘Topaz’ (0,29%),



dok je najviši sadržaj ostvaren u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (0,38%). Između plodova nastalih iz kombinacije 'Red Elstar' × 'Gala Must' i plodova dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja nisu utvrđene statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih mineralnih materija, dok su između plodova dobijenih iz svih ostalih kombinacija ukrštanja razlike statistički značajne.

U drugoj godini ispitivanja je utvrđen prosečno najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodovima sorte 'Red Elstar' (0,29%), dok je najviši sadržaj ukupnih mineralnih materija ostvaren u prvoj godini ispitivanja (0,38%). Posmatrano po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih mineralnih materija plodova sorte 'Red Elstar'.

U interakcijskom efektu kombinacije ukrštanja i godine kod plodova sorte 'Red Elstar', u 2008. godini utvrđen je najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija u varijanti slobodnog oprašivanja (0,25%), dok je najviši sadržaj ukupnih mineralnih materija ostvaren u 2007. godini kod plodova nastalih iz kombinacije 'Red Elstar' × 'Rajka' (0,49%).

### **5.2.2.3. Hemijske osobine plodova sorte 'Rajka'**

Proučavane su hemijske osobine plodova sorte 'Rajka' dobijenih iz sledećih kombinacija ukrštanja: 'Rajka' × 'Gala Must', 'Rajka' × 'Red Elstar', 'Rajka' × 'Topaz', kao i u varijanti slobodnog oprašivanja sorte 'Rajka'. Rezultati ispitivanja hemijskih osobina plodova sorte 'Rajka' dobijenih iz navedenih kombinacija ukrštanja prikazani su u Tab. 28.

Analizom varijanse je utvrđeno da je kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač statistički značajno uticala na sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija i sadržaj saharoze u plodovima sorte 'Rajka'. Godina ispitivanja je ispoljila značajan uticaj na sve ispitivane parametre ploda sorte 'Rajka', dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine zabeležen na sadržaj rastvorljivih suvih materija i saharoze.

*Sadržaj ukupnih suvih materija.* Najniži sadržaj ukupnih suvih materija imali su plodovi sorte 'Rajka' nastali iz kombinacije ukrštanja sa sortom 'Red Elstar' (14,93%), kao i plodovi dobijeni u varijanti slobodnog oprašivanja (15,06%), između kojih nisu utvrđene statistički značajne razlike. Najviši sadržaj ukupnih suvih materija plodova sorte

‘Rajka’ ostvaren je u kombinaciji sa sortom ‘Topaz’ (15,84%), kao i sa sortom ‘Gala Must’ (15,74%), bez statistički značajnih razlika. Statistički značajne razlike su utvrđene između plodova sorte ‘Rajka’ sa niskim i visokim sadržajem ukupnih suvih materija.

Prosečno najniži sadržaj ukupnih suvih materija plodova sorte ‘Rajka’ je utvrđen u drugoj godini ispitivanja (14,34%), što se statistički nije razlikovalo od sadržaja ukupnih suvih materija u trećoj eksperimentalnoj godini (14,70%). Statistički značajno viši sadržaj ukupnih suvih materija plodova sorte ‘Rajka’ ostvaren je u prvoj godini ispitivanja (17,14%).

*Sadržaj rastvorljivih suvih materija.* Sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte ‘Rajka’ je varirao u intervalu od 12,91% (kombinacija ‘Rajka’ × ‘Red Elstar’) do 13,78% (kombinacija ‘Rajka’ × ‘Topaz’). Statistički značajne razlike nisu utvrđene u sadržaju rastvorljivih suvih materija plodova sorte ‘Rajka’ nastalih iz kombinacije ‘Rajka’ × ‘Topaz’ (13,78%) i u varijanti slobodnog oprašivanja (13,46%). Između ostalih kombinacija ukrštanja razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija statistički su značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija plodova sorte ‘Rajka’. Prosečno najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte ‘Rajka’ ostvaren je drugoj godini ispitivanja (12,08%), dok je prosečno najviši sadržaj utvrđen u prvoj eksperimentalnoj godini (15,20%).

*Sadržaj ukupnih šećera.* Najniži sadržaj ukupnih šećera utvrđen je kod plodova sorte ‘Rajka’ dobijenih u varijanti slobodnog oprašivanja (10,68%), dok je najviši sadržaj ukupnih šećera utvrđen kod plodova sorte ‘Rajka’ nastalih u kombinaciji sa sortom ‘Topaz’ kao oprašivačem (11,52%). Razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte ‘Rajka’ između ispitivanih kombinacija ukrštanja statistički nisu značajne.

Prosečno najniži sadržaj ukupnih šećera plodova sorte ‘Rajka’ od 10,11% utvrđen je u 2008. godini, dok je najviši sadržaj od 12,22% ostvaren u 2007. godini. Posmatrano po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte ‘Rajka’.

Tab 28. Uticaj oprašivača na hemijske osobine plodova sorte 'Rajka'

Parametar	USM (%)	RSM (%)	Sadržaj šećera (%)			Ukupne kiseline (%)	pH	Ukupne mineralne materije (%)	
			Ukupni	Invertni	Saharoza				
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>									
R.* × G.M.	15,74 ± 0,14 a	13,40 ± 0,07 b	11,09 ± 0,10	8,48 ± 0,03	2,48 ± 0,07 b	0,37 ± 0,00	3,93 ± 0,01	0,31 ± 0,01	
R. × R.E.	14,93 ± 0,17 b	12,91 ± 0,10 c	10,78 ± 0,12	8,27 ± 0,06	2,39 ± 0,07 b	0,36 ± 0,01	3,99 ± 0,02	0,29 ± 0,01	
R. × T.	15,84 ± 0,13 a	13,78 ± 0,15 a	11,52 ± 0,13	8,03 ± 0,06	3,31 ± 0,06 a	0,36 ± 0,00	3,95 ± 0,02	0,32 ± 0,00	
R. O.P.	15,06 ± 0,12 b	13,46 ± 0,10 a	10,68 ± 0,15	8,26 ± 0,11	2,30 ± 0,05 b	0,38 ± 0,01	3,91 ± 0,03	0,31 ± 0,01	
<b>Godina (B)</b>									
2007.	17,14 ± 0,10 a	15,20 ± 0,08 a	12,22 ± 0,13 a	8,64 ± 0,07 a	3,40 ± 0,10 a	0,46 ± 0,01 a	3,78 ± 0,01 c	0,36 ± 0,01 a	
2008.	14,34 ± 0,15 b	12,08 ± 0,11 c	10,11 ± 0,10 c	7,90 ± 0,05 c	2,10 ± 0,04 c	0,31 ± 0,01 c	4,08 ± 0,04 a	0,27 ± 0,00 c	
2009.	14,70 ± 0,17 b	12,88 ± 0,13 b	10,72 ± 0,15 b	8,23 ± 0,07 b	2,37 ± 0,05 b	0,33 ± 0,01 b	3,97 ± 0,01 b	0,30 ± 0,01 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>									
R. × G.M.	2007.	18,47 ± 0,10	16,07 ± 0,05 a	13,20 ± 0,13	9,21 ± 0,02	3,79 ± 0,13 a	0,47 ± 0,00	3,83 ± 0,01	0,35 ± 0,01
	2008.	14,29 ± 0,16	11,68 ± 0,07 f	9,78 ± 0,05	7,99 ± 0,04	1,70 ± 0,01 f	0,31 ± 0,00	4,11 ± 0,03	0,28 ± 0,00
	2009.	14,45 ± 0,18	12,47 ± 0,10 e	10,28 ± 0,10	8,23 ± 0,03	1,96 ± 0,08 e	0,34 ± 0,01	3,84 ± 0,01	0,31 ± 0,01
R. × R.E.	2007.	16,43 ± 0,18	14,87 ± 0,11 b	12,03 ± 0,16	8,63 ± 0,04	3,24 ± 0,12 b	0,46 ± 0,01	3,81 ± 0,01	0,33 ± 0,01
	2008.	13,95 ± 0,24	11,36 ± 0,13 f	9,85 ± 0,05	7,90 ± 0,06	1,84 ± 0,03 f	0,30 ± 0,00	4,09 ± 0,03	0,26 ± 0,00
	2009.	14,41 ± 0,08	12,50 ± 0,07 e	10,45 ± 0,13	8,27 ± 0,09	2,08 ± 0,05 e	0,32 ± 0,01	4,06 ± 0,00	0,28 ± 0,01
R. × T.	2007.	17,68 ± 0,08	15,67 ± 0,05 a	12,37 ± 0,10	8,23 ± 0,03	3,93 ± 0,12 a	0,46 ± 0,00	3,76 ± 0,01	0,37 ± 0,00
	2008.	14,80 ± 0,07	12,42 ± 0,18 e	10,81 ± 0,05	7,80 ± 0,03	2,87 ± 0,02 c	0,29 ± 0,00	4,07 ± 0,03	0,28 ± 0,00
	2009.	15,06 ± 0,24	13,27 ± 0,21 de	11,37 ± 0,23	8,06 ± 0,12	3,14 ± 0,05 b	0,33 ± 0,01	4,01 ± 0,02	0,31 ± 0,01
R. O.P.	2007.	15,98 ± 0,06	14,20 ± 0,09 c	11,28 ± 0,10	8,51 ± 0,21	2,63 ± 0,03 cd	0,47 ± 0,01	3,74 ± 0,01	0,37 ± 0,00
	2008.	14,30 ± 0,14	12,87 ± 0,05 de	9,98 ± 0,23	7,90 ± 0,05	1,98 ± 0,10 e	0,33 ± 0,02	4,04 ± 0,05	0,26 ± 0,01
	2009.	14,88 ± 0,17	13,30 ± 0,14 d	10,78 ± 0,13	8,38 ± 0,06	2,29 ± 0,02 de	0,34 ± 0,01	3,96 ± 0,02	0,29 ± 0,01
<b>ANOVA</b>									
A	*	*	nz	nz	**	nz	nz	nz	
B	**	**	**	**	**	**	**	**	
A × B	nz	**	nz	nz	*	nz	nz	nz	

\*R. – 'Rajka'; G.M. – 'Gala Must'; R.E. – 'Red Elstar'; T. – 'Topaz'; R. O.P. – varijanta slobodnog oprašivanja

*Sadržaj invertnih šećera.* Sadržaj invertnih šećera u plodovima sorte 'Rajka' je varirao u intervalu od 8,03% (kombinacija 'Rajka' × 'Topaz') do 8,48% (kombinacija 'Rajka' × 'Gala Must'), između kojih nisu utvrđene statistički značajne razlike.

U skladu sa sadržajem ukupnih šećera, plodovi sorte 'Rajka' su prosečno imali najniži sadržaj invertnih šećera u 2008. godini (7,90%), a najviši sadržaj od 8,64% u 2007. godini. Statistički značajne razlike u sadržaju invertnih šećera plodova sorte 'Rajka' su utvrđene između eksperimentalnih godina.

*Sadržaj saharoze.* Najviši sadržaj saharoze utvrđen je kod plodova sorte 'Rajka' dobijenih u kombinaciji sa sortom 'Topaz' (3,31%), što je statistički značajno više od svih ostalih kombinacija ukrštanja, između kojih nije bilo statistički značajnih razlika u sadržaju ovog šećera. Najniži sadržaj saharoze je utvrđen kod plodova sorte 'Rajka' koji su dobijeni u varijanti slobodnog oprašivanja (2,30%).

Po godinama ispitivanja, prosečno najniži sadržaj saharoze sorta 'Rajka' je imala u 2008. godini (2,10%), dok je najviši sadržaj utvrđen u 2007. godini (3,40%). Utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju saharoze plodova sorte 'Rajka' između eksperimentalnih godina.

*Sadržaj ukupnih kiselina.* Sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte 'Rajka' dobijenih iz ispitivanih kombinacija ukrštanja bio je veoma ujednačen i kretao se od 0,36% (kombinacije 'Rajka' × 'Red Elstar' i 'Rajka' × 'Topaz') do 0,38% (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte 'Rajka' između ispitivanih kombinacija ukrštanja nisu bile statistički značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja postojale su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte 'Rajka'. Prosečno najniži sadržaj ukupnih kiselina plodova sorte 'Rajka' je utvrđen u drugoj godini (0,31%), dok je najviši u prvoj godini ispitivanja (0,46%).

*Aktuelni aciditet (pH vrednost soka ploda).* U skladu sa sadržajem ukupnih kiselina, utvrđeno je da je i pH vrednost soka ploda sorte 'Rajka' varirala u uskom intervalu, u okviru koga nisu bile statistički značajne razlike. Posmatrano po kombinacijama ukrštanja, pH vrednost soka ploda sorte 'Rajka' se kretala od 3,91 (varijanta slobodnog oprašivanja) do 3,99 (kombinacija 'Rajka' × 'Red Elstar').

Prosečno najniža pH vrednost soka ploda sorte 'Rajka' iz svih kombinacija ukrštanja je zabeležena u 2007. godini (3,78), dok je najviša pH vrednost utvrđena u

2008. godini (4,08). Statistički značajne razlike u pH vrednosti soka ploda sorte 'Rajka' su utvrđene između godina ispitivanja.

*Sadržaj ukupnih mineralnih materija.* Sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodu sorte 'Rajka' je varirao od 0,29% (kombinacija 'Rajka' × 'Red Elstar') do 0,32% (kombinacija 'Rajka' × 'Topaz'). Između ispitivanih kombinacija ukrštanja nisu utvrđene statistički značajne razlike u sadržaju pepela plodova sorte 'Rajka'.

Po godinama ispitivanja, najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodu sorte 'Rajka' je određen u 2008. godini (0,27%), dok je najviši sadržaj ukupnih mineralnih materija ostvaren u 2007. godini (0,36%). Utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih mineralnih materija plodova sorte 'Rajka' između godina ispitivanja.

#### **5.2.2.4. Hemijske osobine plodova sorte 'Topaz'**

Hemijske osobine su ispitivane kod plodova sorte 'Topaz' dobijenih iz dve roditeljske kombinacije 'Topaz' × 'Rajka' i 'Topaz' × 'Red Elstar', kao i kod plodova nastalih u varijanti slobodnog oprašivanja. Rezultati ispitivanja hemijskih osobina plodova sorte 'Topaz' dobijenih iz ispitivanih kombinacija ukrštanja prikazani su u Tab. 29.

Analizom varijanse je utvrđeno da je kombinacija ukrštanja (sorta oprašivač) statistički značajno uticala na sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija, sadržaj ukupnih i invertnih šećera, kao i na pH vrednost soka ploda. Godina ispitivanja je imala statistički značajan uticaj na sve ispitivane parametre, izuzev sadržaja saharoze, dok je značajan interakcijski efekat kombinacije oprašivanja i godine utvrđen jedino na sadržaj ukupnih kiselina.

*Sadržaj ukupnih suvih materija.* Najniži sadržaj ukupnih suvih materija u plodovima sorte 'Topaz' utvrđen je u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (15,53%), dok je najviši sadržaj od 16,26% ostvaren u varijanti slobodnog oprašivanja. Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih suvih materija u plodovima sorte 'Topaz' su utvrđene između kombinacija ukrštanja.

Tab. 29. Utjecaj oprašivača na hemijske osobine plodova sorte 'Topaz'

Parametar	USM (%)	RSM (%)	Sadržaj šećera (%)			Ukupne kiseline (%)	pH	Ukupne mineralne materije (%)	
			Ukupni	Invertni	Saharoza				
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>									
T.* × R.E.	16,13 ± 0,13 b	14,61 ± 0,12 b	12,11 ± 0,11 b	8,03 ± 0,07 b	3,92 ± 0,07	0,53 ± 0,01	3,60 ± 0,02 b	0,29 ± 0,01	
T. × R.	15,53 ± 0,13 c	13,89 ± 0,12 c	11,76 ± 0,14 c	7,53 ± 0,08 c	4,02 ± 0,09	0,48 ± 0,02	3,66 ± 0,02 a	0,26 ± 0,01	
T. O.P.	16,26 ± 0,12 a	14,86 ± 0,11 a	12,50 ± 0,11 a	8,36 ± 0,08 a	3,87 ± 0,08	0,54 ± 0,01	3,49 ± 0,02 c	0,30 ± 0,01	
<b>Godina (B)</b>									
2007.	16,89 ± 0,19 a	15,33 ± 0,16 a	12,41 ± 0,18 a	8,32 ± 0,11 a	3,94 ± 0,14	0,64 ± 0,02 a	3,45 ± 0,02 c	0,35 ± 0,02 a	
2008.	15,23 ± 0,09 c	13,90 ± 0,08 c	11,86 ± 0,06 c	7,70 ± 0,04 c	3,96 ± 0,03	0,43 ± 0,01 c	3,70 ± 0,03 a	0,24 ± 0,01 c	
2009.	15,81 ± 0,10 b	14,13 ± 0,11 b	12,11 ± 0,12 b	7,91 ± 0,08 b	3,91 ± 0,08	0,48 ± 0,01 b	3,59 ± 0,01 b	0,27 ± 0,01 b	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>									
T. × R.E.	2007.	16,99 ± 0,25	15,37 ± 0,18	12,38 ± 0,21	8,35 ± 0,13	4,09 ± 0,13	0,67 ± 0,01 b	3,48 ± 0,02	0,38 ± 0,01
	2008.	15,46 ± 0,08	14,13 ± 0,14	11,88 ± 0,04	7,76 ± 0,05	3,92 ± 0,01	0,42 ± 0,01 g	3,72 ± 0,03	0,22 ± 0,01
	2009.	15,95 ± 0,06	14,33 ± 0,05	12,08 ± 0,08	7,98 ± 0,04	3,73 ± 0,07	0,49 ± 0,02 d	3,60 ± 0,01	0,27 ± 0,01
T. × R.	2007.	17,45 ± 0,09	16,00 ± 0,11	12,80 ± 0,12	8,79 ± 0,10	3,71 ± 0,16	0,73 ± 0,02 a	3,40 ± 0,02	0,37 ± 0,03
	2008.	15,16 ± 0,14	14,16 ± 0,06	12,15 ± 0,08	8,03 ± 0,06	3,92 ± 0,03	0,41 ± 0,01 g	3,61 ± 0,02	0,26 ± 0,01
	2009.	16,18 ± 0,12	14,43 ± 0,15	12,53 ± 0,12	8,27 ± 0,08	3,99 ± 0,06	0,48 ± 0,01 de	3,46 ± 0,01	0,28 ± 0,01
T. O.P.	2007.	16,22 ± 0,23	14,63 ± 0,20	12,05 ± 0,21	7,81 ± 0,10	4,01 ± 0,14	0,53 ± 0,03 c	3,47 ± 0,02	0,29 ± 0,02
	2008.	15,08 ± 0,05	13,40 ± 0,03	11,54 ± 0,06	7,30 ± 0,03	4,03 ± 0,03	0,45 ± 0,01 f	3,78 ± 0,03	0,23 ± 0,00
	2009.	15,29 ± 0,12	13,63 ± 0,12	11,70 ± 0,16	7,48 ± 0,12	4,01 ± 0,11	0,47 ± 0,02 e	3,72 ± 0,02	0,25 ± 0,01
<b>ANOVA</b>									
<b>A</b>	**	**	**	**	nz	nz	**	nz	
<b>B</b>	**	**	*	**	nz	**	**	**	
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	nz	nz	*	nz	nz	

\*T. – 'Topaz'; R.E. – 'Red Elstar'; R. – 'Rajka'; T. O.P. – varijanta slobodnog oprašivanja

Posmatrano po eksperimentalnim godinama, prosečni sadržaj ukupnih suvih materija svih ispitivanih kombinacija se kretao u intervalu od 15,23% (2008. godina) do 16,89% (2007. godina). Između godina ispitivanja su utvrđene statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih suvih materija plodova sorte ‘Topaz’.

*Sadržaj rastvorljivih suvih materija.* Najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija je, analogno sadržaju ukupnih suvih materija, utvrđen kod plodova sorte ‘Topaz’ nastalih u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ kao oprašivačem (13,89%), dok je najviši sadržaj ostvaren u varijanti slobodnog oprašivanja (14,86%). Između svih ispitivanih kombinacija ukrštanja utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija plodova sorte ‘Topaz’.

Prosečno najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte ‘Topaz’ je utvrđen u drugoj godini ispitivanja (13,90%), dok je najviši sadržaj od 15,33% određen u prvoj eksperimentalnoj godini. Posmatrano po godinama ispitivanja, razlike u sadržaju rastvorljivih suvih materija u plodovima sorte ‘Topaz’ su statistički značajne.

*Sadržaj ukupnih šećera.* Sadržaj ukupnih šećera u plodovima sorte ‘Topaz’ se kretao u intervalu od 11,76% (kombinacija ‘Topaz’ × ‘Rajka’) do 12,50% (varijanta slobodnog oprašivanja). Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte ‘Topaz’ su utvrđene između svih ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih šećera plodova sorte ‘Topaz’ su utvrđene i po godinama ispitivanja. Prosečno najniži sadržaj ukupnih šećera plodovi sorte ‘Topaz’ su imali u 2008. godini (11,86%), dok je najviši sadržaj ostvaren u 2007. godini i iznosio je 12,41%.

*Sadržaj invertnih šećera.* Najniži sadržaj invertnih šećera plodovi sorte ‘Topaz’ su imali u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ kao oprašivačem (7,53%), dok su najviši sadržaj ostvarili u varijanti slobodnog oprašivanja (8,36%). Razlike u sadržaju invertnih šećera plodova sorte ‘Topaz’ su statistički značajne između kombinacija ukrštanja.

Prosečno najniži sadržaj invertnih šećera u plodovima sorte ‘Topaz’ je utvrđen u 2008. godini (7,70%), dok je najviši sadržaj ostvaren u 2007. godini (8,32%). Utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju invertnih šećera plodova sorte ‘Topaz’ između godina ispitivanja.

*Sadržaj saharoze.* Utvrđene razlike u sadržaju saharoze u plodovima sorte ‘Topaz’ nisu bile statistički značajne ni po kombinacijama ukrštanja, niti po godinama

ispitivanja. Najniži sadržaj saharoze plodovi sorte 'Topaz' su imali u varijanti slobodnog oprašivanja (3,87%), dok je najviši sadržaj ostvaren u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (4,02%). Po godinama ispitivanja prosečni sadržaj saharoze u plodovima sorte 'Topaz' je veoma sličan i kretao se u uskom intervalu od 3,91% (2009. godina) do 3,96% (2008. godina).

*Sadržaj ukupnih kiselina.* Sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte 'Topaz' se kretao od 0,48% (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka') do 0,54% (varijanta slobodnog oprašivanja). Utvrđene razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte 'Topaz' po kombinacijama ukrštanja nisu bile statistički značajne.

Prosečno najniži sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte 'Topaz' od 0,43% utvrđen je u 2008. godini, dok je najviši sadržaj od 0,64% ostvaren u 2007. godini. Razlike u sadržaju ukupnih kiselina plodova sorte 'Topaz' su statistički značajne između svih godina ispitivanja.

Interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina) ukazuje da su plodovi sorte 'Topaz' najniži sadržaj ukupnih kiselina imali u 2008. godini sa sortom 'Rajka' (0,41%), dok je sa istim oprašivačem u 2007. godini utvrđen najviši sadržaj ukupnih kiselina od 0,73%.

*Aktuelni aciditet (pH vrednost soka ploda).* Razlike u pH vrednosti soka ploda sorte 'Topaz' su statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja. Najniža pH vrednost soka ploda je utvrđena u varijanti slobodnog oprašivanja (3,49), dok je najviša pH vrednost ostvarena kod plodova nastalih iz ukrštanjem 'Topaz' × 'Rajka' (3,66).

U skladu sa sadržajem ukupnih kiselina, prosečno najniža pH vrednost soka ploda sorte 'Topaz' je utvrđena u prvoj godini ispitivanja (3,45), dok je najviša vrednost od 3,70 ostvarena u drugoj eksperimentalnoj godini (3,70).

*Sadržaj ukupnih mineralnih materija.* Sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodovima sorte 'Topaz' se statistički nije razlikovao između ispitivanih kombinacija ukrštanja. Najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija je utvrđen u plodovima sorte 'Topaz' dobijenih iz ukrštanja sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (0,26%), a najviši sadržaj ostvaren je u varijanti slobodnog oprašivanja (0,30%).

Po godinama ispitivanja, prosečno najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodovima sorte 'Topaz' od 0,24% je utvrđen u 2008. godini, dok je najviši sadržaj od 0,35% ostvaren u 2007. godini.



### **5.2.3. Organoleptičke osobine plodova ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača**

Kvalitet ploda jabuke je uslovljen velikim brojem različitih parametara koji su povezani sa prihvatljivošću i/ili ukusom potrošača. Čvrstina ploda, sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih kiselina su merljivi pokazatelji kojima se utvrđuje stanje ploda i optimalno vreme berbe. Međutim, ovi parametri nisu dovoljan pokazatelj kvaliteta ploda jabuke.

U radu su utvrđene najvažnije senzorne karakteristike ploda ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od oprašivača, i to: intenzitet dopunske boje pokožice ploda, atraktivnost ploda, ukus, aroma i konzistencija mesa ploda.

#### **5.2.3.1. Organoleptičke osobine plodova sorte ‘Gala Must’**

Rezultati ispitivanja organoleptičkih osobina plodova sorte ‘Gala Must’ dobijenih iz kombinacija ukrštanja ‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’ i ‘Gala Must’ × ‘Rajka’, kao i u varijanti slobodnog oprašivanja prikazani su u Tab. 30. Analizom varijanse je utvrđeno da je kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač, statistički značajno uticala na intenzitet dopunske boje pokožice plodova sorte ‘Gala Must’. Godina ispitivanja je, osim na navedenu osobinu, imala statistički značajan uticaj na atraktivnost i ukus ploda, dok ni kod jedne ispitivane organoleptičke osobine nisu zabeleženi značajni interakcijski efekti kombinacije ukrštanja i godine ispitivanja.

*Intenzitet dopunske boje pokožice ploda.* Najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte ‘Gala Mast’ su ostvarili u varijanti slobodnog oprašivanja (4,01 odnosno 73,00%), dok su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje zabeleženi u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ (4,17 odnosno 79,89%). Razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje pokožice plodova sorte ‘Gala Must’ su statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Tab. 30. Uticaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte 'Gala Must' (poeni)

Parametar	Intenzitet dopunske boje (0–5)	Atraktivnost (0–6)	Ukus (0–6)	Aroma (0–4)	Konzistencija (0–4)	Ukupno	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>							
'Gala Must' × 'Red Elstar'	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'	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.	4,01 ± 0,03 c	4,94 ± 0,14	5,02 ± 0,08	2,69 ± 0,08	2,74 ± 0,05	19,40	
<b>Godina (B)</b>							
2007.	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.	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.	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	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>							
'Gala Must' × 'Red Elstar'	2007.	4,07 ± 0,05	4,50 ± 0,07	5,10 ± 0,12	2,87 ± 0,08	2,83 ± 0,05	19,37
	2008.	4,27 ± 0,03	5,17 ± 0,05	4,80 ± 0,11	2,83 ± 0,04	2,77 ± 0,03	19,84
	2009.	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.	3,97 ± 0,02	4,63 ± 0,10	5,03 ± 0,09	2,83 ± 0,07	3,03 ± 0,08	19,49
	2008.	4,20 ± 0,05	5,10 ± 0,06	4,73 ± 0,10	2,77 ± 0,04	2,80 ± 0,04	19,60
	2009.	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.	4,00 ± 0,05	4,57 ± 0,16	5,13 ± 0,08	2,77 ± 0,05	2,83 ± 0,05	19,30
	2008.	4,07 ± 0,04	5,20 ± 0,09	4,83 ± 0,11	2,73 ± 0,08	2,77 ± 0,05	19,60
	2009.	3,97 ± 0,02	5,07 ± 0,16	5,10 ± 0,05	2,57 ± 0,11	2,63 ± 0,05	19,34
<b>ANOVA</b>							
<b>A</b>	*	nz	nz	nz	nz		
<b>B</b>	*	**	**	nz	nz		
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	nz	nz		

Prosečno najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Gala Must' su imali u 2007. godini (4,02, odnosno 66,56%), dok su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje utvrđeni u 2008. godini (4,19, odnosno 85,00%). Utvrđene razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje na pokožici plodova sorte 'Gala Must' između godina ispitivanja su statistički značajne.

*Atraktivnost ploda.* Ocena za atraktivnost plodova sorte 'Gala Must' se kretala u intervalu od 4,89 (kombinacija 'Gala Must' × 'Rajka') do 4,94 (varijanta slobodnog oprašivanja). Razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Gala Must' nisu statistički značajne između kombinacija ukrštanja.

Po godinama ispitivanja, najniža prosečna ocena za atraktivnost plodova sorte 'Gala Must' utvrđena je u prvoj godini ispitivanja (4,57), dok je najviša ocena zabeležena u drugoj eksperimentalnoj godini (5,16). Utvrđene su statistički značajne razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Gala Must' između godina ispitivanja.

*Ukus ploda.* Najniža ocena za ukus plodova sorte 'Gala Must' je utvrđena u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (4,93), dok je najviša ocena dobijena u varijanti slobodnog oprašivanja (5,02). Razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Gala Must' nisu statistički značajne između kombinacija ukrštanja.

Statistički značajne razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Gala Must' su utvrđene po godinama ispitivanja. Najniža prosečna ocena za ukus plodova sorte 'Gala Must' od 4,79 je dobijena u 2008. godini, dok je najviša ocena od 5,09 zabeležena u 2007. godini.

*Aroma ploda.* Ocena za aromu plodova sorte 'Gala Must' 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'). Prosečno najniža ocena arome plodova sorte 'Gala Must' je dobijena u trećoj godini ispitivanja (2,68), dok je najviša ocena utvrđena u prvoj eksperimentalnoj godini (2,82).

*Konzistencija ploda.* Statistički značajne razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Gala Must' nisu utvrđene ni po kombinacijama ukrštanja, ni po godinama ispitivanja. Najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Gala Must' je utvrđena u varijanti slobodnog oprašivanja (2,74), dok je najviša ocena dobijena u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' kao oprašivačem (2,84). Po godinama ispitivanja, prosečno najniža

ocena za konzistenciju plodova sorte 'Gala Must' je dobijena u 2009. godini (2,73), dok je najviša od 2,90 utvrđena u 2007. godini.

*Ukupna organoleptička ocena.* Najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Gala Must' je dobijena u varijanti slobodnog oprašivanja (19,40), dok je najviša ukupna ocena od 19,72 utvrđena u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem. Posmatrano po godinama ispitivanja prosečna ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Gala Must' se kretala od 19,40 (2007. godina) do 19,70 (2008. godina).

### **5.2.3.2. Organoleptičke osobine plodova sorte 'Red Elstar'**

Rezultati ispitivanja organoleptičkih osobina plodova sorte 'Red Elstar' dobijenih iz tri kombinacije ukrštanja 'Red Elstar' × 'Gala Must', 'Red Elstar' × 'Rajka' i 'Red Elstar' × 'Topaz', kao i u varijanti slobodnog oprašivanja prikazani su u Tab. 31. Analizom varijanse je utvrđeno da je sorta oprašivač statistički značajno uticala na intenzitet dopunske boje pokožice plodova sorte 'Red Elstar'. Godina ispitivanja je imala statistički značajan uticaj na intenzitet dopunske boje pokožice, atraktivnost, ukus i konzistenciju ploda, dok značajni interakcijski efekti kombinacije ukrštanja i godine ispitivanja nisu utvrđeni ni kod jedne ispitivane organoleptičke osobine ploda sorte 'Red Elstar'.

*Intenzitet dopunske boje pokožice ploda.* Najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Red Elstar' su ostvarili u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (2,83 odnosno 60,44%). Plodovi sorte 'Red Elstar' su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje dostigli u kombinacijama sa sortom 'Rajka' (3,09, odnosno 65,67%) i sortom 'Gala Must' (3,03 odnosno 63,89%), između kojih nisu utvrđene statistički značajne razlike. Takođe, razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje plodova sorte 'Red Elstar' statistički nisu značajne između kombinacije 'Red Elstar' × 'Gala Must' i varijante slobodnog oprašivanja. Između ostalih ispitivanih kombinacija ukrštanja utvrđene su statistički značajne razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje pokožice plodova sorte 'Red Elstar'.

Statistički značajne razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje na pokožici plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene i po godinama ispitivanja. Prosečno najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Red Elstar' su imali u 2009. godini

(2,75 odnosno 58,83%), dok su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje ostvareni u 2008. godini (3,22, odnosno 68,75%).

*Atraktivnost ploda.* Najniža ocena za atraktivnost plodova sorte 'Red Elstar' od 3,91 je utvrđena u kombinaciji sa sortom 'Topaz', dok je najviša ocena od 4,01 dostignuta u kombinaciji sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem. Razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Red Elstar' između kombinacija ukrštanja nisu statistički značajne.

Prosečna ocena za atraktivnost plodova sorte 'Red Elstar' kretala se u intervalu od 3,78 (prva godina ispitivanja) do 4,08 (druga godina ispitivanja). Po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Red Elstar'.

*Ukus ploda.* Ocena ukusa plodova sorte 'Red Elstar' kretala se u veoma uskom intervalu od 5,13 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz') do 5,28 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must'). Posmatrano po ispitivanim kombinacijama ukrštanja, razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Red Elstar' nisu statistički značajne.

Statistički značajne razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Red Elstar' su utvrđene po godinama ispitivanja. Najniža prosečna ocena za ukus plodova sorte 'Red Elstar' je utvrđena u 2009. godini (5,04), dok je najviša ocena od 5,39 zabeležena u 2007. godini.

*Aroma ploda.* Razlike u oceni arome plodova sorte 'Red Elstar' nisu statistički značajne ni po kombinacijama ukrštanja niti po godinama ispitivanja. Po ispitivanim kombinacijama ukrštanja, ocena za aromu plodova sorte 'Red Elstar' kretala se od 2,84 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must') do 2,98 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz'). Prosečno najniža ocena arome plodova sorte 'Red Elstar' od 2,89 je dobijena u trećoj eksperimentalnoj godini, dok je najviša ocena od 2,93 utvrđena u prvoj godini ispitivanja.

*Konzistencija ploda.* Ocena za konzistenciju plodova sorte 'Red Elstar' po kombinacijama ukrštanja je varirala u uskom intervalu, bez statistički značajnih razlika. Najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Red Elstar' od 2,80 utvrđena je u kombinaciji sa sortom 'Topaz', dok je najviša ocena od 2,91 dobijena u kombinaciji sa sortom 'Gala Must' kao oprašivačem.

Po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Red Elstar'. Prosečno najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Red Elstar' je dobijena u 2008. godini (2,76), dok je najviša od 3,03 utvrđena u 2007. godini.

Tab. 31. Uticaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte 'Red Elstar' (poeni)

Parametar	Intenzitet dopunske boje (0–5)	Atraktivnost (0–6)	Ukus (0–6)	Aroma (0–4)	Konzistencija (0–4)	Ukupno (0–25)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>							
'Red Elstar' × 'Gala Must'	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'	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'	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.	2,96 ± 0,02 b	3,97 ± 0,04	5,27 ± 0,03	2,94 ± 0,04	2,89 ± 0,03	18,03	
<b>Godina (B)</b>							
2007.	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.	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.	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	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>							
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	2,97 ± 0,04	3,87 ± 0,01	5,37 ± 0,08	2,80 ± 0,04	3,03 ± 0,03	18,04
	2008.	3,43 ± 0,04	4,13 ± 0,04	5,37 ± 0,03	2,80 ± 0,02	2,77 ± 0,02	18,50
	2009.	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.	3,07 ± 0,05	3,73 ± 0,02	5,33 ± 0,03	2,97 ± 0,04	3,07 ± 0,02	18,17
	2008.	3,23 ± 0,04	4,17 ± 0,03	5,10 ± 0,03	3,00 ± 0,02	2,80 ± 0,03	18,30
	2009.	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.	2,87 ± 0,04	3,77 ± 0,01	5,33 ± 0,05	2,90 ± 0,04	2,97 ± 0,01	17,84
	2008.	3,03 ± 0,03	3,97 ± 0,05	5,10 ± 0,03	2,97 ± 0,08	2,67 ± 0,02	17,74
	2009.	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.	2,97 ± 0,03	3,77 ± 0,03	5,53 ± 0,03	3,07 ± 0,04	3,03 ± 0,01	18,37
	2008.	3,17 ± 0,01	4,03 ± 0,04	5,20 ± 0,03	2,87 ± 0,03	2,80 ± 0,03	18,07
	2009.	2,73 ± 0,01	4,10 ± 0,05	5,07 ± 0,02	2,90 ± 0,06	2,83 ± 0,03	17,63
<b>ANOVA</b>							
A	**	nz	nz	nz	nz	nz	
B	**	**	**	nz	**	**	
A × B	nz	nz	nz	nz	nz	nz	

*Ukupna organoleptička ocena.* Ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Red Elstar' je varirala u intervalu od 17,65 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz') do 18,07 (kombinacija 'Red Elstar' × 'Gala Must'). Posmatrano po godinama ispitivanja prosečna najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Red Elstar' je utvrđena u trećoj godini ispitivanja (17,56), dok je najviša ocena od 18,16 dobijena u drugoj eksperimentalnoj godini.

### **5.2.3.3. Organoleptičke osobine plodova sorte 'Rajka'**

Rezultati ispitivanja organoleptičkih osobina plodova sorte 'Rajka' dobijenih iz tri kombinacije ukrštanja ('Rajka' × 'Gala Must', 'Rajka' × 'Red Elstar' i 'Rajka' × 'Topaz') i u varijanti slobodnog oprašivanja ('Rajka' O.P) prikazani su u Tab. 32. Kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač, je imala statistički značajni uticaj na sve ispitivane parametre organoleptičkih karakteristika ploda sorte 'Rajka'. Godina ispitivanja je ispoljila statistički značajan uticaj na sve parametre izuzev na ocenu arome ploda, dok je značajni interakcijski efekti kombinacije ukrštanja i godine ispitivanja utvrđen jedino kod konzistencije ploda sorte 'Rajka'.

*Intenzitet dopunske boje pokožice ploda.* Najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Rajka' su ostvarili u varijanti slobodnog oprašivanja (3,98, odnosno 79,56%), dok su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje utvrđeni u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (4,49, odnosno 86,44%). Utvrđene razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje pokožice plodova sorte 'Rajka' između ispitivanih kombinacija ukrštanja su statistički značajne.

Posmatrano po ispitivanim godinama takođe su utvrđene statistički značajne razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje na pokožici plodova sorte 'Rajka'. Najslabiji intenzitet dopunske boje plodovi sorte 'Rajka' su imali u 2009. godini (4,06), dok je najjači intenzitet ostvaren u 2008. godini (4,32). Prisustvo dopunske boje na pokožici plodova sorte 'Rajka' variralo je u intervalu od 80,33% (2007. godina) do 85,58% (2008. godina).

*Atraktivnost ploda.* Ocena za atraktivnost plodova sorte 'Red Elstar' je varirala u intervalu od 4,22 (kombinacija 'Rajka' × 'Topaz') do 4,49 (kombinacija 'Rajka' × 'Gala Must'). Statistički značajne razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Rajka' nisu

utvrđene između kombinacija 'Rajka' × 'Gala Must' i 'Rajka' × 'Red Elstar', kao ni između kombinacija 'Rajka' × 'Topaz' i 'Rajka' O.P, dok su razlike između ove dve grupe kombinacija statistički značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja, najniža prosečna ocena za atraktivnost plodova sorte 'Rajka' utvrđena je u prvoj eksperimentalnoj godini (4,13), a najviša od 4,64 u drugoj godini ispitivanja. Po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Rajka'.

*Ukus ploda.* Ocena za ukus plodova sorte 'Rajka' se kretala od 3,73 (kombinacija 'Rajka' × 'Red Elstar') do 4,10 (kombinacija 'Rajka' × 'Gala Must'), između kojih su utvrđene statistički značajne razlike. Razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Rajka' nastalih u kombinaciji sa sortom 'Topaz' i u varijanti slobodnog oprašivanja statistički nisu značajne.

Najniža prosečna ocena za ukus plodova sorte 'Rajka' od 3,73 je utvrđena u 2008. godini, dok je najviša ocena od 4,17 zabeležena u 2007. godini. Statistički značajne razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Rajka' su utvrđene po godinama ispitivanja.

*Aroma ploda.* Po ispitivanim kombinacijama ukrštanja, ocena za aromu plodova sorte 'Red Elstar' je varirala od 2,68 (kombinacija 'Rajka' × 'Red Elstar') do 2,93 (kombinacija 'Rajka' × 'Gala Must'), između kojih su razlike statistički značajne. Ocene za aromu plodova sorte 'Rajka' dobijenih iz ukrštanja 'Rajka' × 'Topaz' i u varijanti slobodnog oprašivanja nisu statistički značajno različite.

Po godinama ispitivanja razlike u oceni arome plodova sorte 'Rajka' statistički nisu različite. Prosečno najniža ocena arome plodova sorte 'Red Elstar' od 2,77 je dobijena u trećoj godini, dok je najviša ocena od 2,83 utvrđena u drugoj godini ispitivanja.

*Konzistencija ploda.* Najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Rajka' je dobijena u varijanti slobodnog oprašivanja (2,90), a najviša od 3,09 u kombinaciji sa sortom 'Topaz'. Između najniže i najviše ocene za konzistenciju plodova sorte 'Topaz' utvrđene su statistički značajne razlike. Razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Topaz' nastalih iz ukrštanja sa sortama 'Gala Must' i 'Red Elstar' satistički nisu različite.



Tab. 32. Utjecaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte 'Rajka' (poeni)

Parametar	Intenzitet dopunske boje (0–5)	Atraktivnost (0–6)	Ukus (0–6)	Aroma (0–4)	Konzistencija (0–4)	Ukupno (0–25)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>							
'Rajka' × 'Gala Must'	4,08 ± 0,03 c	4,49 ± 0,04 a	4,10 ± 0,03 a	2,93 ± 0,04 a	3,02 ± 0,02 ab	18,62	
'Rajka' × 'Red Elstar'	4,22 ± 0,03 b	4,39 ± 0,03 a	3,73 ± 0,01 c	2,68 ± 0,04 c	2,98 ± 0,03 bc	18,00	
'Rajkav' × 'Topaz'	4,49 ± 0,03 a	4,22 ± 0,03 b	4,02 ± 0,03 b	2,81 ± 0,03 ab	3,09 ± 0,03 a	18,63	
'Rajka' O.P.	3,98 ± 0,03 d	4,28 ± 0,03 b	4,00 ± 0,03 b	2,76 ± 0,04 bc	2,90 ± 0,02 c	17,92	
<b>Godina (B)</b>							
2007.	4,20 ± 0,03 b	4,13 ± 0,04 c	4,17 ± 0,02 a	2,79 ± 0,03	3,13 ± 0,03 a	18,42	
2008.	4,32 ± 0,03 a	4,64 ± 0,02 a	3,73 ± 0,03 c	2,83 ± 0,05	2,97 ± 0,03 b	18,49	
2009.	4,06 ± 0,03 c	4,27 ± 0,03 b	3,99 ± 0,03 b	2,77 ± 0,03	2,89 ± 0,02 c	17,98	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>							
'Rajka' × 'Gala Must'	2007.	4,17 ± 0,03	4,30 ± 0,05	4,33 ± 0,03	2,93 ± 0,05	3,13 ± 0,02 a	18,86
	2008.	4,13 ± 0,03	4,67 ± 0,03	3,87 ± 0,03	3,03 ± 0,05	2,83 ± 0,03 c	18,53
	2009.	3,93 ± 0,02	4,50 ± 0,04	4,10 ± 0,02	2,83 ± 0,02	3,10 ± 0,02 ab	18,46
'Rajka' × 'Red Elstar'	2007.	4,23 ± 0,02	4,17 ± 0,05	3,87 ± 0,01	2,67 ± 0,03	3,07 ± 0,02 ab	19,01
	2008.	4,37 ± 0,03	4,73 ± 0,01	3,60 ± 0,02	2,67 ± 0,04	3,03 ± 0,03 abc	18,40
	2009.	4,07 ± 0,03	4,27 ± 0,02	3,73 ± 0,01	2,70 ± 0,05	2,83 ± 0,02 c	17,60
'Rajka' × 'Topaz'	2007.	4,43 ± 0,03	3,97 ± 0,05	4,23 ± 0,02	2,87 ± 0,01	3,17 ± 0,03 a	18,67
	2008.	4,67 ± 0,03	4,60 ± 0,03	3,83 ± 0,02	2,83 ± 0,04	3,13 ± 0,04 a	19,06
	2009.	4,37 ± 0,03	4,10 ± 0,02	4,00 ± 0,03	2,73 ± 0,04	2,97 ± 0,02 bc	18,17
'Rajka' O.P.	2007.	3,97 ± 0,03	4,07 ± 0,02	4,23 ± 0,03	2,70 ± 0,04	3,17 ± 0,03 a	18,14
	2008.	4,10 ± 0,03	4,57 ± 0,02	3,63 ± 0,03	2,77 ± 0,05	2,87 ± 0,01 c	17,94
	2009.	3,87 ± 0,03	4,20 ± 0,03	4,13 ± 0,04	2,80 ± 0,02	2,67 ± 0,01 d	17,67
<b>ANOVA</b>							
<b>A</b>	**	*	**	*	*		
<b>B</b>	**	**	**	nz	**		
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	nz	**		

Statistički značajne razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Rajka' utvrđene su i po godinama ispitivanja. Prosečno najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Rajka' je dobijena u 2009. godini (2,89), dok je najviša ocena utvrđena u 2007. godini (3,13).

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da su u 2009. godini plodovi sorte 'Rajka' dobijeni u varijanti slobodnog oprašivanja imali najnižu ocenu za konzistenciju (2,67), dok je najviša ocena od 3,17 ostvarena u 2007. godini kod kombinacije sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem i u varijanti slobodnog oprašivanja.

*Ukupna organoleptička ocena.* Ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Rajka' se kretala u intervalu od 17,92 (varijanta slobodnog oprašivanja) do 18,63 (kombinacija 'Rajka' × 'Topaz'). Po godinama ispitivanja prosečna najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Rajka' od 17,98 je utvrđena u trećoj eksperimentalnoj godini, dok je najviša ocena od 18,49 ostvarena u drugoj godini ispitivanja.

#### **5.2.3.4. Organoleptičke osobine plodova sorte 'Topaz'**

Rezultati ispitivanja organoleptičkih osobina plodova sorte 'Topaz' dobijenih iz dve kombinacije ukrštanja 'Topaz' × 'Red Elstar' i 'Topaz' × 'Rajka', kao i u varijanti slobodnog oprašivanja prikazani su u Tab. 33. Analizom varijanse je utvrđeno da je sorta oprašivač statistički značajno uticala na intenzitet dopunske boje pokožice plodova sorte 'Topaz'. Godina ispitivanja je imala statistički značajan uticaj na intenzitet dopunske boje pokožice, atraktivnost, ukus i konzistenciju ploda sorte 'Topaz'. Značajni interakcijski efekti kombinacije ukrštanja i godine ispitivanja nisu zabeleženi ni kod jedne ispitivane organoleptičke osobine plodova sorte 'Topaz'.

*Intenzitet dopunske boje pokožice ploda.* Najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Topaz' su ostvarili u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (4,10 odnosno 73,56%), dok su najjači intenzitet i prisustvo dopunske boje utvrđeni sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (4,31 odnosno 78,33%). Razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje pokožice plodova sorte 'Topaz' između kombinacija ukrštanja su statistički značajne.

Prosečno najslabiji intenzitet i prisustvo dopunske boje plodovi sorte 'Topaz' su imali u prvoj godini ispitivanja (4,08 odnosno 73,44%), dok su najjači intenzitet i

prisustvo dopunske boje utvrđeni u drugoj eksperimentalnoj godini (4,40 odnosno 79,56%). Po godinama ispitivanja su utvrđene statistički značajne razlike u intenzitetu i prisustvu dopunske boje na pokožici plodova sorte 'Topaz'.

*Atraktivnost ploda.* Ocena za atraktivnost plodova sorte 'Topaz' je varirala u intervalu od 4,43 (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka') do 4,56 (kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar'). Utvrđene razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Topaz' između ispitivanih kombinacija ukrštanja statistički nisu značajne.

Po godinama ispitivanja su utvrđene statistički značajne razlike u oceni atraktivnosti plodova sorte 'Topaz'. Najniža prosečna ocena za atraktivnost plodova sorte 'Topaz' utvrđena je u prvoj eksperimentalnoj godini (4,36), dok je najviša ocena ostvarena u drugoj godini ispitivanja (4,62).

*Ukus ploda.* Najniža ocena za ukus plodova sorte 'Topaz' je ostvarena u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (5,01), dok je najviša ocena dobijena u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (5,12). Razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Topaz' nisu statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Prosečno najniža ocena za ukus plodova sorte 'Topaz' od 4,93 je dobijena u 2008. godini, dok je najviša ocena od 5,22 utvrđena u 2007. godini. Statistički značajne razlike u oceni ukusa plodova sorte 'Topaz' su utvrđene po godinama ispitivanja.

*Aroma ploda.* Ocena za aromu plodova sorte 'Topaz' se kretala u uskom intervalu i po kombinacijama ukrštanja i po godinama ispitivanja, bez statistički značajnih razlika. Posmatrano po kombinacijama ukrštanja ocena za aromu plodova sorte 'Topaz' se kretala od 3,17 (kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar') do 3,29 (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka'). Po godinama ispitivanja, prosečno najniža ocena arome plodova sorte 'Topaz' je dobijena u 2008. godini (3,18), dok je najviša ocena utvrđena u 2009. godini (3,26).

*Konzistencija ploda.* Razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Topaz' nisu statistički značajne po kombinacijama ukrštanja. Najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Topaz' je utvrđena u varijanti slobodnog oprašivanja (3,43), dok je najviša ocena dobijena u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (3,56).

Tab. 33. Utjecaj oprašivača na organoleptičke osobine plodova sorte 'Topaz' (poeni)

Parametar	Intenzitet dopunske boje (0–5)	Atraktivnost (0–6)	Ukus (0–6)	Aroma (0–4)	Konzistencija (0–4)	Ukupno (0–25)	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>							
'Topaz' × 'Red Elstar'	4,10 ± 0,05 c	4,56 ± 0,07	5,01 ± 0,07	3,17 ± 0,05	3,47 ± 0,02	20,31	
'Topaz' × 'Rajka'	4,31 ± 0,06 a	4,43 ± 0,05	5,12 ± 0,05	3,29 ± 0,08	3,56 ± 0,03	20,71	
'Topaz' O.P.	4,26 ± 0,05 b	4,50 ± 0,05	5,09 ± 0,05	3,21 ± 0,05	3,43 ± 0,05	20,49	
<b>Godina (B)</b>							
2007.	4,08 ± 0,05 c	4,36 ± 0,04 c	5,22 ± 0,05 a	3,23 ± 0,05	3,63 ± 0,04 a	20,52	
2008.	4,40 ± 0,06 a	4,62 ± 0,05 a	4,93 ± 0,08 c	3,18 ± 0,05	3,38 ± 0,03 c	20,51	
2009.	4,19 ± 0,05 b	4,51 ± 0,08 b	5,07 ± 0,04 b	3,26 ± 0,09	3,44 ± 0,04 b	20,47	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>							
'Topaz' × 'Red Elstar'	2007.	4,00 ± 0,03	4,43 ± 0,05	5,17 ± 0,05	3,07 ± 0,04	3,57 ± 0,02	20,24
	2008.	4,20 ± 0,06	4,70 ± 0,06	4,90 ± 0,11	3,20 ± 0,03	3,37 ± 0,04	20,37
	2009.	4,10 ± 0,05	4,53 ± 0,10	4,97 ± 0,05	3,23 ± 0,10	3,47 ± 0,02	20,30
'Topaz' × 'Rajka'	2007.	4,10 ± 0,08	4,33 ± 0,02	5,23 ± 0,05	3,40 ± 0,06	3,67 ± 0,05	20,30
	2008.	4,57 ± 0,04	4,53 ± 0,05	4,97 ± 0,05	3,20 ± 0,08	3,47 ± 0,02	20,74
	2009.	4,27 ± 0,07	4,43 ± 0,10	5,17 ± 0,05	3,27 ± 0,10	3,53 ± 0,04	20,67
'Topaz' O.P.	2007.	4,13 ± 0,04	4,30 ± 0,05	5,27 ± 0,05	3,23 ± 0,05	3,67 ± 0,05	20,60
	2008.	4,43 ± 0,08	4,63 ± 0,05	4,93 ± 0,08	3,13 ± 0,04	3,30 ± 0,03	20,42
	2009.	4,20 ± 0,03	4,57 ± 0,04	5,07 ± 0,02	3,27 ± 0,07	3,33 ± 0,08	20,44
<b>ANOVA</b>							
<b>A</b>	*	nz	nz	nz	nz	nz	
<b>B</b>	**	**	**	nz	**	**	
<b>A × B</b>	nz	nz	nz	nz	nz	nz	

Posmatrano po godinama ispitivanja utvrđene su statistički značajne razlike u oceni konzistencije plodova sorte 'Topaz'. Prosečno najniža ocena za konzistenciju plodova sorte 'Topaz' od 3,38 je dobijena u 2008. godini, dok je najviša ocena od 3,63 utvrđena u 2007. godini.

*Ukupna organoleptička ocena.* Najniža ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Topaz' je dobijena u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (20,31), dok je najviša ukupna ocena od 20,71 utvrđena u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem. Posmatrano po godinama ispitivanja prosečna ukupna organoleptička ocena plodova sorte 'Topaz' se kretala od 20,47 (treća godina ispitivanja) do 20,52 (prva godina ispitivanja).

### **5.3. Rodnost ispitivanih sorti jabuke**

Pored visokog kvaliteta ploda, rodnost je jedan od osnovnih ciljeva gajenja jabuke. Visina prinosa stabala jabuke zavisi od bioloških osobina sorte i podloge, zdravstvenog stanja, starosti voćke, sistema gajenja, prirodnih uslova i primenjene agrotehnike. Pored navedenog, u zasadima jabuke posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom izboru sorte oprašivača.

U radu je utvrđen prinos po stablu i po jedinici površine svake sorte u zavisnosti od oprašivača. Prinos po stablu je utvrđen na osnovu broja cvetova po stablu, procenta finalno zametnutih plodova odgovarajuće kombinacije ukrštanja i prosečne mase ploda te kombinacije. Prinos po jedinici površine (ha) je određen takođe računskim putem na osnovu broja stabala po hektaru. Rastojanje sadnje  $4 \times 1$  m obezbeđuje 2.500 stabala  $ha^{-1}$ .

#### **5.3.1. Uticaj oprašivača na prinos sorte 'Gala Must'**

Analizom varijanse je utvrđeno da su kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač, godina ispitivanja i interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine statistički značajno uticali na visinu prinosa po stablu i po jedinici površine sorte 'Gala Must' (Tab. 34).

*Prinos po stablu.* Prinos po stablu sorte ‘Gala Must’ izračunat je na bazi prosečnog broja cvetova po stablu u godinama ispitivanja, i to: 800 cvetova – 2007. godina; 400 cvetova – 2008. godina i 1000 cvetova – 2009. godina.

*Tab. 34. Uticaaj oprašivača na prinos sorte ‘Gala Must’*

Parametar	Prinos		
	kg stablo <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	19,30 ± 0,57 b	48,26 ± 1,42 b	
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	19,01 ± 0,51 c	47,53 ± 1,26 c	
‘Gala Must’ O.P.	24,63 ± 0,77 a	61,58 ± 1,92 a	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	23,71 ± 0,79 b	59,27 ± 1,96 b	
2008.	11,21 ± 0,35 c	28,02 ± 0,88 c	
2009.	28,03 ± 0,71 a	70,07 ± 1,76 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
‘Gala Must’ × ‘Red Elstar’	2007.	20,33 ± 0,64 f	50,83 ± 1,60 f
	2008.	10,16 ± 0,43 h	25,40 ± 1,07 h
	2009.	27,42 ± 0,64 b	68,55 ± 1,60 b
‘Gala Must’ × ‘Rajka’	2007.	24,82 ± 0,67 d	62,04 ± 1,67 d
	2008.	9,94 ± 0,14 i	24,85 ± 0,36 i
	2009.	22,28 ± 0,71 e	55,70 ± 1,77 e
‘Gala Must’ O.P.	2007.	25,98 ± 1,0 c	64,95 ± 2,62 c
	2008.	13,53 ± 0,48 g	33,82 ± 1,21 g
	2009.	34,39 ± 0,77 a	85,97 ± 1,92 a
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

Najmanji prinos po stablu sorte ‘Gala Must’ je utvrđen u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ (19,01 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren u varijanti slobodnog oprašivanja (24,63 kg stablo<sup>-1</sup>). Statistički značajne razlike u visini prinosa po stablu sorte ‘Gala Must’ su utvrđene između kombinacija ukrštanja.

Posmatrano po godinama ispitivanja takođe su postojale statistički značajne razlike u visini prinosa po stablu sorte ‘Gala Must’. Prosečna visina prinosa po stablu sorte ‘Gala Must’ se kretala u intervalu od 11,21 kg (2008. godina) do 28,03 kg (2009. godina).

Interakcijski efekat (kombinacija oprašivanja/godina) ukazuje da je u 2008. godini sorta 'Gala Must' ostvarila najmanji prinos po stablu u kombinaciji sa sortom 'Rajka' (9,94 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos dobijen u 2009. godini kod varijante slobodnog oprašivanja (34,39 kg stablo<sup>-1</sup>).

*Prinos po jedinici površine.* Relativno visok prinos po hektaru sorte 'Gala Must' postignut je sa svim oprašivačima. Visina prinosa po hektaru sorte 'Gala Must' se kretala u intervalu od 47,53 t (kombinacija 'Gala Must' × 'Rajka') do 61,58 t (varijanta slobodnog oprašivanja). Utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Gala Must' između kombinacija ukrštanja.

U skladu sa visinom prinosa po stablu, prosečno najmanji prinos po jedinici površine sorte 'Gala Must' od 28,02 t ha<sup>-1</sup> utvrđen je u 2008. godini, dok je najveći prinos od 70,07 t ha<sup>-1</sup> ostvaren u 2009. godini. Razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Gala Must' su statistički značajne između godina ispitivanja.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), najmanji prinos po jedinici površine sorta 'Gala Must' je imala u 2008. godini kod kombinacije sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (24,85 t ha<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren u 2009. godini kod varijante slobodnog oprašivanja i iznosio je 85,97 t ha<sup>-1</sup>.

### **5.3.2. Uticaj oprašivača na prinos sorte 'Red Elstar'**

Statističkom analizom je utvrđeno da postoji značajan uticaj sorte oprašivača, godine ispitivanja i interakcijskog efekta kombinacije oprašivanja i godine na visinu prinosa po stablu i jedinici površine sorte 'Red Elstar' (Tab. 35).

*Prinos po stablu.* Sorta 'Red Elstar' je imala najmanju obilnost cvetanja od svih ispitivanih sorti po eksperimentalnim godinama. Za obračun prinosa po stablu ove sorte uzet je sledeći prosečan broj cvetova po stablu u godinama ispitivanja: 400 cvetova – 2007. godina; 250 cvetova – 2008. godina i 650 cvetova – 2009. godina.

Prinos po stablu sorte 'Red Elstar' kretao se u intervalu od 11,05 kg (kombinacija 'Red Elstar' × 'Rajka') do 15,63 kg (kombinacija 'Red Elstar' × 'Topaz'). Razlike u visini prinosa po stablu sorte 'Red Elstar' su statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Tab. 35. Utjecaj oprašivača na prinos sorte 'Red Elstar'

Parametar	Prinos		
	kg stablo <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Red Elstar' × 'Gala Must'	13,78 ± 0,24 b	33,33 ± 0,74 b	
'Red Elstar' × 'Rajka'	11,05 ± 0,86 d	27,63 ± 0,43 d	
'Red Elstar' × 'Topaz'	15,63 ± 0,38 a	39,07 ± 0,95 a	
'Red Elstar' O.P.	12,42 ± 0,18 c	31,06 ± 0,46 c	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	10,51 ± 0,24 b	25,45 ± 0,69 b	
2008.	7,03 ± 0,14 c	17,57 ± 0,36 c	
2009.	22,12 ± 0,35 a	55,30 ± 0,88 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
'Red Elstar' × 'Gala Must'	2007.	13,74 ± 0,35 d	31,02 ± 1,28 d
	2008.	5,95 ± 0,15 g	14,87 ± 0,36 g
	2009.	21,64 ± 0,23 b	54,10 ± 0,58 b
'Red Elstar' × 'Rajka'	2007.	7,84 ± 0,11 f	19,60 ± 0,27 ef
	2008.	5,99 ± 0,14 g	14,97 ± 0,36 g
	2009.	19,33 ± 0,26 c	48,32 ± 0,65 c
'Red Elstar' × 'Topaz'	2007.	13,56 ± 0,33 d	33,90 ± 0,83 d
	2008.	6,83 ± 0,15 fg	17,07 ± 0,38 fg
	2009.	26,50 ± 0,65 a	66,25 ± 1,63 a
'Red Elstar' O.P.	2007.	6,91 ± 0,15 fg	17,27 ± 0,38 fg
	2008.	9,35 ± 0,13 e	23,37 ± 0,33 e
	2009.	21,01 ± 0,26 b	52,52 ± 0,66 b
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

Prosečno najmanji prinos po stablu od 7,03 kg sorta 'Red Elstar' je imala u 2008. godini, dok je najveći prinos od 22,12 kg ostvaren u 2009. godini. Po godinama ispitivanja postojala je statistički značajna razlika u pogledu visine prinosa po stablu sorte 'Red Elstar'.

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je sorta 'Red Elstar' u 2008. godini ostvarila najmanji prinos po stablu kod svih kombinacija ukrštanja ('Red Elstar' × 'Gala Must' – 5,95 kg stablo<sup>-1</sup>; 'Red Elstar' × 'Rajka' – 5,99 kg stablo<sup>-1</sup>; 'Red Elstar' × 'Topaz' – 6,83 kg stablo<sup>-1</sup>), kao i kod varijante slobodnog oprašivanja u 2007. godini (6,91 kg stablo<sup>-1</sup>). Sorta 'Red Elstar' je u 2009. godini



ostvarila najveći prinos po stablu u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (26,50 kg stablo<sup>-1</sup>).

*Prinos po jedinici površine.* Sorta 'Red Elstar' je najmanji prinos po hektaru ostvarila sa sortom 'Rajka' (27,63 t ha<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos utvrđen u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (39,07 t ha<sup>-1</sup>). Razlika u visini prinosa po hektaru sorte 'Red Elstar' su statistički značajne između svih kombinacija ukrštanja.

Po godinama ispitivanja prosečan prinos po hektaru sorte 'Red Elstar' je varirao u intervalu od 17,57 t (2008. godina) do 55,30 t (2009. godina). Utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa po hektaru sorte 'Red Elstar' između eksperimentalnih godina.

Posmatrano kroz interakcijski efekat (kombinacija ukrštanja/godina), u 2008. godini sorta 'Red Elstar' je imala najmanji prinos po jedinici površine, koji je po kombinacijama ukrštanja iznosio 14,87 t ha<sup>-1</sup> – 'Red Elstar' × 'Gala Must', 14,97 t ha<sup>-1</sup> – 'Red Elstar' × 'Rajka' i 17,07 t ha<sup>-1</sup> – 'Red Elstar' × 'Topaz', kao i kod varijante slobodnog oprašivanja u 2007. godini – 17,27 t ha<sup>-1</sup>. Najveći prinos po hektaru od 66,25 t sorta 'Red Elstar' je ostvarila u 2009. godini kod kombinacije sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem.

### **5.3.3. Uticaj oprašivača na prinos sorte 'Rajka'**

Analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajan uticaj kako kombinacije ukrštanja odnosno sorte oprašivača, tako i godine ispitivanja, ali i interakcijskog efekta kombinacije ukrštanja/godina na visinu prinosa po stablu i po jedinici površine sorte 'Rajka' (Tab. 36).

*Prinos po stablu.* Za izračunavanje prinosa po stablu sorte 'Rajka' uzet je prosečan broj cvetova po stablu u eksperimentalnim godinama, i to: 700 cvetova – 2007. godina; 400 cvetova – 2008. godina i 900 cvetova – 2009. godina.

Sorta 'Rajka' je najmanji prinos po stablu imala u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (7,51 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos od 20,94 kg ostvaren kod varijante slobodnog oprašivanja. Statistički značajne razlike u visini prinosa po stablu sorte 'Rajka' su utvrđene između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Tab. 36. Utjecaj oprašivača na prinos sorte 'Rajka'

Parametar	Prinos		
	kg stablu <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Rajka' × 'Gala Must'	19,65 ± 0,29 b	49,12 ± 0,72 b	
'Rajka' × 'Red Elstar'	16,95 ± 0,37 c	42,37 ± 0,92 c	
'Rajka' × 'Topaz'	7,51 ± 0,23 d	18,78 ± 0,57 d	
'Rajka' O.P.	20,94 ± 0,43 a	52,35 ± 1,07 a	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	15,44 ± 0,28 b	38,59 ± 0,70 b	
2008.	9,52 ± 0,25 c	23,80 ± 0,62 c	
2009.	23,83 ± 0,45 a	59,58 ± 1,13 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A×B)</b>			
'Rajka' × 'Gala Must'	2007.	19,21 ± 0,31 e	48,02 ± 0,78 e
	2008.	10,22 ± 0,20 gh	25,55 ± 0,51 gh
	2009.	29,51 ± 0,34 b	73,78 ± 0,86 b
'Rajka' × 'Red Elstar'	2007.	14,54 ± 0,25 f	36,35 ± 0,63 f
	2008.	10,64 ± 0,27 g	26,60 ± 0,68 g
	2009.	25,67 ± 0,58 c	64,17 ± 1,46 c
'Rajka' × 'Topaz'	2007.	6,68 ± 0,21 i	16,70 ± 0,52 i
	2008.	6,78 ± 0,28 i	16,95 ± 0,70 i
	2009.	9,08 ± 0,20 h	22,70 ± 0,49 h
'Rajka' O.P.	2007.	21,31 ± 0,35 d	53,27 ± 0,87 d
	2008.	10,44 ± 0,24 gh	26,10 ± 0,60 gh
	2009.	31,07 ± 0,69 a	77,67 ± 1,73 a
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

Prosečno najmanji prinos po stablu sorta 'Rajka' je imala u drugoj eksperimentalnoj godini (9,52 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren u trećoj godini ispitivanja (23,83 kg stablo<sup>-1</sup>). Utvrđene su statistički značajne razlike u prinosu po stablu sorte 'Rajka' između godina ispitivanja.

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je u prvoj i drugoj godini ispitivanja najmanji prinos po stablu sorta 'Rajka' ostvarila u kombinaciji sa sortom 'Topaz' (6,68 kg stablo<sup>-1</sup>, odnosno 6,78 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos zabeležen kod varijante slobodnog oprašivanja u trećoj eksperimentalnoj godini (31,07 kg stablo<sup>-1</sup>).

*Prinos po jedinici površine.* U skladu sa prinosom po stablu, najmanji prinos po jedinici površine sorta 'Rajka' je ostvarila u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (18,78 t ha<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos postignut u varijanti slobodnog oprašivanja (52,35 t ha<sup>-1</sup>). Razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Rajka' između ispitivanih kombinacija ukrštanja statistički su značajne.

Posmatrano po godinama ispitivanja takođe su utvrđene statistički značajne razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Rajka'. Prosečna visina prinosa sorte 'Rajka' po jedinici površine kretala se u intervalu od 23,80 t ha<sup>-1</sup> (2008. godina) do 59,58 t ha<sup>-1</sup> (2009. godina).

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ispitivanja ukazuje da je u 2007. i 2008. godini utvrđen najmanji prinos sorte 'Rajka' u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem (16,70 t ha<sup>-1</sup>, odnosno 16,95 t ha<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren u 2009. godini kod varijante slobodnog oprašivanja (77,67 t ha<sup>-1</sup>).

#### **5.3.4. Utjecaj oprašivača na prinos sorte 'Topaz'**

Analizom varijanse je utvrđeno da su kombinacija ukrštanja, odnosno sorta oprašivač, godina ispitivanja i interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine statistički značajno uticali na visinu prinosa po stablu i po jedinici površine sorte 'Topaz' (Tab. 37).

*Prinos po stablu.* Prinos po stablu sorte 'Topaz' izračunat je na bazi prosečnog broja cvetova po stablu u ispitivanom periodu, i to: 750 cvetova – 2007. godina; 500 cvetova – 2008. godina i 950 cvetova – 2009. godina.

Prinos po stablu sorte 'Topaz' kretao se u intervalu od 13,71 kg (kombinacija 'Topaz' × 'Red Elstar') do 32,09 kg (kombinacija 'Topaz' × 'Rajka'). Razlike u visini prinosa po stablu sorte 'Topaz' su statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Prosečno najmanji prinos po stablu sorte 'Topaz' je utvrđen u drugoj godini ispitivanja (15,69 kg stablo<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren u trećoj eksperimentalnoj godini (27,66 kg stablo<sup>-1</sup>). Statistički značajne razlike u visini prinosa po stablu sorte 'Topaz' su utvrđene između godina ispitivanja.

Tab. 37. Uticaj oprašivača na prinos sorte 'Topaz'

Parametar	Prinos		
	kg stablu <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	
<b>Kombinacija ukrštanja (A)</b>			
'Topaz' × 'Red Elstar'	13,71 ± 0,30 c	34,27 ± 0,74 c	
'Topaz' × 'Rajka'	32,09 ± 0,87 a	80,22 ± 2,17 a	
'Topaz' O.P.	21,52 ± 0,55 b	53,79 ± 1,38 b	
<b>Godina (B)</b>			
2007.	23,97 ± 0,54 b	59,92 ± 1,36 b	
2008.	15,69 ± 0,48 c	39,23 ± 1,21 c	
2009.	27,66 ± 0,69 a	69,14 ± 1,72 a	
<b>Kombinacija ukrštanja × Godina (A × B)</b>			
'Topaz' × 'Red Elstar'	2007.	15,35 ± 0,32 g	38,37 ± 0,79 g
	2008.	9,11 ± 0,25 h	22,77 ± 0,62 h
	2009.	16,67 ± 0,32 f	41,67 ± 0,81 f
'Topaz' × 'Rajka'	2007.	32,50 ± 0,80 b	81,25 ± 2,00 b
	2008.	21,10 ± 0,71 e	52,75 ± 1,79 e
	2009.	42,67 ± 1,09 a	106,67 ± 2,72 a
'Topaz' O.P.	2007.	24,05 ± 0,52 c	60,12 ± 1,29 c
	2008.	16,87 ± 0,49 f	42,17 ± 1,22 f
	2009.	23,63 ± 0,65 d	59,07 ± 1,64 d
<b>ANOVA</b>			
<b>A</b>	**	**	
<b>B</b>	**	**	
<b>A × B</b>	**	**	

Posmatrano po interakcijskim efektima, sorta 'Topaz' je u 2008. godini ostvarila najmanji prinos po stablu od 9,11 kg u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar', dok je u 2009. godini ostvaren najveći prinos od 42,67 kg u kombinaciji sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem.

*Prinos po jedinici površine.* Najmanji prinos po jedinici površine sorte 'Topaz' utvrđen je kod kombinacije sa sortom 'Red Elstar' (34,27 t ha<sup>-1</sup>), dok je najveći prinos ostvaren sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (80,22 t ha<sup>-1</sup>). Razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Topaz' su statistički značajne između ispitivanih kombinacija ukrštanja.

Prosečni prinos po jedinici površine sorte 'Topaz' kretao se u intervalu od 39,23 t ha<sup>-1</sup> (2008. godina) do 69,14 t ha<sup>-1</sup> (2009. godina). Posmatrano po godinama

ispitivanja, utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa po jedinici površine sorte 'Topaz'.

Interakcijski efekat kombinacije ukrštanja i godine ukazuje da je sorta 'Topaz' u 2008. godini imala najmanji prinos po jedinici površine u kombinaciji sa sortom 'Red Elstar' (22,77 t ha<sup>-1</sup>), a najveći u 2009. godini sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (106,67 t ha<sup>-1</sup>).

## **6. DISKUSIJA**

U skladu sa postavljenim ciljem rada, utvrđeni su pojedinačni aspekti uticaja oprašivača na biološke osobine sorti jabuke ‘Gala Must’, ‘Red Elstar’, ‘Rajka’ i ‘Topaz’ u kombinacijama međusobnih oprašivanja, kao i u varijanti slobodnog oprašivanja svake sorte. Proučavane parametre fizioloških, pomoloških i produktivnih osobina navedenih sorti možemo podeliti i diskutovati kroz sledeća poglavlja:

- fenološke osobine ispitivanih sorti jabuke,
- pogodnost sorte oprašivača,
- uticaj oprašivača na pomološke osobine ploda sorti jabuke i
- uticaj oprašivača na prinose sorti jabuke.

### **6.1. Fenološke osobine ispitivanih sorti jabuke**

Sve ispitivane sorte su imale ujednačeno vreme cvetanja tokom trajanja oglada. Najraniji početak cvetanja imala je sorta ‘Rajka’ (8. april), a zatim sorte ‘Gala Must’ (9. april) i ‘Topaz’ (10. april), dok je najpoznije vreme cvetanja imala sorta ‘Red Elstar’, kod koje je prosečno vreme početka cvetanja bilo 11. april.

Fenofaza cvetanja svih ispitivanih sorti se u dovoljnoj meri preklapala u sve tri godine ispitivanja. Time je ispunjen prvi neophodan uslov za međusobno oprašivanje i oplodjenje navedenih sorti. Pejkić (1998) navodi da sorte jabuke koje se po vremenu cvetanja nalaze u istoj ili susednoj grupi mogu da posluže kao međusobni oprašivači, ako su obezbeđeni ostali uslovi za normalno oprašivanje i oplodjenje. Preklapanje vremena cvetanja između sorti je neophodno da bi se obezbedila efikasna polinacija (Joumayly *et al.*, 2010). ‘Rajka’, kao srednjeranocvetna sorta, je najmanje pet dana bila u podfazi punog cvetanja zajedno sa svim ostalim sortama (‘Gala Must’, ‘Red Elstar’ i ‘Topaz’) koje pripadaju grupi srednjepoznocvetnih.

Prosečno najranije cvetanje svih ispitivanih sorti bilo je u 2008. godini, zahvaljujući najvišoj temperaturi vazduha u periodu pred cvetanje, odnosno početkom aprila druge godine ispitivanja. Međutim, razlika u vremenu cvetanja sorti između godina ispitivanja je iznosila svega 2–3 dana.

Vreme cvetanja sorte ‘Gala Must’ u ispitivanim godinama se podudara sa podacima Lukić *et al.* (2011), ali i sa podacima o cvetanju sorti ‘Mondial Gala’ i ‘Galaxy’ u 2006. godini u istim agroekološkim uslovima (Milošević *et al.*, 2007). Međutim, sorta ‘Gala Must’ u našim uslovima prosečno cveta 10–12 dana ranije u odnosu na klonove ‘Schniga<sup>®</sup>’, ‘Brookfield<sup>®</sup>’, ‘Buckeye<sup>®</sup> Gala’ i ‘Galaxy<sup>®</sup>’ u uslovima Južnog Tirola (Guerra, 2007). Prosečan početak cvetanja sorte ‘Red Elstar’ u našim ispitivanjima je 11. april, što je u skladu sa trogodišnjim ispitivanjima koje navode Mratinić *et al.* (2001) za sort ‘Elstar’ na području Beograda.

Na području Mađarske fenofaza cvetanja sorte ‘Topaz’ prosečno traje od 6. do 24. aprila (Bodor, 2009), pri čemu je period punog cvetanja od 12. do 15. aprila, što je u skladu sa vremenom cvetanja u našim uslovima. Međutim, sorta ‘Topaz’, prema našim podacima cveta ranije 7–10 dana u odnosu na cvetanje ove sorte u uslovima Slovenije (Beber, 2009), što je rezultat povoljnijih klimatskih činioca, prvenstveno temperatura vazduha, neposredno pred cvetanje. Beber (2009) ovu sortu svrstava u grupu sorti srednje osetljivih prema poznom prolećnom mrazu.

Obilnost cvetanja je genetička osobina sorte, od koje u značajnoj meri zavisi obilnost zametanja plodova i visina prinosa. Obilnost cvetanja, međutim, zavisi i od sredine u kojoj voćka živi (Mišić, 1994), a uslovljena je stepenom diferenciranih cvetnih pupoljaka. Najmanju obilnost cvetanja imala je sorta ‘Red Elstar’ (3 poena). Izuzetno nisku obilnost cvetanja sorte ‘Elstar’ (2 poena) navode i Mratinić *et al.* (2001). Najveću obilnost cvetanja u sve tri godine ispitivanja imale su sorte ‘Topaz’ i ‘Gala Must’, što govori o visokom rodnom potencijalu ovih sorti. Međutim, Godec (2004) za uslove Slovenije navodi znatno manji generativni potencijal sorte ‘Topaz’. U prvoj godini ispitivanja izuzetno visoka obilnost cvetanja zapažena je kod svih sorti, kao rezultat dobro održavanog zasada i ranog stupanja u period početne rodnosti. Međutim, usled izostanka proređivanja cvetova i plodova u prvoj godini, došlo je do značajnijeg prerodevanja i smanjenog diferenciranja generativnih pupoljaka, odnosno znatno manje obilnosti cvetanja u sledećoj (drugoj) godini ispitivanja. Kao posledica izuzetno malog roda u toj godini, došlo je do značajnijeg diferenciranja cvetnih pupoljaka i mnogo bolje obilnosti cvetanja u trećoj godini ispitivanja. Sorte ‘Gala’ i ‘Elstar’ posebno imaju izraženu tendenciju alternativnog rađanja (Hirst, 1999), te je u intenzivnoj proizvodnji jabuke proređivanje cvetova i plodova neophodna tehnološka mera. Sorta ‘Elstar’

najbolji kvalitet plodova, rodnost i diferenciranost pupoljaka postiže kada se optereti sa po 5–7 plodova po cm<sup>2</sup> površine preseka debla (Zadravec, 2009).

Trajanje cvetanja predstavlja sortnu specifičnost, mada vremenski uslovi imaju veoma važan uticaj na dužinu trajanja ove fenofaze. Bodor i Toth (2007) navode da u uslovima Mađarske visoke temperature u proleće 2007. godine su prouzrokovale veoma kratko trajanje cvetanja, tako da je podfaza punog cvetanja trajala svega nekoliko dana za sve ispitivane sorte. U našim ispitivanjima prosečno najduže trajanje cvetanja svih sorti (15 dana) bilo je u 2008. godini. Te godine je zabeležena i najniža temperatura vazduha tokom fenofaze cvetanja (12,8°C). U 2007. godini kao posledica viših temperatura u tom periodu (14,2°C), dužina trajanja cvetanja je bila za dva dana kraća. U svim godinama ispitivanja, sve sorte su imale relativno dug period cvetanja, sporiji razvitak cvetova, što je omogućilo uspešno oprašivanje, oplodjenje i zametanje plodova.

Veoma je važno odrediti optimalno vreme berbe plodova jabuke pri kome postoji najbolji odnos između sveopšteg izgleda/privlačnosti plodova, organoleptičkog kvaliteta plodova (boja, veličina, sadržaj šećera, ukus), a da se pri tom ne umanjuje sposobnost za duže skladištenje (gubitak čvrstoće, povećana koncentracija etilena, veća mogućnost kvarenja plodova i druga oštećenja vezana za prezrelost plodova). Vreme zrenja plodova jabuke može biti uslovljeno sortom oprašivačem (Kumar *et al.*, 1996). Sorte ‘Golden Delicious’, ‘Starking’ i ‘Jonathan’ kao oprašivači letnjih sorti izazivaju kasnije sazrevanje plodova (Pejkić, 1998). Međutim, neke sorte u funkciji oprašivača nemaju uticaja na vreme zrenja plodova sorte koju oprašuju (Liu, 2008). U skladu sa tim, i u našim istraživanjima vreme berbe svih proučavanih sorti jabuke nije bilo uslovljeno sortom oprašivačem. Bez obzira na kombinaciju ukrštanja, u svim ispitivanim godinama, plodovi jedne sorte su imali isto vreme zrenja.

Plodovi sorte ‘Gala Must’ sazrevali su prosečno 18. avgusta (od 14. do 23. avgusta po godinama ispitivanja), što je u skladu sa podacima koje navode Milatović *et al.* (2009) za sorte ‘Galaxy’, ‘Gala Must’ i ‘Royal Gala’ na području centralne Šumadije, kao i Lukić *et al.* (2011) u ranijim ispitivanjima. Milošević *et al.* (2007), međutim, navode da su sorte ‘Mondial Gala’ i ‘Galaxy’ u 2006. godini sazrele u prvoj dekadi septembra, što je za oko deset dana kasnije u odnosu na naše podatke. Takođe, isti autori navode da je prosečno vreme zrenja plodova sorte ‘Elista<sup>TM</sup>’, jednog od klonova sorte ‘Elstar’, bilo kasnije u odnosu na vreme zrenja sorte ‘Red Elstar’,



dobijeno u našem radu. Prosečno vreme zrenja sorte 'Topaz' u našim ispitivanjima je 21. septembar, što je nešto ranije u odnosu na podatke koje navodi Beber (2009) za uslove Slovenije, gde ova sorta sazreva devet dana kasnije u odnosu na sortu 'Golden Delicious'. Godec (2004) na istom području, takođe, navodi nešto kasnije vreme zrenja sorti 'Rajka' i 'Topaz' u odnosu na vreme zrenja u našim uslovima.

## **6.2. Pogodnost sorte oprašivača**

Pri zasnivanju novih zasada jabuke javljaju se dve protivrečne pojave: s jedne strane teži se da se, radi standardizacije voćarske proizvodnje, broj sorti svede na minimum, a sa druge strane neophodno je obezbediti visoku i redovnu rodnošć. Rešenje ovih protivrečnosti je u pravilnom izboru sorti i njihovom najboljem rasporedu prema međusobnim odnosima oplodjenja, tj. uspostavljanje optimalne sortne kompozicije zasada. Uvođenjem u proizvodnju novih sorti jabuke, veoma često se ne vodi računa o izboru pogodnog oprašivača. Međutim, samo poznavanje različitih aspekata u oblasti biologije oplodjenja različitih sorti je u neposrednoj funkciji rešavanja problema kontrole plodnosti voćaka, sa ciljem gajenja najmanjeg broja sorti uz istovremenu maksimalnu realizaciju rodnošć potencijala glavnih sorti (Cerović i Mičić, 1996).

U ovom radu, metodom savremene fluorescentne mikroskopije, posmatrana je i analizirana progamna faza oplodjenja proučavanih sorti jabuke. Na klijavost polena *in vivo*, temperatura ima presudan uticaj (Keulemans, 1994; Cerović, 2000). S obzirom na to, klijavost polena *in vivo* može značajno varirati, a najčešće biti niža od klijavosti u *in vitro* uslovima. Ispitivanjem *in vitro* klijavosti polenovih zrna i rasta polenovih cevčica ustanovljeno je da se prijemčivost žiga tučka smanjuje nakon podfaze punog cvetanja. Efektivni polinacioni period (EPP) kod jabuke može da varira od dva do šest dana (Williams, 1965), što zavisi od nekoliko faktora, kao što su stanje ishranjenosti biljke (cveta), kao i temperaturnih uslova nakon perioda cvetanja (Tromp i Borsboom, 1994). Najbolje zametanje plodova se ostvaruje kada se oprašivanje obavi dva dana nakon punog cvetanja (Egea et al., 2004). Za sve tri godine ispitivanja prosečna klijavost polena *in vitro* ispitivanih sorti jabuke se kretala od 44,00% kod sorte 'Topaz' do 55,72% kod sorte 'Gala Must'. Po godinama ispitivanja, odstupanja u klijavosti polena su znatno veća, i to od 36,28% (u drugoj godini) do 68,32% (u prvoj godini ispitivanja).

S obzirom na dobijene razlike u stepenu klijavosti polena u različitim godinama, moguće je izvršiti detaljnija ispitivanja u tom pravcu. Prema literaturnim podacima neka sorta jabuke može biti zadovoljavajući oprašivač ako klijavost polena dostiže najmanje 15–30%. Prema tome, u našem ogledu sve sorte u svim godinama ispitivanja možemo smatrati pogodnim oprašivačima dobre klijavosti polena. Međutim, klijavost polena diploidnih sorti jabuke najčešće je znatno veća od podataka dobijenih u našem radu. Milutinović *et al.* (1994) u svojim ispitivanjima navode da je sorta ‘Starking’ imala klijavost polena 86,3%, a sorta ‘Golden Delicious’ 88,3%. Klijavost polena autohtonih sorti kruške uslovljena je kako sortom, tako i koncentracijom saharoze na hranljivoj podlozi agar-agar, a kreće se od 5,57% do 92,97% (Nenadović-Mratinić *et al.*, 1996).

Nakon klijanja na žigu, polenove cevčice dalje nastavljaju sa svojim rastom kroz provodno tkivo stubića. Kvantitativna efikasnost rasta polenovih cevčica praćena je analizom prosečnog broja i stepenom rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića (gornja trećina, srednja trećina i baza) koje su utvrđene za svaku kombinaciju oprašivanja.

***Prosečan broj polenovih cevčica u regionima stubića.*** Kvantitativni parametri rasta polenovih cevčica u stubiću tučka ispitivanih sorti jabuke ukazuju na postojanje uticaja specifičnosti genotipa, kao i zahteva sorte oprašivača prema temperaturnim uslovima. Rast polenovih cevčica u tkivu plodnika je uslovljen prvenstveno kompatibilnošću sorti, odnosno sortom oprašivačem (Haasbrook *et al.*, 1967; Stott, 1972), ali i temperaturom u vreme i nakon oplodjenja (Child, 1966; Haasbrook *et al.*, 1967). To znači da pojedini oprašivači pokazuju različitu brzinu ili stepen rasta polenovih cevčica u stubiću određene sorte, koja je naravno temperaturno zavisna. Kod najvećeg broja sorti jabuke polenove cevčice stignu do embrionove kesice za četiri do pet dana (Anvari i Stösser, 1984), dok Nyéki (1996) navodi da do embrionove kesice polenove cevčice mogu stići za samo dva dana. U našim istraživanjima kod svih kompatibilnih kombinacija ukrštanja šest dana nakon oprašivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića, izuzev kod varijante slobodnog oprašivanja sorte ‘Gala Must’, kao i u kombinaciji ukrštanja ‘Rajka’ × ‘Gala Must’ u 2008. godini. Modlibowska (1945) takođe navodi da šest dana nakon oprašivanja sorte ‘Northern Spy’ polenom sorte ‘Cox’s Orange’ polenove cevčice su prodrle u plodnik i izvršile oplodjenje. U nekim kombinacijama oprašivanja sorte ‘Idared’, pri prosečnoj srednjoj

dnevnoj temperaturi u fenofazi punog cvetanja od 13,4°C, Vukotić (1998) navodi da je nakon 72 h došlo je do prodora polenovih cevčica u plodnik. U slučaju drugih oprašivača, u plodniku sorte 'Idared' u istom terminu nisu konstatovane polenove cevčice. Guerrero-Prieto *et al.* (2009) su konstatovali prodor polenovih cevčica u bazu 96 h nakon oprašivanja sorte 'Red Chief Delicious' polenom sorte 'Granny Smith'. Sanzol *et al.* (2003) ističu da u varijanti stranooprašivanja sorte kruške Aqua de Aranjuez polenove cevčice u bazi stubića su zabeležene već četvrtog dana nakon oprašivanja.

Optimalne temperature za rast polenovih cevčica kod voćnih vrsta u *in vitro* uslovima i proces dvojnog oplodjenja kreću se između 21°C i 27°C (Galetta, 1983). Na niskim temperaturama (manjim od 5°C) polenove cevčice jabuke klijavu, ali ne mogu dospeti do embrionove kesice (Way, 2005). Pored sporijeg rasta polenovih cevčica (Mellenthin *et al.*, 1972) niske temperature dovode do produžavanja efektivnog polinacionog perioda (EPP), pa čak i zaustavljanja elongacije cevčica (Iwanami *et al.*, 1988). Porastom temperature vazduha povećava se i brzina rasta polenovih cevčica jabuke. Nyéki i Soltész (1996) ističu da na temperaturi od 5°C polenove cevčice rastu 1,0 mm na dan, na temperaturi od 14°C 1,33 mm/dan, dok na temperaturi od 24°C porastu 8 mm/dan. Previsoke temperature (32°C–38°C) dovode do zaustavljanja elongacije i prskanja polenovih cevčica. Pored temperature, na stepen oprašivanja kao i na klijavost polena u velikoj meri mogu uticati i padavine u periodu punog cvetanja (Pirlak, 2002).

Broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića je uslovljen kompleksnim uticajem polena, odnosno njegovog genotipa, ali i početnom snagom klijanja i rasta. Brojnost polenovih cevčica je uslovljena i receptivnom sposobnošću i uslovima klijanja na stigmati, početnim brojem polenovih zrna na stigmati i sl. Na taj način se kod svih ispitivanih kombinacija oprašivanja, može uspostaviti paralela između klijavosti polena *in vitro* i prosečnog broja polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića, što je potvrđeno relativno visokim koeficijentom korelacije između ovih parametara ( $r^2 = 0,62$ ). Bolja klijavost polena *in vitro*, po godinama ispitivanja, praćena je većim brojem polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića. Slične rezultate navodi Kuzmanović (2008). Visok koeficijent korelacije je utvrđen i između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u ostalim regionima stubića ( $r^2 = 0,72$  u srednjem regionu i  $r^2 = 0,68$  u bazi

stubića), što se može dovesti u vezu sa pojavom inkompatibilnih polenovih cevčica u svim delovima regiona stubića.

Značajno smanjenje broja polenovih cevčica u srednjoj trećini i bazi stubića u odnosu na region gornje trećine zabeleženo je u svim ispitivanim kombinacijama ukrštanja. Od relativno velikog broja polenovih cevčica, koji kod pojedinih kombinacija ukrštanja može biti i preko 100 u gornjoj trećini, njihov broj se svodi na nekoliko do desetak u bazi stubića, ili nešto više pojedinih godina u pojedinim kombinacijama. Veliki je broj autora koji govori o smanjenju broja polenovih cevčica od gornje ka srednjoj i donjoj trećini odnosno bazi stubića (Mulcahy i Mulcahy, 1983; Herrero, 1992).

Najbrži prodor polenovih cevčica u region srednje trećine kod sorte 'Gala Must' utvrđen je u kombinaciji 'Gala Must' × 'Rajka' (31,23% u odnosu na njihov broj u gornjoj trećini), dok je do baze stubića nakon 144 h od oprašivanja prodrlo procentualno najviše polenovih cevčica u kombinaciji 'Gala Must' × 'Red Elstar' (10,06%). Najbrži porast polenovih cevčica u stubiću sorte 'Red Elstar' zabeležen je sa sortama 'Rajka' i 'Topaz' kao oprašivačima. Od ukupnog broja polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića kod sorte 'Red Elstar' najveći procenat polenovih cevčica prodrlih u srednju trećinu je zabeležen sa sortom 'Rajka' kao oprašivačem (31,60%), dok je u bazu stubića najveći procenat prodrlih polenovih cevčica bio u kombinaciji 'Red Elstar' × 'Topaz' (8,40%). Sorta 'Gala Must' u funkciji oprašivača sorte 'Rajka' uslovlila je najveći prodor polenovih cevčica u region srednje trećine stubića (24,17% u odnosu na njihov broj u gornjoj trećini stubića). Međutim, u bazu stubića je zabeležen najbrži porast polenovih cevčica u kombinaciji 'Rajka' × 'Red Elstar', kod koje je u bazu stubića prodrlo 11,93% polenovih cevčica u odnosu na njihov broj u gornjoj trećini. Kod sorte 'Topaz' najbrži prodor polenovih cevčica u region srednje trećine ostvarila je sorta 'Red Elstar' (37,24% u odnosu na broj u gornjoj trećini), dok su najbrže u bazu stubića prodrle polenove cevčice u varijanti slobodnog oprašivanja (7,98%).

Najmanji broj polenovih cevčica u stubiću koji je zabeležen u drugoj (2008.) godini proučavanja, posledica je najmanjeg procenta klijavosti polena *in vitro*, ali i najniže temperature vazduha u fenofazi cvetanja u odnosu na sve godine ispitivanja.

***Rast polenovih cevčica u stubiću.*** Brzina rasta polenovih cevčica zavisi od genotipa polena i tučka, dok Hedhly *et al.* (2005) ističu veliki broj faktora koji

uslovljava interakciju polen–tučak, pri čemu je temperatura ključni faktor spoljašnje sredine. Takođe, polen jedne sorte oprašivača klija na jednoj, a druge na drugoj temperaturi (Pejkić, 1998). Efekat ova tri faktora – polen, tučak i njihova interakcija uslovljavaju razlike u dinamici prodora polenovih cevčica reverzibilnih kombinacija ukrštanja, što je u skladu sa rezultatima naših istraživanja.

U pogledu stepena rasta polenovih cevčica, odnosno procenta tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u pojedine regione stubića šestog dana od oprašivanja sorte ‘Gala Must’, utvrđeno je da je najefikasnija kombinacija sa sortom ‘Red Elstar’ kao oprašivačem. U ovoj kombinaciji oprašivanja konstatovan je najveći procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u bazu stubića. Kao najbolji oprašivač sorte ‘Red Elstar’, u pogledu ovog parametra, pokazala se sorta ‘Topaz’, s obzirom da je u sve tri godine ispitivanja zabeležen veoma visok procenat tučkova sa prodorom polenovih cevčica u bazu stubića, dok su u trećoj godini ispitivanja polenove cevčice u bazi stubića zabeležene u svim tučkovima. Varijanta slobodnog oprašivanja i sorta ‘Topaz’ kao oprašivač su uslovlili najbolji stepen rasta polenovih cevčica sorte ‘Rajka’, dok je najbolji rast polenovih cevčica sorte ‘Topaz’ ostvaren sa sortom ‘Rajka’ u funkciji oprašivača.

Odstupanja u pogledu karakteristika (stepena) rasta polenovih cevčica ispitivanih kombinacija ukrštanja po godinama proučavanja, mogu se objasniti uticajem klimatskih činilaca, pre svega temperature, na efikasnost odvijanja programne faze oplodjenja, o čemu govore Hedhly *et al.* (2005). U 2008. godini zabeležena je najniža prosečna srednja dnevna temperatura od momenta oprašivanja do momenta fiksiranja (144 h) kod svih ispitivanih sorti. U odnosu na prvu godinu, temperature su bile niže od 1,1°C (sorte ‘Gala Must’ i ‘Red Elstar’) do 2,5°C (sorta ‘Rajka’), dok je u odnosu na treću godinu razlika bila veća (1,7°C kod sorte ‘Red Elstar’ do 3,2°C kod sorte ‘Rajka’). Navedene temperaturne razlike uslovile su najslabiji porast polenovih cevčica u 2008. godini, što je u saglasnosti sa podacima najvećeg broja autora, koji su razmatrali uticaj niskih temperatura na stepen rasta polenovih cevčica u stubiću. Hedhly *et al.* (2005) navode da kod nekih sorti jabuke u toku fenofaze punog cvetanja na temperaturi ispod 9°C, proces klijanja polenovih zrna na stigmatima, kao i rast polenovih cevčica može biti smanjen tako da je mogućnost za uspešnu oplodnju mala. Takođe, usporen rast polenovih cevčica može više uticati na smanjenje zametanja plodova nego neadekvatna

polinacija. Drugi važan faktor koji utiče na stepen rasta polenovih cevčica je donor polena ili genotip oprašivača. To znači da pojedini oprašivači pokazuju različitu brzinu ili stepen rasta polenovih cevčica u stubiću određene sorte, koja je naravno temperaturno zavisna. Na postojanje genotipske specifičnosti oprašivača, koja se ispoljava u brzjoj ili sporijoj dinamici rasta polenovih cevčica *in vivo* ukazuje Cerović (1997). Dosta je literaturnih podataka koji govore da je polen pojedinih oprašivača sorti jabuke pokazivao veći stepen i brzinu rasta polenovih cevčica, što je za posledicu imalo srazmerno veći broj zametnutih plodova u odnosu na neku drugu kombinaciju (Sheffield *et al.*, 2010).

**Inicijalno i finalno zametanje plodova.** Na visinu inicijalnog zametanja plodova utiču klijavost polena, stepen rasta polenovih cevčica i vitalnost ovula (Guerrero-Prieto *et al.*, 2009). Isti autori ističu da šest dana nakon oprašivanja, vrednost inicijalnog zametanja plodova različitih sorti jabuke iznosi 28%–100%. Ukoliko uzmemo u obzir činjenicu da je u našem ogledu vrednost inicijalnog zametanja utvrđena šest nedelja nakon oprašivanja, može se reći da dobijeni podaci odgovaraju prethodno navedenim vrednostima. Naravno, procenat kako inicijalnog, tako i finalnog zametanja plodova je statistički značajno varirao u zavisnosti od sorte oprašivača. Arafat *et al.* (1994) navode da sorta jabuke ‘Anna’ oprašena sortom ‘Adena’ daje i do 20% više finalno zametnutih plodova u odnosu na druge ispitivane oprašivače. Prosečne vrednosti inicijalnog i finalnog zametanja su u skladu sa vrednostima El-Shamma *et al.* (2011), koji navode da na visinu finalnog zametanja plodova značajno utiče i podloga.

Posmatrano prosečno na nivou svih sorti i oprašivača, u našim ispitivanjima je utvrđeno postojanje umerene korelacije između stepena rasta polenovih cevčica i vrednosti inicijalnog ( $r^2 = 0,49$ ) i finalnog zametanja plodova ( $r^2 = 0,50$ ). Međutim, kod kombinacija ukrštanja ‘Red Elstar’ × ‘Topaz’ i ‘Topaz’ × ‘Rajka’ utvrđen je najbolji stepen rasta polenovih cevčica, ali i najveći procenat inicijalno i finalno zametnutih plodova. Ove kombinacije ukrštanja su ispoljile i najveći prinos plodova, i to kako po stablu, tako i po jedinici površine. Kod sorte ‘Gala Must’, kod koje je najveći procenat inicijalnog i finalnog zametanja zabeležen u varijanti slobodnog oprašivanja, kao i kod sorte ‘Rajka’, kod koje je sorta ‘Gala Must’ uslovlila najveći procenat inicijalnog i finalnog zametanja, ovakva paralela se ne može uspostaviti. Visoka zavisnost između stepena rasta polenovih cevčica i inicijalnog i finalnog zametanja je utvrđena i po

godinama ispitivanja. Naime, u 2008. godini, kada je zabeležen najslabiji stepen rasta polenovih cevčica, konstatovan je i najmanji procenat inicijalnog i finalnog zmetanja plodova. Naravno, ovakvi rezultati oba ispitivana parametra u drugoj godini ogleđa, posledica su nižih temperatura vazduha tokom fenofaze cvetanja, a naročito u periodu nakon oprašivanja. U istoj godini je zabeležen i najmanji prinos plodova po stablu i jedinici površine.

**Pojava inkompatibilnosti.** Jabuka je autoinkompatibilna vrsta voćaka, što je potvrđeno i u našim ispitivanjima. Procenat inicijalno zmetnutih plodova u inkompatibilnim kombinacijama ukrštanja je bio znatno manji, a finalno zmetnutih gotovo zanemarljiv u odnosu na kompatibilne kombinacije, što je u skladu sa rezultatima koje navode Sanzol i Herrero (2007).

Mesto inhibicije rasta polenovih cevčica, odnosno pojava gametofitne inkompatibilnosti kod sorti jabuke zapaža se uglavnom u vršnom delu stubića (Marcucci i Visser, 1987), što je u skladu sa našim rezultatima. Međutim, uočena pojava polenovih cevčica celom dužinom stubića se mogla očekivati, s obzirom da su proučavane semikompatibilne i inkompatibilne kombinacije ukrštanja. Sanzol i Herrero (2007) navode da u kompatibilnim kombinacijama ukrštanja, pet dana nakon oprašivanja dolazi do prodora polenovih cevčica u bazu stubića, dok za isto vreme kod inkompatibilnih kombinacija polenove cevčice dostižu svega 30% dužine baze stubića, i završavaju svoj porast karakterističnim zadebljalim vrhom, što je ustanovljeno i u našem ogleđu. Kod sorti višnje pojave inkompatibilnosti su zapažene uglavnom u gornjoj trećini stubića (Cerović, 1994). Inhibicija rasta polenovih cevčica može biti i neposredno pre njihovog ulaska u plodnik kod nekih sorti japanske kruške (Hiratsuka i Tezuka, 1980).

### **6.3. Uticaoj oprašivača na pomološke osobine ploda ispitivanih sorti jabuke**

Pravilan izbor sorti oprašivača pri zasnivanju zasada jabuke, pored primarnih aspekata (vreme cvetanja; kompatibilnost; produkcija, kvalitet i transfer polena; agro- i pomotehnički zahtevi, vreme zrenja), podrazumeva i pojavu efekta metaksenije, koja u pojedinim godinama ispoljava značajan nivo. U cilju ispitivanja pojave efekta

metaksenije, u ovom radu su utvrđene biološke (morfometrijske, hemijske i organoleptičke) osobine plodova ispitivanih sorti jabuke u zavisnosti od sorte oprašivača.

Metaksenija (karpoksenija) se definiše kao uticaoj polena očinske sorte na izmenu krupnoće, oblika, boje, vremena zrenja plodova, i opisana je kod svih vrsta voćaka. Međutim, Nyéki i Soltész (1996) ističu da polen sorte oprašivača nema podjednak uticaoj na karakteristike ploda svih sorti jabuke – neki oprašivači imaju jači uticaoj na formiranje oblika ploda, drugi manji, dok se kod trećih uticaoj polena očinske sorte ne ispoljava.

***Morfometrijske osobine ploda ispitivanih sorti jabuke.*** Prosečna masa ploda sorte ‘Gala Must’ dobijena u našem eksperimentu iznosila je 144,31 g, što je identično vrednostima koje navode Milatović *et al.* (2009) za istu sortu, a koja je iznosila 144 g. Rutkowski *et al.* (2005), međutim, ističu da za tri godine ispitivanja masa ploda sorte ‘Gala Must’ se kretala od 144 g do 218 g. Sorta ‘Elista’ (klon sorte ‘Elstar’) ima srednje krupne plodove (128,9 g) prema navodima Milatović *et al.* (2009). Od svih ispitivanih sorti u našem radu, sorta ‘Red Elstar’ je imala najmanju masu ploda (144,31 g), što je u skladu sa podacima prethodno navedenih autora. Blažek i Hlušičková (2007) navode da je u periodu višegodišnjih ispitivanja prosečna masa ploda sorte ‘Gala Must’ iznosila 162,8 g, sorte ‘Elstar’ 158,3 g, sorte ‘Rajka’ 184,0 g i sorte ‘Topaz’ 164,6 g, što su prosečno nešto više vrednosti od vrednosti mase ploda istih sorti dobijenih u našem radu. Međutim, na osnovu prosečne mase ploda sorte ‘Topaz’ u našem eksperimentu (151,57 g), ova sorta se može svrstati u sorte sa srednje krupnim plodovima, dok je Beber (2007) svrstava u sorte sitnih plodova čija prosečna masa iznosi 141 g. U pogledu dimenzija ploda, prosečna visina plodova sorte ‘Gala Must’ dobijena u našem radu je 60,51 mm, dok je širina ploda ove sorte 69,95 mm. Dobijeni rezultati su u skladu sa podacima Milatović *et al.* (2009) koji za istu sortu navodi visinu od 6,2 cm a širinu ploda 7,0 cm. Isti autori navode gotovo identične vrednosti dimenzija ploda sorte ‘Elista’ (visina 5,6 cm i širina 7,0 cm) prosečnim vrednostima visine (57,66 mm) i širine ploda (70,38 mm) za sortu ‘Red Elstar’, dobijenim u našem radu.

U pogledu uticaja oprašivača na masu i dimenzije ploda, u našem eksperimentu sorta ‘Red Elstar’ je kod svih ispitivanih sorti indukovala najmanju masu ploda (‘Gala Must’ – 147,19 g; ‘Rajka’ – 138,40 g; ‘Topaz’ – 141,78 g), dok je sorta ‘Rajka’ kao oprašivač usloвила najmanju masu plodova sorte ‘Red Elstar’ (132,24 g). U skladu sa



tim, sorta 'Red Elstar' kao oprašivač je usloвила i najmanje dimenzije ploda (visina i širina) kod svih ispitivanih sorti, dok je sorta 'Rajka' indukovala najmanje dimenzije ploda sorte 'Red Elstar'. Međutim, 'Rajka' kao oprašivač u našim ispitivanjima je indukovala najveću masu ploda sorti 'Gala Must' (158,61 g) i 'Topaz' (167,59 g). Bodor *et al.* (2008) navode da je sorta 'Rajka' u funkciji oprašivača sorte 'Relinda' uticala na formiranje srednje krupnih plodova. Sorta 'Gala Must' kao oprašivač sorti 'Red Elstar' i 'Rajka' indukovala je najveću masu ploda (151,40 g odnosno 150,72 g). Iste sorte u funkciji oprašivača su uticale i na najveće dimenzije ploda ispitivanih sorti. Keulemans *et al.* (1995) navode slične podatke, tvrdeći da pojedini oprašivači indukuju sistematski krupnije plodove u odnosu na neke druge. Isti autori navode da je sorta 'Fuji' u najvećem broju ispitivanih kombinacija doprinela najvećoj masi ploda, u poređenju sa drugim oprašivačima, dok su najmanju masu ploda indukovale sorte 'Delcorf', 'Fiesta' i 'Rubinette'. Međutim, Kumar *et al.* (1996) navode da najveći broj oprašivača nije imao jasan uticaj na veličinu ploda sorte koju oprašuje. Blažek *et al.* (2003) ističu da sorta 'Rajka' daje krupnije i ujednačenije plodove u odnosu na sortu 'Topaz', nezavisno od sorte oprašivača. U našim istraživanjima sorte 'Rajka' i 'Topaz' su imale prosečno ujednačenu masu plodova (144,74 g odnosno 151,57 g). Kod svih sorti i kombinacija ukrštanja prosečna masa ploda je značajno varirala po godinama ispitivanja, što je uslovljeno visinom prinosa, odnosno brojem plodova po stablu u različitim godinama. Naschitz i Naor (2005) takođe govore da masa ploda uglavnom zavisi od broja plodova po stablu.

Prosečne vrednosti indeksa oblika ploda sorti 'Gala Must' (0,86) i 'Red Elstar' (0,82) dobijenih u našem radu su u skladu sa podacima Milatović *et al.* (2009), koji za sortu 'Gala Must' navode indeks oblika ploda od 0,87, a za sortu 'Elista' (klon sorte 'Elstar') ističu vrednost ovog parametra od 0,80. Prosečna vrednost indeksa oblika ploda sorte 'Rajka' iznosila je 0,83, dok je sorta 'Topaz' imala izražen kolačast oblik ploda sa vrednošću indeksa oblika 0,77. U pogledu uticaja oprašivača na vrednost indeksa oblika ploda, može se zaključiti da je sorta 'Red Elstar' kod svih ispitivanih sorti jabuke indukovala najmanju vrednost indeksa oblika ('Gala Must' – 0,84; 'Rajka' – 0,79; 'Topaz' – 0,76), što znači da sorte oprašene polenom sorte 'Red Elstar' imaju spljoštene plodove. Međutim, na osnovu dobijenih rezultata se ne može ustanoviti veza između najveće vrednosti indeksa oblika ploda i ispitivanih sorti oprašivača. Kod sorte

‘Gala Must’ najveća vrednost indeksa oblika ploda dobijena je u varijanti slobodnog oplodjenja (0,88); kod sorte ‘Red Elstar’ najveću vrednost ovog parametra indukovala je sorta ‘Topaz’ (0,84); kod sorte ‘Rajka’ najveća vrednost indeksa oblika je bila u kombinaciji sa sortom ‘Gala Must’ (0,86), a kod sorte ‘Topaz’ u kombinaciji sa sortom ‘Rajka’ i u slobodnom oprašivanju ove sorte (0,77).

Dobijeni podaci ukazuju da sorta ‘Red Elstar’ kao oprašivač utiče na promenu morfometrijskih osobina ploda. Pored smanjena krupnoće plodova sorte koju oprašuje, sorta ‘Red Elstar’ kao oprašivač utiče i na promenu oblika ploda, tj. indukuje plodove spljoštenog oblika. Slične rezultate navode i drugi autori. Kumar *et al.* (2005) navode da su sorte otporne prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. (Co-op 12, Redfree i Liberty) najveću masu ploda imale pri oprašivanju sa sortom ‘Golden Spur Delicious’. Sorta ‘Golden Delicious’ u funkciji oprašivača doprinosi povećanju mase ploda i sorti ‘Adena’ i ‘Red Top’ (Joumayly *et al.*, 2010). Oprašivanjem sorte ‘Zlatna parmenka’ polenom sorti ‘Bela kalvilka’ i ‘Lepocvetka’ konstatovana je promena oblika plodova (Mantinger, 1997). Hassan *et al.* (2007) navode da sorta šljive ‘Golden Japanese’ kao oprašivač sorte ‘Santa Rosa’ daje najkrupnije i najveće plodove. U pogledu indeksa oblika ploda isti autori zaključuju da plodovi nastali kontrolisanom oplodnjom polenom drugih sorti daju okruglastije plodove u odnosu na plodove nastale slobodnim oplodnjem sorte ‘Golden Japanese’.

Peteljka ploda je izgrađena od provodnih elemenata i služi uglavnom za snabdevanje ploda vodom i hranljivim materijama. Dužina peteljke ploda je veoma važna sa aspekta jačine veze ploda i rodne grančice, naročito u uslovima bez primene hemijskog proređivanja cvetova/plodova, kao i u izrazito vetrovitim područjima (Stopar *et al.*, 2007). Prosečno najveću dužinu peteljke imali su plodovi sorte ‘Gala Must’ (razlike između pojedinih oprašivača nisu bile statistički značajne), dok je najmanja dužina peteljke utvrđena kod plodova sorte ‘Topaz’. Sorta ‘Rajka’ kao oprašivač je uslovala najveću dužinu peteljke kod svih ispitivanih sorti (‘Gala Must’ – 32,06 mm; ‘Red Elstar’ – 32,01 mm; ‘Topaz’ – 28,78 mm). Najveću dužinu peteljke sorte ‘Rajka’ uslovala je sorta ‘Red Elstar’ kao oprašivač (29,87 mm). Interesantno je da je kod svih ispitivanih sorti najmanja dužina peteljke ploda izmerena u varijanti slobodnog oprašivanja (‘Gala Must’ – 30,77 mm; ‘Red Elstar’ – 25,44 mm; ‘Rajka’ – 24,69 mm; ‘Topaz’ – 24,21 mm). U literaturi nisu pronađeni podaci koji ukazuju na postojanje

efekta metaksenije u pogledu dužine peteljke ploda. Međutim, Tóth (2005) navodi efekat polena sorte oprašivača na sve elemente ploda sorte koju oprašuje, uključujući i dimenzije peteljke.

Broj semenki u plodu jedne sorte jabuke je najčešće uslovljen sortom oprašivačem i realan je pokazatelj uspešnog oprašivanja i oplodjenja. Plodovi koji sadrže mali broj semenki najčešće prevremeno opadaju, a naročito ukoliko nema dovoljno vode, hranljivih materija ili ugljenih hidrata. Brookfield *et al.* (1996) i Buccheri i Vaio (2004) navode da je mali broj semenki najčešće povezan sa deformisanim i rebrastim plodovima. U našim istraživanjima sorta 'Gala Must' je imala prosečno najmanji broj semenki u plodu (6,95), što je više u odnosu na vrednost koju navode Keulemans *et al.* (1996), a koja iznosi od 3,3 (sorta 'Delcorf' kao oprašivač), do 5,4 (sorta 'Fuji' kao oprašivač). Najveći prosečan broj semenki u našim istraživanjima utvrđen je u plodovima sorte 'Topaz' (10,37). Kron i Husband (2006) navode da je broj semenki u plodu uslovljen brojem genotipova korišćenih u oprašivanju. Sorta 'Red Elstar' kao oprašivač je kod svih ispitivanih kompatibilnih kombinacija ukrštanja, uslovila najmanji broj semenki u plodu ('Gala Must' – 6,19; 'Rajka' – 7,92; 'Topaz' – 9,83). Sorta 'Gala Must' u funkciji oprašivača uslovila je najveći broj semenki u plodu kod sorti 'Rajka' i 'Red Elstar' (8,55 odnosno 9,17), dok je sorta 'Rajka' indukovala najveći broj semenki u plodu sorti 'Gala Must' (7,41) i 'Topaz' (11,11). Keulemans *et al.* (1996) i Uemura *et al.* (2001) navode da broj semenki u plodu utiče na broj finalno zametnutih plodova, ali i na druge značajne parametre kvaliteta, naročito dimenziju i masu ploda. Buccheri i Vaio (2004), kao i Blažek i Hlušičkova (2006) navode pozitivnu korelaciju između broja semenki i mase ploda sorti 'Annurca Tradizionale', 'Annurca Rossa del Sud' i 'Golden Delicious'. U našim istraživanjima je utvrđena veoma visoka pozitivna korelacija između broja semenki i mase ploda svih ispitivanih kombinacija ukrštanja. Ustanovljeni koeficijent linearne korelacije kod sorti 'Gala Must' i 'Topaz' je  $r^2 = 0,99$ , kod sorte 'Rajka' je  $r^2 = 0,97$ , a kod sorte 'Red Elstar' je  $r^2 = 0,92$ . Međutim, postojanje visoke korelacione zavisnosti između broja semenki u plodovima ispitivanih sorti i broja finalno zametnutih plodova u našim istraživanjima nije potvrđeno. Do sličnih rezultata došli su i Putter *et al.* (1996) navodeći da je visoka linearna korelacija između broja dobro razvijenih semenki u plodu i broja zametnutih plodova bila značajna jedino kod sorte 'Cox's Orange Pippin' ( $r^2 = 54,4$ ). Blažek i Hlušičkova (2006) navode da

veći broj semenki u plodu dovodi do većeg broja finalno zametnutih plodova, a najčešće i većih prinosa. U našim istraživanjima, visok koeficijent linearne korelacije između broja semenki u plodu i visine prinosa po stablu, ustanovljen je kod sorte 'Topaz' ( $r^2 = 0,98$ ), dok se kod ostalih sorti koeficijent kretao u rangu slabe korelacije ('Gala Must' –  $r^2 = 0,36$ ; 'Red Elstar' –  $r^2 = 0,16$ ; 'Rajka' –  $r^2 = 0,15$ ).

**Hemijske osobine plodova ispitivanih sorti jabuke.** Najvažniji parametri kvaliteta ploda od hemijskih osobina su sadržaj ukupnih suvih materija, sadržaj šećera, sadržaj ukupnih i organskih kiselina, fenolnih jedinjenja, kao i čvrstoća i konzistencija ploda od fizičkih. Navedene karakteristike ploda zavise prvenstveno od majčinske sorte, ali i sorte oprašivača, agroekoloških uslova područja, uslova gajenja, kao i primenjenih agro- i pomotehničkih mera (Chun *et al.*, 2005). U našem eksperimentu prosečna vrednost sadržaja rastvorljivih suvih materija ispitivanih sorti jabuke se kretala od 13,38% kod sorte 'Rajka' do 14,45% kod sorte 'Topaz'. Dobijene približne vrednosti navedenih materija svih ispitivanih sorti su u skladu sa rezultatima Soska i Tomala (2006) koji navode ujednačene vrednosti sadržaja rastvorljivih suvih materija sorti 'Gala', 'Elstar', 'Rajka' i 'Topaz' (13,5%, 14,0%, 13,8 % i 13,8% resp.). Prosečne vrednosti sadržaja rastvorljivih suvih materija sorti 'Gala Must' (13,43%) i 'Red Elstar' (13,96%) dobijene u našim istraživanjima su na nivou vrednosti dobijenih od strane Blažek i Hlušičková (2007), koji za sortu 'Gala Must' navode 13,6%, a za sortu 'Elstar' 14,2% rastvorljivih suvih materija, kao i između vrednosti koje navode drugi autori. Amarante *et al.* (2011) iznose da plodovi sorte 'Gala' u zasadu koji nije pokriven protivgradnom mrežom, u momentu berbe sadrže 12,2% rastvorljivih suvih materija, dok Zdunek i Cybulska (2011) ističu da je u vreme berbe sadržaj rastvorljivih suvih materija u plodu sorte 'Gala' iznosio 13,9%, a sorte 'Elstar' 14,4%. U plodu sorte 'Rajka', Kruczyńska i Rutkowski (2006) su ustanovili 12% rastvorljivih suvih materija, što je nešto niže od vrednosti dobijenih u našem radu. Blažek i Hlušičková (2007) navode sadržaj ovih materija od 13,6%, Zdunek i Cybulska (2011) ističu da plodovi sorte 'Rajka' sadrže prosečno 14,7% rastvorljivih suvih materija, dok Godec (2004) navodi da ova sorta može imati i više od 15% navedenih materija. Prosečan sadržaj rastvorljivih suvih materija ploda sorte 'Topaz' u našim istraživanjima je nešto veći u odnosu na vrednosti koje navode drugi autori za ovu sortu (Beber, 2007; Blažek i Hlušičková, 2007), a koje se kreću od 12–13,5% odnosno 13,1%.

Veliki je broj literaturnih podataka koji se odnose na uticaoj oprašivača na kvalitet i hemijske osobine ploda jabuke. U našim istraživanjima sorta oprašivač je ispoljila značajan uticaoj na sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija kod sorti 'Rajka' i 'Topaz', kao i na sadržaj ukupnih suvih materija sorte 'Gala Must'. Uticaoj sorte oprašivača na sadržaj rastvorljivih i ukupnih suvih materija sorte 'Red Elstar' nije konstatovan. Sorta 'Red Elstar' kao oprašivač je indukovala najmanji sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija kod dve ispitivane sorte ('Rajka' i 'Gala Must'), dok je kod sorte 'Topaz' usloвила srednje nizak sadržaj suvih materija. U varijanti slobodnog oprašivanja ostvaren je najviši sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija u plodu sorti 'Gala Must', 'Red Elstar' i 'Topaz', tako da se ne može sa sigurnošću zaključiti koja je sorta kao oprašivač doprinela visokom sadržaju ukupnih i rastvorljivih suvih materija navedenih sorti. Slične rezultate ističe i Davarynejad (1994) ističući da sorta 'Gloster 69' korišćena kao oprašivač sorti 'Duncan Red Delicious', 'Golden Delicious' i 'Idared', dovodi do značajnog smanjenja sadržaja suvih materija i ukupnih šećera u odnosu na varijantu slobodnog oprašivanja navedenih sorti. Sorta 'Topaz' u funkciji oprašivača sorte 'Rajka' usloвила je najveći sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija. GuangQin *et al.* (2000) navode isti efekat sorte 'Starkrimson' kao oprašivača sorte 'Fuji'.

U strukturi šećera u plodu svih sorti, nezavisno od kombinacije ukrštanja, dominirali su invertni (redukujući) šećeri, što je u skladu sa istraživanjima drugih autora (Nenadović–Mratinić *et al.*, 2000; Milatović i Đurović, 2007; Lukić *et al.*, 2008). Prosečan sadržaj ukupnih šećera ispitivanih sorti jabuke u našem eksperimentu kretao se od 11,01% kod sorte 'Rajka' do 12,12% kod sorte 'Topaz'. Naše vrednosti sadržaja ukupnih šećera sorte 'Topaz' su znatno više od vrednosti koje navodi Beber (2007) za istu sortu, a koje se kreću od 7,2–7,8% ukupnih šećera, što je uslovljeno klimatskim činiocima u različitim uslovima gajenja.

U pogledu sadržaja šećera u plodu ispitivanih kombinacija ukrštanja, najveći broj oprašivača nije imao jasan uticaoj na sadržaj ukupnih i invertnih šećera, kao i sadržaja saharoze sorte koju oprašuje. Slične rezultate ističu i Putter *et al.* (1996) navodeći da u kombinacijama ukrštanja sorti 'Delcorf', 'Elstar' i 'Discovery' kao oprašivača sorti 'Cox's Orange Pippin' i 'Jonagold' nije ispoljena značajna razlika u pogledu sadržaja ukupnih šećera u zavisnosti od oprašivača. Sorta 'Rajka' korišćena kao

oprašivač sorti 'Gala Must' i 'Red Elstar' dovela je do visokog sadržaja ukupnih i invertnih šećera u plodu ovih sorti. 'Rajka' kao oprašivač je istovremeno uticala i na najniži sadržaj ukupnih i invertnih šećera, ali i na najviši sadržaj saharoze sorte 'Topaz', te sa aspekta kvaliteta ona nije dobar oprašivač za navedenu sortu. Na osnovu sadržaja ukupnih kiselina u plodu, nezavisno od kombinacije ukrštanja, sorte 'Gala Must' i 'Rajka' (0,26% odnosno 0,37%) možemo svrstati u grupu sorti sa slatkim odnosno umereno slatkim ukusom ploda, dok sorte 'Red Elstar' i 'Topaz' (0,51% odnosno 0,52%) pripadaju grupi sorti kiselkastog ploda. Međutim, usled visokog sadržaja i suvih materija i kiselina, sorta 'Topaz' ima zaokruženo kisel-sladak ukus. Uspostavljanje ravnoteže između sadržaja šećera i organskih kiselina je veoma važno u postizanju optimalnog ukusa plodova voća (Hudina i Štampar, 2000).

Slične rezultate ističu Soska i Tomala (2006) navodeći da visoka vrednost odnosa sadržaja suvih materija i kiselina u plodu sorte 'Gala' gotovo uvek rezultira njihovom malom kiselošću. Vulić *et al.* (2010) su u svojim istraživanjima dobili nešto niži sadržaj ukupnih kiselina u plodu sorte 'Gala Must' (0,20%) u odnosu na naše vrednosti, dok Zdunek i Cybulska (2011) navode identične vrednosti sadržaja ukupnih kiselina za sortu 'Gala' (2,76 g kg<sup>-1</sup>). Istraživanjima Amarante *et al.* (2011) utvrđeno je da plodovi sorte 'Gala' u zasadu koji nije pokriven protivgradnom mrežom, u momentu berbe sadrže 0,38% ukupnih kiselina. Razlike u sadržaju ukupnih kiselina u plodu sorte 'Gala' su moguće i usled protivgradne mreže koja je postavljena u našem eksperimentalnom zasadu. Nešto veći sadržaj kiselina u plodu sorte 'Rajka' (6,16 g kg<sup>-1</sup>) u odnosu na vrednosti dobijene u našim istraživanjima iznose Zdunek i Cybulska (2011). Rößle *et al.* (2011) sortu 'Topaz' svrstavaju takođe u grupu kiselih jabuka navodeći prosečan sadržaj od 0,68% ukupnih kiselina u plodu ove sorte. Petkovšek *et al.* (2007) su ustanovili takođe izrazito kiseo ukus ploda sorti 'Topaz' i 'Red Elstar', sa znatno većim sadržajem jabučne kiseline (12,05 g kg<sup>-1</sup>, odnosno 12,82 g kg<sup>-1</sup>), u odnosu na vrednosti dobijene u našem radu. Nešto niže vrednosti sadržaja ukupnih kiselina sorte 'Elstar' (7,01 g kg<sup>-1</sup>) navode Zdunek i Cybulska (2011).

U pogledu sadržaja ukupnih kiselina, ne može se uspostaviti jasna korelacija o uticaju sorte oprašivača na sadržaj kiselina sorte koju oprašuje. Slične rezultate navode Putter *et al.* (1995) ističući da su značajne razlike u sadržaju ukupnih kiselina utvrđene između sorti koje su korišćene u oprašivanju, ali ne i u okviru iste sorte pod uticajem

sorti oprašivača. Interesantni su rezultati naših istraživanja da sorta 'Topaz', koja se odlikuje visokim sadržajem kiselina u plodu, u funkciji oprašivača utiče na smanjenje sadržaja ukupnih kiselina u plodu sorte koju oprašuje. Najmanji sadržaj ukupnih kiselina u plodu sorte 'Rajka' (0,36%) i sorte 'Red Elstar' (0,47%), bio je u kombinaciji sa sortom 'Topaz' kao oprašivačem. Nasuprot tome, sorta 'Gala Must', kao sorta sa niskim sadržajem kiselina u plodu, u funkciji oprašivača uticala je na povećanje sadržaja kiselina u plodu sorte koju oprašuje. Kao oprašivač sorte 'Red Elstar', sorta 'Gala Must' je uslovlila najviši sadržaj ukupnih kiselina (0,56%), dok je visok sadržaj kiselina sorta 'Gala Must' kao oprašivača uslovlila i kod sorte 'Rajka' (0,37%). Slične rezultate, ali u pogledu sadržaja šećera, navodi Davarynejad (1994), ističući da sorta 'Watson Jonathan' (niskog sadržaja šećera u plodu), u funkciji oprašivača utiče na povećanje sadržaja šećera u plodovima sorte koju oprašuje. Williams (1993) ističe da sorta 'Jonathan' kao oprašivač, osim što utiče na povećanje količine šećera u plodu, dovodi i do povećanja ukupnih kiselina i povećava čvrstinu mesa ploda, dok ih polen sorte 'Golden Delicious' smanjuje.

U pogledu sadržaja ukupnih mineralnih materija u plodu ispitivanih sorti, između različitih kombinacija ispitivanja nije uočen jasan uticaj sorte oprašivača. Sorta 'Rajka' kao oprašivač sorte 'Topaz' indukovala je najniži sadržaj ukupnih mineralnih materija u plodu, dok je kod sorti 'Red Elstar' i 'Gala Must' navedena sorta kao oprašivač uslovlila najviši sadržaj ukupnih mineralnih materija.

**Organoleptičke osobine ploda ispitivanih sorti jabuke.** Jedan od načina ocenjivanja kvaliteta ploda jabuke je tzv. „koncept grupa ukusa“ (Weibel i Leder, 2004). Ovaj koncept je razvijen od strane švajcarskog Instituta za organsku poljoprivredu (FiBL) i „COOP“ radi lakšeg upoznavanja potrošača sa novim sortama tolerantnim prema prouzrokovaju čađave krastavosti ploda. Navedeni koncept definiše tri grupe ukusa ploda jabuke: slatke (žuta oznaka), blago kisele (crvena oznaka) i kisele jabuke (zelena oznaka). Weibel *et al.* (2007) prema ovom kriterijumu sortu 'Topaz' svrstavaju u kisele jabuke. Prema našim istraživanjima prosečno najslabiju organoleptičku ocenu ploda imala je sorta 'Red Elstar' (17,94 poena), dok su najbolje ocenjeni plodovi sorte 'Topaz' (20,50 poena). Ovi rezultati su u skladu sa navodima Zdunek *et al.* (2011), koji osim visokog kvaliteta ploda navode i izuzetnu veliku konzistenciju ploda ove sorte. U našim ispitivanjima je takođe ova sorta pokazala

najveću konzistenciju ploda (3,49 poena). Tomala *et al.* (2009) navode da se sorte 'Topaz' i 'Rajka', otporne prema *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., više razlikuju u pogledu čvrstine i sočnosti, dok su razlike u pogledu ukusa i arome manje izražene, što se pokazalo i u našim istraživanjima. Sorta 'Red Elstar', iako sveukupno najslabije ocenjena, imala je najbolju ocenu ukusa ploda (5,21). Ovi rezultati su u skladu sa podacima koje navode Nenadović-Mratinić *et al.* (2001), ističući da je od osam ispitivanih jesenjih sorti jabuke, sorta 'Elstar' dobila najviše poena za ukus ploda (4,4 na skali od 0-5). Najslabiju ocenu za ukus ploda imala je sorta 'Rajka' (3,96), što je u skladu sa podacima koje navode Peneau *et al.* (2006) za ovu sortu. Najslabiji intenzitet dopunske boje ispoljen je kod sorte 'Red Elstar' (2,98 poena), dok je sorta 'Topaz' imala najjače izraženu obojenost ploda (4,22 poena). Kruczyńska i Rutkowski (2006) navode da je obojenost pokožice veoma stabilan parametar kod sorte 'Rajka', i dosta promenljiv kod sorte 'Topaz'. Boja pokožice je veoma važan parametar kvaliteta ploda koji zavisi od sorte i ekoloških uslova, a ima važnu ulogu u određivanju tržišne vrednosti ploda jabuke, s obzirom da savremeni kupci više vole crveno obojene plodove (Melounova *et al.*, 2005). Pravilnim odabirom sorti na ovaj način se značajno povećava finansijski efekat proizvodnje. Boja pokožice ploda određena je prisustvom karotinoida, hlorofila i antocijana (Lancaster, 1992). Crvena boja je uslovljena prisustvom antocijana, a zelena i žuta je kontrolisana količinom i odnosom karotinoida i hlorofila.

Utica sortu oprašivača na organoleptičke osobine ploda je slabo ispoljen kod svih ispitivanih sorti jabuke. Najjači efekat metaksenije, odnosno uticaj sorte oprašivača je ispoljen u pogledu intenziteta dopunske boje svih ispitivanih sorti. Sorta 'Rajka' u funkciji oprašivača je dovela do najjačeg intenziteta dopunske boje kod svih ispitivanih sorti ('Gala Must' – 4,17; 'Red Elstar' – 3,09; 'Topaz' – 4,31). Bodor *et al.* (2008) navode da je sorta 'Rajka' kao oprašivač prouzrokovala veliku čvrstinu ploda sorti 'Relinda' i 'Reka'. Sorta 'Reka' je, međutim, prouzrokovala najmanju čvrstinu plodova sorte 'Rewena'. Tóth *et al.* (2005) su takođe zaključili da sorta 'Reka' kao oprašivač utiče na smanjenu čvrstinu plodova sorte koju oprašuje. GuangQin *et al.* (2000) navode da se sorta 'Starkrimson' pokazala kao najbolji oprašivač za sortu 'Fuji' jer je ispoljila najbolji efekat na boju i čvrstinu ploda sorte koju oprašuje.



#### **6.4. Uticaj oprašivača na prinose ispitivanih sorti jabuke**

Prinosi sorti jabuke u zasadu zavisi od interakcije nekoliko faktora: genotipa (sorta i podloga), pravilnog izbora sorti oprašivača, sistema uzgoja, fizičkih i hemijskih osobina zemljišta, sadržaja hranljivih materija i vodnog režima zemljišta (Bassi *et al.*, 1998; Tagliavini i Marangoni, 2002). Kao rezultat utvrđivanja visine prinosa kako po stablu, tako i po jedinici površine, računskim putem na osnovu broja cvetova i broja finalno zametnutih plodova, dobijeni su relativno visoki prinosi svih ispitivanih sorti, odnosno kombinacija ukrštanja. Pojava obilnog cvetanja i relativno velikog procenta zametanja plodova u 2007. godini kod svih ispitivanih sorti dovela je do prerodevanja, što je za posledicu imalo slabo diferenciranje cvetnih pupoljaka i generalno slabu rodnost u narednoj godini. Najizraženije odstupanje u visini prinosa po godinama ispitivanja ispoljeno je kod sorte 'Gala Must'. Ovi podaci su u skladu sa navodima Guerra (2007) koji ističe izuzetan rodni potencijal, ali i veoma izraženu sklonost ka alternativnom rađanju sorte 'Gala Must', dok Hirst (1999) navodi da se sorta 'Gala' generalno odlikuje redovnom rodnošću. Ispitivanjem stepena opterećenosti stabala rodnom sortom 'Gala' i 'Elstar', Zadavec i Donik (2009) su takođe utvrdili da je veće opterećenje stabala rodnom imalo najveći negativni uticaj na obilnost cvetanja u sledećoj godini kod obe ispitivane sorte. U našim ispitivanjima sorta 'Red Elstar' je imala najmanju prosečnu visinu prinosa po stablu – 13,22 kg stablo<sup>-1</sup> (32,77 t ha<sup>-1</sup>). Veoma visoku rodnost su pokazale sorte 'Gala Must' – 20,98 kg stablo<sup>-1</sup> (52,45 t ha<sup>-1</sup>) i 'Topaz' – 22,44 kg stablo<sup>-1</sup> (56,10 t ha<sup>-1</sup>). Nizak prinos sorte 'Elstar' navode Nenadović *et al.* (2001) ističući početnu rodnost ove sorte kao osrednju. Međutim, Vissera i Verhaegh (1975) ističu izuzetno visoku rodnost ove sorte i porede je sa rodnošću sorte 'Golden Delicious'. Relativno slaba rodnost ove sorte u našim uslovima je posledica niske obilnosti cvetanja, kao i generalno nepovoljnih klimatskih činilaca našeg podneblja za uspešno gajenje ove sorte. Visina prinosa sorte 'Gala Must' je znatno veća od vrednosti koje navode Milatović *et al.* (2009). Isti autori navode nešto veću rodnost klona 'Royal Gala' u odnosu na klon 'Gala Must', dok Rutkowski *et al.* (2005) ističu znatno veću rodnost sorte 'Gala Must' u odnosu na sortu 'Gala'. Izuzetno visoka rodnost sorte 'Topaz' se može objasniti generalno velikom obilnošću cvetanja kao i visokim procentom finalno zametnutih plodova. Naši podaci o visini prinosa sorte 'Topaz' su u

korelaciji sa podacima Blažek i Hlušičková (2007) koji navode izuzetno visoku rodnost ove sorte na području Republike Češke. Isti autori takođe navode veću rodnost sorte 'Topaz u odnosu na sorte 'Elstar', 'Rajka' i 'Gala Must'. Međutim, i pored činjenice da je sorta 'Topaz' najzastupljenija sorta u organskoj proizvodnji jabuke na području Slovenije (oko 50 ha zasada), Beber (2007) ističe da se na području Slovenije dovodi u pitanje rentabilnost gajenja ove sorte zbog relativno niskog prinosa. Sorta 'Rajka' je u našim ispitivanjima pokazala znatno manju rodnost – 16,26 kg stablo<sup>-1</sup> (40,65 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na sortu 'Topaz'. Kruczyńska i Rutkowski (2006), navode nešto drugačije podatke, ističući da je sorta 'Rajka' imala nešto veći kumulativni prinos postignut za pet godina, ali je koeficijent rodnosti bio veći kod sorte 'Topaz', usled manje bujnosti stabala. Slične rezultate navode Sosna i Gudarowska (2001).

Pejkić (1998) govori o različitom uticaju sorte oprašivača na prinos pojedinih sorti. U našem eksperimentu sorta 'Rajka' kao oprašivač je uslovlila najmanji prinos (kg stablo<sup>-1</sup>; t ha<sup>-1</sup>) sorti jabuke ranijeg vremena zrenja – 'Gala Must' i 'Red Elstar', ali je doprinela najvećem prinosu sorte 'Topaz'. Ove vrednosti su u korelaciji sa procentom finalno zametnutih plodova navedenih kombinacija ukrštanja. Visina prinosa koju navodi Beber (2007) za sortu 'Topaz', odnosno izuzetno slaba rodnost ove sorte na području Slovenije, može biti posledica neodgovarajućim klimatskim činilaca, kao i nepravilnog izbora sorte oprašivača. Najviši prinosi sorti 'Gala Must' i 'Rajka' u varijanti slobodnog oprašivanja mogu se objasniti neadekvatnim izborom sorte oprašivača, s obzirom da je i procenat finalno zametnutih plodova bio najviši u ovoj varijanti kod sorte 'Gala Must', kao i veoma visok u istoj varijanti oprašivanja sorte 'Rajka'. Osim toga, generalno su povoljniji uslovi za početni razvoj plodova u varijanti slobodnog oprašivanja u odnosu na plodove koji se razvijaju unutar izolacionih kesa, a treba uzeti u obzir i mogućnost da pri skidanju kesa može doći do mehaničkog oštećenja jednog broja hibridnih plodova, o čemu govori Mišić (2002). Sorta 'Gala Must' kao oprašivač je doprinela sasvim zadovoljavajućoj rodnosti sorti 'Rajka' i 'Red Elstar', što je u korelaciji sa veoma visokim stepenom finalno zametnutih plodova u ovim kombinacijama ukrštanja.

\*

\* \*

U našim istraživanjima potvrđen je uticaj oprašivača na odvijanje progamne faze oplođenja (parametre kvantitativne efikasnosti rasta polenovih cevčica), kao i na biološke – morfometrijske, hemijske i organoleptičke osobine plodova ispitivanih sorti jabuke. Tako npr. pokazan je uticaj oprašivača na masu, dimenzije i oblik ploda, dužinu peteljke, broj semenki, neke parametre hemijskog sastava i organoleptičkih karakteristika ploda. Sa druge strane, treba istaći da su aspekti adekvatne kombinacije kompatibilnih sorti jabuke mnogobrojni. Povremeni efekti metaksenije mogu se uzeti u obzir samo kao dodatni (aditivni) činioci pri utvrđivanju optimalne sortne kompozicije zasada. U tom smislu Bodor (2009) ističe osnovne principe uticaja sorte oprašivača koji mogu doprineti pravilnom odabiru sorti pri zasnivanju zasada jabuke različitih proizvodnih ciljeva:

- Proizvodnja plodova za svežu potrošnju – kada je presudan izgled ploda, i to:
  - boja ploda: sorte crveno obojenih plodova i sorte sa samo osnovnom bojom pokožice bi trebalo da budu zasađene na odvojenim površinama;
  - oblik ploda: združeni zasadi sorti spljoštenih i izduženih plodova mogu dati plodove intermedijarnih veličina;
  - dimenzije ploda: manje dimenzije ploda glavne sorte mogu biti uslovljene većim dimenzijama ploda sorte oprašivača.
- Proizvodnja plodova za svežu potrošnju posle skladištenja – kada je pored izgleda veoma važna konzistentnost ploda. U tom pogledu sorta oprašivač može doprineti ekspresiji date osobine sorte koju oprašuje.
- Proizvodnja plodova za industrijsku preradu – kada je od izuzetnog značaja odgovarajući kvalitet mesa ploda (sadržaj šećera i kiselina, sočnost, čvrstoća). U tom smislu sorta oprašivač svojim proizvodnim karakteristikama i izuzetno vrednim sadržajem ploda, može uticati na kvalitet ploda glavne sorte.

## 7. ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjih ispitivanja uticaja oprašivača na biološke – fiziološke, pomološke i produktivne osobine novointrokovanih sorti jabuke ('Gala Must', 'Red Elstar', 'Rajka' i 'Topaz'), mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Sorta 'Rajka' pripada grupi srednjeranocvetnih (početak cvetanja 8. april), dok ostale ispitivane sorte ('Gala Must', 'Topaz' i 'Red Elstar') pripadaju grupi srednjepoznocvetnih sorti jabuke (početak cvetanja 9., 10. odnosno 11. april, resp.). Fenofaza cvetanja svih proučavanih sorti se u dovoljnoj meri preklapala u sve tri godine ispitivanja, čime je ispunjen prvi neophodan uslov za međusobno oprašivanje i oplodjenje. Prosečno najranije cvetanje svih ispitivanih sorti bilo je u 2008. godini;

- Klijavost polena *in vitro* uslovljena je kako sortom, tako i godinom ispitivanja. Sorte 'Gala Must' i 'Rajka' imale su najbolju prosečnu klijavost polena (55,72% odnosno 54,53%). U drugoj godini ispitivanja kod svih sorti utvrđena je izuzetno slaba klijavost (36,28%);

- Kvantitativni parametri rasta polenovih cevčica u stubiću tučka (broj i stepen rasta polenovih cevčica) ispitivanih sorti jabuke ukazuju na postojanje uticaja genotipa oprašivača, ali i njegovog zahteva u pogledu temperaturnih uslova. Kod svih kompatibilnih kombinacija ukrštanja šest dana (144 h) nakon oprašivanja konstatovan je prodor polenovih cevčica u bazu stubića, izuzev kod varijante slobodnog oprašivanja sorte 'Gala Must', kao i u kombinaciji ukrštanja 'Rajka' × 'Gala Must' u drugoj godini ispitivanja;

- Između klijavosti polena *in vitro* i prosečnog broja polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića utvrđen je visok koeficijent korelacije ( $r^2 = 0,62$ ). Relativno visoka korelacija je utvrđena i između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u ostalim regionima stubića;

- Značajno smanjenje broja polenovih cevčica u srednjoj trećini i bazi stubića u odnosu na region gornje trećine zabeleženo je u svim kompatibilnim, a posebno inkompatibilnim kombinacijama ukrštanja. Najmanji broj, kao i najslabiji stepen rasta

polenovih cevčica kod svih kombinacija ukrštanja konstatovan je u drugoj godini ispitivanja;

- Na procenat inicijalno i finalno zametnutih plodova svih sorti značajno je uticala sorta oprašivač i godina ispitivanja. Najmanji broj inicijalno i finalno zametnutih plodova kod svih sorti i kombinacija ukrštanja bio je u drugoj godini ispitivanja. Procenat inicijalno zametnutih plodova u inkompatibilnim kombinacijama ukrštanja je bio znatno manji, a finalno zametnutih gotovo zanemarljiv u odnosu na kompatibilne kombinacije;

- Mesto inhibicije rasta polenovih cevčica, odnosno pojava gametofitne inkompatibilnosti kod ispitivanih kombinacija ukrštanja zapaženo je uglavnom u vršnom delu stubića, dok je u kombinacijama ukrštanja sorti identične S-alelne konstitucije ('Topaz' × 'Gala Must' i 'Gala Must' × 'Topaz') pojava inkompatibilnih polenovih cevčica konstatovana u srednjoj, pa čak i u donjoj trećini stubića;

- Sorte 'Gala Mus't i 'Red Elstar' pripadaju grupi jesenjih (vreme zrenja 18. avgust, odnosno 2. septembar), dok Sorte 'Rajka' i 'Topaz' (vreme zrenja 18. odnosno 21. septembar) pripadaju grupi zimskih sorti jabuke. Vreme zrenja ispitivanih sorti jabuke nije uslovljeno sortom oprašivačem;

- Uticaj sorte oprašivača, odnosno efekat metaksenije, konstatovan je kod gotovo svih bioloških (morfometrijskih, hemijskih i organoleptičkih) osobina plodova ispitivanih sorti jabuke. Uticaj godine ispitivanja je, takođe, zabeležen kod svih ispitivanih parametara;

- Prosečno najmanju masu ploda imala je sorta 'Red Elstar' (144,31 g), a najveću sorta 'Topaz' (151,57 g). Najmanju masu i dimenzije ploda svih ispitivanih sorti indukovala je sorta 'Red Elstar' kao oprašivač. Ova sorta u funkciji oprašivača uticala je i na promenu oblika ploda, tj. indukovala je plodove spljoštenog oblika, ali je uslovila i najmanji broj semenki u plodu kod svih ispitivanih kompatibilnih kombinacija oprašivanja. Između broja semenki u plodu i mase ploda svih ispitivanih kombinacija oprašivanja utvrđena je veoma visoka pozitivna korelacija (sorte 'Gala Must' i 'Topaz' –  $r^2 = 0,99$ , sorta 'Rajka' –  $r^2 = 0,97$ , a sorta 'Red Elstar' –  $r^2 = 0,92$ ;

- Najveća vrednost svih morfometrijskih parametara (masa i dimenzije ploda, dužina peteljke i broj semenki u plodu) kod ispitivanih sorti po kombinacijama oprašivanja zabeležena je u drugoj godini ispitivanja;
- Sa aspekta hemijskih osobina, sorta oprašivač je ispoljila značajan uticaj na sadržaj ukupnih i rastvorljivih suvih materija sorti ‘Rajka’ i ‘Topaz’, kao i na sadržaj ukupnih suvih materija sorte ‘Gala Must’. U pogledu sadržaja šećera, kiselina i ukupnih mineralnih materija u plodu ispitivanih kombinacija ukrštanja, sorta oprašivač nije imala jasan uticaj na visinu vrednosti navedenih materija sorte koju oprašuje;
- Najslabiju ukupnu organoleptičku ocenu ploda imala je sorta ‘Red Elstar’ (17,94 poena), dok su najbolje ocenjeni plodovi sorte ‘Topaz’ (20,50%). Efekat metaksenije na najveći broj organoleptičkih karakteristika ploda se nije jasno manifestovao. Uticaj sorte oprašivača je ispoljen u pogledu intenziteta dopunske boje svih ispitivanih sorti. Sorta ‘Rajka’ kao oprašivač je indukovala najjači intenzitet dopunske boje svih ispitivanih sorti;
- Na visinu prinosa ispitivanih sorti značajno je uticala sorta oprašivač i godina ispitivanja. Najmanji prosečan prinos ostvaren je kod sorte ‘Red Elstar’, dok je najveći bio kod sorte ‘Topaz’. Najmanji prinos svih sorti po kombinacijama oprašivanja ostvaren je u drugoj godini ispitivanja. Sorta ‘Rajka’ u funkciji oprašivača je usloвила najmanji prinos sorti jabuke ranijeg vremena sazrevanja – ‘Gala Must’ i ‘Red Elstar’, ali je doprinela najvećem prinosu sorte ‘Topaz’.

*Adekvatan odabir kombinacija sorti u zasadu jabuke, mora biti zasnovan na pravilnom izboru glavne sorte, baziranom na kvalitetu ploda, organoleptičkim osobinama i vremenu zrenja, kao i sorti oprašivača, koje obezbeđuju maksimalni rodni potencijal glavne sorte, doprinose sveukupnom kvalitetu, a pri tom same imaju značajnu komercijalnu vrednost.*

*Na osnovu rezultata proučavanih parametara, može se zaključiti da se sorte ‘Gala Must’ i ‘Rajka’ odnose kao pogodni međusobni oprašivači. Dobri rezultati u oprašivanju sorte ‘Gala Must’ postignuti su i sa sortom ‘Red Elstar’, dok se kao dobar oprašivač sorte ‘Rajka’ pokazala i sorta ‘Topaz’. Funkcionalno najbolji oprašivač sorte ‘Red Elstar’ je sorta ‘Topaz’, dok su dobri rezultati ispitivanih parametara dobijeni i sa*

*sortom 'Gala Must' kao oprašivačem. Kao pogodan oprašivač sorte 'Topaz', na bazi dobijenih rezultata, ustanovljena je sorta 'Rajka'.*

*Na osnovu sveukupnih rezultata proučavanja bioloških – morfometrijskih, hemijskih i organoleptičkih osobina plodova novointrodotovanih sorti jabuke, pri zasnivanju novih savremenih zasada proizvodnoj praksi se može preporučiti sorta 'Gala Must', kao jedna od dominantnih sorti u svetskoj proizvodnji, izuzetnog kvaliteta ploda i odličnog rodnog potencijala, i sorta 'Topaz' kao komercijalno značajna otporna sorta, izuzetne rodnosti, pogodna i za gajenje u sistemu integralne i organske proizvodnje.*

## 8. LITERATURA

- Anvari S.F., Stösser R. (1984): Das wachstum der pollenschläuche im kernhausbereich beim apfel nach besäubung einzelner narben. Mitt. Klosterneuburg, 34: 221–225.
- Arafat A.M., Guirguis N.S., Yehia M.M. (1994): Effect of open and cross pollination on fruit set and fruit quality of Anna apple. Annals of Agricultural Science, 32, 4: 2083–2096.
- Atkinson C.J., Taylor L., Kingswell G. (2001): The importance of temperature differences, directly after anthesis, in determining growth and cellular development of *Malus* fruits. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 76: 721–731.
- Bain J.M., Robertson R.N. (1951): The physiology of growth of apple fruits: cell size, cell number, and fruit development. Australian Journal of Scientific Research, 4: 75–91.
- Ballard J. (1998): Some significant apple breeding stations around the world. Special report, Pacific Northwest Fruit Tester's Association. Selah, Washington: 24.
- Bangerth F., Schroder M. (1994): Strong synergistic effects of gibberellins with the synthetic cytokinin N-(2-chloro-4-pyridil)-N-phenzlurea on parthenocarpic fruit set and some other characteristics of apple. Plant Growth Regul., 15: 293–302.
- Bassi D., Corelli-Grappadelli L., Rombola A.D., Tagliavini M., Sansavini S. (1998): Tree structure and orchard management influence yield and fruit quality. Proceedings of the 11<sup>th</sup> INRA-Ctifl Conference on the Fruit Researches, Architecture and Modelling in Fruit-growing: 97–109.
- Beber M. (2009): Osobine sorti jabuke otpornih prema čađavoj krastavosti. Zbornik radova II savetovanja „Inovacije u voćarstvu“: 129–137.
- Blažek J., Krelinova J., Blažkova J. (2003): Results of trial with 17 chosen apple cultivars bred in Czech Republic that was evaluated in 1996–2002 at Holovousy. Ved. Pr. Ovcnar., 18: 7–23.
- Blažek J., Hlušičková I. (2003): Influence of climatic conditions on yield and fruit performance of new apple cultivars from the Czech Republic. Acta Horticulturae, 622: 443–448.



- 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.
- Blažek J., Hlušičková I. (2007): Orchard performance and fruit quality of 50 apple cultivars grown or tested in commercial orchards of the Czech Republic. *Horticultural Science*, 34, 3: 96–106.
- Bodor (2009): Floral biology and fructification features of disease resistant apple varieties and candidates. Theses of Doctoral Dissertation, Corvinus University of Budapest: 1–23.
- 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.
- Bodor P., Tóth M. (2007): Floral phenology and fructification features of scab resistant apple varieties and hybrids. *Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak*: 144–145.
- Bošković R., Tobutt K. (1999): Correlation of stylar ribonuclease isoenzymes with incompatibility alleles in apple. *Euphytica*, 107: 29–43.
- Brault A.M., Oliviera D. (1995): Seed number and asymmetry index of ‘McIntosh’ apples. *Hort Sci.*, 30: 44–46.
- Braun J., Stösser R. (1985): Narben- und griffelstruktur und ihr einfluß auf pollenkeimung, schlauchwachstum und fruchtansatz beim apfel. *Angew. Botanik*, 59: 53–56.
- Brookfield P.L., Ferguson I.B., Watkins C.B., Bowen J.H. (1996): Seed number and calcium concentration of ‘Braeburn’ apple fruit. *J. Hort. Sci.* 71, 2: 265–271.
- Broom F.D., Smith G.S., Miles D.B., Green T.G.A. (1998): Within and between tree variability in fruit characteristics associated with better pit incidence of ‘Braeburn’ apple. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 73, 4: 555–561.
- Broothaerts W. (2003): New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 4: 703–714.
- Broothaerts W., Van Nerum, I. (2003): Apple self-incompatibility genotypes: an overview. *Acta Horticulturae*, 622: 379–387.

- Buccheri M., Vaio C. (2004): Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *J. Plant Nut.* 27, 10: 1735–1745.
- Bulant C., Gallais A. (1998): Xenia effects in maize with normal endosperm: Importance and stability. *Crop Sci.* 38: 1517–1525.
- Bulatović S., Mratinić E. (1996): *Biotehnološke osnove voćarstva. Premis-NEWS*, Beograd: 1–617.
- Cerović R. (1994): Histocitološki aspekti dinamike oplodnje kod višnje (*Prunus cerasus* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet.
- Cerović R. (1997): *Biologija oplodnje višnje*. Zadužbina Andrejević, Beograd.
- Cerović R., Ružić Đ., Mičić N. (2000): Viability of plum ovules at different temperatures. *Ann. Appl. Biol.*, 137: 53–59.
- Cheng J., Han Z., Xu X., Li T. (2006): Isolation and identification of the pollen-expressed polymorphic F-box genes linked to the S-locus in apple (*Malus × domestica*). *Sexual Plant Reproduction*, 19, 4: 175–183.
- Chevreau E., Lespinasse Y., Gallet M. (1985): Inheritance of pollen enzymes and polyploidy origin of apple (*Malus domestica* Borkh.). *Theor. Apple. Genet.*, 71: 268–277.
- Child R.D. (1966): Pollen tube growth in relation to temperature and ovule longevity in the cider apple Michelin. *Rpt. Long. Ashton . res. Sta*, 1965: 115–120.
- Chun O.K., Kim D.O., Smith N., Schroeder D., Han J.T., Lee C.Y. (2005): Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *J. Sci. Food Agric.* 85: 1715–1724.
- Crane M.B., Lawrance W.J.C. (1956): *The Genetics of Garden Plants*. London.
- Crescimmano F.G., Pasquale de F.A., Germana M.A., Ciampolini F., Cresti M. (1988): Ultrastructural and physiological observations on the pollen of six lemon cultivars (*C. limon* (L.) Burm.). *Proceedings of the Sixth International Citrus Congress*: 451–457.
- Currie A.J. (1995): Differentiating apple sports by pollen ultrastructure. M. Hort. Sci. Thesis. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Currie A.J., Noiton D.A., Lawes G.S., Bailey D. (1997): Preliminary results of differentiating apple sports by pollen ultrastructure. *Euphytica*, 98: 155–161.

- Darwin, C. (1868). The variation of animals and plants under domestication. John Murray, London, UK.
- Daulta, B.S., Chauhan, K.S. (1984): Metaxenia studies on some berry and seed characters in grapes (*Vitis vinifera* L.). Indian Journal of Horticulture, 41, 73–79.
- Davarynejad G.H., Nyéki J., Hámori Szabó J., Lakner Z. (1994): Relationship between pollen- donors and quality of fruit of 12 apple cultivars. Acta Horticulturae, 368: 344–354.
- De Witte K., Vercammen J., Daele G. van, Keulemans J. (1995): Fruit set, seed set and fruit weight in apple as influenced by emasculation, self-pollination and cross-pollination. Acta Horticulturae, 423: 177–185.
- Denney J.O. (1992): Xenia includes metaxenia. Hort Science, 27: 722–728.
- Dennis F.G. (1986): Apple. In: S.P. Monselise (ed.), Handbook of Fruit Set and Development: 1–44.
- Dickinson J.P., White A.G. (1986): Red colour distribution in the skin of ‘Gala’ apple and some of its sports. NZ J Agric Res, 29: 695–698.
- 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.
- Duc G., Moessner A., Moussy F., Mousset-Declas, C. (2001): A xenia effect on number and volume of cotyledon cells and on seed weight in faba bean (*Vicia faba* L.). Euphytica, 117: 169–174.
- Džamić M. (1989): Praktikum iz biohemije. Naučna knjiga, Beograd.
- Edlund A., Swanson R., Preuss D. (2004): Pollen and stigma structure and function: The role of diversity in pollination. The Plant Cell, 16: 84–97.
- Egea J., Ortega E., Canovas J.A., Dicenta F. (2004): Pistil receptivity in self-compatible almond cultivars. Isr. J. Plant. Sci. 52: 149–153.
- El-Shammaa M.S., Mansour A.E.M., Cimpoies G.P., Nageib M.M., Malaka S. (2011): Effect of rootstocks on flowering, yield and fruit quality of ‘Anna’ apple trees (*Malus domestica* Borkh.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 7, 2: 190–195.

- Fischer C. (2002): Blüh- und Befruchtungsverhalten beim Apfel. *Erwerbsobstbau*, 44, 14: 33–39.
- Fischer C., Dierend W., Fischer M., Bier-Kamotzke A. (2000): Stability of scab resistance in apple – new results, problems and chances of its durability. *Erwerbsobstbau*, 42, 3: 73–82.
- Friend A.P, Trought M.C.T., Creasy G.L. (2009): The influence of seed weight on the development and growth of berries and live green ovaries in *Vitis vinifera* L. cvs. ‘Pinot Noir’ and ‘Cabernet Sauvignon’. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15, 2: 166–174.
- Galetta G.J. (1983): Pollen and seed management. In: „Methods in Fruit Breeding“. Purdue University Press, Indiana: 23–47.
- Gardiner S.E., Bus V.G.M., Rusholme R.L., Chagné D., Rikkerink E.H.A. (2007): Apple. In: *Fruits and Nuts (Volume 4), Genome Mapping and Molecular Breeding*, 1–62, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Génard M., Lescourret F. (2004): Modelling fruit quality: ecophysiological, agronomical and ecological perspectives. In: *Production practices and quality assessment of food crops*, 1: 47–82.
- George A.P., Mowat A.D., Collins R.J., Morley-Bunker M. (1997): The pattern and control of reproductive development in non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* L.)" a review. *Scientia Horticulturae* 70: 93–122.
- Goddrie P.D. (1995): Gebruikswaardeonderzoek Elstar - mutanten: Elshof en Red Elstar zijn een verbetering van Elstar. *Nederlandse Fruittelers Organisatie*, 84, 19.
- Godec B. (2004): New scab resistant apple cultivars recommended in Slovenia. *J. Fruit Ornam. Plant Res. Special ed.*, 12: 225–231.
- Greene D., Autio W.R. (1993): Comparison of tree growth, fruit characteristics, and fruit quality of five ‘Gala’ apple strains. *Fruit Varieties Journal*, 47, 29: 103–109.
- Greene D.W. (1989): Regulation of fruit set in tree fruits with plant growth regulators. *Acta Horticulturae*, 239: 323-334.
- GuangQin L., YaMing Q., YouHong C., ZhiMei Y., HongFeng S., Lin L. (2000): Effect of metaxenia on the fruit quality of ‘Fuji’ apple variety. *South China Fruit*, 29, 1: 35.

- Guerra W., Knoll M. (2007): Vier 'Gala' mutanten in der empfehlung. Obstbau-Weinbau, 44: 299–302.
- Guerrero-Prieto V.M., Rascón-Chu A., Romo-Chacón A., Berlanga-Reyes D. Orozco-Avitia J.A., Gardea-Béjar A.A., Parra-Quezada R., Sánchez-Chávez E.I. (2009): Effective pollination period in 'RedChief' and 'Golden Delicious' apples (*Malus domestica* Borkh.). Spanish Journal of Agricultural Research, 7, 4: 928–932.
- Haasbrook F.J., Strydom D.K., Thiele I., Hurter N. (1967): Pollen tube growth in apple flowers as determined with <sup>32</sup>P-labelled pollen. S. Afr. J. Agr. Sci., 10: 1015–1021.
- Hampson C., Kemp H. (2003): Characteristics of important commercial apple cultivars. In: Apples: botany, production and uses, CABI Publishing: 61–89.
- Hancock J.F., Luby J.J., Brown S.K., Lobos G.A. (2008): Apples. In: Temperate fruit crop breeding: Germplasm to genomics. Springer, The Netherlands: 1–38
- Harker F.R., Marsh K.B., Young H., Murray S.H., Gunson F.A. Walker S.B. (2002): Sensory interpretation of instrumental measurements 2: sweet and acid taste of apple fruit. Postharvest Biol. Technol., 24: 241–250.
- Hassan H.S.A., Mostafa E.A.M., Ali A.M. (2007): Effect of self, open and cross pollination on fruit characteristics of some plum cultivars. American-Eurasian J. Agric.& Environ. Sci., 2: 118–122.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2005): Influence of genotype-temperature interaction on pollen performance. Journal of Evolutionary Biology, 18: 1494–1502.
- Herrero M. (1992): From pollination to fertilization in fruit trees. Plant Growth Reg., 11: 27–32.
- Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Katan M.B. (1992): Content of potentially anticarcinogenic flavonoids in 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food Chem., 40: 2379–2383.
- Heslop-Harrison J. (1976): A new look at pollination. Rep. E. Malling Res. Stn.: 141–157.
- Hiratsuka S., Tezuka T. (1980): Changes in proteins in pistils after self- and cross-pollination in Japanese pear. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 49: 57–64.
- Hirst P.M. (1999). 'Gala' – production and management. Annual Report of State Horticultural Society of Michigan: 118–120.

- Hudina M., F. Stampar F. (2000): Sugars and organic acids contents of European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars. *Acta Aliment.*, 29: 217–230.
- Iwanami Y., Ssakuma T., Yamada Y. (1988): „Pollen: Illustrations and Scanning Electronmicrographs“, Kodansha Tokyo, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Jacobs G., Gouws L., Strydom D.K. (1990): Effects of triadimefon on fruit set and seed development of ‘Starking Delicious’ apple. *S. Afr. J. Plant soil*, 7: 87–91.
- Janick J., Cummins J.N., Brown S.K., Hemmat M. (1996): Apples, 1–77. In: Janick J. and Moore J.N. (eds.), *Fruit breeding, Volume I: Tree and tropical fruits*. Wiley, New York.
- Janković D. (1989): Usporedna proučavanja novijih sorti jabuke u agroekološkim uslovima Obrenovca. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu*, 34, 591: 257–270.
- Jonkers H., Borsboon O., Holder V. (1978): Fécondation du pommier par des pommiers ornementaux. *Le Lruit Berge*, 46: 67–75.
- Jonsson A., Nybom H. (2006): Consumer evaluation of scab-resistant apple cultivars in Sweden. *Agricultural and Food Science*, 15, 4: 388–401.
- Joumayly S.J., Owais, S.J., Abdel-Ghani, A.H. (2010): Effect of self, open and cross pollination on fruit set of three apple cultivars in South Jordan. *The Bulletin of Faculty of Agriculture Cairo University*, 61, 3: 229–339.
- Kahn T., Adams C., Arpaia Lu M. (1994): Paternal and maternal effects on fruit and seed characteristics in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Scientia Horticulturae*, 59: 11–25.
- Kellerhals M., Sauer C., Frey J., Hohn E. (2003): High fruit quality, optimal fruit set and durable disease resistance: are these the requirements for new apple varieties? *Proceedings of Eufrin Workshop on Fruit Quality*: 33–34.
- Keulemans J., Brusselle A., Eyssen R., Vercammen J., van Daele G. (1996): Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollenizer. *Acta Horticulturae*, 423: 201–210.
- Kho Y.O., Baër, J. (1971): Fluorescence microscopy in botanical research. *Zeiss Infor.*, 76: 54-57.

- Kobel F. (1954): Lehrbuch des Obstbaus auf Physiologischer Grundlage, II, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Korban S.S., Skirvin R.M. (1984): Nomenclature of the cultivated apple. HortScience, 19: 177–180.
- Kron P., Husband B. (2006): The effects of pollen diversity on plant reproduction: insights from apple. Sex Plant Reproduction, 19: 125–131.
- Kruczynska D., Rutkowski K., Czynczyk A. (2001): Comparison of fruit quality, maturity and storability of ‘Gala’ and red-coloured ‘Gala’ mutants (*Malus domestica* Borkh.). Folia Horticulturae, 13, 2: 83–87.
- Kruczyńska D.E., Rutkowski K.P. (2006): Quality and storage of Czech scab resistant apple cultivars. Phytopathol. Pol., 39: 53–61.
- Kuhn B.F., Thybo A.K. (2001): Sensory quality of scab-resistant apple cultivars. Postharvest Biology and Tehnology, 23,1: 41–50.
- Kumar R., Sharma R.L., Kumar K. (1996): Results of experiments on metaxenia in apple. Acta Horticulturae, 696: 43–48.
- Kuzmanović M. (2008): Biologija oplodjenja sorte šljive ‘Čačanska leptotica’ (*Prunus domestica* L.). Magistarski rad: 1–78.
- Lancaster J.E. (1992): Regulation of skin color in apples. Critical Reviews in Plant Sciences, 10: 487–502.
- Lateur M. (1995): Selections of self-fertile old plum cultivars from the Belgian Fruit Genetic Resources collection. Acta Horticulturae, 423: 145–151.
- Link H. (2000): Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. Plant Growth Regulation, 31: 17–26.
- Liu Y.S. (2006): Response to Till-Bottraud and Gaggiotti: Going back to Darwin’s works. Trends Plant Sci., 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 chemicals. Acta Horticulturae, 329: 120–127.
- Looney N.E., Granger R.L., Chu C.L., McArtney S.J., Mander L.N., Pharis R.P. (1992): Influences of gibberellins A4, A4+7, and A4 + iso-A7, on apple fruit quality and tree productivity. I. Effects on fruit russet and yield components. J. Hort. Sci., 67, 5: 613–618.

- Luby J., Forsline P., Aldwinckle H., Bus V., Geibel M. (2001): Silk road apples – collection, evaluation, and utilization of *Malus sieversii* from Central Asia. HortScience, 36, 2: 225–231.
- 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.
- Lukić M., Mratinić-Nenadović E., Marić S., Mitrović M. (2008): Perspektivne selekcije jabuke nastale ukrštanjem ‘Idared’ × ‘Čadel’. Voćarstvo, 42, 163-164: 67–73.
- Mantinger H. (1997): Eine optimale Befruchtung sichert qualitative hochwertige Erträge. Obstbau Weinbau, 34, 3: 71–75.
- Marcucci M.C., Visser T. (1987): Pollen tube growth in apple and pear styles in relation to self-incompatibility, incongruity and pollen load. Adv. Hort. Sci., 1: 90–94.
- Marić S., Lukić M., Bošković R. (2009): The polymorphism of the genes involved in ethylene biosynthesis and perception in apple. Acta Horticulturae, 839: 441–448.
- Mascarenhas J.P. (1993): Molecular mechanisms of pollen tube growth and differentiation. The Plant Cell, 5: 1303–1314.
- Mellenthin W.M., Wang C.Y., Wang S.Y. (1972): Influence of temperature on pollen tube growth and initial fruit development in d' Anjou' pear. HortScience, 7: 557–558.
- 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.
- Mićić N. (1988): Morfologija polena šljive. Jugoslovensko voćarstvo, 22: 173–181.
- Milatović D., Đurović D. (2007): Biološke osobine novijih sorti jabuke na području Centralne Šumadije. Arhiv za poljoprivredne nauke, 68, 242: 71–79.
- Milatović D., Đurović D., Đorđević B. (2009): Pomološke osobine novijih sorti jabuke. Zbornik radova II savetovanja „Inovacije u voćarstvu“: 139–146.
- Miller D.D., Kaiser K. (1994): Relationships among apple weight, seed number, seed weight, germination date and apple seedling vigor. Agric. Res. Develop. Center, 298: 56–62.
- Milosavljević M. (1985): Klimatologija. Naučna knjiga, Beograd.



- Milošević N., Milošević T., Zornić B., Marković G., Glišić I. (2007): Biološko-privredne osobine novijih sorti jabuke. *Savremena poljoprivreda*, 56, 6: 71–77.
- Milutinović M., Šurlan-Marković G., Nikolić D. (1995): Functionality of pollen and fruit set in apple. *Acta Horticulturae*, 423: 167–170.
- Mišić P. (1959): Poliploidija jabuke i kruške. *Poljoprivreda*, 2: 35–45.
- Mišić P. (2002): Specijalno oplemenjivanje voćaka. *Nolit*, 1–502.
- Mišić P. *et al.* (1996): Voćarstvo. Zajednica za voće i povrće DD, PKB INI Agroekonomik. Beograd.
- Modlibowska I. (1945): Pollen tube growth and embryo-sac development in apples and pears. *J. Pomol.*, 21: 57–89.
- Muhammad M.A, Ebrahim M.D., Nariman M.A., Yaser S.A. (2005): Fertility, fruit set and fruit physical and chemical properties as affected by stamen number, SN/PL pistil length ratio and different pollinizers for three plum cultivars. *Annals of Agricultural Science*, 43, 3: 1221–1234.
- Mulcahy G.B., Mulcahy D.L. (1983): A comparison of pollen tube growth in bi- and trinucleate pollen. In: Mulcahy DL, Ottaviano D (eds). *Pollen: biology and implications for plant breeding*. Elsevier: 29–33.
- Naschitz S., Naor A. (2005): The effect of crop load on tree water consumption of ‘Golden Delicious’ apples in relation to fruit size: an operative model. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 130: 7–11.
- Nebel B.R., Trump I.J. (1932): Xenia and metaxenia in apples. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 18, 5: 356–359.
- Nenadović-Mratinić E., Vulić T., Kovačević N. (1996): Biološke osobine autohtonih sorti krušaka. *Jugoslovensko voćarstvo* 30, 115–116: 229–236.
- Nenadović-Mratinić E., Milatović D., Đurović D., Milivojević J. (2000): Biološke osobine sorti i selekcija jabuke otpornih prema prouzročivaču čađave krastavosti (*Venturia inaequalis*) i sorte ‘Champion’. *Jugoslovensko voćarstvo*, 34, 131–132: 107–114.
- Nenadović-Mratinić E., Milatović D., Đurović D., Milivojević J. (2001): Biološke osobine jesenjih sorti jabuke. *Zbornik radova XV savetovanja agronoma, veterinarara i tehnologa*, 7, 1: 163–169.

- Nyéki (1996): Research methodology: 248–256. In: Nyéki J., Soltész M. (Eds.) *Floral Biology of temperate Zone Fruit Trees and Small Fruits*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nyéki J., Soltész M. (1996): *Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Olfati A., Sheykhtaher Z., Qamgosar R., Khasmakhi-Sabet A., Peyvast Gh., Samizadeh H., Rabiee B. (2010): Xenia and metaxenia on cucumber fruit and seed characteristics. *International Journal of Vegetable Science*, 16, 3: 243–252.
- O'Rourke D. (2001): World apples to 2010. *World Apple Report*, 8, 1: 5–9.
- O'Rourke D. (2003): Major trends in U.S. and world apple markets. *Compact Fruit Tree*, 36, 3: 74–78.
- O'Rourke D., Janick J., Sansavini S. (2003): World apple cultivar dynamics. *Chronica Horticulturae*, 43: 10–13.
- Pahlavani M.H., Abolhasani K. (2006): Xenia effect on seed and embryo size in cotton. *J. Appl. Genet.*, 47: 331–335.
- Paprštein F., Blažek J., Michalek S. (2006): Effects of climatic conditions on fruit quality of apple cultivars assessed by public sensory evaluations in the Czech and Slovak Republics. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14, 2: 219–227.
- Pejkić B. (1998): Rodnost i nerodnost voćaka. *Smederevo*: 1–293.
- Peneau S., Hoehn E., Roth H.R., Escher F., Nuessli, J. (2006): Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, 17: 9–19.
- Petkovšek M.M., Štampar F., Veberič R. (2007): Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 114, 1: 37–44.
- Pirlak L. (2002): The effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft*, 67: 61–64.
- Ponamarenko V.V. (1986): Review of the species in the genus *Malus* Mill. *Shhornik Prikladno i Botaniki, Genetiki i Seleksii*, 106: 3–27.
- Preil W. (1970): Observing of pollen tube in pistil and ovarian tissue by means of fluorescence microscopy. *Zeiss inform.*, 75: 24–25.
- Putter de H., Kemp H., Jagger de A. (1996): Influence of pollinizer on fruit characteristics of apple. *Acta Horticulturae*, 423: 211–217.

- Racsy J., Nyíki J., Szaby Z., Soltész Farkas E. (2004): Effect of rootstock on blooming capacity and productivity of apple cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 15: 14–20.
- Raghavan V. (2003): Some reflection on double fertilization, from its discovery to the present. *New Phyt.*, 159: 565–583.
- Richards C.M., Volk G.M., Reilley A.A., Henk A.D., Lockwood D.R., Reeves P.A., Forsline P.L. (2009): Genetic diversity and population structure in *Malus sieversii* a wild progenitor species of domesticated apple. *Tree Genetics & Genomes*, DOI 10.1007/s11295-008-0190-9.
- Röbke C., Gormley T.R., Brunton N., Butler F. (2011): Quality and antioxidant properties of fresh-cut apple wedges from 10 cultivars during modified atmosphere packaging storage. *Food Science and Technology International*: 1–11.
- Rutkovski K., Kruczynska D., Czynczyk A., Plocharski W. (2005): The influence of rootstocks M9 and P60 on quality and storability in ‘Gala’ and ‘Gala Must’ apples. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 13: 71–78.
- Sally A.B. (2005): The impact of selected orchard management practices on apple (*Malus domestica* L.) fruit quality, PhD thesis:1–195.
- Sanzol J., Herrero M. (2001): The effective pollination period in fruit trees. *Scientia Hort.*, 90: 1–17.
- Sanzol J., Herrero M. (2007): Self-incompatibility and Self-fruitfulness in pear cv. ‘Agua de Aranjuez’, 132: 166–171.
- Sanzol J., Rallo P., Herrero M. (2003): Asynchronous development of stigmatic receptivity in the pear (*Pyrus communis*; *Rosaceae*) flower. *Amer. J. Bot.*, 90: 78–84.
- Sanzol J., Rallo P., Herrero M. (2003): Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in ‘Aqua de Aranjuez’ pear. *J. Amer. Hort. Sci.*, 128: 458–462.
- Sassa H., Kakui H., Miyamoto M., Suzuki Y., Hanada T., Ushijama K., Kusaba M., Hirano H., Koba T. (2007): *S locus F-box brothers*: multiple and pollen-specific F-box genes with S-haplotype-specific polymorphisms in apple and Japanese pear. *Genetics*, 175: 1869–1881.

- Sheffield C, Smith R., Kevan P. (2010): Perfect Syncarpy in Apple (*Malus × domestica* ‘Summerland McIntosh’) and its implications for pollination, seed distribution and fruit production (Rosaceae: Maloideae), 95, 4: 583–591.
- Sherman W., Beckman T. (2003): Climatic adaptation in fruit crops. *Acta Horticulturae*, 622: 411–428.
- Smith W.H. (1950): Cell multiplication and cell enlargement in the development of the flesh of apple fruit. *Annals of Botany*, 14: 23–38.
- Soska A., Tomala K. (2006): Internal quality of apples during storage. *Latvian Journal of Agronomy*, 9: 146–151.
- Sosna I., Gudarowska E. (2001): Wpływ podkładki na wzrost, plonowanie i jakość owoców kilku perspektywicznych odmian jabłoni genetycznie odpornych na parcha. *Zesz. Nauk. Inst. Sadown. Kwiac.* 9: 83–87.
- Stanley C. J., Tustin D.S., Lupton G.B., McArtney S., Cashmore W.M., Silva H.N. (2000): Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75: 413–422.
- Stephenson A.G., Travers S.E., Mana-Ali J.I., Winsor J.A. (2003): Pollen performance before and during the autotrophic-heterotrophic transition of pollen tube growth. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 358: 1009–1018.
- Stopar M., Schlauer B., Ambrožič Turk B. (2007): Thinning ‘Golden Delicious’ apples using single or combining application of Ethephon, NAA or BA. *Journal of Central European Agriculture*, 8, 2: 141–146.
- Stösser R., Hartman W., Anvary S.F. (1996): General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. *Acta Horticulturae*, 423: 15–22.
- Стоянов А., Гърневски В. (1994): Биология на съвтежа при някои ябълкови сортове. *Gradinarska i lozarska nauka*, 28: 3–9.
- Sttott K.G. (1972): Pollen germination and pollen-tube characteristics in a range of apple cultivars. *J. Hort. Sci.*, 47: 191–198.
- Sturm K., Hudina M., Solar A., Virscek-Marn M., Stampar F. (2003): Fruit quality of different ‘Gala’ clones. *European Journal of Horticultural Science* 68, 4: 169–175.
- Swingle W.T. (1928): Metaxenia in the date palm – Possibly a hormone action by the embryo or endosperm. *J. Hered.*, 19: 257–268.

- Tagliavini M., Marangoni B. (2002): Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy. *Hort Technology*, 12, 1: 26–31.
- Tomala K., Baryłko-Pikielna N., Jankowski P., Jeziorek K., Wasiak-Zys G. (2009): Acceptability of scab-resistant versus conventional apple cultivars by Polish adult and young consumers. *J Sci Food Agric.*, 89: 1035–1045.
- Tomala K., Dilley D.R. (1989): Calcium content of ‘McIntosh’ and ‘Spartan’ is influenced by the number of seed per fruit. *Proceedings of the fifth international controlled atmosphere research conference Wenatchee*: 75–81.
- Tóth M., Gaál M., Bodor P. (2005): Metaxenic pollen effect of scab resistant apple cultivars on the fruit of apple. *International Journal of Horticultural Science.*, 11, 3: 47–52.
- Tromp J., Borsboom O. (1994): The effect of autumn and spring temperature on fruit set and on the effective pollination period in apple and pear. *Sci Hort*, 60, 1–2: 23–30.
- Uemura D., Morita I., Kaneduka A., Taguchi T., Kume Y., Taguchi S. (2001): Efficiency of artificial pollination to ‘Fuji’ apple tree. *Bull. Akita Fruit Tree Exp. Station*, 27: 1–12.
- Usenik V., Mikulic-Petkovsek M., Solar A., Stampar F. (2004): Flavonols of leaves in relation to apple scab resistance. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, 111: 137–144.
- Venturi S., Dondini L., Donini P., Sansavini S. (2006): Retrotransposon characterisation and fingerprinting of apple clones by S-SAP markers. *Theor Appl Genet*, 112: 440–444.
- Visser T., Verhaegh J.J. (1975): ‘Elstar’, een nieuw appelras van het IVT. *Fruitteelt*: 75.
- Volz R.V., Palmer J.W., Gibbs H.M. (1995): Within-tree variability in fruit quality and maturity for ‘Royal Gala’ apple. *Acta Horticulturae* 379: 67–79.
- Vukotić B. (1989): Odnosi oprašivanja i oplodjenja jabuke cv. ‘Idared’. *Diplomski rad, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak*: 1–34.
- Vulić T., Đorđević B., Đurović D. (2010): Generativni potencijal novijih sorti jabuke gajenih u sistemu kose sadnje. *Zbornik radova prvog međunarodnog simpozijuma agronoma sa međunarodnim učešćem*: 463–468.
- Wallace H.M., Lee L.S. (1999): Pollen source, fruit set and xenia in mandarins. *J Hortic Sci Biotechnol*, 74: 82–86.

- Walsh C.S., Volz R. (1990): 'Gala' and the red 'Gala' sports: A preliminary comparison of fruit maturity. *Fruit Var. J.*, 44, 1: 18–22.
- Wang H., Cao G., Prior R.L. (1996): Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 701–705.
- Warner G. (1997): Sunburn is a hot topic in orchard in Washington. *Good Fruit Grower*, 48: 22–23.
- Way D. (2005): Pollination studies in fruit trees. *Ann. of Botany*, 95: 23–36.
- Webster A. (1997): Fruit size and quality. East Malling Research Association Members Day Report: 1–7.
- Weibel F., Haseli A. (2003): Organic apple production – with emphasis on European experiences. In: *Apples: botany, production and uses*. Eds. D.C. Ferree, I.J. Warrington. CAB Int., Wallingford, UK: 551–583.
- Weibel F.P., Leder A. (2004): Consumer reaction to the 'Flavour Grop Concept' to introduce scab resistant apple varieties into the market. 'Variety Teams' as further development of the concept. 11<sup>th</sup> International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit: 196–201.
- Weibel F.P., Tamm L., Wyss E., Daniel C., Häseli A., Suter F. (2007): Organic fruit production in Europe: successes in production and marketing in the last decade, perspectives and challenges for the future development. *Acta Horticulturae*, 737: 163–172.
- White A.G. (1991): The 'Gala' apple. *Fruit Var Journal*, 45: 2–3.
- Widmer A., Stadler W. (2007): Aktuelles zur Behangsregulierung: Wirkstoffe und Strategien. *Obst und Wienbau*, 6: 14–17.
- Williams R.R. (1965): The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom. *J Hortic Sci*, 40: 31–41.
- Wolfe K., Wu X., Liu R.H. (2003): Antioxidant activity of apple peels. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 609–614.
- Zadravec P. (2001): Povezava rasti in razvoja jablane z gojitveno obliko in gostoto sajenja. Magistersko delo. Ljubljana.
- Zadravec P., Donik B. (2009): Regulisanje rodnosti sorti jabuke rezidbom i proređivanjem plodova. Zbornik radova II savetovanja „Inovacije u voćarstvu“: 71–78.

Zdunek A., Cybulska J. (2011): Relation of biospeckle activity with quality attributes of apples sensors, 11: 6317–6327.

Zdunek A., Cybulska J., Konopacka D., Rutkowski K. (2011): Evaluation of apple texture with contact acoustic emission detector: A study on performance of calibration models. Journal of Food Engineering, 106: 80–87.

## BIOGRAFIJA AUTORA

Milan Lukić je rođen 28. septembra 1972. godine u Užicu. Osnovnu školu i gimnaziju (prirodno-matematički smer) završio je u Arilju. Agronomski fakultet u Čačku upisao je školske 1992/93., a diplomirao 1998. godine sa prosečnom ocenom 9,63.

Poslediplomske studije na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na nastavnoj grupi Pomologija, završio je 17. aprila 2006. godine, odbranom magistarske teze pod naslovom „Biološko-pomološke osobine perspektivnih selekcija jabuke“. U zvanje istraživač-saradnik izabran je 23. marta 2007. godine, a reizabran 1. marta 2010. godine.

Zaposlen je u Institutu za voćarstvo od 1. juna 1998. godine u Odeljenju za pomologiju i oplemenjivanje voćaka. Funkciju rukovodioca Odeljenja obavlja od 1. aprila 2004. godine.

U septembru 2004. godine u okviru College of Agricultural and Life Science International Program-a (Norman Borlaug Fellowship) obavio je studijski boravak na Cornell University – Ithaca, New York, iz oblasti genetike i oplemenjivanja jabuke.

Doktorsku disertaciju pod naslovom „Uticaj oprašivača na biološke osobine i kvalitet ploda jabuke“ prijavio je 30. decembra 2008. godine, pod rukovodstvom prof. dr Evice Mratinić.

U poslednjih pet godina učestvovao je u realizaciji projekata: TR-6882B: „Stvaranje, odabiranje i proučavanje genotipova voćaka boljih biološko privrednih osobina“ (2005–2008); BTN-341006B – „Proizvod sveža malina“ (2005–2008); TR-20013A: „Stvaranje i proučavanje novih genotipova voćaka i uvođenje savremenih biotehnologija gajenja i prerade voća“ (2008–2010); TR-31064: „Stvaranje i očuvanje genetičkog potencijala kontinentalnih vrsta voćaka“ (2011–2014), finansiranih sredstvima Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

Autor je i koautor 86 bibliografskih jedinica.

Član je Naučnog voćarskog društva Srbije.

Govori engleski jezik.

Oženjen je, otac Nikole i Ognjena.



Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани: Милан Лукић

број уписа: 1237

### Изјављујем

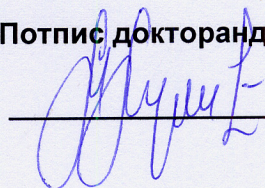
да је докторска дисертација под насловом

Утицај опрашивача на биолошке особине и квалитет плода јабуке  
(*Malus domestica* Borkh.)

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, јун 2012.

Потпис докторанда



Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Милан Лукић

Број уписа: 1237

Студијски програм: –

Наслов рада: Утицај опрашивача на биолошке особине и квалитет плода јабуке  
(*Malus domestica* Borkh.)

Ментор: др Евица Мратинић, редовни професор, Пољопривредни факултет  
Универзитета у Београду

Потписани Милан Лукић

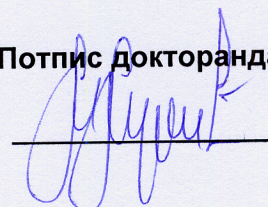
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, јун 2012.

Потпис докторанда



Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Утицај опрашивача на биолошке особине и квалитет плода јабуке  
(*Malus domestica* Borkh.)

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, јун 2012.

Потпис докторанда

