

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

mr Sanja M. Radičević

BIOLOGIJA OPLOĐENJA I POMOLOŠKE
OSOBINE NOVOINTRODUKOVANIH
SORTI TREŠNJE (*Prunus avium* L.)

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF AGRICULTURE

Sanja M. Radičević, MSc

FERTILIZATION BIOLOGY AND
POMOLOGICAL PROPERTIES OF
NEWLY INTRODUCED SWEET CHERRY
(*Prunus avium* L.) CULTIVARS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

MENTOR: _____

dr Dragan Nikolić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

ČLANOVI KOMISIJE: _____

dr Dragan Milatović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Radosav Cerović, naučni savetnik
Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd

dr Milica Fotirić-Akšić, docent
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Mihailo Nikolić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

DATUM ODBRANE: _____

Duboku i iskrenu zahvalnost dugujem svom mentoru, Prof. dr Draganu Nikoliću, na izuzetno stručnom vođenju i nesebičnom zalaganju tokom osmišljavanja i realizacije eksperimentalnog dela oglada. Njegove brojne sugestije i korisni saveti su bili glavne smernice tokom izrade i pisanja ove doktorske disertacije.

Posebno mesto i zahvalnost pripadaju dr Radosavu Ceroviću, uz čiju sam pomoć započela istraživački rad u oblasti reproduktivne biologije voćaka. Njegova podrška, strpljenje i saveti tokom koncipiranja, realizacije oglada i pisanja rada za mene su od neprocenjive vrednosti.

Zahvaljujem se Prof. dr Draganu Milatoviću na kritičkom pogledu, korisnim savetima i svesrdnoj pomoći tokom pisanja ovog rada.

Značajno mesto u izradi ove disertacije pripada mojim dragim kolegama iz Instituta za voćarstvo u Čačku, koji su mi nesebično i veoma stručno pomogli tokom različitih faza realizacije ovih istraživanja, i kojima na tome najiskrenije zahvaljujem.

Neizmernu zahvalnost za razumevanje i podršku dugujem svojoj porodici i prijateljima, koji svemu što radim daju smisao.

BIOLOGIJA OPLOĐENJA I POMOLOŠKE OSOBINE NOVOINTRODUKOVANIH SORTI TREŠNJE (*Prunus avium* L.)

Rezime

Istraživanjima u okviru ove doktorske disertacije ispitane su reproduktivne karakteristike, kao i pomološke osobine introdukovanih sorti trešnje ‘Karina’, ‘Kordia’, ‘Regina’ i ‘Summit’, u agroekološkim uslovima Čačka. Istraživanja su obuhvatila utvrđivanje pogodnosti oprašivača za svaku od navedenih sorti. Analiza karakteristika rasta polenovih cevčica i zametanja plodova kod 20 kombinacija stranooprašivanja, slobodnog oprašivanja i samooprašivanja, primenjena je u cilju ispitivanja reproduktivnih osobina sorti kao oprašivača, ali i kao majčinskih sorti. Ispitani su kvantitativni pokazatelji rasta polenovih cevčica *in vivo* (brojnost i dinamika rasta) i vitalnost semenih zametaka metodom fluorescentne mikroskopije. Morfometrijske osobine polenovih zrna analizirane su metodom skenirajuće elektronske mikroskopije. Karakteristike fenofaze cvetanja i sazrevanja, klijavost polena *in vitro*, morfometrijske osobine i biohemijski sastav ploda, organoleptička ocena svežih plodova i prinos ispitivanih sorti utvrđeni su metodama standardnim za ovu vrstu istraživanja.

U radu je utvrđeno da su više temperature cvetanja kod nekih oprašivača (‘Summit’, ‘Regina’) uticale pozitivno, a kod nekih (‘Kordia’, ‘Karina’) negativno na brojnost polenovih cevčica u stubiću. Zavisnost dinamike rasta polenovih cevčica od sporofita majčinske sorte vezana je za uticaj vitalnosti primarnih semenih zametaka. Sklonost ka brzom gubitku vitalnosti semenih zametaka bila je najizraženija kod sorte ‘Kordia’, a najmanje izražena kod sorte ‘Regina’. Više temperature cvetanja i emaskulacija cvetova su negativno uticali na vitalnost semenih zametaka, dok je uticaj polinacije bio pozitivan. Između fluorescencije semenih zametaka i specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora utvrđena je pozitivna korelacija. Na zametanje plodova je pozitivno uticala zastupljenost tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus desetog dana od dana oprašivanja, dok je uticaj fluorescencije semenih zametaka i pojave specifičnog rasta polenovih cevčica bio negativan.

Sorte koje su ispoljile bolju prilagođenost višim temperaturama cvetanja u pogledu njihove efikasnosti kao oprašivača, pokazale su i bolju prilagođenost u pogledu

vitalnosti semenih zametaka. Sorta 'Kordia' je, u reproduktivnom smislu, bolje prilagođena uslovima nešto hladnijih klimata. Ostale sorte se ne mogu preporučiti kao pogodni oprašivači za sortu 'Kordia', zbog neadekvatnog preklapanja u vremenu cvetanja, uz istovremeno kratak period vitalnosti njenih semenih zametaka. Najbolje rezultate u pogledu efikasnosti kao oprašivača za sortu 'Karina' imale su sorte 'Kordia' i 'Summit'. Kao pogodni oprašivači za sortu 'Summit' mogu se preporučiti 'Karina' i 'Kordia', a za sortu 'Regina' sorte 'Summit' i 'Karina'.

Ispitivane sorte po svom vremenu sazrevanja pripadaju sortama IV ('Summit'), V ('Kordia' i 'Karina') i VI ('Regina') nedelje zrenja trešnje. Plodovi sorte 'Summit' pripadaju kategoriji vrlo krupnih, a sorti 'Karina', 'Regina' i 'Summit' kategoriji krupnih plodova. U radu su ispoljene sortne specifičnosti u pogledu mase i dimenzija ploda, koštice i peteljke, koje su modifikovane nejednakim uticajem agroekoloških uslova. Najveći prosečan sadržaj rastvorljivih suvih materija, ukupnih i invertnih šećera, saharoze i ukupnih kiselina, utvrđen je kod sorte 'Kordia', uz istovremeno najvišu organoleptičku ocenu za kvalitet mezokarpa ove sorte. Najbolju ocenu parametara izgleda ploda imala je sorta 'Summit'. Najveći prinos po stablu i jedinici površine u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Regina', a najmanji sorta 'Summit'.

Pravilnim kreiranjem sortne kompozicije sa ispitivanim sortama mogu se obezbediti uslovi za regularno odvijanje reproduktivnog procesa kao ključne, a istovremeno veoma osetljive faze u proizvodnji plodova trešnje. Ispitivanja pomološko-tehnoloških, organoleptičkih karakteristika i prinosa ukazuju na to da sorte 'Kordia', 'Summit' i 'Regina' zaslužuju da se nađu u komercijalnim zasadima trešnje u Srbiji. Zbog nešto slabijih pomoloških i organoleptičkih karakteristika, sorta 'Karina' se može preporučiti za gajenje u ograničenoj meri, prvenstveno kao oprašivač za sortu 'Regina'.

Ključne reči: trešnja, sorta, oprašivanje, oplodjenje, reproduktivne karakteristike, pomološke osobine, kvalitet ploda.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Oplemenjivanje voćaka i vinove loze

UDK: 634.1.232; 631.522

FERTILIZATION BIOLOGY AND POMOLOGICAL PROPERTIES OF NEWLY INTRODUCED SWEET CHERRY (*Prunus avium* L.) CULTIVARS

Summary

The research conducted in the present doctoral dissertation looks at the reproduction and main pomological characteristics of the introduced sweet cherry cultivars 'Karina', 'Kordia', 'Regina' and 'Summit', grown in agro-environmental conditions of Čačak. The investigations included determining suitable pollenizers for each of the cultivars studied. The analysis of characteristics of pollen tubes growth and fruit setting in 20 combinations of cross-pollination, open pollination and self-pollination was done to investigate the reproduction properties of cultivars serving both as pollenizers and pollen recipients. Quantitative indicators of *in vivo* pollen tubes growth (number and growth dynamics) and ovule vitality by means of fluorescent microscopy were examined in the study. Morphometric properties of pollen grains were examined using scanning electron microscopy. Characteristics of flowering phenophase and ripening, *in vitro* pollen germination, morphometric properties and biochemical composition of the fruit, organoleptical assessment of fresh fruits and yield of the cultivars studied were determined using methods considered as standard for this type of investigation.

The investigations confirmed that high temperatures had positive effect on some pollenizers ('Summit', 'Regina'), while in some ('Kordia', 'Karina') high air temperatures produced an adverse effect on number of pollen tubes in the style. Correlation between dynamics of pollen tubes growth and sporophyte of pollen recipient is primarily associated with viability of primary ovules. Tendency to rapid loss of vitality of ovules was most prominent in 'Kordia', and least pronounced in 'Regina'. High temperatures during flowering and flower emasculation had an adverse effect on ovule vitality, while pollination influenced it positively. The correlation between fluorescence of ovules and unusual behaviour of pollen tubes in obturator zone was positive. Fruit setting was positive influenced by styles with pollen tubes terminating their growth in the nucelus on the tenth day after pollination. The influence of fluorescence of ovules and the unusual behaviour of pollen tubes growth were negative.

Cultivars with better adaptability to high temperatures during flowering with regard to their effectiveness as pollenizers also showed better adaptability in respect of ovule vitality. 'Kordia' has showed better adaptability to somewhat colder climate. The remaining three cultivars studied cannot be recommended as pollenizers for 'Kordia' because of inappropriate overlap during flowering and non-lasting viability of its ovules. 'Kordia' and 'Summit' showed the best performance in terms of pollination efficacy for 'Karina'. 'Karina' and 'Kordia' are suitable pollenizers for 'Summit', whereas 'Summit' and 'Karina' can be recommended as pollenizers for 'Regina'.

The cultivars studied ripen in the IV ('Summit'), V ('Kordia' and 'Karina') and VI ('Regina') week of sweet cherry ripening season. Fruits of 'Summit' are very large, whereas those of 'Karina', 'Regina' and 'Summit' can be classified as large. Cultivar specificities concerning fruit, stone and stalk characters were affected by non-uniform influence of agro-environmental conditions. The highest average soluble solids content, total and invert sugars, sucrose, and total acids were recorded in 'Kordia' which also performed best in organoleptical assessment of quality of mesocarp. With regard to appearance, 'Summit' was graded highest. The highest yield per tree and unit land area was recorded in 'Regina', and the lowest in 'Summit'.

Appropriate formation of cultivar composition with the cultivars studied can provide favorable conditions for regular reproduction process which is considered as major and the most sensitive phase in the production of sweet cherry fruits. The investigation into pomotechnological and organoleptical characteristics, and yield suggested that 'Kordia', 'Summit' and 'Regina' deserve to be included in commercial sweet cherry plantings in Serbia. Owing to somewhat poorer pomological and organoleptical characteristics, 'Karina' can be recommended for growing on smaller scale, primarily as the pollenizer for 'Regina'.

Key words: sweet cherry, cultivar, pollination, fertilization, reproduction characteristics, pomological properties, fruit quality.

Scientific field: Biotechnical sciences

Major scientific field: Fruit and grape breeding

UDK: 634.1.232; 631.522

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	5
3. PREGLED LITERATURE	6
3.1. Biologija oplodjenja.....	6
3.2. Pomološke osobine.....	15
4. RADNA HIPOTEZA	19
5. OBJEKAT, MATERIJAL I METODE RADA	20
5.1. Objekat.....	20
5.2. Materijal.....	21
5.3. Metode rada.....	22
5.3.1. Ispitivanje biologije oplodjenja.....	22
5.3.1.1. <i>Fenofaza cvetanja</i>	22
5.3.1.2. <i>Klijavost polena in vitro</i>	22
5.3.1.3. <i>Morfometrija polena</i>	23
5.3.1.4. <i>Rast polenovih cevčica in vivo</i>	24
5.3.1.5. <i>Vitalnost semenih zametaka</i>	25
5.3.1.6. <i>Zametanje plodova</i>	26
5.3.1.7. <i>Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja</i>	26
5.3.2. Ispitivanje pomoloških osobina i prinosa.....	27
5.3.2.1. <i>Vreme sazrevanja</i>	27
5.3.2.2. <i>Morfometrijske i opisne osobine ploda</i>	27
5.3.2.3. <i>Biohemijski sastav ploda</i>	27
5.3.2.4. <i>Organoleptička ocena svežih plodova</i>	28
5.3.2.5. <i>Prinos po stablu i jedinici površine</i>	28
5.3.3. Statistička obrada podataka.....	28
6. AGROEKOLOŠKI USLOVI	30
6.1. Klimatski uslovi.....	30
6.2. Zemljišni uslovi.....	32

7. REZULTATI	33
7.1. Biologija oplodjenja.....	33
7.1.1. Fenofaza cvetanja.....	33
7.1.2. Klijavost polena <i>in vitro</i>	34
7.1.3. Morfometrija polena.....	36
7.1.4. Rast polenovih cevčica <i>in vivo</i>	38
7.1.4.1. Brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka.....	40
7.1.4.2. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka.....	48
7.1.4.3. Korelacija između klijavosti polena <i>in vitro</i> i kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica <i>in vivo</i>	53
7.1.5. Prisustvo inkompatibilnih polenovih cevčica u stubiću.....	55
7.1.6. Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku.....	57
7.1.7. Vitalnost semenih zametaka.....	62
7.1.7.1. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod oprašenih cvetova.....	62
7.1.7.2. Korelacija fluorescencije primarnih semenih zametaka i specifičnog rasta polenovih cevčica.....	65
7.1.7.3. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod neoprašenih cvetova.....	66
7.1.7.4. Komparacija vitalnosti semenih zametaka kod oprašenih i neoprašenih cvetova.....	70
7.1.7.5. Vitalnost sekundarnih semenih zametaka.....	72
7.1.7.6. Pojava više od dva semena zametka u plodniku.....	74
7.1.8. Zametanje plodova.....	75
7.1.8.1. Inicijalno i finalno zametanje plodova u različitim varijantama oprašivanja.....	75
7.1.8.2. Uticaj kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica i vitalnosti semenih zametaka na zametanje plodova.....	78
7.1.9. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja.....	82
7.2. Pomološke osobine i prinos.....	84
7.2.1. Vreme sazrevanja.....	84
7.2.2. Morfometrijske i opisne osobine ploda.....	85

7.2.2.1.	<i>Masa i dimenzije ploda</i>	85
7.2.2.2.	<i>Karakteristike koštice i peteljke</i>	86
7.2.2.3.	<i>Opisne osobine ploda</i>	88
7.2.2.4.	<i>Randman mezokarpa ploda</i>	89
7.2.3.	Biohemijski sastav ploda.....	90
7.2.4.	Organoleptička ocena svežih plodova.....	93
7.2.5.	Prinos po stablu i jedinici površine.....	94
8.	DISKUSIJA	96
8.1.	Biologija oplodjenja.....	96
8.1.1.	Fenofaza cvetanja.....	96
8.1.2.	Klijavost polena <i>in vitro</i>	98
8.1.3.	Morfometrija polena.....	100
8.1.4.	Rast polenovih cevčica <i>in vivo</i>	102
8.1.4.1.	<i>Brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka</i>	102
8.1.4.2.	<i>Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka</i>	109
8.1.4.3.	<i>Veza između brojnosti i dinamike rasta polenovih cevčica</i>	113
8.1.5.	Gametofitna inkompatibilnost.....	115
8.1.5.1.	<i>Inkompatibilne polenove cevčice</i>	115
8.1.5.2.	<i>Savladavanje inkompatibilne barijere</i>	118
8.1.6.	Vitalnost semenih zametaka.....	120
8.1.6.1.	<i>Vitalnost primarnih semenih zametaka kod oprušenih cvetova</i>	120
8.1.6.2.	<i>Veza fluorescencije semenih zametaka i pojave specifičnog rasta polenovih cevčica</i>	123
8.1.6.3.	<i>Vitalnost primarnih semenih zametaka kod neoprušenih cvetova</i>	127
8.1.6.4.	<i>Vitalnost sekundarnih semenih zametaka</i>	131
8.1.7.	Inicijalno i finalno zametanje plodova.....	133
8.2.	Pomološke osobine i prinos.....	138
8.2.1.	Vreme sazrevanja.....	138
8.2.2.	Morfometrijske i opisne osobine ploda.....	139
8.2.2.1.	<i>Masa i dimenzije ploda</i>	139
8.2.2.2.	<i>Karakteristike koštice i peteljke</i>	141
8.2.2.3.	<i>Randman mezokarpa ploda</i>	142

8.2.3.	Biohemijski sastav ploda.....	144
8.2.3.1.	<i>Sadržaj rastvorljivih suvih materija i šećera.....</i>	144
8.2.3.2.	<i>Sadržaj ukupnih kiselina, pH vrednost soka i indeks slasti ploda.....</i>	145
8.2.4.	Organoleptička ocena svežih plodova.....	146
8.2.5.	Prinos po stablu i jedinici površine.....	148
8.3.	Sortna kompozicija u komercijalnim zasadima trešnje.....	149
8.3.1.	Sortna kompozicija sa aspekta reproduktivnih karakteristika.....	149
8.3.2.	Sortna kompozicija sa aspekta kvaliteta sorte.....	155
9.	ZAKLJUČAK.....	157
10.	LITERATURA.....	162

1. UVOD

Plodovi trešnje su veoma cenjeno i atraktivno voće. Zajedno sa jagodom, predstavljaju najranije sezonsko voće koje se javlja na tržištu, na kome se brzo realizuju, po relativno visokoj ceni. Koriste se prvenstveno za stonu upotrebu, a manjim delom kao sirovina za industrijsku preradu (kompot, slatko, džem, sušena trešnja, itd.).

Trešnja (*Prunus avium* L.) je diploidna vrsta ($2n = 16$), koja pripada familiji *Rosaceae*, rodu *Prunus*, podrodu *Cerasus* i sekciji *Eucerasus*. De Candolle (1886) smatra da je trešnja poreklom iz područja južno od Kavkaza, između Kaspijskog jezera i Crnog mora. Prema podacima koje navode Dirlewanger *et al.* (2007), trešnja vodi poreklo iz oblasti severnog Irana, kao i zemalja područja oko Kavkaza. Prvi pisani dokument o njenom gajenju potiče od Teofrasta (oko 300 godina p. n. e.), koji označava trešnju imenom *kerasos* (po gradu Kerasun u oblasti Pont, danas grad Giresun u Turskoj).

Među kontinentalnim vrstama voćaka, trešnja se po proizvodnji nalazi na šestom mestu u svetu, iza jabuke, kruške, breskve, šljive i kajsije. Gaji se na svim kontinentima, pri čemu se najveći deo plodova proizvede u Evropi (44%), zatim u Aziji (39%) i Severnoj Americi (13%) (Milatović *et al.*, 2011b). Prosečna godišnja proizvodnja trešnje u svetu u periodu 2006–2010. godine je iznosila 1.993.218,6 t (FAOSTAT, 2012). Vodeća zemlja po proizvodnji je Turska, sa prosečnom proizvodnjom u istom periodu od 376.471 t, a zatim slede SAD (292.476 t), Iran (220.853 t), Italija (116.632 t), Španija (83.315 t), Rumunija (75.156 t), Rusija (73.140 t), Ukrajina (63.560 t), Sirija (60.260 t), Francuska (51.103 t) i Čile (49.400 t).

Prosečna proizvodnja trešnje u Srbiji u periodu 2006–2010. godine iznosila je 26.898 t, sa 1.840.000 rodni stabala, i prinosom od 14,7 kg/stablu (Republički zavod za statistiku Srbije, 2012). Preko 80% proizvodnje skoncentrisano je u centralnoj Srbiji, naročito u okrugu Beograda, a potom u Mačvanskom, Nišavskom, Braničevskom i Borskom okrugu (Sredojević, 2011). Isti autor navodi da su zbog veće razlike između cene koštanja i otkupne cene plodova poslednjih godina, proizvođači trešnje u Srbiji u povoljnom ekonomskom položaju. Na osnovu povećanog interesovanja stranih kupaca za svežim plodovima, i činjenice da poslednjih godina tražnja za sadnicama stalno raste, može se reći da je proizvodnja trešnje u Srbiji u ekspanziji.

Oplemenjivanje trešnje, u pogledu broja stvorenih sorti, nije toliko dinamično u poređenju sa drugim kontinentalnim drvenastim vrstama voćaka, kao što su jabuka ili breskva. Najznačajniji oplemenjivački programi nalaze se u Kanadi, SAD, Italiji, Francuskoj, Velikoj Britaniji, Nemačkoj, Češkoj, Mađarskoj i Australiji (Milatović *et al.*, 2011b). Glavni ciljevi oplemenjivanja trešnje su stvaranje sorti krupnih, atraktivnih plodova dobrog ukusa, brzo stupanje na rod, visoki i stabilni prinosi, smanjena osetljivost plodova na pucanje, samooplodnost i poboljšana otpornost ili tolerancija na prouzrokovane bolesti (Dirlewanger *et al.*, 2007).

Smatra se da danas postoji preko 2.000 sorti trešnje. Neke od njih se gaje u velikom broju zemalja sveta ('Bigarreau Hativ de Burlat', 'Germersdorfer', 'Hedelfinger', 'Bigarreau Moreau', 'Napoleon', 'Van'), dok su druge karakteristične za pojedine zemlje ('Reverchon' u Francuskoj, 'Tragana Edessa' u Grčkoj, '0900 Ziraat' u Turskoj, 'Cristobalina' u Španiji). Često su pojedine sorte ograničene na pojedine regione, npr. u Italiji - 'Mora di Cazzano' u regionu Veneto, 'Malizia' u regionu Campania (Bargioni, 1996).

Kod nas u sortimentu uglavnom dominiraju starije sorte 'Germersdorfer' ('Erc'), 'Bigarreau Jaboulay' ('Lionska rana', 'Doktorica'), 'Hedelfinger', 'Napoleon' i dr., a nešto su manje zastupljene 'Burlat', 'Bigarreau Moreau' ('Souvenir'), 'Stella', 'Van', 'Starking Hardy Giant', 'Bing', 'Primavera', 'Drogans Gelbe Knorpelkirsche' i druge. Mogu se sresti i stare, autohtone sorte: 'Đurđevka', 'Belica', 'Crnica' i ostale (Nikolić, 1998). Jedan od najznačajnijih ograničavajućih činilaca proizvodnje trešnje u Srbiji je gajenje zastarelih i slaboproduktivnih sorti, sitnijeg ploda lošijeg kvaliteta i oskudne upotrebne vrednosti, tj. neadekvatna struktura sortimenta. Ovome u velikoj meri doprinose i specifične reproduktivne karakteristike i odnosi oplodjenja sorti trešnje, kao i njihovo nedovoljno poznavanje u praksi. Poslednjih godina, tendencija ka podizanju novih zasada, naročito na slabije bujnim podlogama, donosi u Srbiju i novije sorte, aktuelne u zasadima trešnje Evrope i sveta.

Samobesplodnost je svakako jedna od najupečatljivijih reproduktivnih odlika trešnje kao vrste. Nemogućnost oplodjenja sopstvenim polenom, kao i polenom drugih genotipova iste S-alelne konstitucije (gametofitna inkompatibilnost), već decenijama predstavlja veliki izazov u istraživanjima reproduktivnih karakteristika trešnje. Ova istraživanja su obuhvatala različite tipove ogleda, od ispitivanja zametanja plodova u

poljskim uslovima, preko monitoringa rasta polenovih cevčica u stubiću trešnje u različitim kombinacijama oprašivanja, analize proteinskih ekstrakata stubića i dovodjenja u vezu RNaza i alela inkompatibilnosti, kao i detekcije *S*-alela lančanom reakcijom polimeraze – PCR metodom. Potvrđeno je da je gametofitna inkompatibilnost kod trešnje pod kontrolom dva gena *S*-lokusa, od kojih jedan kontroliše komponentu stubića (*S*-RNaze; Bošković i Tobutt, 1996), a drugi komponentu polena (*SFB*, polen-specifični F-box protein; Yamane *et al.*, 2003). Identifikovanje novih *S* alela trešnje uslovio je porast broja poznatih grupa inkompatibilnosti do 27 (Tobutt *et al.*, 2004), odnosno do 36 (Schuster *et al.*, 2007).

Stvaranje prve samooplodne sorte ‘Stella’ kombinovanom primenom indukovanja mutacija zračenjem polena X-zracima, i klasičnih metoda hibridizacije (Lapins, 1970), bio je veliki pomak u oplemenjivačkom radu, koji je otvorio prostor za stvaranje novih samooplodnih sorti trešnje. U novije vreme su opisane i pojave spontane samooplodnosti nekih genotipova trešnje (Wünsch i Hormaza, 2004b; Marchese *et al.*, 2007; Cachi i Wünsch, 2011).

Iako su saznanja o gametofitnoj inkompatibilnosti, kao najizraženijem obliku interakcije sporofit-gametofit kod trešnje, dala odgovore na neka pitanja koja se tiču adekvatnog odabira sortne kompozicije u komercijalnim zasadima, kao značajni se nameću i drugi oblici ovakvih interakcija, koji mogu uticati na efikasnost procesa oplodjenja. Njihova kompleksnost, kao i zavisnost od temperaturnih uslova, u fokusu su istraživanja određenog broja autora (Hormaza i Herrero, 1996, 1999; Hedhly *et al.*, 2004, 2005a, 2007). Ako se ovome dodaju i drugi značajni aspekti reproduktivnog procesa – karakteristike cvetanja i višegodišnje stabilno preklapanje u fenofazi punog cvetanja glavne i sorti oprašivača, kvalitet polena i obezbeđenje njegovog transfera, receptivnost žiga, vitalnost primarnih semenih zametaka, karakteristike postoplodnih procesa i sl., onda je jasno u kojoj meri navedeni faktori utiču na efikasnost procesa oplodjenja, koja se manifestuje u optimalnom zametanju i rodnosti. Ovi složeni odnosi uslovljavaju da je, čak i u slučajevima potpuno i delimično kompatibilnih kombinacija sorti približno istog vremena cvetanja, uprkos dovoljnoj zastupljenosti i optimalnom rasporedu sorti oprašivača i obezbeđenju adekvatnog transfera polena, rodnost komercijalno značajnih sorti pojedinih godina ozbiljno ugrožena (Granger, 2004).

Problematika odabira sortimenta sa aspekta specifičnih reproduktivnih karakteristika trešnje, još je složenija kada se uzmu u obzir prevashodna namena plodova trešnje za stonu potrošnju, potrebe domaćeg i, naročito, zahtevnog globalnog tržišta za plodovima odgovarajućeg kvaliteta. Produžena sezona berbe, izražena krupnoća ploda, visok sadržaj rastvorljivih suvih materija i šećera koji su blisko vezani za kvalitet ploda, atraktivnost koja se ne gubi dužim stajanjem i transportom do udaljenih destinacija, neki su od ključnih zahteva savremenog tržišta o kojima treba voditi računa pri kreiranju strukture sortimenta, u cilju podizanja opšteg nivoa u proizvodnji plodova trešnje u Srbiji.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja u okviru ove disertacije su bila ispitivanja biologije oplodjenja, kao i najznačajnijih pomoloških osobina četiri novije introdotovane sorte trešnje srednje poznog i poznog vremena sazrevanja ('Karina', 'Kordia', 'Regina' i 'Summit'). Ove sorte produžavaju sezonu berbe, a svojim kvalitetom i atraktivnošću (krupan plod, tamnocrvena boja pokožice), ispunjavaju zahteve tržišta i postaju sve aktuelnije u zasadima trešnje širom Evrope i sveta.

Istraživanja su obuhvatila utvrđivanje pogodnosti oprašivača za svaku od navedenih sorti, čija pripadnost različitim grupama inkompatibilnosti dozvoljava njihovo unakrsno oplodjenje. Analiza različitih kombinacija oprašivanja primenjena je u svrhu razmatranja reproduktivnih karakteristika sorti kao oprašivača, ali i kao majčinskih sorti. Ovi aspekti su razmatrani u kontekstu agroekoloških, prvenstveno temperaturnih uslova u voćarskom regionu zapadne Srbije, imajući pri tome u vidu činjenicu da ispitivane sorte vode poreklo iz područja hladnijih klimata (Kanada, Češka Republika, Nemačka). Osnovni cilj istraživanja bio je utvrđivanje najefikasnijih kombinacija oprašivanja u pogledu kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica, kao i zametanja plodova. Kvantifikacija u analizi rezultata dobijenih za veliki broj kombinacija oprašivanja u trogodišnjem periodu, imala je za cilj utvrđivanje određenih zakonitosti koje se odnose na reproduktivni proces trešnje kao vrste, kao i pravaca daljih istraživanja u ovoj oblasti.

Sa druge strane, dobijeni rezultati mogu naći praktičnu primenu u pravilnom odabiru glavne sorte, baziranom na kvalitetu ploda trešnje i drugim biološko-pomološkim svojstvima, kao i sorti oprašivača koje obezbeđuju kontinuirano visoku rodnost, a koje i same imaju značajnu komercijalnu vrednost. U tom smislu, šire gledano, jedan od postavljenih ciljeva bio je i doprinos poboljšanju strukture sortimenta trešnje u voćarskim regionima Srbije, kvalitetnim sortama koje produžavaju sezonu berbe.

3. PREGLED LITERATURE

3.1. Biologija oplodjenja

Analizom dostupne literature iz oblasti biologije oplodjenja kontinentalnih vrsta voćaka, može se konstatovati da se veći broj autora bavio različitim aspektima reproduktivnih karakteristika vrsta roda *Prunus*, pa i trešnje. Generalna karakteristika radova iz ove oblasti koji se odnose na trešnju je da su češće bazirani na ispitivanju samih procesa, nego na njihovim pojavnim manifestacijama i uticajima na proces proizvodnje. Razloge za to svakako treba tražiti u činjenici da je trešnja, kao model-biljka, u poređenju sa ostalim vrstama roda *Prunus*, više nego interesantna za ovu vrstu istraživanja. Najpre, gametofitna inkompatibilnost je kod trešnje u potpunosti ispoljena, imajući u vidu da se radi o diploidnoj vrsti, tako da nema prelaznih oblika, karakterističnih za poliploidne vrste. Rast polenovih cevčica u stubiću tučka trešnje se odigrava relativno brzo, uz kratak životni vek semenih zametaka i brz gubitak receptivnosti žiga što, posledično, utiče na to da je efektivni period polinacije relativno kratak. Stoga je više nego interesantno razmatrati reproduktivni proces kod trešnje u svetlu globalnih klimatskih promena, imajući u vidu osetljivost pojedinih faza tog procesa u odnosu na temperaturu, tako da se određeni broj radova odnosi upravo na ovu temu.

I pored toga, može se uočiti da je broj radova koji se bave problematikom reproduktivnih karakteristika pojedinih sorti trešnje relativno mali. Mogu se uočiti razmatranja određenih procesa kod jednog genotipa, ili sa malim brojem genotipova i kombinacija oprašivanja. Problematika odabira sortimenta sa aspekta dobre prilagođenosti određenim agroekološkim uslovima u reproduktivnom smislu, uglavnom je razmatrana nezavisno, van konteksta kvaliteta sorte.

Karakteristikama fenofaze cvetanja trešnje kao vrste bavili su se Nyéki i Soltész (1996), navodeći da trešnja spada u vrste kratkog perioda nastupanja punog cvetanja, koji traje do tri dana. Prema Stančeviću (1967), početak fenofaze cvetanja uslovljen je temperaturnim uslovima u periodu pred početak cvetanja, dok je redosled cvetanja sorti

trešnje uslovljen naslednim osobinama. Hodun i Hodun (2002), ispitujući karakteristike 80 sorti, navode da je prosečno trajanje fenofaze cvetanja sorti trešnje 8–10 dana.

Značajan problem u proučavanju cvetanja trešnje, jeste utvrđivanje mogućnosti preklapanja tokom fenofaze punog cvetanja pojedinih sorti, kao preduslova njihovog međusobnog oprašivanja. Prema rezultatima koje navodi Granger (2004), rodnost komercijalno značajnih sorti trešnje je pojedinih godina ugrožena zbog inverzije u cvetanju glavne i sorti oprašivača. Preklapanje u fenofazi punog cvetanja u trajanju od 5–8 dana predstavlja osnov za potencijalno oprašivanje pojedinih sorti (Cerović *et al.*, 2005).

Kvalitet polena, metode njegovog utvrđivanja, kao i faktori koji na ovo svojstvo utiču kod pojedinih vrsta roda *Prunus*, bili su predmet istraživanja većeg broja autora. Tako Parfitt i Ganeshan (1989) navode da su kod ovih vrsta, dva od ukupno sedam sprovedenih testova pokazali najviši stepen verodostojnosti u oceni kvaliteta polena: test klijavosti *in vitro* u visećoj kapi, kao i na agarozno-saharoznoj podlozi. Prema Stösser *et al.* (1996), kvalitet polena varira između sorti u okviru pojedinih vrsta voćaka. Regularnost odvijanja procesa mikrosporogeneze je u direktnoj vezi sa vitalnošću i klijavošću polena *in vitro* (Cerović, 1991a). Poznata je i pojava variranja klijavosti polena *in vitro* sorti trešnje po godinama (Cerović *et al.*, 2005). Takođe je utvrđeno da su temperature od 15–20°C uglavnom optimalne za klijavost polena *in vitro* sorti kajsije (Egea *et al.*, 1992) i višnje (Cerović i Ružić, 1992a). Pirlak (2002) navodi da je najveća vrednost klijavosti polena *in vitro* sorti kajsije i trešnje postignuta na temperaturi od 20°C. Prema ovom autoru, pojedine sorte pokazuju bolju klijavost polena na nižim temperaturama, a zahtevi pojedinih sorti za optimalnom temperaturom se razlikuju u odnosu na to da li je sorta cveta ranije ili poznije. Beyhan i Karakaş (2009) navode da je najbolja klijavost polena *in vitro* sedam sorti trešnje postignuta na medijumu sa koncentracijom saharoze od 20%.

Razlike u karakteristikama pojedinih morfoloških parametara polenovih zrna (krupnoća, oblik, broj i veličina otvora, ornamentacija egzine), mogu se uspešno koristiti u razlikovanju vrsta i sorti voćaka (Evrenosoğlu i Misirli, 2009). Tako Mulas *et al.* (1989) ukazuju na stabilnost morfoloških osobina polenovih zrna, i karakteristika njihove egzine kod sorti badema, koje ne zavise od podloge, navodnjavanja ili geografske lokacije.

Razvoj skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM) i njena primena u analizi polenovih zrna, usloveli su morfološku karakterizaciju polenovih zrna sorti jagode (Maas, 1977), kruške (Westwood i Challice, 1978), jabuke (Martens i Fretz, 1980; Marcucci *et al.* 1984), vinove loze (Ahmadeullah, 1983; Marasali *et al.* 2005), pekana (Haulik i Holtzhauzen, 1988), masline (Javady i Arzani, 2001), kestena (Mert i Soyulu, 2007), drena (Mert, 2009) i oraha (Mert, 2010). Thakur i Thakur (1970) i Hebda *et al.* (1991) ukazuju da morfološka karakterizacija polenovih zrna može biti adekvatan metod za identifikaciju sorti vrsta roda *Prunus*.

Analizirajući radove čija se tematika odnosi na ispitivanja karakteristika rasta polenovih cevčica u stubiću i plodniku, može se uočiti da se one uglavnom kvantifikuju preko dva osnovna pokazatelja – brojnosti polenovih cevčica i dinamike njihovog rasta, koja je zapravo pokazatelj relativne brzine rasta polenovih cevčica. Rast polenovih cevčica sorti oprašivača u gornjim regionima stubića donekle predstavlja refleksiju klijavosti polena *in vitro*, što je utvrđeno kod višnje (Cerović i Ružić, 1992a) i šljive (Kuzmanović, 2008). Sa druge strane, Hormaza i Herrero (1999) navode da se korelacija između ovih parametara kod trešnje ne može uočiti. Anatomija stubića se javlja kao faktor regulacije brojnosti polenovih cevčica dužinom stubića svojim levkastim oblikom, tj. konstantnim smanjenjem raspoloživog prostora i rezerve hranljivih materija (Cruzan, 1986; Herrero, 1992). Polenove cevčice, nakon početnog perioda autotrofnog rasta na žigu, dalji nastavak rasta obezbeđuju heterotrofno (Herrero i Dickinson, 1981; Mulcahy i Mulcahy, 1983). Interakcija sporofit-gametofit je jedan od ključnih uzroka smanjivanja broja polenovih cevčica dužinom stubića (Cheung, 1995; Hormaza i Herrero, 1996). Prema Hedhly *et al.* (2005a), isti genotip polena ispoljava različito ponašanje pri rastu njegovih polenovih cevčica u tkivu različitih genotipova stubića.

Brzina rasta polenovih cevčica veća je u stubiću nego u plodniku višnje i trešnje (Stösser i Anvari, 1981). Isti autori navode da je polenovim cevčicama trešnje i višnje potrebno dva do tri dana da stignu do baze stubića, a šest do osam dana do semenog zametka. Prema Ceroviću (1997), rast polenovih cevčica u stubiću višnje je nešto brži. Trećeg dana od dana oprašivanja polenove cevčice se mogu uočiti u plodniku kajsije (Alburquerque *et al.*, 2004) i šljive (Kuzmanović, 2008).

Složene interakcije sporofita majčinske biljke i gametofita oprašivača su pod snažnim uticajem faktora spoljašnje sredine, a naročito temperature tokom fenofaze cvetanja. Temperatura utiče na kinetiku i brojnost polenovih cevčica u stubiću trešnje (Hedhly *et al.*, 2004), pri čemu je interakcija genotipa oprašivača i temperature često refleksija geografskog porekla oprašivača, kao i njegove adaptacije na preovlađujuće uslove sredine (Hedhly *et al.*, 2005a). Uticaj viših temperatura na dinamiku rasta polenovih cevčica kod trešnje je uglavnom negativan (Hedhly *et al.*, 2005a), dok je pozitivan uticaj utvrđen kod nekih sorti breskve (Hedhly *et al.*, 2005b). Povećanje brzine, uz istovremeno smanjivanje brojnosti polenovih cevčica u stubiću trešnje, sve više se razmatra u kontekstu fenomena globalnog zagrevanja, i njegovog uticaja na pojedine faze reproduktivnog procesa kod trešnje (Hedhly *et al.*, 2007).

Gametofitna inkompatibilnost predstavlja jedan od najuočljivijih i najbolje objašnjenih vidova genetičke interakcije sporofita i gametofita kod različitih vrsta tokom procesa oplođenja. Prema Wiersma (2003), gametofitna inkompatibilnost predstavlja jednu od najznačajnijih i široko rasprostranjenih reproduktivnih barijera kod viših biljaka, koja se može definisati kao mehanizam prepoznavanja i odbacivanja sopstvenog polena. Herrero i Dickinson (1980) navode da su, zbog gametofitne inkompatibilnosti, genetičke interakcije polen-stubić mnogo uočljivije u gornjoj nego u donjoj polovini stubića. Utvrđeno je da postoji korelacija između RNaza i alela inkompatibilnosti (Bošković i Tobutt, 1996), što je omogućilo brzo određivanje *S*-genotipa, i predviđanje ishoda oprašivanja (Bošković i Tobutt, 2001).

Molekularno kloniranje i sekvenciranje gena za *S*-RNaze (Sonneveld *et al.*, 2001), obezbedili su dizajniranje prajmera za umnožavanje gena i detekciju *S*-alela lančanom reakcijom polimeraze – PCR metodom (Sonneveld *et al.*, 2003). Do sada je kod trešnje identifikovano 28 alela *S*-Rnaze: *S*₁-*S*₆ (Bošković i Tobutt, 1996), *S*₇-*S*₁₆ (aleli *S*₈, *S*₁₁ i *S*₁₅ odgovaraju alelima *S*₃, *S*₇ i *S*₅, Sonneveld *et al.*, 2001, 2003), *S*₁₇-*S*₂₂, (De Cuyper *et al.*, 2005), *S*₂₃-*S*₂₅ (neophodna dodatna karakterizacija, Wünsch i Hormaza, 2004a), *S*₂₇-*S*₃₂ (Vaughan *et al.*, 2008). Sorte koje su predmet istraživanja u našem radu su samobesplodne, sa određenom *S*-alelnom konstitucijom: ‘Karina’ - *S*₃*S*₄, grupa inkompatibilnosti III (Schuster *et al.*, 2007); ‘Kordia’ - *S*₃*S*₆, grupa VI (Andersen *et al.*, 2003); ‘Regina’ - *S*₁*S*₃, grupa II i ‘Summit’ - *S*₁*S*₂, grupa I (Choi *et al.*, 2002).

Takođe je identifikovan *S*-lokus specifični F-box gen (*SFB*), koji kontroliše polenovu komponentu gametofitne inkompatibilnosti. Kod trešnje je do sada identifikovano i okarakterisano 17 *SFB* alela: S_1 – S_6 (Ikeda *et al.*, 2004, Vaughan *et al.*, 2006), S_7 , S_{10} , S_{12} S_{13} i S_{16} (Vaughan *et al.*, 2006), S_{27} – S_{32} (Vaughan *et al.*, 2008).

Primenom fluorescentno-mikroskopske metode vizuelno se može detektovati mesto inhibicije rasta polenove cevčice, kao izražena depozicija kaloze u njenom vršnom delu (Kho i Baër, 1968). Inkompatibilne polenove cevčice se uočavaju pretežno u gornjoj trećini stubića kod višnje (Cerović, 1997), kajsije (Milatović i Nikolić, 2007), šljive (Kuzmanović, 2008; Nikolić i Milatović, 2010) i badema (Čolić *et al.*, 2010). Autori takođe ukazuju na izmenjeni morfološki izgled ovakvih polenovih cevčica, opisujući veće ili manje proširenje vrha koji uglavnom jako fluorescira, izrazitu zadebljalost usled velike depozicije kaloze u zidovima, kao i račvanje vrha. Hegedüs *et al.* (2012) navode da je suština inkompatibilne reakcije kod vrsta familije *Rosaceae* u dezorganizaciji polenove cevčice, koja je vezana za izmenjenu ulogu proteina stubića u inkompatibilnim, u odnosu na kompatibilne kombinacije oprašivanja.

Sa druge strane, literaturnih podataka o pojavi savladavanja inkompatibilne barijere kod diploidne trešnje je veoma malo. Oni se uglavnom odnose na podatke o indukovanju mutacija koje su dovele do stvaranja prvih samooplodnih selekcija, a potom i prve samooplodne sorte trešnje ‘Stella’ (Lapins, 1970). U novije vreme su objašnjene i pojave spontane samooplodnosti nekih genotipova trešnje. Kod sorte ‘Kronio’ prvi put je opisano savladavanje inkompatibilne barijere kod trešnje u prirodnim uslovima (Marchese *et al.*, 2007). Kod autohtone samooplodne sorte trešnje poreklom iz Španije ‘Cristobalina’, opisan je uticaj gena modifikatora, koji je nezavistan od *S*-lokusa (Wünsch i Hormaza, 2004b; Cachi i Wünsch, 2011).

U literaturi se mogu sresti rezultati pojedinih autora o prodorima polenovih cevčica, ili zametanju plodova pri samooprašivanju samobesplodnih sorti trešnje. Tako Lech *et al.* (2008) navode visok stepen zametanja plodova pri samooprašivanju sorte ‘Summit’. Choi i Andersen (2005) ističu da redukovani nivo *S*-specifičnih proteina polena može biti vezan za savladavanje inkompatibilne barijere kod trešnje, da je on zavistan od *S*-alelne konstitucije, kao i od temperaturnih uslova.

Takođe su opisane pojave gubitka usmerenosti polenovih cevčica pri njihovom rastu u plodniku kod vrsta roda *Prunus*, tj. nepravilni ili haotični („specifičan”) rast.

Ova pojava se ranije vezivala za pojavu inkompatibilnosti u plodniku (Seavey i Bawa, 1986). Međutim, ovakvo ponašanje polenovih cevčica je uočeno i u slučajevima kompatibilnog oprašivanja, i dovodi se u vezu sa fazom razvoja ženskih struktura, koje u trenutku dospevanja polenovih cevčica u određene delove plodnika nisu u mogućnosti da omoguće njihov dalji prolaz (Herrero, 2000). Poznato je da semeni zametak obezbeđuje različite tipove signala koji orijentišu i usmeravaju rast polenove cevčice (Herrero, 2001), pa samim tim gubitak njihove vitalnosti i funkcije značajno utiče na karakteristike rasta polenovih cevčica u plodniku. Specifičan rast polenovih cevčica izražen je prvenstveno u zoni obturatora, ali i u mikropili i nucelusu semenog zametka višnje (Cerović, 1997), trešnje (Hedhly *et al.*, 2009) i šljive (Đorđević *et al.*, 2010). Analizirajući karakteristike rasta polenovih cevčica u plodniku breskve, Arbeloa i Herrero (1987) navode da obturator ima ključnu ulogu u usmeravanju polenovih cevčica ka mikropili i dalje ka nucelusu semenog zametka.

Zastupljenost plodnika sa pojavom specifičnog rasta polenovih cevčica je veća pod uticajem viših konstantnih temperatura tokom fenofaze cvetanja kod višnje (Cerović i Ružić, 1992b). Polenove cevčice u plodniku trešnje svoju usmerenost u rastu gube u blizini degenerisanog semenog zametka, pri čemu je stepen te degeneracije veći kod cvetova koji su emaskulirani (Hedhly *et al.*, 2009). U nekim istraživanjima se navodi da sinergide imaju veoma značajnu ulogu u odvijanju završnih etapa rasta polenovih cevčica, migracije spermatskih ćelija i fuzije gameta. Prema Hegashiyama *et al.* (2001), ukoliko sinergide degenerišu pre pristizanja polenovih cevčica do njih, embrionova kesica gubi sposobnost da ih privlači.

Fluorescentno-mikroskopska metoda je svoju široku primenu našla i u utvrđivanju stepena degeneracije semenih zametaka kod vrsta roda *Prunus*, pri čemu se akumulacija kaloze, koja u spoju sa anilin-plavim intenzivno fluorescira, smatra znakom gubitka njihove vitalnosti (Stösser i Anvari, 1982). Kaloza se najpre akumulira u halaznom delu semenog zametka, potom zahvata unutrašnji integument, a nakon toga čitav semeni zametak kod trešnje i višnje (Stösser i Anvari, 1982), badema (Pimienta i Polito, 1982) i breskve (Arbeloa i Herrero, 1985). Pimienta i Polito (1982) navode da depozicija kaloze započinje pre pojave morfoloških simptoma degeneracije tkiva, i deluje kao barijera translokaciji metabolita u nucelus, što zaustavlja rast semenih

zametak i dovodi do prestanka njihove funkcije. Rodrigo i Herrero (1998) ističu da je akumulacija kaloze blisko vezana za trošenje rezervi skroba unutar cveta.

Genotipska zavisnost i varijabilnost u stepenu razvijenosti i funkcionalnosti primarnih semenih zametaka utvrđena je kod badema (Egea i Burgos, 2000) i kajsije (Albuquerque *et al.*, 2002). Primenom fluorescentno-mikroskopske metode nije utvrđena pojava gubljenja vitalnosti primarnih semenih zametaka sorte višnje 'Čačanski rubin' tokom fenofaze punog cvetanja u ogledima u polju (Cerović, 1997). Eaton (1962) ističe da su razvijenost i vitalnost semenih zametaka tokom fenofaze punog cvetanja bolji kod sorti trešnje koje poznije cvetaju.

Pored genotipskih specifičnosti, rana degeneracija primarnih semenih zametaka je pod snažnim uticajem faktora spoljašnje sredine (Lillecrapp *et al.*, 1999). Postweiler *et al.* (1985) navode da više temperature cvetanja dovode do skraćenja životnog veka semenih zametaka nekih sorti trešnje i višnje, i da na konstantnoj temperaturi od 20°C do gubljenja njihove vitalnosti dolazi za jedan do dva dana. Cerović i Ružić (1992b) ističu da je slično ponašanje sorte višnje 'Čačanski rubin', čiji nefunkcionalni semeni zameci utiču na efikasnost progamne faze procesa oplođenja na višim temperaturama tokom fenofaze cvetanja.

Emaskulacija cvetova trešnje ubrzava degeneraciju semenih zametaka, rezultirajući visokim procentom plodnika sa oba degenerisana semena zametka (Hedhly *et al.*, 2009). Isti autori navode da mehanizam ovakvog uticaja emaskulacije nije sasvim jasan. Zhang i O'Neil (1993) ukazuju na značaj uticaja produkcije i delovanja etilena u odgovoru biljke na povređivanje cveta, koji vodi ka zaustavljanju regularnog razvoja plodnika, brzom starenju i gubitku funkcije semenih zametaka.

U literaturi se mogu uočiti oprečni stavovi o uticaju polinacije na vitalnost i funkcionalnost semenih zametaka. Određeni broj radova, iako tretira rezultate dobijene primenom parafinske metode, bio je od dragocene pomoći u interpretaciji rezultata našeg rada. Tako neki autori navode da se uočene promene na citohistološkom nivou (akumulacija kaloze, redukcija sadržaja skroba) tokom fenofaze punog cvetanja odvijaju na sličan način kod oprušenih i neoprušenih cvetova breskve (Arbeloa i Herrero, 1991) i kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998). Histološka slika semenih zametaka višnje u neoprušenoj kombinaciji ukazuje da je povlačenje skrobnih zrna očigledno signalizirano i uslovljeno izostankom oprušivanja (Cerović, 1997; Cerović *et al.*, 1999). Primenom

fluorescentno-mikroskopske metode, utvrđena je sortna specifičnost u pogledu vitalnosti primarnih semenih zametaka u poljskim uslovima kod emaskuliranih neoprašenih cvetova šljive (Cerović *et al.*, 2000). Takođe je utvrđena korelacija između gubitka vitalnosti primarnih semenih zametaka i broja dana fenofaze punog cvetanja kod dve sorte višnje (Cerović, 1991b).

U pogledu dužine vitalnosti, sekundarni semeni zameci se ponašaju slično kod različitih sorti šljive, ispoljavajući intenzivnu fluorescenciju na samom početku fenofaze punog cvetanja (Cerović *et al.*, 2000). Hedhly *et al.* (2007) su utvrdili da je kod dve sorte trešnje u poljskim uslovima degeneracija sekundarnih semenih zametaka uočena kod 30% cvetova na početku, odnosno kod 100% cvetova četvrtog dana fenofaze punog cvetanja. Primenom parafinske metode u analizi sekundarnih semenih zametaka kod badema (Pimienta i Polito, 1982), breskve (Arbeloa i Herrero, 1985), višnje (Cerović, 1997) i kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998), utvrđeno je da je njihova degeneracija povezana sa iščezavanjem skroba i akumulacijom kaloze u tkivima semenih zametaka. Degeneracija sekundarnog semenog zametka se ne može dovesti u vezu sa polinacijom, i odigrava se pre oplodjenja primarnog semenog zametka kod badema (Pimienta i Polito, 1982) i kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998). Kod vrsta roda *Prunus*, degeneracija semenog zametka slabijeg kvaliteta oslobađa rezerve za razvoj drugog, što se objašnjava optimizacijom korišćenja raspoloživih rezervi tučka (Friedman, 1995; Rigney, 1995). Visoke temperature ubrzavaju degeneraciju sekundarnih semenih zametaka, pri čemu se petog dana fenofaze punog cvetanja, razlike u pogledu degeneracije sekundarnih semenih zametaka u uslovima konstantnih viših temperatura i u poljskim uslovima ne mogu uočiti (Hedhly *et al.*, 2007).

Pojava plodnika sa multiplim semenim zamecima je rezultat različitih abnormalnosti tokom procesa megasporogeneze, koji mogu biti genotipski determinisani (Lillecrap *et al.*, 1999). Kod vrsta roda *Prunus*, pojava više od dva semena zametka u plodniku je uglavnom opisana kod kajsije, gde se javlja kod većeg broja sorti (Egea i Burgos, 1995; Albuquerque *et al.*, 2002).

Ispitivanjem zametanja plodova, kao i faktorima koji na njega utiču kod vrsta roda *Prunus*, bavio se veći broj autora. Zavisno od obilnosti cvetanja, finalno zametanje plodova kod trešnje se kreće u intervalu 20–65% (Thompson, 1996). Prema Nyeki *et al.*

(2003), da bi se dobio visok prinos trešnje, potrebno je da se zametne 20–30% plodova pri obilnom cvetanju.

Faktori spoljašnje sredine utiču na različito zametanje plodova između sorti, kao i u okviru sorte po godinama (Nava *et al.*, 2009). Isti autori navode da genetički faktor ima najveći uticaj na osetljivost voćaka na više temperature tokom fenofaze cvetanja. Visoke temperature (naročito one koje prelaze 25°C), značajno modifikuju tok fenofaze cvetanja, i utiču na slabo zametanje plodova kod vrsta roda *Prunus* (Erez *et al.* 1998, 2000; Kozai *et al.* 1999; Nava *et al.*, 2009). Kod trešnje, više temperature tokom fenofaze cvetanja mogu značajno umanjiti zametanje plodova (Hedhly *et al.*, 2007). Emaskulacija cvetova pri različitim ogledima takođe smanjuje zametanje plodova trešnje, uslovljavajući njihovo značajnije opadanje prvih nedelja nakon oprašivanja, u odnosu na cvetove koji nisu emaskulirani (Hedhly *et al.*, 2009). Različiti rasponi između vrednosti inicijalnog i finalnog zametanja po kombinacijama i godinama su rezultat uticaja različitih faktora koji dovode do opadanja najpre nefunkcionalnih i neoprašenih cvetova, a potom i inicijalno zametnutih defektnih plodova, a koje se kod trešnje događa u tri talasa (Thompson, 1996).

Slabo zametanje plodova kod različitih vrsta roda *Prunus* ponekad se dovodi u vezu sa kratkim periodom vitalnosti semenih zametaka. Stösser i Anvari (1982) povezuju slabu rodnost sa slabom vitalnošću primarnih semenih zametaka kod dve sorte trešnje i jedne sorte višnje. Vitalnost semenih zametaka predstavlja u praksi jedan od ograničavajućih faktora koji može značajno uticati na plodnost sorte višnje ‘Čačanski rubin’ (Cerović, 1997). Sa druge strane, Cerović *et al.* (2000) navode da vitalnost semenih zametaka nije ograničavajući faktor za uspešno oplođenje i zametanje plodova pet različitih sorti šljive. Ispitujući reproduktivne karakteristike deset sorti kajsije, Albuquerque *et al.* (2002) nisu utvrdili korelaciju između vitalnosti primarnih semenih zametaka i finalnog zametanja plodova. Cerović i Mičić (1996) navode da su u pojedinim kombinacijama oprašivanja kod jabučastih i koštičavih vrsta voćaka, vitalnost semenih zametaka, kao i brzina rasta polenovih cevčica *in vivo*, direktno uticali na stepen oplođenja. Prema Lech *et al.* (2008), međusobna ukrštanja sorti trešnje ‘Regina’ i ‘Kordia’ rezultiraju niskim zametanjem plodova.

3.2. Pomološke osobine

Pomološke osobine sorti trešnje u užem smislu, kao i druge osobine koje su od značaja za proizvodnju (vreme sazrevanja, biohemijski sastav i organoleptičke karakteristike ploda, ocena rodnosti, prinos), u analiziranim radovima su često razmatrane kombinovano, i predmet su istraživanja većeg broja autora. U određenom broju radova se mogu sresti oprečni podaci o karakteristikama pojedinih sorti, naročito kada su u pitanju složene osobine, kao npr. kvalitet ploda. Ocene pomoloških i drugih osobina pojedinih sorti ponekad su podložne subjektivnom stavu ocenjivača, kao i različitim zahtevima u pogledu najznačajnijih osobina koji se postavljaju u određenim rejonima gajenja. U pojedinim radovima se ne navode uslovi pod kojima su sorte gajene (temperatura, primena navodnjavanja i sl.), što može dovesti do ispoljavanja značajnih razlika pri poređenju rezultata.

Sistematskim proučavanjem fenoloških, pomoloških osobina i biohemijskog sastava ploda sorti trešnje u agroekološkim uslovima Srbije bavio se određeni broj autora. Iako rezultati dobijeni u ovim radovima često nisu uporedivi sa rezultatima naših istraživanja (različite, uglavnom nešto starije sorte), bili su od dragocene pomoći zbog sličnih uslova gajenja.

Prema Stančeviću (1968a), redosled početka sazrevanja plodova sorti trešnje gajenih u istovetnim uslovima sredine uslovljen je naslednim osobinama. U pogledu vremena sazrevanja plodova sorti ispitivanih u našem radu, u literaturi postoji dosta podataka koji se odnose na različite regione Evrope i severne Amerike. Izuzetak u tom pogledu je sorta 'Karina', o kojoj je literaturnih podataka relativno malo. Autori se uglavnom slažu u pogledu vremena sazrevanja plodova sorti 'Summit' (srednje pozno, Bargioni, 1996; Andersen *et al.*, 2003), i 'Regina' (pozno, Andersen *et al.*, 2003; vrlo pozno, Lichev *et al.*, 2004). Oprečni podaci postoje u pogledu vremena sazrevanja plodova sorte 'Kordia'. Tako Ystaas *et al.* (1998) i Balmer (2000) navode da 'Kordia' pripada grupi poznih sorti, dok Tilkens (2002) ističe da je ova sorta srednje ranog vremena sazrevanja. Milatović i Đurović (2010a) navode da je u agroekološkim uslovima beogradskog Podunavlja vreme sazrevanja plodova sorte 'Summit' srednje pozno.

Analizirajući veze između mase i dimenzija ploda različitih sorti trešnje, Stančević (1968b) navodi da među ovim parametrima ne postoji stalna zavisnost. Na dimenzije ploda i koštice sorti trešnje može uticati i pojava metaksenije (Stančević, 1971). Neke od pomoloških osobina sorti 'Karina' i 'Regina' proučavao je Balmer (2001), prema kome se ove sorte svrstavaju u grupu sorti krupnih plodova. Lang *et al.* (2003) ističu da sorte 'Summit' i 'Kordia' imaju izražen potencijal za krupnoću ploda. Podatke o krupnoći ploda sorte 'Regina' u uslovima Bugarske navode Lichev *et al.* (2004), odnosno podatke o krupnoći ploda sorti 'Kordia', 'Karina' i 'Regina' u uslovima Nemačke navodi Stehr (2005). Prema Kankaya *et al.* (2008) i Blažkova *et al.* (2010), sorta 'Summit' se odlikuje izraženom krupnoćom ploda.

U literaturi je relativno malo podataka o dimenzijama, ili indeksu oblika ploda pojedinih sorti, već se mogu sresti ocene oblika ploda. Tako Saunier (1996) ukazuje na srcast oblik ploda sorte 'Summit', a Andersen *et al.* (2003) na srcast oblik ploda sorte 'Kordia'. Prema rezultatima koje navode Milatović i Đurović (2010a), sorta 'Summit' se odlikuje krupnim plodovima, sa odnosom dimenzija koji ukazuje na nešto izduženiji oblik ploda.

Stančević i Belić (1972) navode da karakteristike koštice trešnje predstavljaju značajna sortna obeležja, koja u sklopu sa ostalim morfološkim osobinama mogu doprineti determinaciji sorti trešnje. Prosečna masa koštice sorti trešnje i višnje varira od 0,3 do 0,6 g (Milatović *et al.*, 2011b). Isti autori navode da je koštica sorti 'Kordia' i 'Summit' srednje krupna, a sorte 'Regina' krupna. Prema Albertini i Della Strada (2001), sorta 'Kordia' ima košticu srednje krupnoće.

Dužina peteljke je sortno svojstvo, koje može doprineti pravilnoj determinaciji sorti trešnje (Mitrović, 1982). Prema nekim autorima, duža peteljka se navodi kao prednost, zbog olakšane berbe i manjeg truljenja plodova (Brown *et al.*, 1996), dok prema drugima kraća peteljka intenzivno zelene boje asocira kupce na svežinu i sočnost ploda (Schick i Toivonen, 2000). Albertini i Della Strada (2001) navode da se sorte 'Kordia', 'Karina' i 'Regina' odlikuju dugom peteljkom, dok je peteljka sorte 'Summit' srednje duga. Milatović *et al.* (2011a) ističu da plodovi sorte 'Summit' imaju srednje dugu, a sorti 'Kordia' i 'Regina' dugu peteljku. Masa peteljke sorti trešnje je relativno mala, do 0,1 g (Mitrović, 1982; Stančević *et al.*, 1988).

Stančević *et al.* (1974) navode da randman ploda trešnje (mezokarp i pokožica) nije uvek u direktnoj zavisnosti sa masom ploda, dok su prema Janda *et al.* (1980) ove veličine u direktnoj zavisnosti. Povoljnim randmanom mezokarpa ploda trešnje se smatra onaj gde je udeo jestivog dela ploda preko 92% (Mitrović, 1982). Na osnovu učešća koštice u ukupnoj masi ploda, Toth *et al.* (1996) su izvršili klasifikaciju sorti trešnje u tri grupe: mali udeo (ispod 6%), srednji udeo (6–7,5%) i veliki udeo koštice (iznad 7,5%). Prema Milatoviću *et al.* (2011b), učešće koštice u ukupnoj masi ploda trešnje iznosi 4–12%.

Visok sadržaj rastvorljivih suvih materija jedan je od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta ploda trešnje (Brown *et al.*, 1996). Kappel *et al.* (1996) navode da „idealna” sorte trešnje treba da ima sadržaj rastvorljivih suvih materija 17–19%. Najzastupljeniji šećer u plodu trešnje je glukoza (Simčić *et al.*, 1998). Isti autori navode da je sadržaj fruktoze i saharoze znatno niži, i da oni zajedno sa oko 2% učestvuju u strukturi ukupnih šećera ploda trešnje. Na nizak nivo saharoze u plodovima trešnje ukazuju i Herrmann (1990), Usenik *et al.* (2008) i Voća *et al.* (2008).

Sadržaj organskih kiselina u velikoj meri opredeljuje nivo slasti u plodovima trešnje. Dominantna organska kiselina u plodovima trešnje je jabučna, dok se limunska kiselina nalazi u veoma maloj količini (Simčić *et al.*, 1998). Vangdal (1985) ističe da je prosečan sadržaj kiselina kod 39 sorti trešnje 0,53%. Slične rezultate za sadržaj ukupnih kiselina u plodu 12 sorti trešnje (0,40–0,68%) navode Milatović i Đurović (2010a).

pH vrednost soka pokazuje visok stepen korelacije sa sadržajem ukupnih kiselina u plodu trešnje (Girard i Kopp, 1998). Prema Kappel *et al.* (1996), optimalna vrednost pH soka ploda trešnje je 3,76. Indeks slasti ploda (odnos sadržaja ukupnih šećera i ukupnih kiselina) predstavlja značajan pokazatelj njegovog kvaliteta (Brown *et al.*, 1996; Girard i Kopp, 1998; Simčić *et al.*, 1998).

U ukupnoj organoleptičkoj oceni kvaliteta ploda trešnje, ocena parametara spoljašnjih osobina, kao i ukusa i arome ploda, imaju veoma značajnu ulogu. Kappel *et al.* (1996) navode da je prečnik od najmanje 25 mm neophodan za pozitivnu ocenu plodova trešnje. Optimalnim sadržajem ukupnih šećera i ukupnih kiselina u plodu trešnje, kao i njihovim odnosom, bavili su se Vangdal (1985), Kappel *et al.* (1996) i Callahan (2003).

Prema rezultatima Andersen *et al.* (2003), sorta ‘Kordia’ ima krupne plodove izvanrednog kvaliteta. Izraženu krupnoću i atraktivnost plodova sorti ‘Summit’ i ‘Regina’ ističu Lang *et al.* (2003). Slične podatke za sortu ‘Regina’ navode i Balmer (2001) i Whiting (2006). Na osnovu utvrđivanja organoleptičkih osobina sorti trešnje u agroekološkim uslovima Srbije, visoko su ocenjeni plodovi sorte ‘Summit’ (Keserović *et al.*, 2007; Milatović i Đurović, 2010a) i ‘Kordia’ (Milatović *et al.*, 2011a).

U pogledu prinosa plodova trešnje po jedinici površine, Mičić *et al.* (2008) navode da savremeni sistemi gajenja trešnje, koji teže konceptu „zasada na dohvat ruke”, postižu svoju ekonomsku opravdanost pri prosečnim prinosima od 17–20 t/ha. Kod sorti trešnje kalemljenih na slabije bujnim podlogama (serija Gisela, Tabel Edabriz), cvetanje značajnije obilnosti, koje se dovodi u vezu sa značajnijom rodnošću u zasadu, se može očekivati u trećoj ili četvrtoj godini (Lang, 2001). U trogodišnjem ispitivanju osam sorti trešnje kalemljenih na magrivi, Lichev *et al.* (2004) navode da je sorta ‘Regina’ imala najniži kumulativni prinos, dok je prinos sorte ‘Kordia’ bio znatno bolji. Blažkova *et al.* (2010), ispitujući prinose sorti trešnje kalemljenih na podlozi Gisela 5, ističu da je prosečan trogodišnji prinos sorte ‘Kordia’ među pet ispitivanih sorti bio najviši, a prinos sorte ‘Summit’ najniži. Sorta ‘Summit’ kalemljena na podlozi Gisela 5 kasnije prorodi i slabije rađa (Milatović *et al.*, 2011a). Prema istim autorima, rodnost sorte ‘Regina’ je visoka.

4. RADNA HIPOTEZA

Navedene specifičnosti procesa oplodjenja kod trešnje, nameću potrebu iznalazjenja adekvatnih sortnih kompozicija sa aspekta reproduktivnih karakteristika, koje će u dugogodišnjem periodu eksploatacisanja zasada dati maksimalne ekonomske efekte u proizvodnji. Sa druge strane, odabir sorti trešnje za komercijalne zasade treba i da zadovolji visoke kriterijume tržišta u pogledu kvaliteta ploda.

Introdukovane sorte trešnje koje su ispitivane u našem radu, odabrane su tako da pripadaju različitim grupama inkompatibilnosti, što omogućava njihovo unakrsno oplodjenje. U relizaciji istraživanja pošlo se od pretpostavke da će ispitivane sorte ispoljiti svoje genotipske specifičnosti u pogledu reproduktivnih karakteristika. Očekivano je da će se među sortama utvrditi razlike u karakteristikama fenofaze cvetanja, klijavosti polena *in vitro*, kao i u pogledu morfometrijskih osobina polenovih zrna. Takođe je očekivano da će se genotipske specifičnosti ispoljiti kako u pogledu osobina sorti kao oprašivača, tako i u pogledu njihovih osobina kao majčinskih sorti.

Značajan deo istraživanja je baziran na pretpostavci da će temperaturni uslovi u vreme cvetanja i oprašivanja u različitim godinama ispitivanja imati uticaja na efikasnost rasta polenovih cevčica i broj inicijalno i finalno zametnutih plodova po kombinacijama oprašivanja, kao i vitalnost semenih zametaka ispitivanih sorti. U tom smislu, očekivano je i utvrđivanje određenih genotipski specifičnih zahteva ispitivanih sorti za optimalnim temperaturama u toku fenofaze cvetanja.

Koncept kreiranja sortne kompozicije osmišljen je tako da objedinjuje aspekte reproduktivnih karakteristika i kvaliteta sorte. U tom smislu, u istraživanjima vremena sazrevanja plodova, kvaliteta ploda i prinosa, pošlo se od pretpostavke da će ispitivane sorte, u agroekološkim uslovima tipičnog voćarskog regiona zapadne Srbije, pokazati sve svoje, kako pozitivne, tako i negativne biološko-pomološke i druge karakteristike.

5. OBJEKAT, MATERIJAL I METODE RADA

5.1. Objekat

Trogodišnja ispitivanja (2008–2010. godina) su obavljena u zasadu trešnje na objektu Preljinsko brdo Instituta za voćarstvo u Čačku (Slika 1). Zasad se nalazi na blagoj padini zapadne ekspozicije, na 43°54' SGŠ; 20°24' IGD i 350 m nadmorske visine.



Slika 1. Ogledni zasad trešnje na objektu Preljinsko brdo
Instituta za voćarstvo - Čačak, 2008. godina.

Zasad je podignut u proleće 2005. godine, u okviru projekta „Demonstration of new fruit varieties”, koji je realizovan u saradnji sa DLV Agroconsult, pod pokroviteljstvom ambasade Kraljevine Holandije, primenom savremenih tehnologija u oblasti voćarstva. Dvogodišnje sadnice introdotivovanih sorti trešnje, posađene su na rastojanju $4,0 \times 1,5$ m (1667 stabala ha⁻¹). Podloga je Gisela 5, a uzgojni oblik Canovo vreteno („Zahn spindle”).

U zasadu je primenjen sistem za navodnjavanje „kap po kap”, kao i savremene agrotehničke i pomotehničke mere za ovu vrstu voćaka (rezidba, đubrenje sistemom fertirigacije, zaštita od prouzrokovaca bolesti i štetočina).

5.2. Materijal

Istraživanjima su obuhvaćene četiri novije introdotovane sorte trešnje:

- **'Karina'** (Slika 2a). Poreklom je iz Nemačke, nastala iz ukrštanja 'Schneiders Späte Knorpelkirsche' × 'Rube' u Jork Institutu (Schmidt i Schulze, 1998). Pripada grupi inkompatibilnosti III, sa S -alelnom konstitucijom S_3S_4 (Schuster *et al.*, 2007);

- **'Kordia'** (Slika 2b). Sorta je nepoznatog porekla, otkrivena u Republici Češkoj kao perspektivni sejanac u Tehlovcu (Bargioni, 1996). Prvobitno ime joj je bilo 'Tehlovicka II'. U novije vreme je registrovana i zaštićena u SAD pod imenom 'Attika'. Sa S -alelnom konstitucijom S_3S_6 , pripada grupi inkompatibilnosti VI (Andersen *et al.*, 2003);



Slika 2. Plodovi ispitivanih sorti trešnje: a) 'Karina'; b) 'Kordia';
c) 'Regina'; d) 'Summit'.

- **'Regina'** (Slika 2c). Kao i sorta 'Karina', nastala je iz ukrštanja 'Schneiders Späte Knorpelkirsche' × 'Rube' u Jork Institutu u Nemačkoj (Bargioni, 1996). S -alelna konstitucija ove sorte je S_1S_3 , tj. pripada grupi inkompatibilnosti II (Choi *et al.*, 2002);

- **'Summit'** (Slika 2d). Kanadska je sorta, stvorena u istraživačkoj voćarskoj stanici Summerland, British Columbia, iz ukrštanja 'Van' × 'Sam' (Bargioni, 1996). Ova sorta pripada grupi inkompatibilnosti I, tj. ima *S*-alelnu konstituciju S_1S_2 (Choi *et al.*, 2002).

Svaka sorta je u zasadu zastupljena sa po 55 stabala. Pored četiri sorte koje su predmet istraživanja, u zasadu je sa 55 stabala zastupljena i sorta 'Bigarreau Hativ de Burlat' ('Burlat'), iste starosti stabala i okalemljena na istoj podlozi. Ova sorta je korišćena kao standard pri klasifikaciji sorti prema vremenu cvetanja i sazrevanja plodova.

5.3. Metode rada

5.3.1. Ispitivanje biologije oplodjenja

5.3.1.1. Fenofaza cvetanja

Tok, trajanje i obilnost cvetanja ispitivani su u trogodišnjem periodu, prema metodi Stančevića (1967), uočavanjem i evidentiranjem sledećih karakteristika:

- Početak cvetanja – datum kada je na stablima otvoreno 20% cvetova;
- Glavno (puno) cvetanje – datum kada je na stablima otvoreno 90–100% cvetova;
- Kraj cvetanja (precvetavanje) – datum kada je na stablima otpalo preko 90% kruničnih listića;
- Obilnost cvetanja, koja je izražavana ocenama: odličan (5), vrlo dobar (4), dobar (3), slab (2), rđav (1) i nije bilo cvetova (0).

Ispitivane sorte su svrstane u jednu od četiri grupe prema vremenu cvetanja (Kobel, 1954). Pri klasifikaciji je korišćeno i vreme cvetanja sorte 'Burlat', koja pripada grupi srednjeranocvetnih sorti trešnje.

5.3.1.2. Klijavost polena *in vitro*

Za ispitivanje vitalnosti polena korišćen je test klijavosti polena *in vitro* na agarozno-saharoznoj podlozi, u trogodišnjem periodu. Za sprovođenje testa, uzete se

grančice svih sorti, sa cvetovima u fazi poznog balona. U laboratorijskim uslovima izvršeno je prikupljanje antera, koje su čuvane u papirnim kutijama na temperaturi od 20°C, 24–48 h, do momenta njihovog pucanja i oslobađanja polenovih zrna. Polen svake sorte je zasejan u tri Petri kutije na hranljivu podlogu (1% agar i 12% saharoza). Nakon perioda inkubacije (24 h na temperaturi od 20°C), utvrđen je broj iskljalih polenovih zrna u tri vidna polja pod mikroskopom marke OLYMPUS BX61. Jedno vidno polje obuhvatalo je oko 100 polenovih zrna. Kao klijala polenova zrna evidentirana su ona koja su iskljalala više od sopstvenog prečnika (Galleta, 1983). Klijavost po godinama ispitivanja određena je kao prosek za tri ponavljanja.

5.3.1.3. Morfometrija polena

Morfološke karakteristike polena sorti trešnje ispitivane su u toku 2009. godine. U laboratorijskim uslovima izvršeno je prikupljanje antera sa 50 cvetova svake sorte u fazi poznog balona. Antere su čuvane na sobnoj temperaturi do momenta njihovog pucanja i oslobađanja polenovih zrna. Polen je potom prikupljen i čuvan u malim bočicama u desikatoru sa silika-gelom na temperaturi 3–5 °C do početka analize.

Mala količina polena je pomoću fine četkice nanošena na dvostranu transparentnu traku, montiranu na nosač objekta mikroskopa. Za naparavanje uzoraka polena slojem zlata (0.02 μm) korišćen je „sputter-coater” BAL-TEC SCD 005. Polenova zrna su posmatrana i analizirana skenirajućim elektronskim mikroskopom marke JEOL JSM-6390LV, pri naponu od 15 kV.

Kod svake sorte je analizirano po 30 polenovih zrna (tri ponavljanja po deset polenovih zrna). Ispitivani su polarnost, simetrija, oblik polenovog zrna (polarni pogled, ekvatorijalni pogled), veličina polenovog zrna (dužina, širina, odnos dužina/širina), aperturacija (broj, oblik, dužina i širina otvora), kao i karakteristike egzine (ornamentacija, broj nabora na 100 μm² ekvatorijalnog područja egzine, širina nabora i širina strija). Polenova zrna su fotografisana i analizirana pod uvećanjem od 2 000X (celo zrno), odnosno 15 000X (karakteristike egzine).

5.3.1.4. Rast polenovih cevčica *in vivo*

Rast polenovih cevčica *in vivo* ispitivan je kod svake sorte u trogodišnjem periodu u varijantama stranooprašivanja, samooprašivanja i slobodnog oprašivanja, što čini ukupno 20 kombinacija:

'Karina' x 'Karina'	'Kordia' x 'Karina'	'Regina' x 'Karina'	'Summit' x 'Karina'
'Karina' x 'Kordia'	'Kordia' x 'Kordia'	'Regina' x 'Kordia'	'Summit' x 'Kordia'
'Karina' x 'Regina'	'Kordia' x 'Regina'	'Regina' x 'Regina'	'Summit' x 'Regina'
'Karina' x 'Summit'	'Kordia' x 'Summit'	'Regina' x 'Summit'	'Summit' x 'Summit'
'Karina' O. P.	'Kordia' O. P.	'Regina' O. P.	'Summit' O. P.

U fenofazi poznog balona obavljena je emaskulacija cvetova svake sorte uklanjanjem perijanta i antera. Emaskulirani cvetovi su izolovani pergamentnim kesama radi sprečavanja nekontrolisane polinacije. Na početku fenofaze punog cvetanja, obavljeno je ručno oprašivanje cvetova svake sorte ranije pripremljenim polenom ostalih sorti (stranooprašivanje) i sopstvenim polenom (samooprašivanje). Grane sa oprašenim cvetovima su ponovo izolovane. Za svaku od ukupno 16 kombinacija oprašeno je po 150 cvetova (50 za svaki termin fiksiranja), što čini ukupno 2400 cvetova. Istovremeno je u danu oprašivanja izvršen odabir, obeležavanje grana i prebrojavanje cvetova za ispitivanje varijante slobodnog oprašivanja (po 200 cvetova od svake sorte).

Od momenta oprašivanja, u tri sukcesivna termina (72 h, 144 h i 240 h), izvršeno je fiksiranje tučkova u svakoj varijanti oprašivanja u FPA fiksativu (70% etanol, propionska kiselina i formaldehid u odnosu 90 : 5 : 5 zapreminskih delova).

Za ispitivanje rasta polenovih cevčica u stubiću i plodniku korišćena je metoda bojenja polenovih cevčica fluorohromom anilin-plavim i posmatranja obojenih preparata pod fluorescentim mikroskopom (Kho i Baër, 1968; Preil, 1970). Bojena reakcija se zasniva na vezivanju anilin-plavog za kalozu (beta-1,3-glukan), i osobini da taj spoj fluorescira pod UV ili plavim svetlosnim zracima. Kalozu spada u grupu nerastvorljivih polisaharida koji normalno ulaze u sastav zida biljnih ćelija. Njena depozicija je najizraženija u zidovima polenovih cevčica, tako da se one mogu jasno

identifikovati u tkivu tučka, odnosno pratiti tok njihovog rasta kroz različite regione stubića i plodnika.

Na predmetnoj pločici stubić je odvajan od plodnika, uzdužno razdvajan i poklapan pokrovnom ljusticom (skvoš-preparat). Plodnik je razdvajan po suturi, a da bi se uočio bolji prodor polenove cevčice u mikropilu i nucelus, semeni zametak je zasecan u longitudinalno-tangencionom pravcu (Cerović, 1994). Polenove cevčice u stubiću i plodniku posmatrane su pod UV svetlošću, na mikroskopu marke OLYMPUS BX61. Utvrđivanje dužine polenove cevčice obavljeno je u „AnalySIS” programu, gde se korišćenjem MIA-e (Multiple Image Analysis) može dobiti željena slika celog stubića, kao i obaviti potrebna merenja.

Za ispitivanje kvantitativnih parametara rasta polenovih cevčica po jednom uzorku (jedna kombinacija za svaki termin fiksiranja) pregledano je 30 tučkova (tri ponavljanja po deset tučkova). U svakom ispitivanom uzorku određeni su:

- Broj polenovih cevčica u gornjoj, srednjoj, donjoj trećini i bazi stubića;
- Broj polenovih cevčica prodrlih u plodnik;
- Mesto završetka rasta najduže polenove cevčice u stubiću – gornja, srednja ili donja trećina stubića;
- Mesto završetka rasta najduže polenove cevčice u plodniku – tkivo plodnika, zona obturatora, mikropila ili nucelus semenog zametka;
- Prisustvo i brojnost inkompatibilnih polenovih cevčica u stubiću;
- Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku.

5.3.1.5. Vitalnost semenih zametaka

Dužina vitalnosti primarnih i sekundarnih semenih zametaka emaskuliranih neoprašenih cvetova sorti trešnje u poljskim uslovima ispitivana je u dvogodišnjem periodu (2009–2010. godina), primenom fluorescentno-mikroskopske metode (Anvari i Stösser, 1978a, 1978b). Posle bojenja sa anilin-plavim, semeni zameci koji su izgubili svoju vitalnost, pokazivali su različit intenzitet fluorescencije, što predstavlja indikator gubitka njihove vitalnosti. Zona pojave fluorescencije semenih zametaka, bila je osnov za gradaciju stepena gubitka njihove vitalnosti.

U fenofazi poznog balona obavljena je emaskulacija i izolovanje grana sa emaskuliranim cvetovima ispitivanih sorti. U danu početka punog cvetanja (nulti dan), kao i u tri sukcesivna termina (72 h, 144 h i 240 h), obavljeno je fiksiranje tučkova u FPA fiksativu. Za svaku sortu, kao i za sve termine fiksiranja, analizirano je po 30 plodnika (tri ponavljanja po deset plodnika).

U kombinacijama stranooprašivanja, kao i kod slobodnog oprašivanja (emaskulirani oprašeni i neemaskulirani oprašeni cvetovi), obavljeno je ispitivanje dužine vitalnosti primarnih semenih zametaka (72 h, 144 h i 240 h nakon oprašivanja, odnosno nakon dana početka fenofaze punog cvetanja). Ispitivanje dužine vitalnosti semenih zametaka u oprašenim kombinacijama obavljeno je u trogodišnjem periodu.

5.3.1.6. Zametanje plodova

Za svaku od 16 kombinacija stranooprašivanja i samooprašivanja u trogodišnjem periodu, obavljena je emaskulacija i oprašivanje cvetova za ispitivanje broja inicijalno i finalno zametnutih plodova (200 cvetova po kombinaciji, ukupno 3200 cvetova). Istovremeno je izvršen odabir, obeležavanje grana i prebrojavanje cvetova od svake sorte za ispitivanje inicijalnog i finalnog zametanja u kombinaciji slobodnog oprašivanja (200 cvetova po ispitivanoj sorti). Brojanje inicijalno zametnutih plodova obavljeno je tri do četiri nedelje nakon oprašivanja, a finalno zametnutih plodova na početku fenofaze sazrevanja plodova.

5.3.1.7. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja

U cilju ispitivanja uticaja temperature vazduha na efikasnost rasta polenovih cevčica po pojedinim kombinacijama oprašivanja i dužinu vitalnosti semenih zametaka sorti trešnje, tokom fenofaze cvetanja registrovana je temperatura vazduha u zasadu (u 7^h, 14^h i 21^h), u trogodišnjem periodu. Izračunate su srednje dnevne temperature tokom trajanja fenofaze cvetanja, kao i prosečna srednja dnevna temperatura fenofaze punog cvetanja po pojedinim sortama (od dana oprašivanja, odnosno dana početka fenofaze punog cvetanja, pa do desetog dana od dana oprašivanja, odnosno desetog dana fenofaze punog cvetanja).

5.3.2. Ispitivanje pomoloških osobina i prinosa

5.3.2.1. Vreme sazrevanja

Za utvrđivanje vremena sazrevanja plodova ispitivanih sorti u trogodišnjem periodu evidentiran je momenat pune zrelosti – datum kada su plodovi dostigli najbolji kvalitet za potrošnju. Sorte su svrstane u jednu od šest nedelja prema vremenu sazrevanja (znaci – ili + naglašavaju da se sorta u pogledu vremena sazrevanja približava prethodnoj, odnosno narednoj grupi). Klasifikacija je izvršena prema vremenu sazrevanja plodova sorte ‘Burlat’, koje se po brojnim dosadašnjim ispitivanjima svrstava u drugu nedelju sazrevanja plodova trešnje.

5.3.2.2. Morfometrijske i opisne osobine ploda

U trogodišnjem periodu, kod ispitivanih sorti trešnje utvrđeni su: masa ploda, koštice i peteljke, dimenzije ploda i koštice (dužina, širina i debljina) i dužina peteljke. Ovi parametri su utvrđeni uobičajenim morfometrijskim metodama na uzorku od 75 plodova (tri ponavljanja po 25 plodova). Ocena pojedinačnih opisnih parametara, kao i klasifikacija sorti prema njihovim vrednostima, obavljena je na osnovu pomološkog deskriptora za trešnju (Albertini i Della Strada, 2001). Indeks oblika ploda određen je iz odnosa $\text{dužina}^2 / \text{širina} \times \text{debljina}$ ploda. Ispitivanjima je utvrđen i randman mezokarpa ploda, postavljanjem u odnos mase jestivog dela ploda (mezokarpa i pokožice) prema ukupnoj masi ploda.

5.3.2.3. Biohemijski sastav ploda

Ispitivanja biohemijskog sastava ploda sorti trešnje obavljena su u trogodišnjem periodu, i to:

- Sadržaj rastvorljivih suvih materija – binokularnim refraktometrom „Carl Zeiss”;
- Sadržaj ukupnih i invertnih šećera – volumetrijski po Luff-Schoorl-u (Džamić, 1989);

- Sadržaj sahara – računskim putem, kao razlika ukupnih i invertnih šećera pomnožena koeficijentom 0,95;
- Sadržaj ukupnih kiselina izraženih u jabučnoj kiselini – titracijom 0,1 N NaOH uz prisustvo fenolftaleina kao indikatora (Džamić, 1989);
- Indeks slasti ploda – računskim putem, kao odnos sadržaja ukupnih šećera i ukupnih kiselina;
- Aktuelni aciditet – pehametrom CyberScan 510.

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

5.3.2.4. Organoleptička ocena svežih plodova

Organoleptička ocena kvaliteta ploda ispitivanih sorti obavljena je senzoričkim testom (poentiranjem od 1 do 5), i to za parametre izgleda ploda (krupnoća, oblik, boja, atraktivnost) i kvalitet mezokarpa (čvrstina, konzistencija, aroma i ukus). Organoleptička ocena svežih plodova ispitivanih sorti trešnje je obavljena od strane pet degustatora, u dvogodišnjem periodu (2009–2010. godina).

5.3.2.5. Prinos po stablu i jedinici površine

U cilju ispitivanja rodnošći, izvršeno je merenje prinosa po stablu, u fenofazi punog zrenja ispitivanih sorti trešnje. Merenje je obavljeno u tri ponavljanja, pri čemu je jedno ponavljanje prosečna vrednost za prinos tri stabla.

Na bazi prosečnog prinosa po stablu i broja stabala po hektaru za dati sistem gajenja (1667 stabala), izvršen je obračun prinosa za ispitivane sorte po jedinici površine.

5.3.3. Statistička obrada podataka

Statistička značajnost kvantitativnih vrednosti je određena Fišerovim modelom analize varijanse (ANOVA) dvofaktorijalnog ogleđa, primenom F testa za $P < 0,05$ i $P < 0,01$. Kod morfometrijskih karakteristika polenovih zrna primenjen je

jednofaktorijski model analize varijanse. U slučaju značajnosti F-pokazatelja u okviru nekog od osnovnih faktora, testiranje razlika aritmetičkih sredina i njihovih interakcijskih efekata obavljeno je Dankanovim testom za prag značajnosti $P < 0,05$ i $P < 0,01$. Dobijene vrednosti su predstavljene kao prosek \pm SE (standardna greška srednje vrednosti).

Povezanost i karakter veze među pojedinim ispitivanim parametrima utvrđen je regresiono-korelacionom analizom, a jačina ovakvih veza Pirsonovim koeficijentima korelacije. Pozitivna korelacija je utvrđena u slučaju pozitivnog, a negativna u slučaju negativnog predznaka Pirsonovog koeficijenta. Snaga ispoljene statistički značajne korelacije je određena prema skali apsolutnih vrednosti koeficijenata korelacije: 0,1–0,3 – odsustvo ili neznatna korelacija; 0,3–0,6 – slaba korelacija; 0,6–0,8 – umerena korelacija; 0,8–1,0 – jaka korelacija.

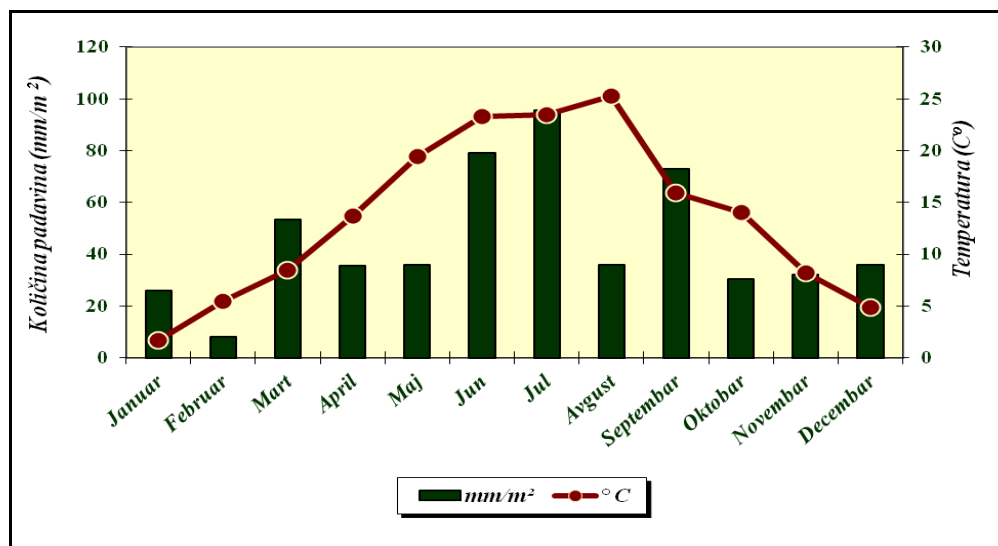
Analiza podataka je obavljena korišćenjem SPSS statističkog softverskog paketa, Version 8.0 for Windows (SPSS. Inc., Chicago, IL).

6. AGROEKOLOŠKI USLOVI

6.1. Klimatski uslovi

Osnovni klimatski parametri (srednje mesečne temperature i količine padavina) u toku trajanja ogleda predstavljeni su grafički (Grafikoni 1, 2 i 3).

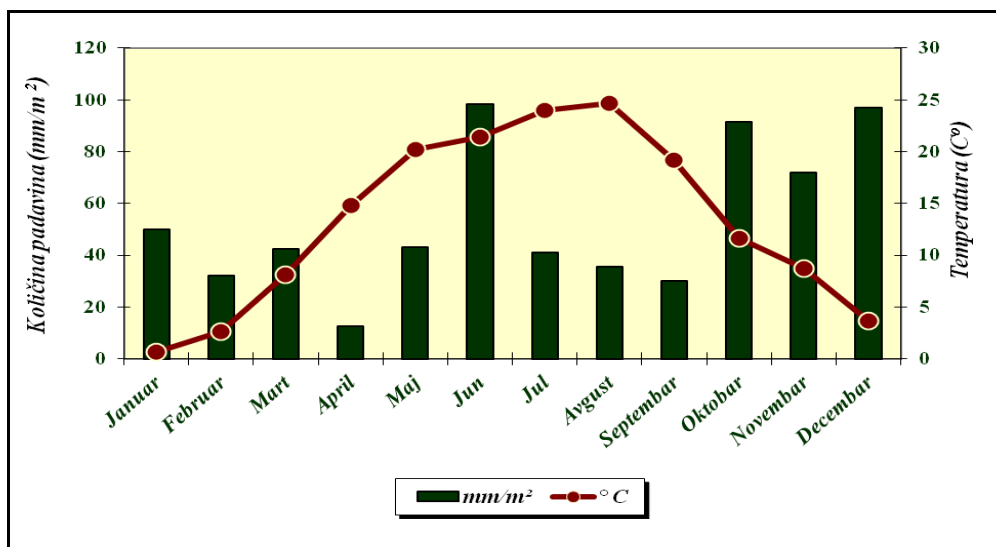
Temperaturne prilike tokom zimskih meseci 2008., 2009. i 2010. godine nisu bitno odstupale od višegodišnjeg proseka za uslove Čačka. Iako je dolazilo do povremenih padova temperature, naročito u januaru 2009. godine, niske temperature nisu dugo trajale, tako da nije bilo oštećenja drveta i rodni pupoljaka trešnje.



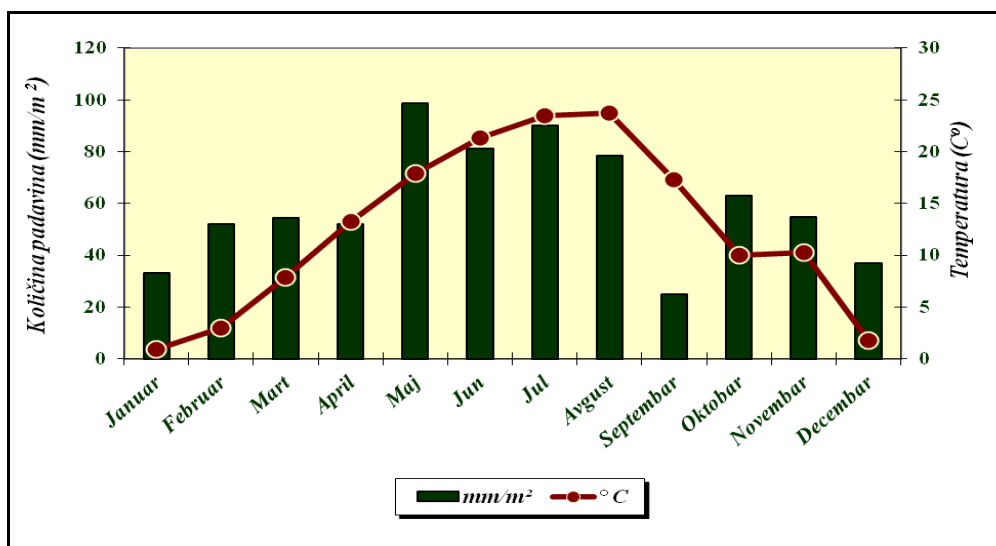
Grafikon 1. Osnovni klimatski parametri u oglednom zasadu trešnje, 2008. godina.

Trešnji kao vrsti najviše odgovaraju regioni sa toplim i suvim letima, mada zahteva dovoljnu količinu padavina ili navodnjavanje tokom rasta i sazrevanja plodova, kako bi oni imali adekvatnu krupnoću za tržište (Dirlewanger *et al.*, 2007). U toku trajanja ogleda, temperaturni uslovi u maju i junu, kada su se najintenzivnije razvijali i sazrevali plodovi ispitivanih sorti trešnje, takođe nisu bitno odstupali od višegodišnjeg proseka za ovo doba godine. Prosečna temperatura je bila viša u junu 2008. godine (23,3°C; Grafikon 1), u odnosu na jun 2009. godine (21,4°C; Grafikon 2) i 2010. godine (21,3°C; Grafikon 3).

U pogledu padavina, 2008. godina se odlikovala njihovom znatno manjom količinom u toku maja, ali i juna meseca (Grafikon 1). Količina padavina u ovim mesecima je bila nešto veća u 2009. godini (Grafikon 2), a najveća u toku 2010. godine (Grafikon 3). Imajući u vidu činjenicu da je u zasadu primenjen sistem za navodnjavanje „kap po kap”, razlike po godinama u dostupnosti raspoložive vode u zemljištu su ipak bile u velikoj meri ublažene.



Grafikon 2. Osnovni klimatski parametri u ogleđnom zasadu trešnje, 2009. godina.



Grafikon 3. Osnovni klimatski parametri u ogleđnom zasadu trešnje, 2010. godina.

6.2. Zemljišni uslovi

Zasad trešnje u kome su obavljena istraživanja, podignut je na zemljištu tipa smonica. Osnovne hemijske karakteristike zemljišta u oglednom zasadu trešnje prikazane su u Tabeli 1.

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

Tabela 1. Hemijske osobine zemljišta u oglednom zasadu trešnje.

HEMIJSKE OSOBINE	Dubina profila (cm)	
	00 - 30	30 - 60
pH _{KCl}	4,55	4,02
Humus (%)	3,00	1,00
Organska materija (%)	1,74	0,58
N _{TOT} (%)	0,15	0,04
P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)	5,10	3,66
K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)	26,4	22,1
CaO (%)	0,00	0,00

Prema opšteprihvaćenim stavovima o količini potrebnih hemijskih materija, odnosno elemenata u zemljištu, može se konstatovati da je zemljište srednje obezbeđeno ukupnim azotom (N_{TOT}), dok su sadržaji pristupačnog fosfora (P₂O₅) i kalijuma (K₂O) na granici srednje obezbeđenosti. Sadržaj N_{TOT} je sa dubinom opadao, kao i sadržaj pristupačnog P₂O₅ i K₂O, dok prisustvo CaO nije utvrđeno na obe dubine zemljišta.

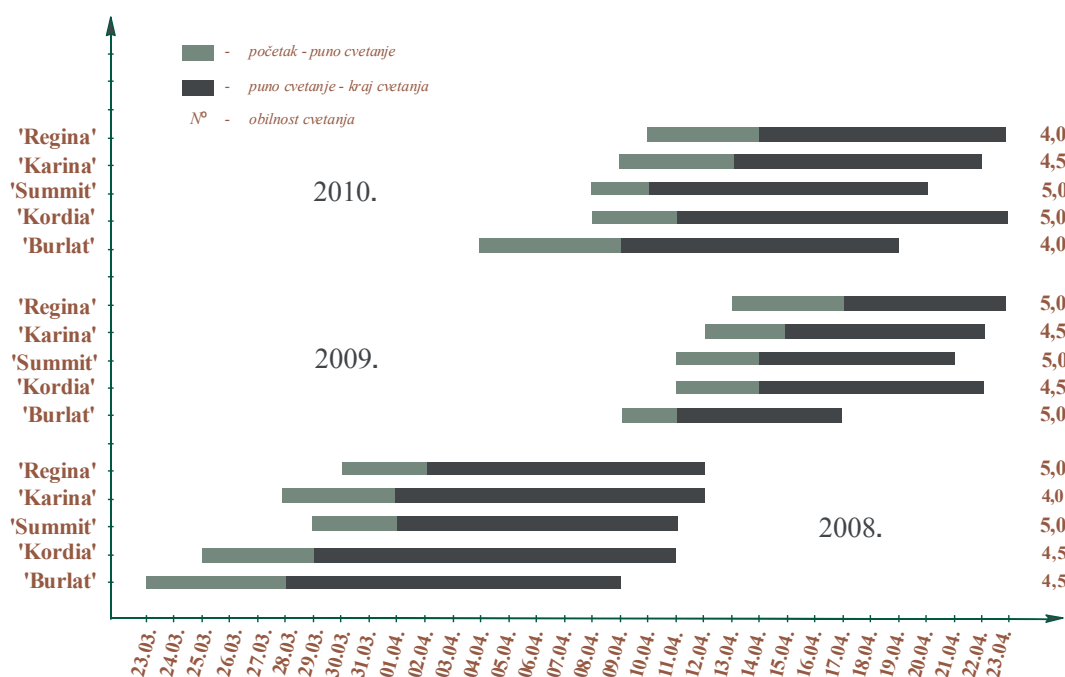
Na osnovu iznetih podataka o sadržaju osnovnih hranljivih materija u zemljištu, može se reći da je u toku izvođenja ogleda postojalo dovoljno hraniva za normalan rast, razvoj i uspešno plodonošenje ispitivanih sorti trešnje.

7. REZULTATI

7.1. Biologija oplodjenja

7.1.1. Fenofaza cvjetanja

Cvetanje ispitivanih sorti trešnje nastupilo je najranije 2008., a najpoznije 2009. godine (Grafikon 4). Ispitivane sorte su u svim godinama cvetale poznije u odnosu na sortu 'Burlat'. Najraniji početak cvjetanja imala je sorta 'Kordia' (2008. godina), odnosno 'Kordia' i 'Summit' (2009. i 2010. godina). U sve tri godine ispitivanja, najpozniji početak cvjetanja imala je sorta 'Regina'.



Grafikon 4. Karakteristike fenofaze cvjetanja ispitivanih sorti trešnje.

Prosečan period do nastupanja fenofaze punog cvjetanja u odnosu na početak cvjetanja je bio najduži kod sorti 'Karina' i 'Regina' (3,7 dana), a nešto kraći kod sorte 'Kordia' (3,3 dana). Najeksplozivnije cvjetanje je imala sorta 'Summit', obzirom da je kod ove sorte fenofaza punog cvjetanja nastupala za prosečno 2,7 dana od dana početka

cvetanja. Prosečan period do nastupanja fenofaze punog cvetanja bio je nešto kraći tokom 2009. i 2010. godine (3,3 dana), u odnosu na 2008. godinu (3,5 dana).

Trajanje fenofaze cvetanja bilo je najduže kod sorte 'Kordia' (prosečno 14,3 dana). Kod sorti 'Karina' i 'Regina' trajanje fenofaze cvetanja je bilo nešto kraće (12,7 dana, odnosno 12,0 dana). Sorta 'Summit' je imala najkraće prosečno trajanje fenofaze cvetanja u trogodišnjem periodu (11,7 dana). Fenofaza cvetanja je trajala najduže u toku 2008. godine (14,5 dana). U toku 2010. godine trajanje fenofaze cvetanja je bilo nešto kraće (13,3 dana), a u toku 2009. godine najkraće (10,3 dana).

Obilnost cvetanja kod sorti 'Kordia', 'Karina' i 'Regina' je ocenjena kao vrlo dobra do odlična. Najbolju ocenu obilnosti cvetanja imala je sorta 'Summit' (u sve tri godine ocenjena kao odlična).

Prema metodi Kobel-a (1954), imajući u vidu činjenicu da se sorta 'Burlat' smatra sortom srednje ranog cvetanja, može se reći da su se sorte 'Kordia' i 'Summit' odlikovale srednje ranim do srednje poznim cvetanjem, sorta 'Karina' srednje poznim cvetanjem, dok je cvetanje sorte 'Regina' bilo pozno.

7.1.2. Klijavost polena *in vitro*

Prosečna vrednost klijavosti polena *in vitro* u trogodišnjem periodu bila je najveća kod sorte 'Regina' (46,60%) (Slika 3; Tabela 2). Ostale sorte su imale relativno nisku prosečnu klijavost polena (do 30%), pri čemu je najmanja vrednost utvrđena kod sorte 'Kordia' (26,68%).



Slika 3. Klijavost polena *in vitro* sorte 'Regina' (2009. godina).

Najveća prosečna vrednost klijavosti polena po godinama utvrđena je 2010. godine (37,10%), a najmanja 2009. godine (29,65%). Sorte ‘Karina’ i ‘Kordia’ su najveću vrednost klijavosti polena imale 2008. godine (36,83%; 34,49%), a sorte ‘Regina’ i ‘Summit’ 2010. godine (68,15%; 35,17%). Najnižu vrednost klijavosti polena *in vitro* sorta ‘Karina’ je imala 2010. godine (20,31%), ‘Kordia’ 2009. godine (20,79%), a Regina’ i ‘Summit’ 2008. godine (34,48%; 18,49%).

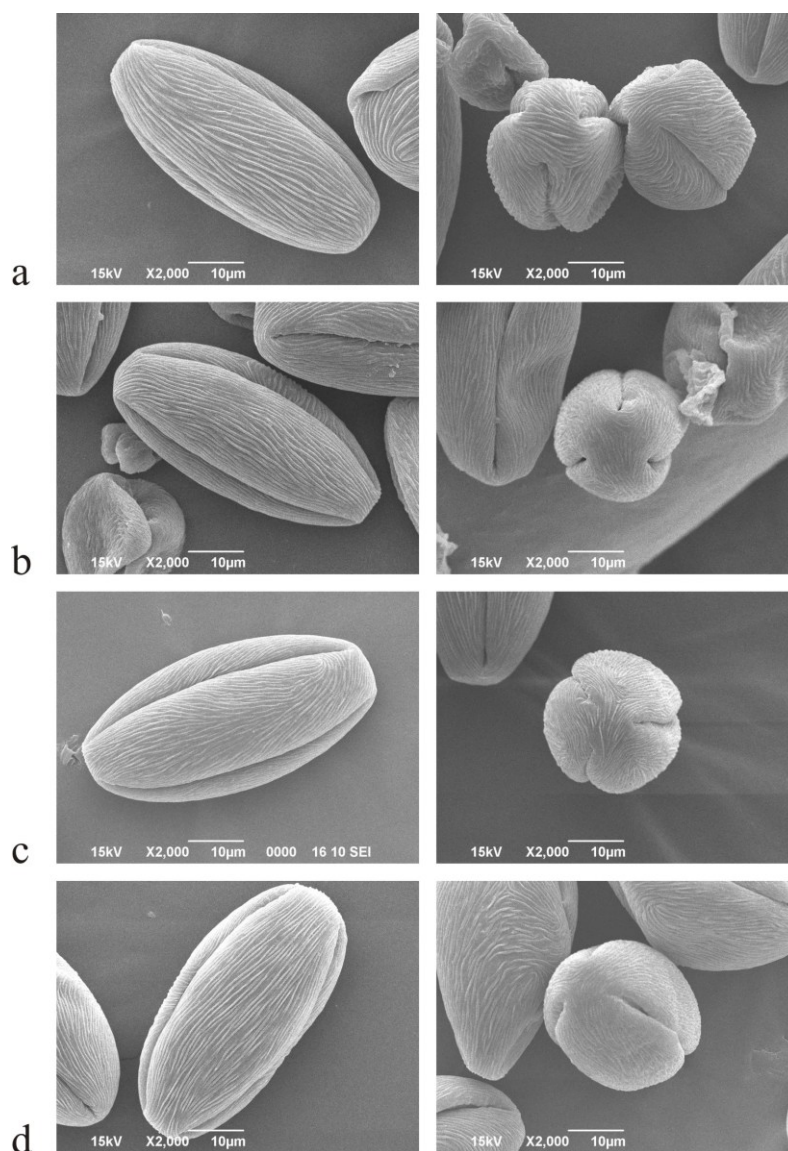
Analiza varijanse je pokazala da su na klijavost polena *in vitro* ispitivanih sorti trešnje statistički veoma značajno uticali osnovni faktori varijabilnosti (sorta i godina), kao i njihove interakcije (Tabela 2).

Tabela 2. Klijavost polena *in vitro* ispitivanih sorti trešnje.

SORTA (A)	Klijavost polena <i>in vitro</i> (%)		
	‘Karina’		28,27±1,73 b
‘Kordia’		26,68±1,59 b	
‘Regina’		46,60±3,58 a	
‘Summit’		28,87±2,02 b	
GODINA (B)	2008.	31,07±1,56 b	
	2009.	29,65±1,34 b	
	2010.	37,10±3,48 a	
A × B	‘Karina’	2008.	36,83±0,88 b
		2009.	27,67±2,17 cde
		2010.	20,31±1,55 ef
	‘Kordia’	2008.	34,49±1,85 bc
		2009.	20,79±1,66 ef
		2010.	24,76±1,76 def
	‘Regina’	2008.	34,48±0,50 bc
		2009.	37,18±2,59 b
		2010.	68,15±0,83 a
	‘Summit’	2008.	18,49±1,10 f
		2009.	32,95±2,46 bcd
		2010.	35,17±2,63 bc
ANOVA			
A		**	
B		**	
A × B		**	

7.1.3. Morfometrija polena

Polenova zrna ispitivanih sorti trešnje analizirana skenirajućim elektronskim mikroskopom (SEM) mogu se opisati kao izopolarna i radijalno simetrična, sa tri kolpatna otvora. U ekvatorijalnom pogledu polenova zrna su bila eliptičnog, a u polarnom pogledu okruglog oblika (Slika 4).



Slika 4. Polenova zrna (ekvatorijalni i polarni pogled) ispitivanih sorti trešnje:
a) 'Karina'; b) 'Kordia'; c) 'Regina'; d) 'Summit'.

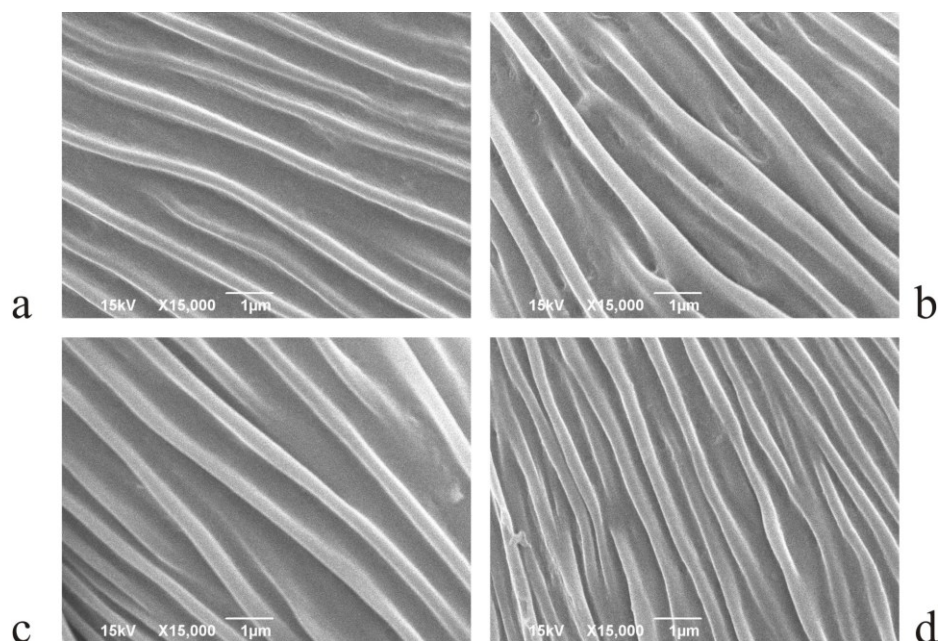
Sorta 'Summit' se odlikovala statistički značajno većim polarnim dijametrom (dužinom) i ekvatorijalnim dijametrom (širinom) polenovih zrna u odnosu na ostale tri sorte (Tabela 3). Na osnovu odnosa dužina/širina (> 2), oblik polenovih zrna ispitivanih sorti se može svrstati u grupu perprolatnih (Erdtman, 1943, cit. po Punt *et al.*, 2007). Vrednosti ovog indeksa ne razdvajaju sve sorte, obzirom da razlike između sorti 'Karina' i 'Regina' statistički nisu značajne.

Tabela 3. Morfometrijske karakteristike polenovih zrna ispitivanih sorti trešnje (2009. godina).

SORTA	Dimenzije polenovog zrna			Dimenzije kolpe		
	Dužina (L) (μm)	Širina (W) (μm)	L/W	Dužina (μm)	Širina (μm)	Rastojanje (μm)
'Karina'	52,01 \pm 0,27b	24,48 \pm 0,35 b	2,126 \pm 0,020 a	43,78 \pm 0,71 b	1,40 \pm 1,15 a	14,22 \pm 0,23 ab
'Kordia'	51,26 \pm 0,44 b	24,68 \pm 0,58 b	2,079 \pm 0,031 ab	44,21 \pm 0,54 ab	1,35 \pm 0,24 a	14,07 \pm 0,18 ab
'Regina'	51,08 \pm 0,31b	24,09 \pm 0,26 b	2,121 \pm 0,010 a	43,08 \pm 0,21 b	1,33 \pm 0,10 a	14,83 \pm 0,28 a
'Summit'	53,14 \pm 0,31a	26,06 \pm 0,13 a	2,039 \pm 0,010 b	45,38 \pm 0,19 a	1,45 \pm 0,26 a	13,94 \pm 0,29 b

Sorta 'Summit' je imala najveću dužinu kolpe (Tabela 3). U pogledu širine kolpe, nisu uočene statistički značajne razlike među ispitivanim sortama. Rastojanje između kolpi (širina mezokolpijuma), bilo je najveće kod sorte 'Regina', a najmanje kod sorte 'Summit'.

Na osnovu ornamentacije, može se konstatovati da se polenova zrna ispitivanih sorti odlikuju egzinom strijatnog tipa, sa longitudinalnim naborima (Slika 5), koji su više ('Karina') ili manje paralelni ('Summit'). Sorta 'Summit' je imala najveći broj nabora na 100 μm^2 ekvatorijalne površine egzine polenovog zrna (Tabela 4). U pogledu širine nabora, nisu uočene statistički značajne razlike među ispitivanim sortama. Sorta 'Karina' je imala najveću širinu strije (0,56 μm). Uočavanjem prisustva jama (perforacije prečnika manjeg od 1 μm), može se konstatovati da ih je najviše imala sorta 'Kordia', a najmanje sorta 'Regina', koja se odlikuje gotovo odsustvom ovakvih jama.



Slika 5. Ornamentacija egzine polenovih zrna ispitivanih sorti trešnje:

a) 'Karina'; b) 'Kordia'; c) 'Regina'; d) 'Summit'.

Tabela 4. Karakteristike egzine polenovih zrna ispitivanih sorti trešnje (2009. godina).

SORTA	Broj nabora na 100 ² µm	Širina nabora (µm)	Širina strije (µm)
'Karina'	20,00±0,58 ab	0,40±0,019 a	0,56±0,013 a
'Kordia'	20,00±0,58 ab	0,40±0,003 a	0,46±0,007 b
'Regina'	18,67±0,33 b	0,39±0,007 a	0,49±0,044 ab
'Summit'	20,33±0,33 a	0,36±0,024 a	0,45±0,032 b

7.1.4. Rast polenovih cevčica *in vivo*

Rast polenovih cevčica u tučku vrsta roda *Prunus* započinje klijanjem polenovih zrna na levkastoj površini žiga. Posle bojenja sa fluorohromom anilin-plavim, pomoću fluorescentnog mikroskopa mogu se jasno zapaziti polenova zrna na žigu, odnosno polenove cevčice u stubiću i plodniku. Spoj anilin-plavog i kaloze u polenovom zrnju i polenovim cevčicama fluorescira različitim bojom u zavisnosti od ekscitirajućeg svetlosnog zračenja (pod plavom svetlošću žutozeleno, a pod UV bleđo žuto do belo, u zavisnosti od barijernog filtera). Po isključavanju, polenove cevčice nastavljaju svoj rast kroz tzv. provodno tkivo u centralnom delu stubića koje se pruža čitavom njegovom

dužinom. Polenove cevčice prodiru kroz stubić sve do njegove baze, i dalje u plodnik u tzv. zbijenom ili vezanom obliku.

Provodna zona se zapaža i u tkivu plodnika. Polenove cevčice u lokuli plodnika prelaze preko obturatora, a sam prodor u semeni zametak može se zapažati u mikropili, vrhu nucelusa, a ređe u embrionovoj kesici. Pojavu fluorescencije takođe mogu pokazivati i pojedini regioni tkiva plodnika, pa se tako pojava fluorescencije može uočiti u regionu tkiva provodne zone i obturatoru. Pored ovih zona, i vrh mikropile u koju je prodrla polenova cevčica pokazuje znake fluorescencije.

Plodnik roda *Prunus* sadrži dva semena zametka približne veličine samo do početka fenofaze punog cvetanja. Sa početkom fenofaze punog cvetanja, jedan od semenih zametaka dostiže svoju punu veličinu (primarni semeni zametak), dok drugi progresivno atrofira i na kraju potpuno degeneriše (tzv. manji, ili sekundarni semeni zametak). Položaj semenih zametaka u plodniku je anatropan. Semeni zameci su parijetalno-medijalno spojeni preko kratkog funikulusa za placentu plodnika. Analizom rasta polenovih cevčica u plodniku, zapaža se da polenova cevčica prodiro samo u primarni semeni zametak, dok je prodor polenove cevčice u manji semeni zametak konstatovan veoma retko.

Kvantitativna procena efikasnosti rasta polenovih cevčica u stubiću i plodniku u našem radu predstavljena je kroz dva parametra, za svaku od ispitivanih sorti:

- Broj polenovih cevčica u gornjoj, srednjoj, donjoj trećini i bazi stubića, kao i tkivu plodnika, koji je utvrđen za sve kombinacije oprašivanja tokom fenofaze punog cvetanja u tri termina fiksiranja, i predstavljen kao prosečan za ove termine fiksiranja;

- Dinamika rasta polenovih cevčica kroz određene delove tučka - gornju, srednju, donju trećinu i bazu stubića, tkivo plodnika, zonu obturatora i mikropilu, zaključno sa prodorom u nucelus semenog zametka. Ovaj parametar, izražen u broju tučkova sa određenom zonom do koje su prodrle najduže polenove cevčice, utvrđen je za svaki termin fiksiranja u fenofazi punog cvetanja, kod svake kombinacije oprašivanja.

7.1.4.1. Brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka

Analizirajući broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka, uočen je njihov relativno visok broj u gornjoj trećini stubića, kao i drastičan pad brojnosti ka njegovim nižim regionima, kod svih sorti, i po svim kombinacijama oprašivanja (Tabele 5, 6, 7, 8 i 9; Slika 6). Tako je broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića u pojedinim kombinacijama bio manji za gotovo polovinu, a prodrlih u plodnik (Slika 7) manji i preko deset puta u odnosu na broj u gornjoj trećini stubića.

Najveći prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića sorte 'Karina' (Tabela 5) utvrđen je u kombinaciji stranooprašivanja, sa sortom 'Summit' kao oprašivačem (109,41). U ovoj kombinaciji, sorta 'Karina' je imala najveći broj polenovih cevčica i u srednjoj i donjoj trećini stubića (77,57; 42,36). U bazi stubića, sorta 'Karina' je najveći prosečan broj polenovih cevčica imala sa sortom 'Regina' (9,67), a u plodniku sa sortama 'Summit' i 'Regina' kao oprašivačima (3,16; 3,07). Najmanji prosečan broj polenovih cevčica u svim regionima stubića i u plodniku ove sorte ostvaren je sa sortom 'Kordia' kao oprašivačem.

Najveći prosečan broj polenovih cevčica u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja u gornjoj trećini stubića sorte 'Karina' utvrđen je 2010. godine, u srednjoj trećini 2008. godine, a u donjim regionima stubića (donja trećina i baza stubića) i plodniku 2009. godine.

Sorta 'Kordia' je najveći prosečan broj polenovih cevčica u svim regionima stubića (Tabela 6) imala sa sortom 'Summit' (112,64; 80,58; 44,06; 12,13 polenovih cevčica u gornjoj, srednjoj, donjoj trećini i bazi stubića), a u plodniku sa sortom 'Regina' kao oprašivačem (3,08 polenovih cevčica).

Najmanji prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića ostvaren je u varijanti slobodnog oprašivanja i sa sortom 'Karina' kao oprašivačem, a u ostalim regionima stubića i u plodniku u varijanti slobodnog oprašivanja. Brojnost polenovih cevčica u gornjoj, srednjoj i donjoj trećini stubića sorte 'Kordia' bila je najveća 2010., a u bazi stubića i plodniku 2008. godine.

Tabela 5. Prosečan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka sorte 'Karina'.

FAKTOR		Stg*	Sts	Std	Bs	Plo	
OPRAŠIVAČ (A)	'Kordia'	58,27±10,59 d	24,47±6,87 d	12,67±3,60 c	3,35±1,35 d	2,81±0,46 b	
	'Regina'	91,56±5,78 b	40,96±2,74 b	32,45±0,77 b	9,67±0,17 a	3,07±0,16 a	
	'Summit'	109,41±3,52 a	77,57±2,81 a	42,36±5,13 a	8,63±0,82 b	3,16±0,18 a	
	O. P.	84,42±7,65 c	34,53±2,02 c	15,89±1,52 c	6,62±0,71 c	2,84±0,20 b	
GODINA (B)	2008.	85,91±5,60b	49,09±4,67 a	24,65±1,91 b	7,59±0,51 b	3,24±0,21 b	
	2009.	78,36±9,79 c	47,59±7,52 b	32,32±5,54 a	9,09±0,30 a	3,32±0,12 a	
	2010.	93,48±8,51 a	36,47±7,67 c	20,56±4,73 c	6,02±1,28 c	2,34±0,25 c	
A × B	'Kordia'	2008.	99,37±0,12 cd	50,05±2,49 c	24,57±2,00 ef	8,45±0,31 d	4,07±0,14 a
		2009.	29,49±0,93 g	19,47±0,27 f	13,42±0,68 h	7,59±0,27 e	3,32±0,10 cd
		2010.	46,00±3,23 f	3,90±2,81 g	0,00±0,00 i	0,00±0,00 h	1,04±0,02 g
	'Regina'	2008.	91,73±2,20 d	43,66±0,84 cd	31,23±0,58 cd	9,71±0,21 abc	3,64±0,23 bc
		2009.	72,14±3,86 e	47,98±3,66 c	34,30±0,24 bc	9,83±0,17 ab	2,75±0,03 e
		2010.	110,79±2,80 ab	31,23±0,58 e	31,82±2,03 cd	9,46±0,47 bc	2,82±0,03 e
	'Summit'	2008.	97,79±3,79 cd	72,34±2,22 b	27,65±1,69 de	5,41±0,36 f	2,54±0,08 ef
		2009.	115,67±4,50 a	85,75±6,08 a	60,45±5,90 a	10,00±0,00 ab	3,69±0,15 b
		2010.	114,76±3,56 a	74,63±1,02 b	38,99±0,40 b	10,48±0,36 a	3,25±0,09 d
	O. P.	2008.	54,75±2,74 f	30,32±2,63 e	15,13±1,20 gh	6,77±0,44 e	2,71±0,21 e
		2009.	96,14±1,81 cd	37,16±4,00 de	21,10±1,13 fg	8,95±0,34 cd	3,54±0,11 bcd
		2010.	102,36±4,61 bc	36,12±3,53 de	11,45±1,06 h	4,15±0,04 g	2,26±0,04 f
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

* Stg – prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

Sts – prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

Std – prosečan broj polenovih cevčica u donjoj trećini stubića

Bs – prosečan broj polenovih cevčica u bazi stubića

Plo – prosečan broj polenovih cevčica u plodniku

O. P. – slobodno oprašivanje

Tabela 6. Prosečan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka sorte 'Kordia'.

FAKTOR		Stg*	Sts	Std	Bs	Plo	
OPRAŠIVAČ (A)	'Karina'	63,26±3,10 c	31,56±2,19 c	20,84±2,12 c	7,88±0,46 b	2,99±0,22 b	
	'Regina'	89,92±3,21 b	58,20±2,43 b	28,43±2,09 b	9,70±0,35 b	3,08±0,22 a	
	'Summit'	112,64±2,16 a	80,58±2,91 a	44,06±2,04 a	12,13±1,07 a	2,51±0,21 c	
	O. P.	63,92±4,47 c	11,43±1,45 d	6,90±0,73 d	4,34±0,52 c	1,84±0,11 d	
GODINA (B)	2008.	85,58±4,56 a	43,43±7,27 b	26,00±3,89 b	9,20±0,75 a	3,14±0,18 a	
	2009.	75,38±7,17 b	42,41±8,06 b	26,75±5,27 b	7,20±0,87 c	2,61±0,24 b	
	2010.	86,35±7,73 a	50,49±8,81 a	30,66±4,86 a	9,13±1,27 b	2,07±0,09 c	
A × B	'Karina'	2008.	71,80±5,82 de	34,67±5,63 e	25,09±4,76 d	9,17±0,44 cd	3,70±0,14 a
		2009.	58,75±4,92 fg	28,31±3,42 e	14,94±1,60 ef	7,47±0,88 ef	3,08±0,13 b
		2010.	59,24±1,71 fg	31,70±2,00 e	22,48±0,90 d	7,01±0,59 f	2,20±0,06 cd
	'Regina'	2008.	84,65±1,82 c	51,37 ±0,90 d	31,97±3,66 g	10,56±0,56 bc	3,54±0,10 ab
		2009.	85,23±5,68 c	59,17±0,33 cd	42,72±2,02 ab	10,00±0,00 cd	3,47±0,18 ab
		2010.	99,89±3,64 b	64,06±5,38 c	43,00±3,29 ab	8,53±0,18 def	2,24±0,04 c
	'Summit'	2008.	109,28±0,89 b	76,36±0,77 b	39,84±1,02 bc	11,74±0,07 b	3,12±0,07 b
		2009.	108,20±2,83 b	75,16±3,73 b	44,18±4,56 ab	8,71±0,04 de	2,19±0,49 cd
		2010.	120,45±1,12 a	90,22±4,12 a	48,17±3,26 a	15,95±0,80 a	2,20±0,10 cd
	O. P.	2008.	76,59±1,75 cd	11,33±0,98 f	6,52±0,50 g	5,35±0,63 g	2,21±0,06 c
		2009.	49,36±2,04 g	7,00±1,16 f	5,17±1,50 g	2,63±0,44 h	1,68±0,10 de
		2010.	65,81±6,66 ef	15,96±1,66 f	9,00±0,39 fg	5,03±0,68 g	1,62±0,15 e
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	*	**	**	
A × B		**	ns	*	**	*	

* Stg – prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

Sts – prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

Std – prosečan broj polenovih cevčica u donjoj trećini stubića

Bs – prosečan broj polenovih cevčica u bazi stubića

Plo – prosečan broj polenovih cevčica u plodniku

O. P. – slobodno oprašivanje

U gornjoj trećini stubića, sorta 'Regina' je najveći prosečan broj polenovih cevčica imala u varijanti slobodnog oprašivanja (111,27; Tabela 7). U srednjoj, donjoj trećini i bazi stubića najveću brojnost polenovih cevčica sorta 'Regina' je ostvarila sa sortom 'Summit' (41,69; 20,89; 7,65; Slika 6a), a u plodniku sa sortama 'Kordia' i 'Summit' (2,33 i 2,29) kao oprašivačima. Najmanji prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj i srednjoj trećini stubića ostvaren je oprašivanjem polenom sorte 'Kordia', a u

donjoj trećini, bazi stubića i plodniku u varijanti slobodnog oprašivanja. Broj polenovih cevčica u stubiću bio je najviši 2009. godine, a u plodniku 2008. godine.

Tabela 7. Prosečan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka sorte ‘Regina’.

FAKTOR		Stg*	Sts	Std	Bs	Plo	
OPRAŠIVAČ (A)	‘Karina’	63,51±6,20 c	31,64±3,00 c	16,45±1,50 b	7,09±0,55 a	2,32±0,23 a	
	‘Kordia’	54,20±4,26 d	26,68±2,27 d	14,29±1,46 c	6,45±0,51 ab	2,33±0,11 a	
	‘Summit’	75,84±5,60 b	41,69±4,11 a	20,89±2,58 a	7,65±1,38 a	2,29±0,16 a	
	O. P.	111,27±3,95 a	36,10±2,84 b	11,25±0,48 d	5,76±0,38 b	2,08±0,09 b	
GODINA (B)	2008.	75,28±4,68 ab	31,24±1,63 b	14,70±1,16 b	6,57±0,60 b	2,57±0,10 a	
	2009.	78,88±9,35 a	37,54±3,94 a	17,44±2,48 a	8,18±0,83 a	2,43±0,10 b	
	2010.	73,92±8,59 b	33,31±3,10 b	15,02±1,26 b	5,46±0,40 c	1,76±0,06 c	
A × B	‘Karina’	2008.	83,84±2,06 cd	38,82±0,89 bcd	19,78±0,45 b	8,71±0,02 b	3,01±0,15 a
		2009.	64,56±2,51 ef	35,93±1,79 cd	18,14±2,02 b	7,57±0,10 bc	2,48±0,11 cd
		2010.	42,13±3,82 g	20,17±1,83 gh	11,43±1,73 c	5,00±0,17 def	1,46±0,02 g
	‘Kordia’	2008.	67,03±1,16 e	33,10±0,73 de	16,46±0,87 b	7,21±0,84 bc	2,62±0,02 bc
		2009.	38,80±2,20 g	18,08±0,83 h	9,49±0,40 c	7,08±0,34 bcd	2,44±0,08 cd
		2010.	56,78±2,69 f	28,85±0,71 ef	16,93±2,73 b	5,06±0,90 def	1,93±0,04 f
	‘Summit’	2008.	56,21±1,99 f	27,09±0,35 f	12,72±0,65 c	3,50±0,15 f	2,23±0,13 de
		2009.	90,81±5,51 bc	53,29±2,74 a	30,26±1,07 a	12,06±2,06 a	2,82±0,05 ab
		2010.	80,50±5,17 d	44,69±4,10 b	19,69±0,54 b	7,37±0,21 bc	1,80±0,15 f
	O. P.	2008.	96,18±1,24 b	25,94±2,05 fg	9,85±0,27 c	6,86±0,30 bcd	2,40±0,05 cd
		2009.	121,35±2,13 a	42,85±1,15 b	11,88±0,73 c	6,02±0,12 cde	1,97±0,05 ef
		2010.	116,27±2,08 a	39,51±3,37 bc	12,03±0,84 c	4,39±0,28 ef	1,87±0,05 f
ANOVA							
A		**	**	**	*	**	
B		ns	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

* Stg – prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

Sts – prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

Std – prosečan broj polenovih cevčica u donjoj trećini stubića

Bs – prosečan broj polenovih cevčica u bazi stubića

Plo – prosečan broj polenovih cevčica u plodniku

O. P. – slobodno oprašivanje

Sorta ‘Summit’ je najveći prosečan broj polenovih cevčica u svim regionima stubića imala u kombinaciji sa sortom ‘Regina’ (116,87; 67,83; 37,16 i 8,83 u gornjoj, srednjoj, donjoj trećini bazi stubića), a u plodniku sa sortom ‘Kordia’ kao oprašivačem (2,57; Tabela 8). Najmanji prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

utvrđen je sa sortom ‘Kordia’ kao oprašivačem, a u ostalim regionima stubića (Slika 6b) i u plodniku u varijanti slobodnog oprašivanja.

Najveća prosečna brojnost polenovih cevčica u svim regionima stubića i plodniku sorte ‘Summit’ uočena je 2008. godine, a najmanja 2009. godine (gornja, srednja, donja trećina stubića i plodnik) i 2010. godine (baza stubića).

Tabela 8. Prosečan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka sorte ‘Summit’.

FAKTOR		Stg*	Sts	Std	Bs	Plo	
OPRAŠIVAČ (A)	‘Karina’	115,41±3,28 a	65,27±3,76 a	35,22±4,83 a	7,96±0,78 b	2,28±0,16 b	
	‘Kordia’	84,01±9,13 c	48,87±3,29 b	25,27±1,92 b	7,98±0,51 b	2,57±0,21 a	
	‘Regina’	116,87±3,76 a	67,83±1,34 a	37,16±2,76 a	8,83±0,47 a	2,45±0,13 ab	
	O. P.	93,98±8,10 b	27,44±2,24 c	11,89±0,56 c	5,55±0,32 c	1,89±0,06 c	
GODINA (B)	2008.	109,27±8,08 a	58,68±6,32 a	35,21±4,91 a	9,12±0,63 a	2,76±0,15 a	
	2009.	95,34±5,15 c	48,41±4,96 b	20,84±1,64 c	7,39±0,38 b	1,98±0,08 c	
	2010.	103,09±6,92 b	49,97±4,25 b	26,10±3,17 b	6,24±0,37 c	2,16±0,10 b	
A × B	‘Karina’	2008.	126,83±2,17 a	79,22±3,90 a	52,07±4,46 a	10,83±0,33 a	2,89±0,06 bc
		2009.	112,05±4,48 bc	56,01±1,09 de	19,94±0,38 e	6,28±0,38 ef	1,81±0,07 g
		2010.	107,35±1,12 cd	60,59±1,34 cd	33,65±0,42 bc	6,77±0,91 ef	2,16±0,08 ef
	‘Kordia’	2008.	118,72±7,75 ab	58,39±2,16 d	31,22±2,50 c	9,67±0,33 ab	3,27±0,16 a
		2009.	68,81±5,56 e	50,46±3,65 e	21,91±1,70 e	7,99±0,15 cd	1,88±0,10 fg
		2010.	64,52±1,13 e	37,75±1,89 f	22,68±2,90 de	6,28±0,31 ef	2,58±0,11 cd
	‘Regina’	2008.	126,99±2,17 a	71,82±1,38 b	46,47±0,66 a	10,33±0,17 a	2,91±0,01 b
		2009.	102,81±2,58 cd	65,30±1,17 bc	28,00±1,29 cd	8,95±0,23 bc	2,35±0,09 de
		2010.	120,82±0,93 ab	66,38±2,46 bc	37,00±2,06 b	7,21±0,40 de	2,09±0,19 efg
	O. P.	2008.	64,55±3,43 e	25,28±0,96 g	11,09±0,26 f	5,64±0,36 fg	1,99±0,13 fg
		2009.	97,71±2,00 d	21,88±0,53 g	13,53±0,98 f	6,33±0,60 ef	1,87±0,14 fg
		2010.	119,67±1,52 ab	35,17±3,39 f	11,05±0,82 f	4,69±0,23 g	1,81±0,08 g
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

* Stg – prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

Sts – prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

Std – prosečan broj polenovih cevčica u donjoj trećini stubića

Bs – prosečan broj polenovih cevčica u bazi stubića

Plo – prosečan broj polenovih cevčica u plodniku

O. P. – slobodno oprašivanje

U varijanti samooprašivanja, najveći prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića utvrđen je kod sorte 'Regina' (96,83; Tabela 9). U ostalim regionima stubića (srednja, donja trećina i baza stubića), kao i u plodniku, najveći prosečan broj polenovih cevčica utvrđen je samooprašivanjem sorte 'Karina' (23,51; 16,20; 4,88; 2,01; Slika 6c). Kod ostalih sorti, u varijanti samooprašivanja, broj polenovih cevčica u donjim regionima stubića i plodniku je bio blizak nuli (Slika 6d). Analizirajući brojnost polenovih cevčica u varijanti samooprašivanja po godinama, može se uočiti da je ona bila najveća u toku 2010. godine u pojedinim regionima stubića, odnosno 2008. i 2010. godine u plodniku (Tabela 9).

U varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, analiza varijanse je pokazala veoma značajan uticaj ispitivanih faktora (oprašivač i godina), kao i njihovih interakcija na brojnost polenovih cevčica u svim regionima tučka sorti 'Karina' i 'Summit' (Tabela 5 i 8). Kod sorte 'Kordia', uticaj osnovnih faktora i njihovih interakcija je bio veoma značajan i značajan u pogledu brojnosti polenovih cevčica u svim regionima, izuzev u srednjoj trećini stubića, gde uticaj interakcija statistički nije bio značajan (Tabela 6).

Uticaj godine na brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića sorte 'Regina' statistički nije bio značajan. Uticaj osnovnih faktora, kao i njihovih interakcija na brojnost polenovih cevčica u ostalim regionima stubića i plodniku ove sorte bio je statistički veoma značajan i značajan (Tabela 7).

Kod kombinacije samooprašivanja (Tabela 9), kao faktori varijabilnosti su razmatrani uticaji sopstvenog polena i godine ispitivanja. Utvrđen je statistički veoma značajan uticaj oba faktora, kao i njihovih međusobnih interakcija.

Tabela 9. Prosečan broj polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka
sorti trešnje u varijanti samooprašivanja.

FAKTOR		Stg*	Sts	Std	Bs	Plo	
OPRAŠIVAČ (A)	'Karina' S. P.	51,66±3,99 c	23,51±7,88 a	16,20±5,99 a	4,88±1,27 a	2,01±0,41 a	
	'Kordia' S. P.	61,59±8,08 b	13,51±2,59 c	0,57±0,25 b	0,09±0,03 b	0,08±0,04 b	
	'Regina' S. P.	96,83±5,98 a	17,14±1,60 b	0,30±0,10 b	0,08±0,05 b	0,02±0,01 b	
	'Summit' S. P.	59,92±6,97 b	6,18±1,69 d	0,24±0,22 b	0,02±0,01 b	0,04±0,04 b	
GODINA (B)	2008.	66,68±8,66 b	10,92±1,35 b	2,27±1,12 b	1,43±0,70 b	0,79±0,39 a	
	2009.	49,66±4,70 c	6,81±1,59 c	0,18±0,09 c	0,15±0,08 c	0,12±0,06 b	
	2010.	86,16±3,83 a	27,53±4,99 a	10,54±5,07 a	2,22±1,17 a	0,70±0,34 a	
A × B	'Karina' S. P.	2008.	46,75±0,46 fg	14,78±0,15 c	8,49±1,31 b	5,43±0,24 b	3,01±0,11 a
		2009.	41,50±1,00 gh	1,92±0,42 g	0,64±0,19 c	0,49±0,26 c	0,41±0,11 c
		2010.	66,72±3,59 e	53,84±3,73 a	39,48±2,77 a	8,72±1,41 a	2,63±0,10 b
	'Kordia' S. P.	2008.	53,53±2,11 f	9,12±0,32 cde	0,13±0,06 c	0,02±0,02 c	0,00±0,00 d
		2009.	38,87±3,55 h	8,25±1,52 def	0,07±0,03 c	0,10±0,00 c	0,08±0,02 d
		2010.	92,36±1,44 bc	23,17±2,77 b	1,53±0,25 c	0,14±0,07 c	0,17±0,09 d
	'Regina' S. P.	2008.	115,80±4,68 a	15,17±0,66 c	0,41±0,19 c	0,24±0,08 c	0,05±0,01 d
		2009.	76,03±2,55 d	14,34±1,81 c	0,00±0,00 c	0,00±0,00 c	0,00±0,00 d
		2010.	98,67±1,81 b	21,93±3,10 b	0,50±0,10 c	0,00±0,00 c	0,00±0,00 d
	'Summit' S. P.	2008.	50,64±1,68 f	4,60±1,30 efg	0,04±0,04 c	0,05±0,02 c	0,11±0,11 d
		2009.	42,23±0,23 gh	2,75±0,38 fg	0,00±0,00 c	0,00±0,00 c	0,00±0,00 d
		2010.	86,89±4,18 c	11,20±3,55 cd	0,67±0,67 c	0,00±0,00 c	0,00±0,00 d
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

* Stg – prosečan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića

Sts – prosečan broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića

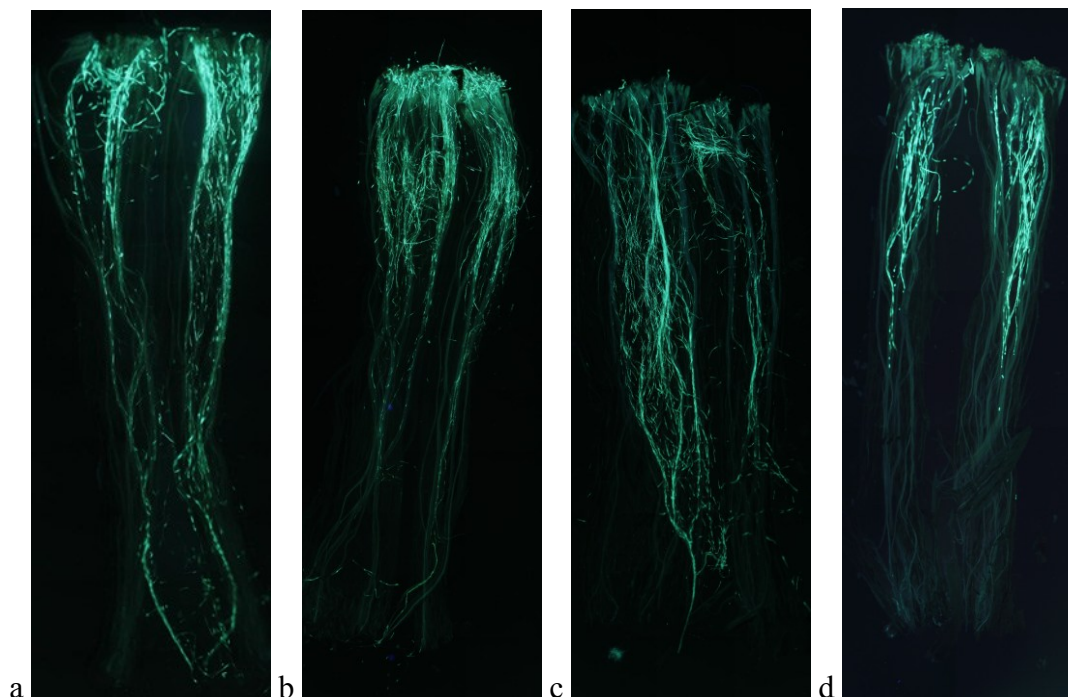
Std – prosečan broj polenovih cevčica u donjoj trećini stubića

Bs – prosečan broj polenovih cevčica u bazi stubića

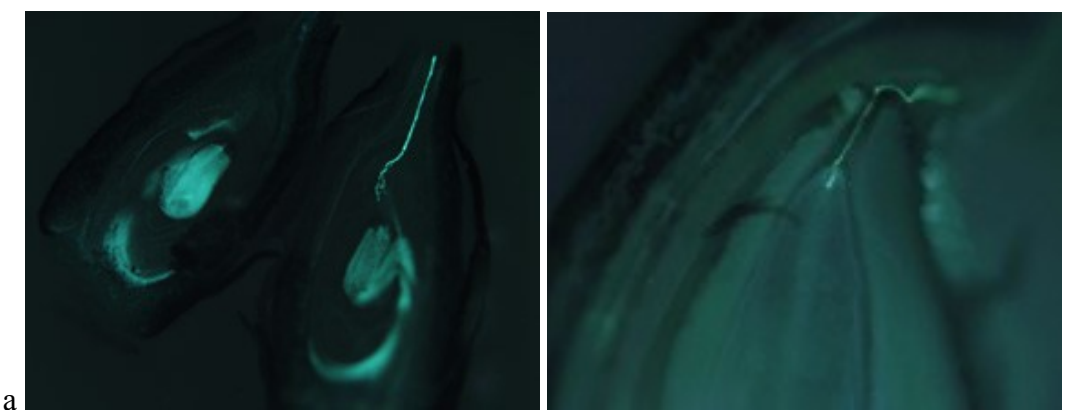
Plo – prosečan broj polenovih cevčica u plodniku

O. P. – slobodno oprašivanje

S. P. – samooprašivanje



Slika 6. Rast polenovih cevčica u stubiću ispitivanih sorti trešnje: a) stranooprašivanje ('Regina' × 'Summit', 6. dan, 2009. godina); b) slobodno oprašivanje ('Summit' O. P., 3. dan, 2008. godina); c) samooprašivanje ('Karina' × 'Karina', 6. dan, 2010. godina); d) samooprašivanje ('Kordia' × 'Kordia', 6. dan, 2008. godina).



Slika 7. Rast polenovih cevčica u plodniku ispitivanih sorti trešnje: a) polenove cevčice u zoni obturatora ('Kordia' O. P., 6. dan, 2009. godina); b) prodor polenove cevčice u nucelus semenog zametka ('Regina' × 'Karina', 10. dan, 2010. godina).

7.1.4.2. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka

Analizirajući dinamiku rasta polenovih cevčica, izraženu kroz broj tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u pojedine regione stubića i plodnika ispitivanih sorti (Grafikoni 5, 6, 7 i 8), može se konstatovati njihov prodor u plodnik trećeg dana od dana oprašivanja u svim godinama i u svim kombinacijama stranooprašivanja, izuzev polenovih cevčica sorte 'Kordia' u 2010. godini u tučku sorti 'Karina' (Grafikon 5) i 'Regina' (Grafikon 7). Trećeg dana od dana oprašivanja, najduže polenove cevčice sorti oprašivača su u visokom procentu locirane u zoni obturatora, sa pojavom prodora manjeg broja polenovih cevčica u mikropilu, ili čak nucelus semenog zametka u pojedinim kombinacijama, pojedinih godina ('Regina' × 'Summit', 2009. godina, Grafikon 7; 'Summit' × 'Kordia', 2010. godina, Grafikon 8). Šestog dana od dana oprašivanja, kod najvećeg broja tučkova u varijanti stranooprašivanja, najduže polenove cevčice su završavale rast u mikropili i nucelusu semenog zametka. Desetog dana od dana oprašivanja, najduže polenove cevčice su locirane u nucelusu semenog zametka, izuzev u kombinaciji 'Kordia' × 'Regina' u 2009. godini (Grafikon 6).

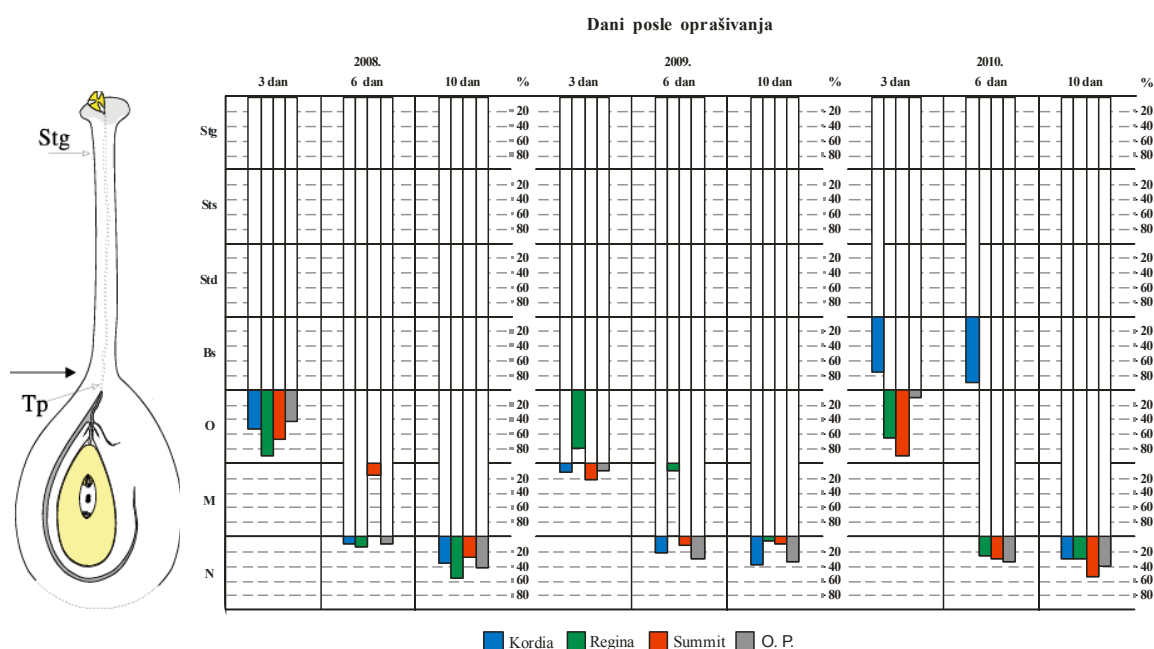
Pri slobodnom oprašivanju svih sorti, u svim godinama ispitivanja, utvrđen je prodor manjeg ili većeg broja polenovih cevčica u plodnik trećeg dana od dana početka punog cvetanja (Grafikoni 5, 6, 7 i 8). Najduže polenove cevčice su locirane pretežno u zoni obturatora (kod sorte 'Karina' – 2008. i 2010. godina, 'Kordia' – 2009. godina i 'Summit' – 2009. i 2010. godina), ali i u mikropili ('Karina' – 2009. godina, 'Regina' – sve tri godine ispitivanja). Prodori manjeg broja polenovih cevčica u nucelus semenog zametka trećeg dana od dana početka punog cvetanja uočene su kod sorti 'Kordia' (2008. i 2010. godina; Grafikon 6) i 'Summit' (2008. godina; Grafikon 8).

Šestog dana od dana početka punog cvetanja, najduže polenove cevčice su uočene u nucelusu semenog zametka kod svih sorti i godina ispitivanja, izuzev kod sorte 'Kordia' 2009. godine, i sorte 'Summit' 2009. i 2010. godine. Desetog dana od dana početka punog cvetanja, polenove cevčice su locirane u značajnom broju u nucelusu semenog zametka u varijanti slobodnog oprašivanja kod svih sorti, kao i u svim godinama ispitivanja.

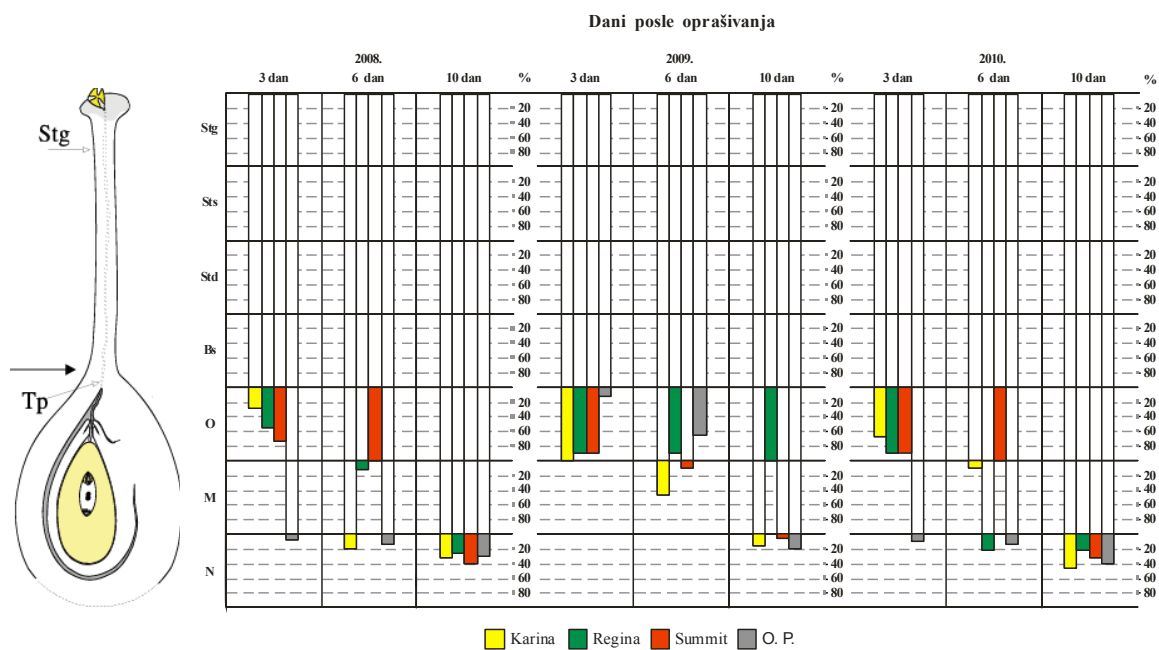
U varijanti samooprašivanja, utvrđeno je prisustvo najdužih polenovih cevčica u plodniku sorte 'Karina', u svim godinama ispitivanja (Grafikon 9). Prodor polenovih

cevčica u nucelus semenog zametka pri samooprašivanju ove sorte utvrđen je u 2008. godini, desetog dana od dana oprašivanja, dok su u 2009. i 2010. godini najduže polenove cevčice završavale svoj rast u zoni obturatora, odnosno u mikropili.

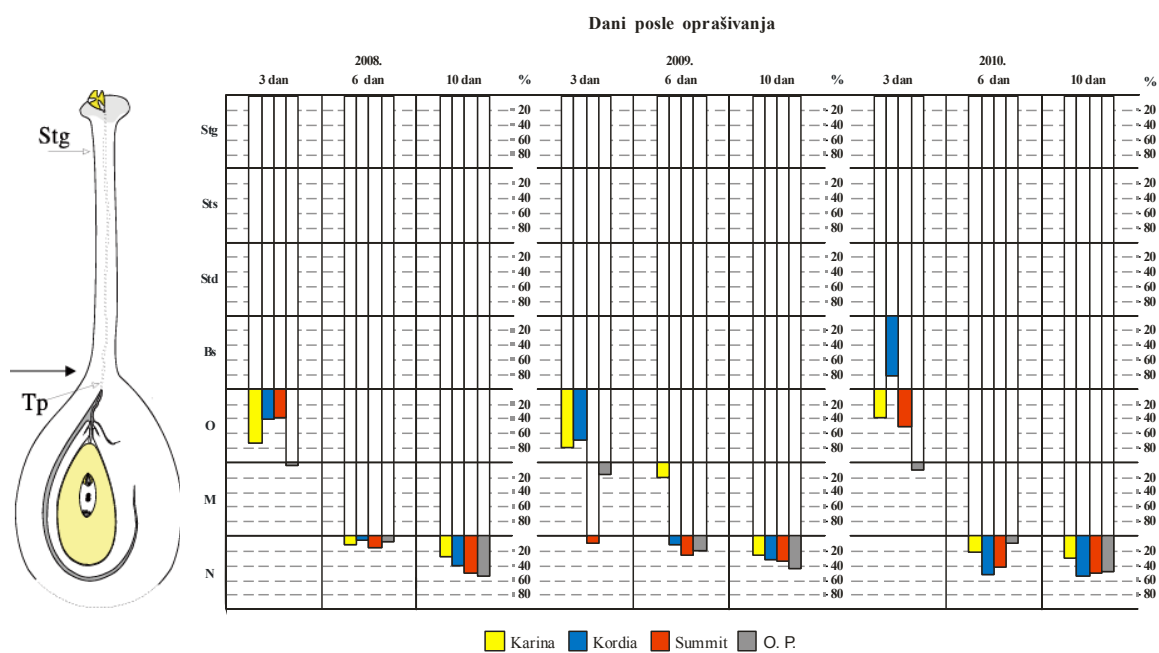
Kod ostalih sorti, najduže polenove cevčice u varijanti samooprašivanja su uočene pretežno u srednjoj, ali i u donjoj trećini i bazi stubića. Pojava pojedinih polenovih cevčica u donjim regionima stubića mogla se uočiti šestog i, naročito, desetog dana od dana oprašivanja sopstvenim polenom. Takođe su se sporadično mogli uočiti prodori polenovih cevčica u lokulu plodnika, uglavnom desetog dana od dana oprašivanja, u pojedinim godinama ('Kordia' – 2008. i 2010. godina, 'Regina' – 2010. godina, 'Summit' – 2008. godina).



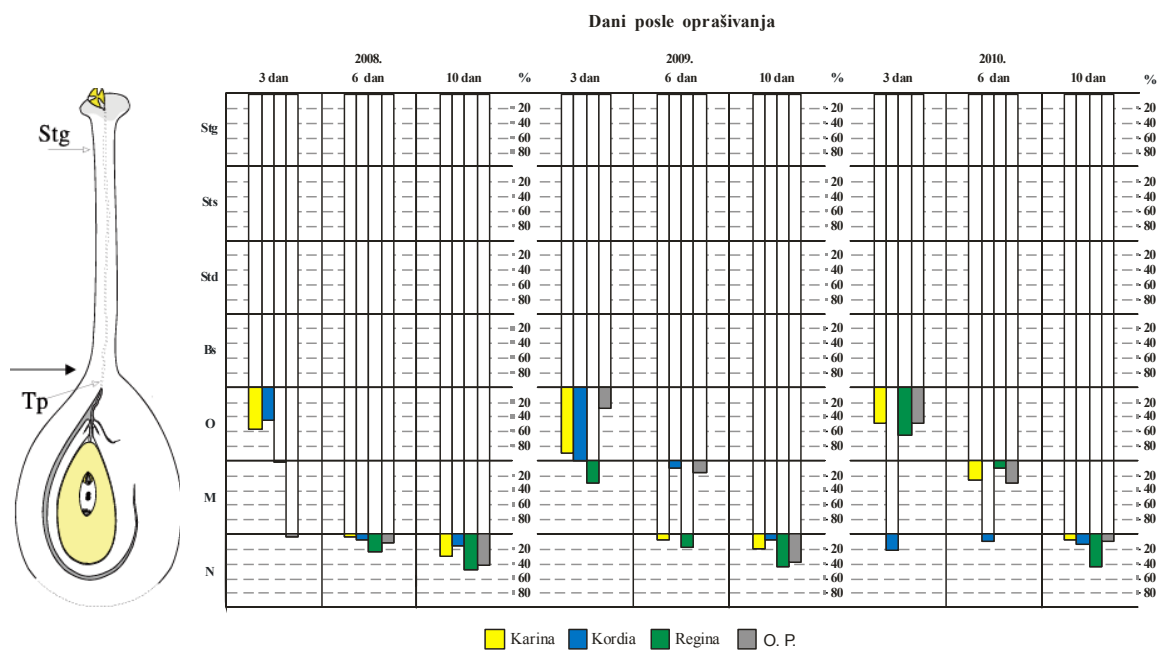
Grafikon 5. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodnika sorte trešnje 'Karina' (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje).



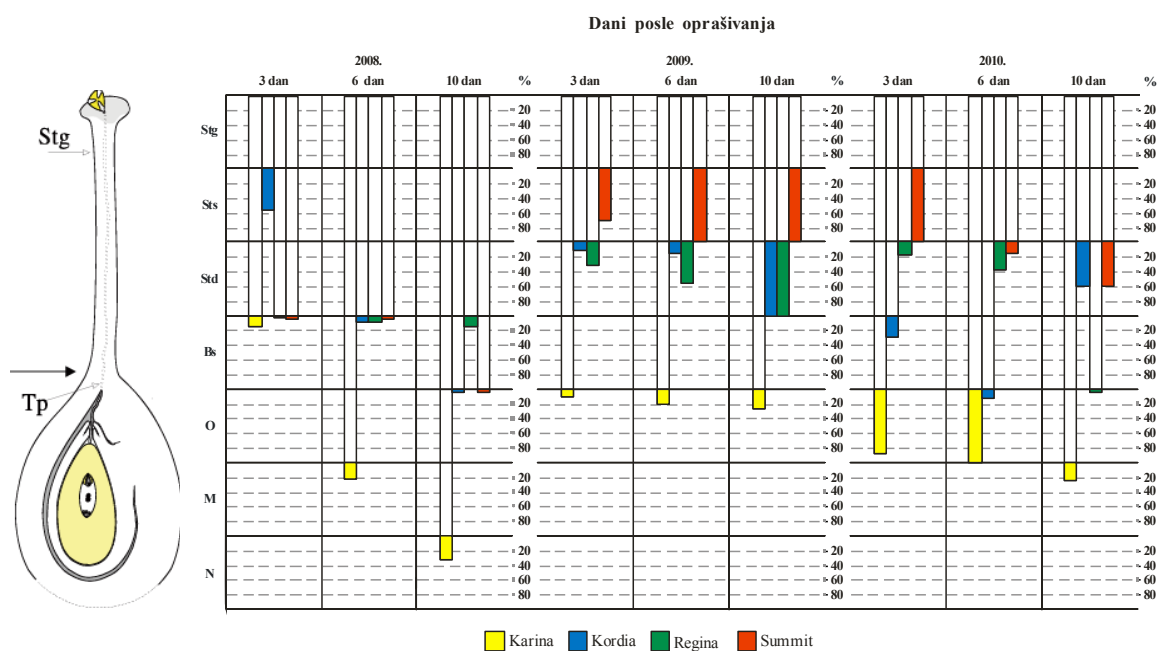
Grafikon 6. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodnika sorte trešnje 'Kordia' (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje).



Grafikon 7. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodnika sorte trešnje 'Regina' (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje).



Grafikon 8. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodnika sorte trešnje 'Summit' (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje).



Grafikon 9. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodnika ispitivanih sorti trešnje u varijanti samooprašivanja.

Broj tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, odnosno desetog dana od dana početka fenofaze punog cvetanja, kod sorte 'Karina' je bio najveći sa sortom 'Kordia' kao oprašivačem, kao i u varijanti slobodnog oprašivanja (43,32%; 42,62%) (Tabela 10).

Tabela 10. Broj tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja (stranooprašivanje i samooprašivanje), odnosno desetog dana od dana početka fenofaze punog cvetanja (slobodno oprašivanje).

FAKTOR		Zastupljenost tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus (%)					
		'Karina'	'Kordia'	'Regina'	'Summit'	S. P.	
OPRAŠIVAČ (A)	1*	43,32±2,27 a	27,50±2,80 b	35,05±2,78 b	29,15±3,40 c	10,78±5,78 a	
	2	39,60±2,62 b	16,50±5,00 d	46,86±2,55 a	29,73±4,05 c	0,00±0,00 b	
	3	29,00±3,17 c	18,66±4,29 c	48,66±0,96 a	45,28±1,50 a	0,00±0,00 b	
	4	42,62±1,42 a	30,00±1,87 a	34,67±2,63 b	39,82±3,86 b	0,00±0,00 b	
GODINA (B)	2008.	47,97±1,29 a	33,89±0,92 a	52,46±0,66 a	54,29±1,02 a	8,06±4,53 a	
	2009.	27,36±1,90 c	9,17±3,20 c	32,83±0,78 c	29,14±2,10 b	0,00±0,00 b	
	2010.	40,58±1,95 b	28,73±1,67 b	38,64±0,56 b	24,55±2,32 c	0,00±0,00 b	
A × B	1	2008.	37,50±0,68 f	33,33±0,70 c	53,33±0,66 ab	50,77±0,66 bc	32,25±0,71 a
		2009.	33,33±0,35 g	3,33±0,90 g	23,81±0,78 fg	16,67±0,90 fg	0,00±0,00 b
		2010.	59,13±0,39 a	45,83±0,66 a	28,00±0,56 ef	20,00±0,83 f	0,00±0,00 b
	2	2008.	57,14±0,34 b	22,22±0,74 e	56,52±0,84 a	55,38±0,67 b	0,00±0,00 b
		2009.	28,33±0,37 h	0,00±0,00 h	33,33±0,70 de	19,52±0,84 f	0,00±0,00 b
		2010.	33,33±0,70 g	27,27±0,80 d	50,74±3,81 ab	14,29±0,95 g	0,00±0,00 b
	3	2008.	45,56±0,34 d	40,00±0,68 b	50,00±0,66 b	48,15±0,66 cd	0,00±0,00 b
		2009.	12,50±1,00 i	4,17±1,70 g	54,17±0,64 a	42,86±3,93 e	0,00±0,00 b
		2010.	28,95±0,72 h	11,82±0,71 f	41,82±0,51 c	44,83±0,67 d	0,00±0,00 b
	4	2008.	51,67±0,33 c	40,00±0,72 b	50,00±0,51 b	62,86±0,68 a	0,00±0,00 b
		2009.	35,29±0,69 fg	20,00±0,83 e	20,00±0,63 g	37,50±0,68 e	0,00±0,00 b
		2010.	40,91±0,51 e	30,00±0,68 cd	34,00±1,05 d	19,09±0,84 fg	0,00±0,00 b
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

* Oprašivači pod rednim brojevima 1–3 za svaku sortu su označeni po abecednom redu (stranooprašivanje). Broj 4 se odnosi na varijantu slobodnog oprašivanja, za svaku sortu pojedinačno. Kod varijante samooprašivanja (S. P.), ispitivane sorte oprašene sopstvenim polenom označene su po abecednom redu, od 1 do 4.

Sorta 'Kordia' je najveći broj tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka imala u varijanti slobodnog oprašivanja (30,00%), sorta 'Regina' sa sortama 'Kordia' i 'Summit' (46,86%; 48,66%), a sorta 'Summit' sa sortom 'Regina' kao oprašivačem (45,28%).

Sve sorte su imale najveći broj tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka u 2008. godini. Njihov najmanji broj kod sorti 'Karina', 'Kordia' i 'Regina' utvrđen je 2009. godine, a kod sorte 'Summit' 2010. godine.

Analiza varijanse za ispitivanje uticaja oprašivača i godine (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje), odnosno sopstvenog polena i godine (samooprašivanje) na broj tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, odnosno desetog dana fenofaze punog cvetanja, pokazala je statistički veoma značajan uticaj faktora varijabilnosti, kao i njihovih interakcija.

7.1.4.3. Korelacija između klijavosti polena in vitro i kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica in vivo

Parametri rasta polenovih cevčica *in vivo* - brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka, kao i broj tučkova sa prodorom najdužih polenovih cevčica u njegove pojedine regione, predstavljaju osnovu procene efikasnosti jednog ili više oprašivača za određenu sortu. Razmatranjem ovih parametara, zajedno sa ocenom zametanja plodova i karakteristika fenofaze cvetanja majčinske sorte i sorte oprašivača, može se dobiti pouzdana slika o pogodnosti, delimičnoj pogodnosti ili nepogodnosti konkretne kombinacije oprašivanja.

Sa druge strane, dovodenje u međusobnu vezu ovih parametara, njihovo stavljanje u odnos prema klijavosti polena *in vitro*, bazirano na uopštavanju u načinu postavljanja ovakve analize, može dati odgovor o postojanju, ili odsustvu korelacije među njima, koje je nezavisno od sorte ili godine, i primenljivo na trešnju kao vrstu.

U našem radu, utvrđivanje postojanja korelacije među ovim parametrima zasnovano je na utvrđivanju prosečne vrednosti jednog oprašivača za tri majčinske sorte u kombinacijama stranooprašivanja. Veze između posmatranih parametara opisane su linijama linearne regresije, a jačina ovakvih veza Pirsonovim koeficijentima korelacije (Tabela 11). Posmatrajući vrednosti koeficijenata korelacije između brojnosti polenovih

cevčica u pojedinim regionima stubića, može se uočiti da između njih postoji pozitivna korelacija (vrednosti Pirsonovih koeficijena između 0,6 i 0,8). Najveća vrednost koeficijenta linearne korelacije utvrđena je između prosečnog broja polenovih cevčica u gornjoj i donjoj trećini stubića ($r=0,81$; jaka pozitivna korelacija).

Tabela 11. Vrednosti Pirsonovog koeficijenta korelacije između klijavosti polena *in vitro*, brojnosti polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka i broja tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus desetog dana od dana oprašivanja.

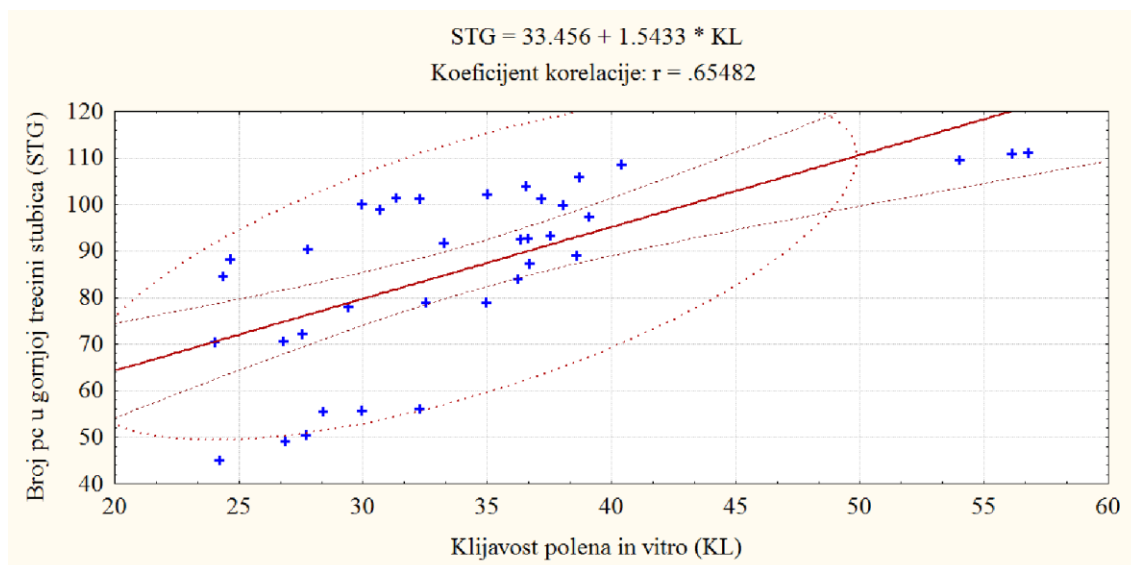
Parametar	KL*	STG	STS	STD	BS	PLO	TPCN
KL	/						
STG	0,65*	/					
STS	0,36*	0,64*	/				
STD	0,52*	0,81*	0,68*	/			
BS	0,42*	0,71*	0,65*	0,76*	/		
PLO	0,15	0,52*	0,41*	0,40*	0,63*	/	
TPCN	0,08	0,25	0,45*	0,16	0,24	0,49*	/

* KL - klijavost polena *in vitro*; STG – gornja trećina stubića; STS – srednja trećina stubića; STD – donja trećina stubića; BS – baza stubića; PLO – plodnik; TPCN – broj tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja

Označene vrednosti koeficijena korelacije su statistički značajne za $p < 0,05$

Vrednosti koeficijena linearne korelacije između brojnosti polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i plodniku ukazuju na postojanje slabe pozitivne korelacije. Jedino se korelacija između broja polenovih cevčica u bazi stubića i plodniku može oceniti kao umerena pozitivna ($r=0,63$).

Između klijavosti polena *in vitro* i prosečnog broja polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića utvrđena je umerena pozitivna korelacija ($r=0,65$; Tabela 11; Grafikon 10). Korelacija između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u ostalim regionima stubića može se oceniti kao slaba pozitivna (vrednosti koeficijena korelacije između 0,3 i 0,6). Postojanje korelacije između klijavosti polena *in vitro* i broja polenovih cevčica u plodniku nije utvrđeno.



Grafikon 10. Linearna zavisnost brojnosti polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića i klijavosti polena *in vitro*.

Slabe korelacione veze broja tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, utvrđene su u odnosu na broj polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića ($r=0,45$), i broj polenovih cevčica u plodniku ($r=0,49$). Korelacione veze između broja tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja i brojnosti polenovih cevčica u ostalim regionima tučka nisu utvrđene.

7.1.5. Prisustvo inkompatibilnih polenovih cevčica u stubiću

Analizom rasta polenovih cevčica *in vivo* u stubiću ispitivanih sorti trešnje, konstatovano je prisustvo polenovih cevčica sa tipičnim znacima inkompatibilnosti. Ovakve polenove cevčice su uočene u delimično kompatibilnim kombinacijama stranooprašivanja ('Karina' × 'Kordia', 'Karina' × 'Regina', 'Kordia' × 'Karina', 'Kordia' × 'Regina', 'Regina' × 'Kordia', 'Regina' × 'Karina', 'Regina' × 'Summit' i 'Summit' × 'Regina'), kombinacijama samooprašivanja, kao i kod slobodnog oprašivanja. Kod potpuno kompatibilnih kombinacija stranooprašivanja ('Karina' × 'Summit', 'Kordia' × 'Summit', 'Summit' × 'Karina', 'Summit' × 'Kordia'), polenove cevčice sa znacima inkompatibilnosti nisu uočene.

Inkompatibilne polenove cevčice zaustavljale su svoj rast pretežno u gornjoj trećini, i u znatno manjoj meri u srednjoj trećini stubića (Tabela 12). U najvećem broju ovakve polenove cevčice su se završavale proširenim vrhom, koji je slabije ili jače fluorescirao (Slike 8a, 8b). Takođe su uočene i polenove cevčice zadebljale čitavom dužinom, koje su obično jako fluorescirale (Slike 8c, 8d).

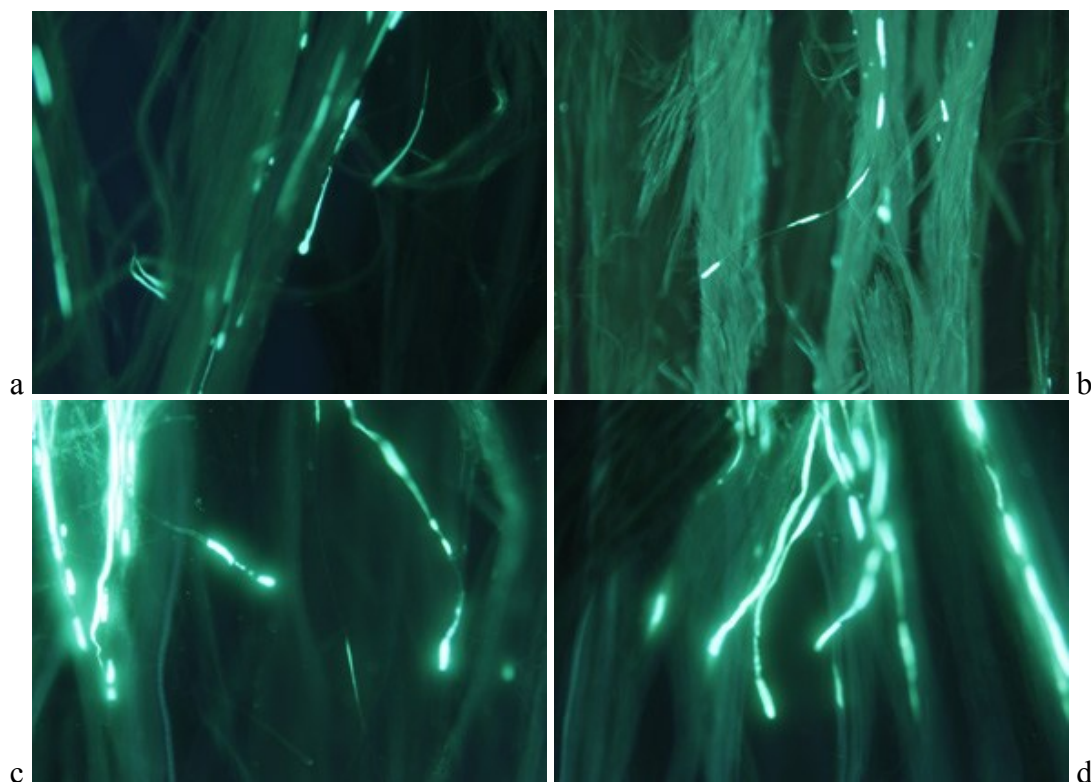
Tabela 12. Zastupljenost inkompatibilnih u odnosu na ukupan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića u različitim varijantama oprašivanja (trogodišnji prosek, 2008–2010. godina).

VARIJANTA OPRAŠIVANJA		Stranooprašivanje	Samooprašivanje	Slobodno oprašivanje
		Inkompatibilne polenove cevčice (%)		
REGION STUBIĆA*	Stg	12,67	21,26	12,95
	Sts	0,76	2,52	2,27
	Std	/	/	/
Ukupno		13,43	23,78	15,22

* Regioni stubića: Stg – gornja trećina stubića; Sts – srednja trećina stubića; Std – donja trećina stubića

Prosečna brojnost inkompatibilnih polenovih cevčica po terminima fiksiranja u sve tri godine ispitivanja, izražena kao procenat u odnosu na ukupan broj polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića, bila je najveća u kombinacijama samooprašivanja (23,78%), a zatim kod slobodnog oprašivanja (prosečno 15,22%). Najniži broj inkompatibilnih polenovih cevčica uočen je u delimično kompatibilnim kombinacijama stranooprašivanja (13,43%).

U našem radu, pojava polenovih cevčica sa znacima inkompatibilnosti predstavljala je uobičajenu karakteristiku njihovog rasta u stubiću ispitivanih sorti u delimično kompatibilnim kombinacijama stranooprašivanja, kod samooprašivanja i kod slobodnog oprašivanja. Njihova zastupljenost je mogla uticati na manji prosečan broj polenovih cevčica koje su dospevale do plodnika. Pojava inkompatibilnosti nije imala većeg uticaja na zastupljenost tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka, jer je broj polenovih cevčica koje su nastavljale rast bio dovoljan da neke od njih stignu do nucelusa, i obave oplodjenje unutar embrionove kesice.



Slika 8. Inkompatibilne polenove cevčice u stubiću trešnje: a, b) proširenje vrha polenove cevčice; c, d) polenove cevčice zadebljale čitavom dužinom.

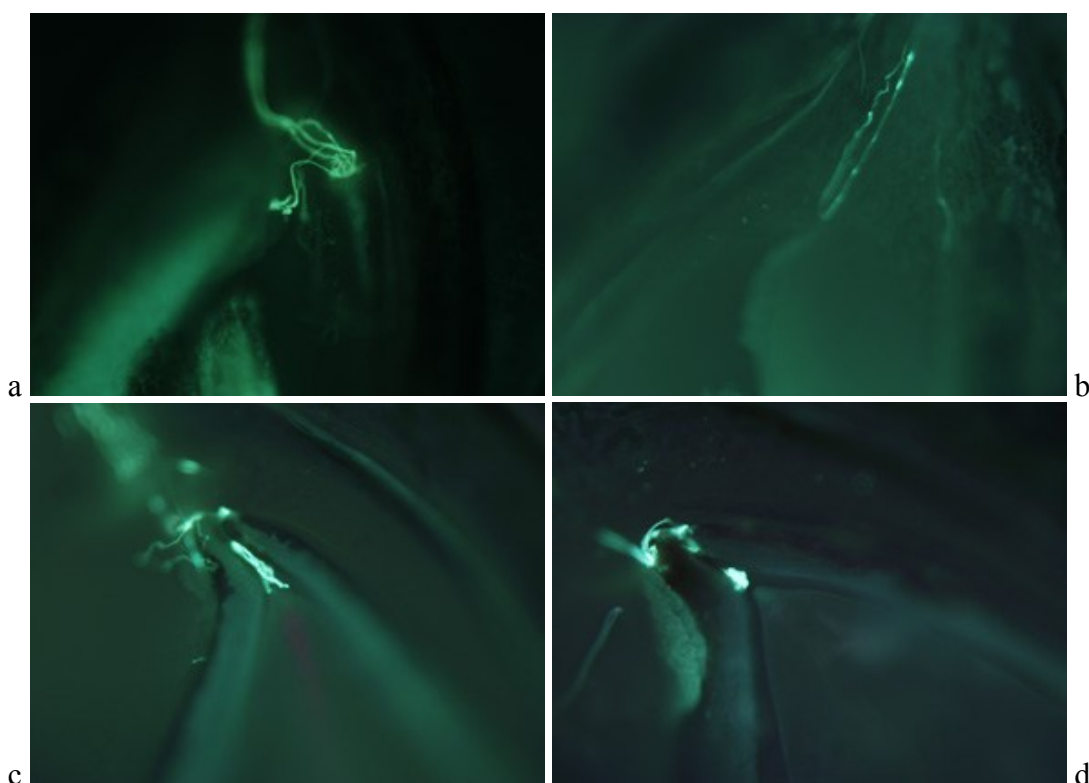
7.1.6. Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku

Praćenjem rasta polenovih cevčica u plodniku ispitivanih sorti konstatovano je prisustvo onih koje su se odlikovale neuobičajenim ili specifičnim rastom, tj. rastom koji je odstupao od normalnog. Specifičan rast polenovih cevčica utvrđen je u značajnom obimu pre njihovog prodora u nucelus semenog zametka. Takođe je utvrđen i specifičan rast posle prodora u nucelus (specifičan rast naknadno prispelih polenovih cevčica).

Pre prodora u nucelus semenog zametka, ovakve polenove cevčice su se karakterisale manjim ili većim grananjem i formiranjem klupka u zoni obturatora (Slika 9a), povratnim rastom polenovih cevčica u zoni obturatora i mikropili (Slika 9b) ili zaobilaženjem mikropile i rastom do dna lokule plodnika, prodorom dve ili više polenovih cevčica u mikropilu (Slika 9c), formiranjem klupka u mikropili i iznad nucelarne kape (Slika 9d). Ovakve polenove cevčice su često bile zadebljale. U nekim slučajevima se i kod onih koje nisu pokazivale tipične odlike specifičnog rasta, uočavala

zadebljalost i karakteristični znaci predstojećeg razgranjavanja („reckavost“). Sve karakteristike specifičnog rasta polenovih cevčica, uočene pre prodora u nucelus semenog zametka, konstatovane su i posle prodora, kod naknadno prispelih polenovih cevčica.

Takođe je uočeno i postojanje specifičnog rasta polenovih cevčica u nucelusu semenog zametka, u kome se mogao konstatovati prodor dve polenove cevčice (Slika 10a), zadebljanje ili formiranje klupka koje ispunjava embrionovu kesicu (Slika 10b). Ovakve pojave su ponekad bile praćene fluorescencijom u zoni embrionove kesice. Različiti oblici specifičnog rasta polenovih cevčica ponekad su bili ispoljeni pojedinačno, ili više oblika specifičnog rasta istovremeno. Uočena je i istovremena pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u različitim regionima plodnika.

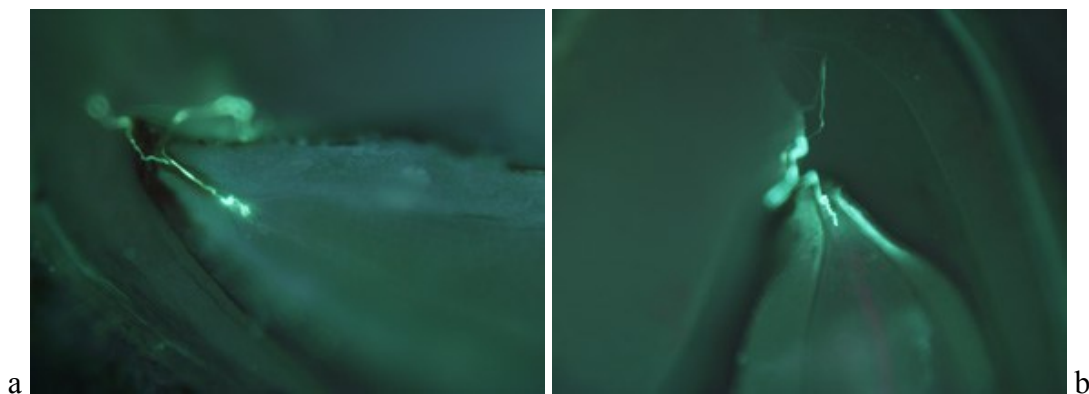


Slika 9. Specifičan rast polenovih cevčica u plodniku trešnje, pre prodora u nucelus semenog zametka: a) klupko polenovih cevčica u zoni obturatora; b) povratni rast polenove cevčice u zoni obturatora; c) prodor tri polenove cevčice u mikropilu; d) klupko polenove cevčice iznad nucelusa.

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica ustanovljena je u kombinacijama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, u svim godinama ispitivanja. Procenat

specifičnog rasta polenovih cevčica određivan je na osnovu zbirne vrednosti u svim terminima fiksiranja. Utvrđene su razlike u zastupljenosti pojave specifičnog rasta polenovih cevčica kod stranooprašivanja po pojedinim sortama, kao i po godinama ispitivanja (Tabela 13).

Specifičan rast polenovih cevčica pre daljeg prodora u mikropilu i nucelus semenog zametka, bio je zastupljen u čak 19,79% tučkova sa polenovim cevčicama prodrim u plodnik. Ova pojava je bila najizraženija u plodniku sorte 'Kordia' (27,50%), a najmanje izražena u plodniku sorte 'Regina' (17,50%). Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u mikropili pre daljeg prodora u nucelus utvrđena je u daleko manjem obimu (1,17%). Najzastupljenija je bila kod sorte 'Regina' (1,86%), a najmanje zastupljena kod sorte 'Kordia' (0,15%).



Slika 10. Specifičan rast polenovih cevčica u nucelusu semenog zametka: a) prodor dve polenove cevčice; b) klupko polenove cevčice u nucelusu.

Nakon prodora u nucelus, specifičan rast naknadno prispelih polenovih cevčica u zoni obturatora i u mikropili bio je zastupljen u manjem obimu nego pre prodora (u prosečno 4,88%, odnosno 0,51% plodnika). Specifični rast naknadno prispelih polenovih cevčica u zoni obturatora bio je najzastupljeniji kod sorte 'Regina' (7,37%), a u mikropili kod sorte 'Karina' (1,14%). Od svih plodnika sa prodorom polenove cevčice u nucelus, specifičan rast u samom nucelusu je registrovan kod 0,59% tučkova – najviše kod sorte 'Kordia' (0,99%), a najmanje kod sorte 'Summit' (0,27%).

Tabela 13. Zastupljenost plodnika sa pojavom specifičnog rasta polenovih cevčica kod ispitivanih sorti trešnje u varijanti stranooprašivanja.

SORTA	GOD.	REGION PLODNICA									
		Obturator				Mikropila				Nucelus (%)	
		pre prodora (%)		posle prodora (%)		pre prodora (%)		posle prodora (%)			
'Karina'	2008.	4,89		3,42		1,82		1,19		0,00	
	2009.	16,53	10,69	7,51	6,96	0,48	1,19	2,22	1,14	0,40	0,69
	2010.	10,66		9,96		1,28		0,00		1,66	
'Kordia'	2008.	15,00		1,01		0,00		0,00		1,11	
	2009.	40,18	27,50	1,68	2,00	0,46	0,15	0,00	0,00	0,46	0,99
	2010.	27,31		3,31		0,00		0,00		1,39	
'Regina'	2008.	17,80		13,07		2,50		0,00		0,85	
	2009.	15,90	17,50	7,16	7,37	1,15	1,86	0,00	0,00	0,00	0,42
	2010.	18,79		1,89		1,94		0,00		0,41	
'Summit'	2008.	22,40		2,67		0,00		0,00		0,00	
	2009.	24,68	23,47	1,11	3,20	1,65	1,46	1,42	0,91	0,82	0,27
	2010.	23,33		5,82		2,72		1,30		0,00	
Prosek		19,79		4,88		1,17		0,51		0,59	

U varijanti slobodnog oprašivanja, pojava specifičnog rasta u zoni obturatora pre daljeg prodora polenovih cevčica bila je izražena u znatno manjem obimu nego kod stranooprašivanja (prosečno 10,25%) (Tabela 14). Kao i kod stranooprašivanja, bila je najzastupljenija u plodniku sorte 'Kordia' (14,32%), a najmanje zastupljena kod sorte 'Regina' (7,50%). Pojava specifičnog rasta naknadno prispelih polenovih cevčica u zoni obturatora je bila manje zastupljena nego kod stranooprašivanja (prosečno 3,64%). Specifičan rast polenovih cevčica u mikropili (pre daljeg prodora, kao i kod naknadno prispelih polenovih cevčica) i nucelus semena zametka u varijanti slobodnog oprašivanja bio je zastupljen u većem obimu nego u varijanti stranooprašivanja (1,26%; 0,68%; 1,82%).

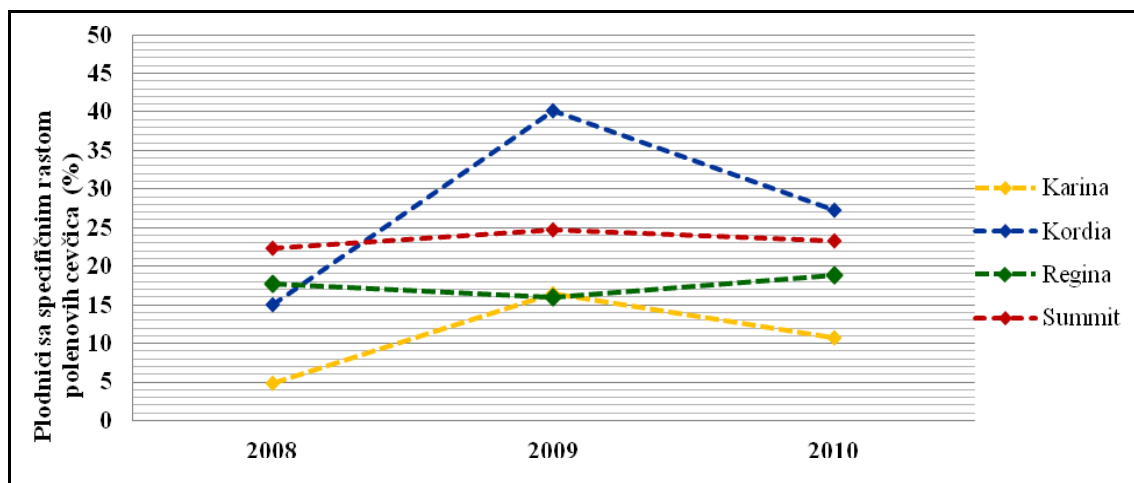
Uočene pojave specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora, pre daljeg prodora u nucelus semena zametka bile su značajno zastupljene u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, i mogle su uticati na efikasnost procesa oplodjenja, pa time i na broj zametnutih plodova.

Tabela 14. Zastupljenost plodnika sa pojavom specifičnog rasta polenovih cevčica kod ispitivanih sorti trešnje u varijanti slobodnog oprašivanja.

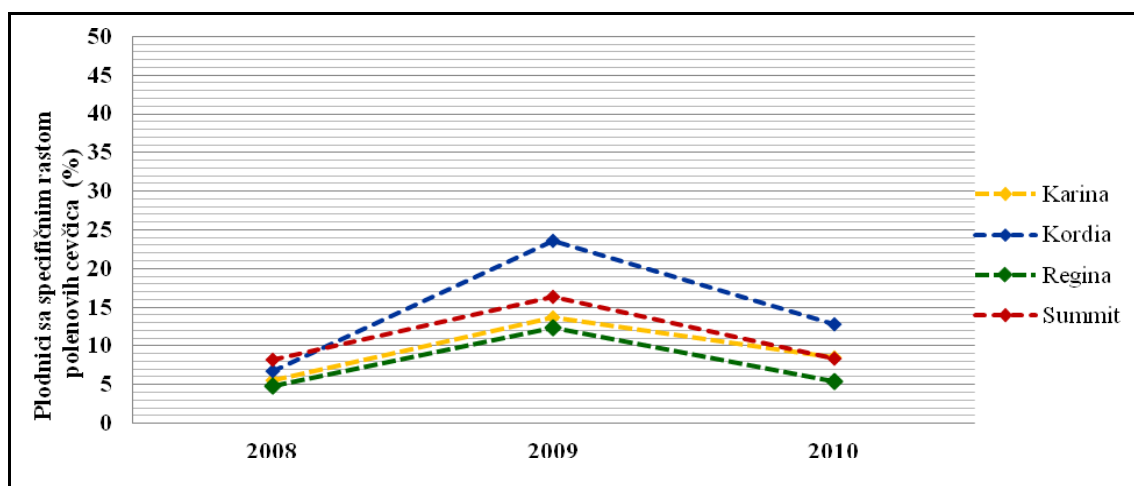
SORTA	GOD.	REGION PLODNICA									
		Obturator				Mikropila				Nucelus (%)	
		pre prodora (%)		posle prodora (%)		pre prodora (%)		posle prodora (%)			
'Karina'	2008.	5,51		2,08		2,08		1,04		2,23	
	2009.	13,66	8,23	8,93	6,99	0,00	1,12	1,39	1,46	3,77	2,55
	2010.	8,53		9,96		1,28		0,00		1,66	
'Kordia'	2008.	6,67		2,38		1,15		2,38		2,34	
	2009.	23,52	14,32	0,00	0,79	3,34	1,50	0,00	0,79	3,34	2,36
	2010.	12,78		0,00		0,00		0,00		1,39	
'Regina'	2008.	4,78		2,67		0,00		0,00		0,00	
	2009.	12,35	7,50	3,33	3,93	1,67	0,56	0,00	0,00	0,00	0,97
	2010.	5,37		5,80		0,00		0,00		2,90	
'Summit'	2008.	8,19		5,55		1,19		0,00		0,00	
	2009.	16,36	10,96	0,00	2,86	1,39	1,87	1,39	0,46	4,17	1,39
	2010.	8,33		3,03		3,03		0,00		0,00	
Prosek		10,25		3,64		1,26		0,51		1,82	

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora u varijanti stranooprašivanja bila je najizraženija u toku 2009. godine, kod svih sorti izuzev kod sorte 'Regina' (Grafikon 11; Tabela 13). U ovoj godini ispitivanja, ona je bila zastupljena u čak 40,18% plodnika sorte 'Kordia' sa prodorom polenovih cevčica.

U varijanti slobodnog oprašivanja, pojava specifičnog rasta u zoni obturatora takođe je bila najizraženija u toku 2009. godine, kod svih ispitivanih sorti (Grafikon 12; Tabela 14). U rasporedu vrednosti specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora pre daljeg prodora, može se uočiti sličnost između varijanti stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja po sortama i godinama (Grafikoni 11 i 12).



Grafikon 11. Zastupljenost plodnika sa specifičnim rastom polenovih cevčica u zoni obturatora, pre daljeg prodora (varijanta stranooprašivanja).



Grafikon 12. Zastupljenost plodnika sa specifičnim rastom polenovih cevčica u zoni obturatora, pre daljeg prodora (varijanta slobodnog oprašivanja).

7.1.7. Vitalnost semenih zametaka

7.1.7.1. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod oprašenih cvetova

Tokom fenofaze cvetanja, u tkivu primarnog semenog zametka, odnosno u njegovim ćelijskim zidovima, dolazi do nakupljanja veće količine kaloze. Specifična reakcija kaloze sa anilin plavim uslovljava jaču ili slabiju fluorescenciju, kada se semeni

zameci posmatraju pod fluorescentnim mikroskopom. Pojava fluorescencije primarnog semenog zametka dovodi se u direktnu vezu sa dužinom njegove vitalnosti.

U našem radu, u plodniku ispitivanih sorti trešnje, uočena je manje ili više izražena pojava fluorescencije primarnih semenih zametaka u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, u svim godinama ispitivanja. Ova pojava je imala svoje razvojne faze od blage fluorescencije halaznog dela semenog zametka, pa do jake fluorescencije čitavog semenog zametka. Fluorescencija čitavog semenog zametka ponekad je bila praćena fluoresciranjem okolnih tkiva – obturadora, funikulusa i tkiva plodnika. Prodor polenove cevčice u ovakve semene zametke se mogao konstatovati u veoma malom broju slučajeva.

Fluorescencija primarnih semenih zametaka u varijanti stranooprašivanja, izražena kao prosečna vrednost različitih stadijuma fluorescencije za tri termina fiksiranja, uočena je kod prosečno 25,06% plodnika (Tabela 15). Ova pojava je bila najizraženija kod sorte 'Kordia' (u 45,59% plodnika u varijanti stranooprašivanja mogao se konstatovati neki od stadijuma fluorescencije semenih zametaka), a najmanje izražena kod sorte 'Regina' (4,71% plodnika).

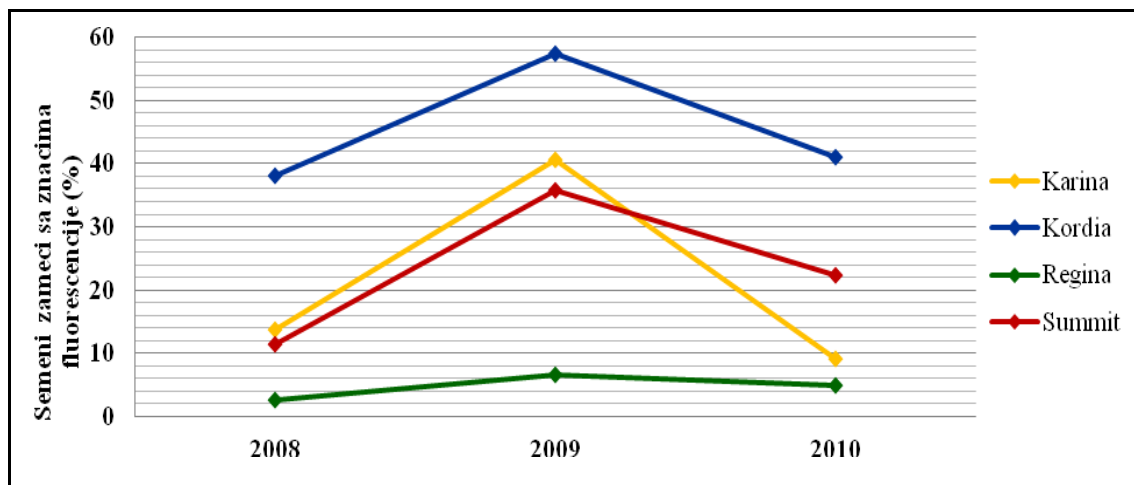
Tabela 15. Zastupljenost plodnika sa fluorescencijom primarnih semenih zametaka kod ispitivanih sorti trešnje.

SORTA	Primarni semeni zameci sa znacima fluorescencije (%)							
	Stranooprašivanje				Slobodno oprašivanje			
	2008.	2009.	2010.	Prosek	2008.	2009.	2010.	Prosek
'Karina'	13,68	40,55	9,04	21,09	0,00	16,17	0,00	5,39
'Kordia'	38,17	57,49	41,11	45,59	1,19	22,50	3,33	9,01
'Regina'	2,64	6,59	4,89	4,71	0,00	3,33	0,00	1,11
'Summit'	11,41	35,76	22,31	23,16	4,36	6,95	6,67	5,99
Prosek	16,48	35,10	19,34	25,06	1,39	12,24	2,50	5,38

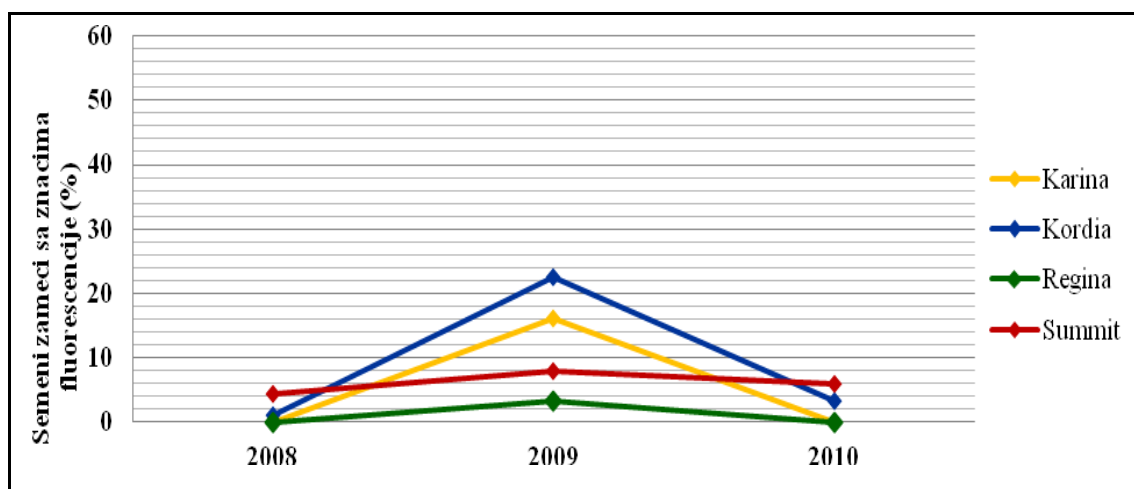
Fluorescencija semenih zametaka bila je najizraženija u toku 2009. godine (kod prosečno 35,10% plodnika), kod svih ispitivanih sorti (Grafikon 13).

U varijanti slobodnog oprašivanja, pojava fluorescencije semenih zametaka bila je znatno manje zastupljena (prosečno 5,38%) (Tabela 15). U ovoj varijanti oprašivanja, ona je bila najizraženija kod sorte 'Kordia' (9,01%), a najmanje izražena kod sorte 'Regina' (1,11%).

Kod svih sorti, procenat plodnika sa fluorescencijom semenih zametaka u varijanti slobodnog oprašivanja bio je najveći 2009. godine (Tabela 15; Grafikon 14).



Grafikon 13. Fluorescencija primarnih semenih zametaka ispitivanih sorti trešnje (varijanta stranooprašivanja).

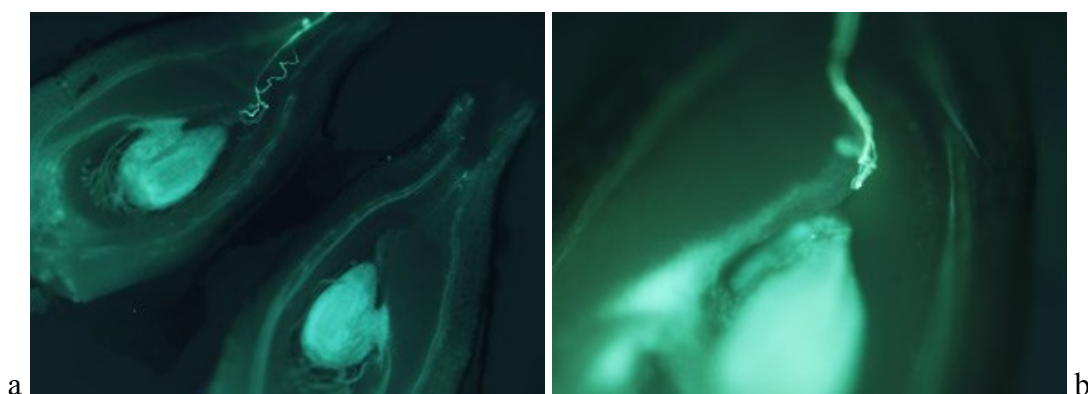


Grafikon 14. Fluorescencija primarnih semenih zametaka ispitivanih sorti trešnje (varijanta slobodnog oprašivanja).

Poređenjem pojave fluoresciranja semenih zametaka u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja po sortama i godinama (Grafikon 13 i 14), može se uočiti sličnost u njenom ispoljavanju.

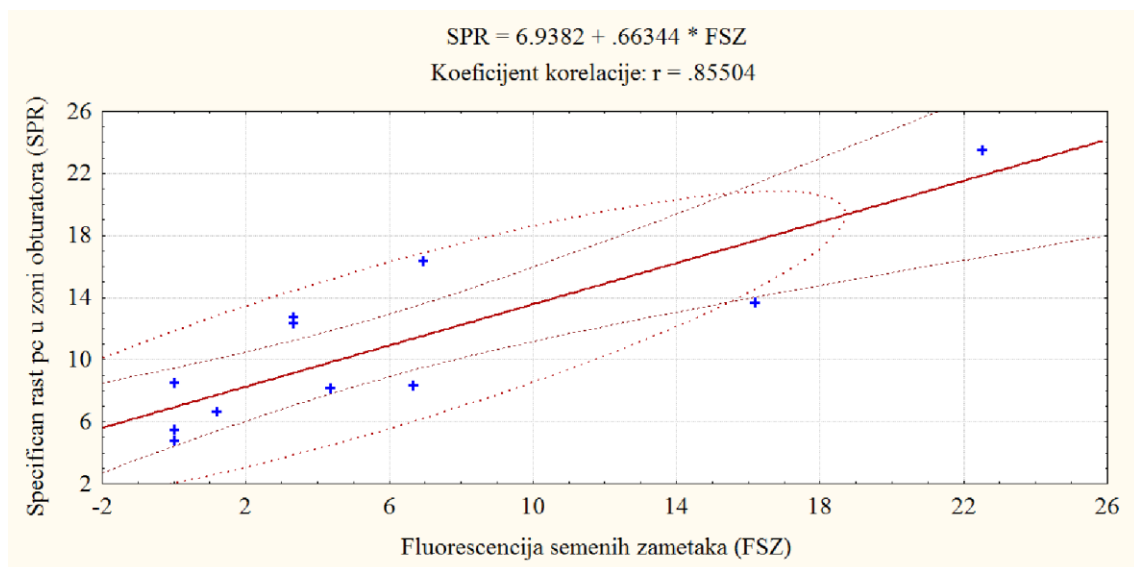
7.1.7.2. Korelacija fluorescencije primarnih semenih zametaka i specifičnog rasta polenovih cevčica

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica je bila najviše izražena u plodnicima sa određenim stepenom fluorescencije primarnih semenih zametaka (Slika 11). Analizom zastupljenosti plodnika sa specifičnim rastom polenovih cevčica, i rasporeda njihove zastupljenosti po sortama i godinama (Grafikoni 11 i 12), kao i zastupljenosti plodnika sa pojavom fluorescencije primarnih semenih zametaka u varijanti stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja (Grafikoni 13 i 14), može se uočiti paralelizam između ovih pojava.



Slika 11. Fluorescencija semenih zametaka i specifičan rast polenovih cevčica u zoni obturatora: a) 'Kordia' × 'Karina' (3. dan, 2009. godina);
b) 'Karina' O. P. (6. dan, 2010. godina).

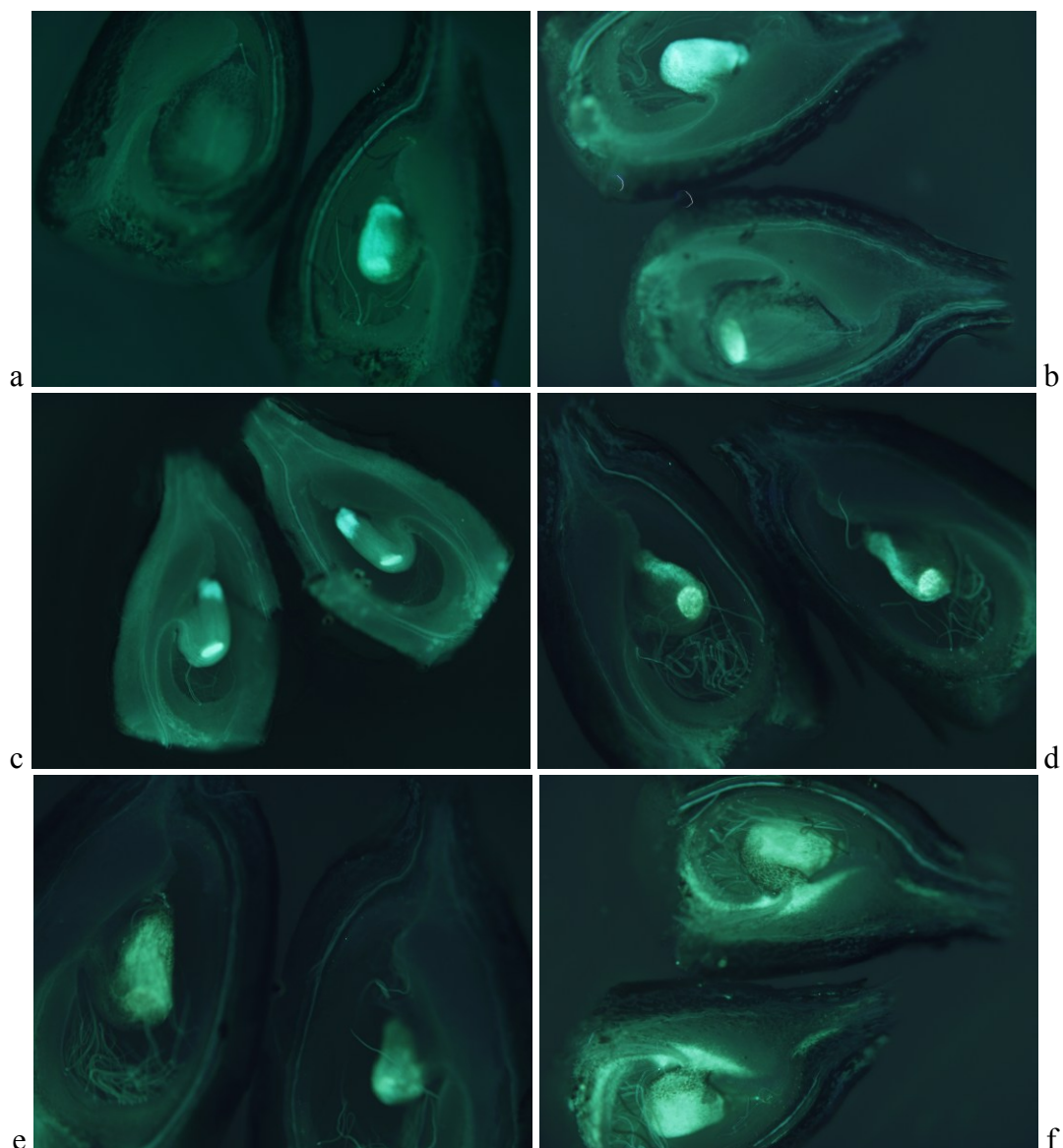
Stepen ovog paralelizma izražen je linijom linearne regresije i Pirsonovim koeficijentom korelacije, koji ukazuje na umerenu pozitivnu korelaciju ($r=0,63$) između ovih pojava u varijanti stranooprašivanja. Snaga korelacione veze između ovih pojava veća je u varijanti slobodnog oprašivanja, i može se oceniti kao jaka pozitivna korelacija ($r=0,85$; Grafikon 15).



Grafikon 15. Linearna zavisnost između fluorescencije primarnih semenih zametaka i specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku (slobodno oprašivanje).

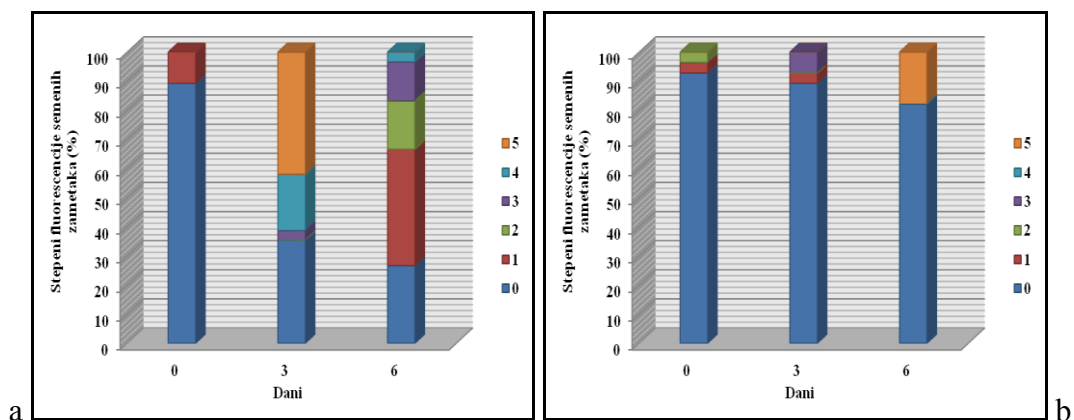
7.1.7.3. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod neoprašenih cvetova

Analizom emaskuliranih neoprašenih cvetova kod ispitivanih sorti trešnje u tri termina fiksiranja (dan početka punog cvetanja – 0. dan, zatim 3. i 6. dan od dana početka fenofaze punog cvetanja), uočeni su sledeći stadijumi u ispoljavanju fluorescencije primarnih semenih zametaka, kao indikatora gubitka njihove vitalnosti: stadijum 0 – odsustvo fluorescencije (Slika 12a); stadijum 1 – fluorescencija halaznog dela semenog zametka (Slika 12b); stadijum 2 – fluorescencija halaznog i mikropilarnog dela semenog zametka (Slika 12c); stadijum 3 – fluorescencija halaznog, mikropilarnog i lateralnog dela semenog zametka („polumesec”) (Slika 12d); stadijum 4 – blaga fluorescencija čitavog semenog zametka (Slika 12e); stadijum 5 – jaka fluorescencija čitavog semenog zametka (Slika 12f). Fluorescencija čitavog semenog zametka (stadijumi 4 i 5) je ponekad bila praćena njegovom slabijom razvijenošću, kao i fluoresciranjem okolnih tkiva – obturatora, funikulusa i tkiva plodnika.

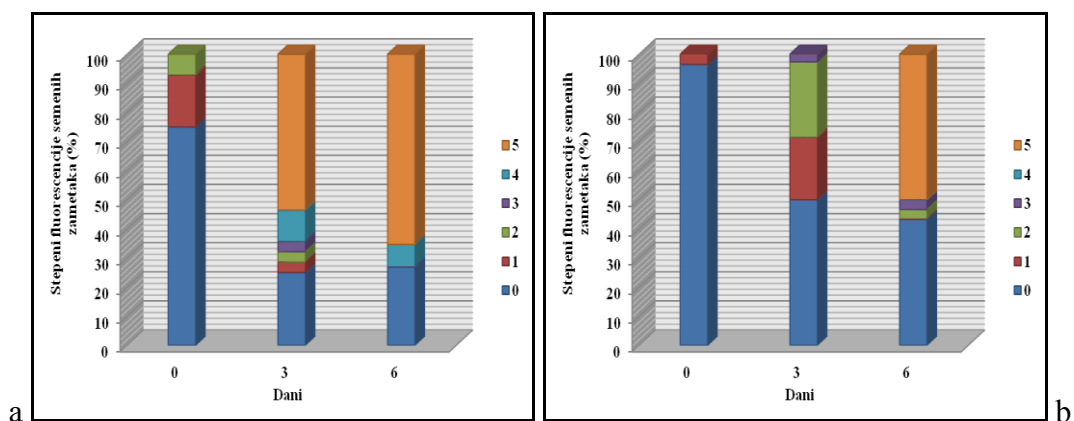


Slika 12. Stadijumi fluorescencije primarnih semenih zametaka sorti trešnje u neoprašenoj kombinaciji: a) 0 – odsustvo fluorescencije; b) 1– fluorescencija halaznog regiona; c) 2 – fluorescencija halaznog i mikropilarnog regiona; d) 3 – lateralna fluorescencija („polumesec”); e) 4 – fluorescencija čitavog semenog zametka; f) 5 – fluorescencija čitavog semenog zametka, praćena fluoresciranjem okolnih tkiva.

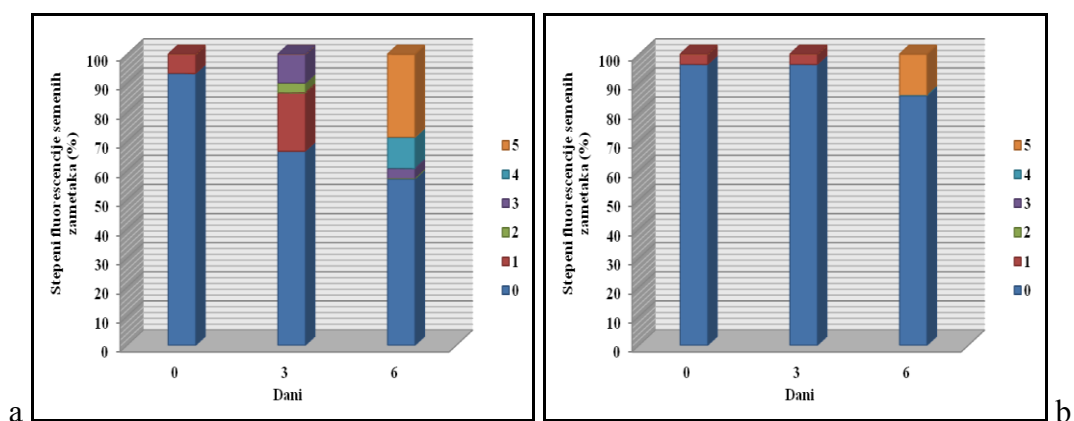
Zastupljenost semenih zametaka u određenom stadijumu fluorescencije po terminima fiksiranja i godinama za pojedine sorte predstavljena je grafički (Grafikoni 16, 17, 18 i 19). Analizirajući zastupljenost primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije (stadijum 0), kod svih sorti je uočena tendencija njenog opadanja do šestog dana fenofaze punog cvetanja.



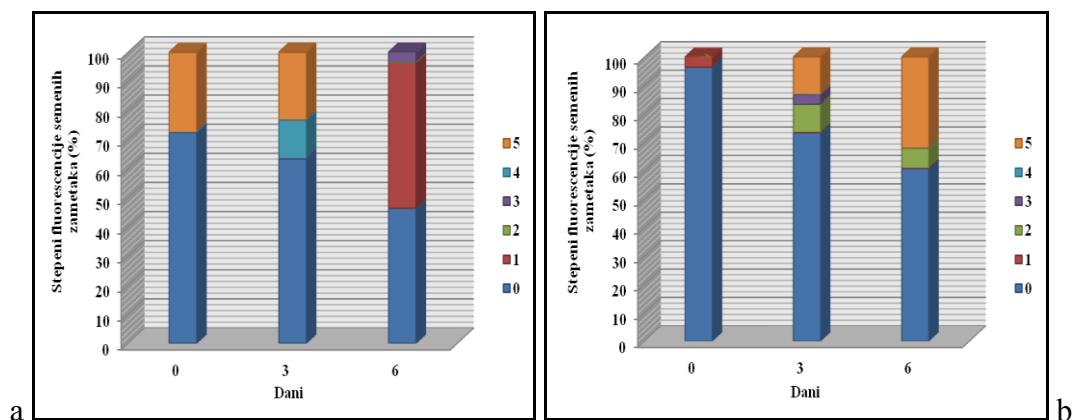
Grafikon 16. Vitalnost semenih zametaka neoprašenih cvetova sorte 'Karina':
a) 2009. godina; b) 2010. godina.



Grafikon 17. Vitalnost semenih zametaka neoprašenih cvetova sorte 'Kordia':
a) 2009. godina; b) 2010. godina.



Grafikon 18. Vitalnost semenih zametaka neoprašenih cvetova sorte 'Regina':
a) 2009. godina; b) 2010. godina.



Grafikon 19. Vitalnost semenih zametaka neoprašenih cvetova sorte 'Summit':
a) 2009. godina; b) 2010. godina.

Kod svih sorti, utvrđena je veća zastupljenost primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije u toku 2010. godine. U pojedinačnoj zastupljenosti stadijuma sa fluorescencijom, utvrđena je najveća zastupljenost stadijuma 5 (jaka fluorescencija čitavog semenog zametka) po svim sortama i godinama, a odmah iza nje je zastupljenost stadijuma 1 (fluorescencija halaznog dela semenog zametka). Ostali stadijumi (2, 3 i 4) su bili značajno manje zastupljeni, ili u nekim slučajevima nisu uočeni (stadijum 4 kod sorti 'Karina' i 'Summit' u 2010. godini, Grafikoni 16b i 19b; stadijumi 2, 3 i 4 kod sorte 'Regina' u 2010. godini, Grafikon 18b).

U svim terminima fiksiranja, sorta 'Regina' je imala najveći procenat semenih zametaka bez znakova fluorescencije (Tabela 16). Ovaj procenat je bio najmanji kod sorti 'Summit' i 'Kordia' u danu početka fenofaze punog cvetanja, odnosno kod sorte 'Kordia' u ostalim terminima fiksiranja. Vitalnost semenih zametaka je, zbirno posmatrano, kod svih sorti bila veća u 2010. godini, po svim terminima fiksiranja.

Analiza varijanse je pokazala da je u danu početka punog cvetanja uticaj godine na zastupljenost primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije statistički bio veoma značajan, dok uticaj sorte, kao i interakcije sorta-godina statistički nije bio značajan (Tabela 16). U ostalim terminima fiksiranja, ispoljen je statistički veoma značajan ili značajan uticaj faktora varijabilnosti, kao i njihovih interakcija.

Tabela 16. Zastupljenost primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije kod neoprašenih cvetova ispitivanih sorti trešnje.

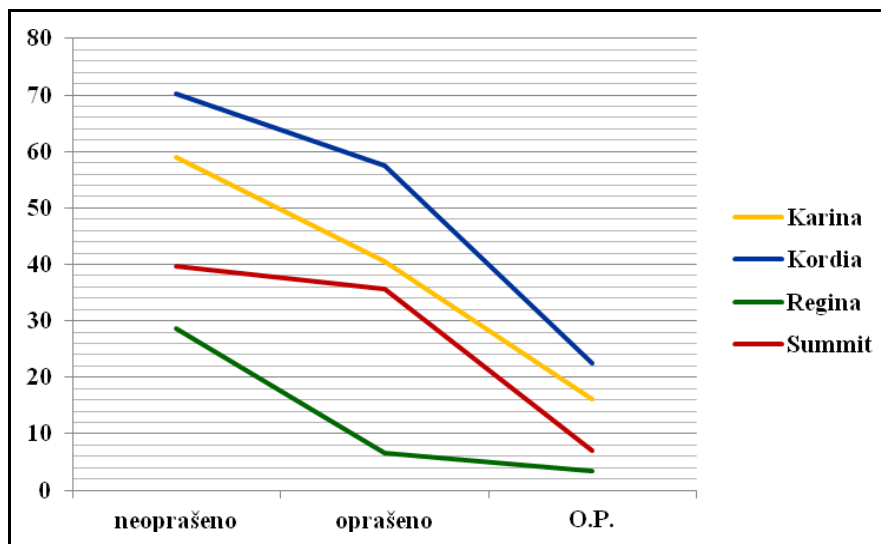
FAKTOR		Plodnici sa semenim zamecima bez znakova fluorescencije (%)			
		0. dan	3. dan	6. dan	
SORTA (A)	'Karina'	90,83±4,86 a	64,18±10,68 b	53,85±7,53 b	
	'Kordia'	85,65±6,05 a	35,00±3,58 c	34,86±2,56 c	
	'Regina'	95,00±4,86 a	81,67±7,11 a	70,46±6,74 a	
	'Summit'	84,35±6,35 a	68,33±3,37 b	53,59±3,26 b	
GODINA (B)	2009.	82,48±3,88 b	47,14±3,57 b	39,04±2,55 b	
	2010.	95,44±2,87 a	77,46±5,62 a	67,34±4,24 a	
A x B	'Karina'	2009.	89,17±8,06 ab	35,76±1,04 de	26,67±0,62 d
		2010.	92,50±6,56 ab	92,59±9,37 a	81,02±2,47 ab
	'Kordia'	2009.	75,00±1,92 b	22,78±0,97 e	26,39±2,22 d
		2010.	96,30±6,49 a	47,23±2,81 cd	43,33±0,97 cd
	'Regina'	2009.	93,33±8,85 a	66,67±2,01 bc	56,67±3,93 c
		2010.	96,67±6,15 a	96,67±6,15 a	84,26±9,70 a
	'Summit'	2009.	72,41±1,11 b	63,33±5,45 c	46,43±1,00 cd
		2010.	96,30±6,49 a	73,33±4,22 b	60,74±5,82 bc
ANOVA					
A		ns	**	**	
B		**	**	**	
A x B		ns	**	*	

7.1.7.4. Komparacija vitalnosti semenih zametaka kod oprušenih i neoprušenih cvetova

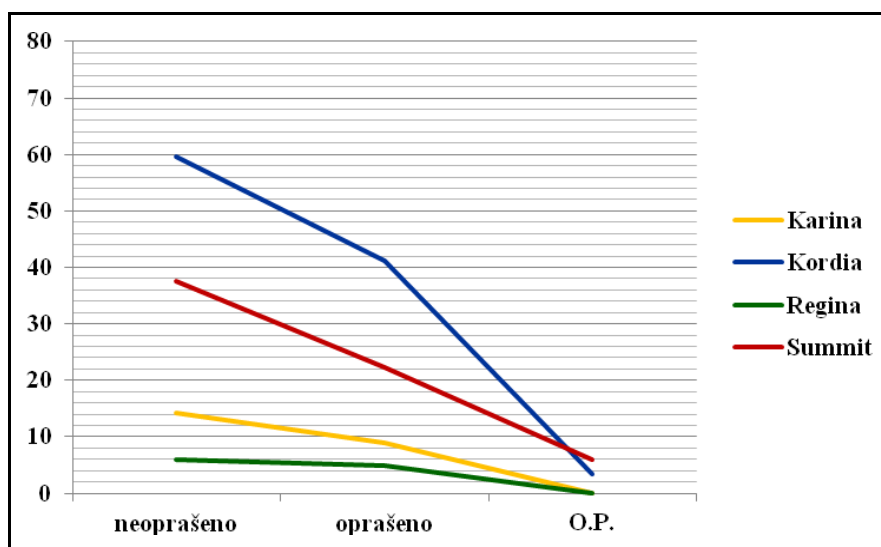
Poređenjem zastupljenosti primarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije u tučkovima ispitivanih sorti trešnje (prosek 3., 6. i 10. dana fenofaze punog cvetanja) u dvogodišnjem periodu (2009–2010. godina), može se uočiti njihov karakterističan raspored kod emaskuliranih neoprušenih, emaskuliranih oprušenih cvetova (stranooprušivanje) i neemaskuliranih oprušenih cvetova (slobodno oprušivanje), po sortama i godinama (Grafikoni 20 i 21).

Kod svih sorti, najveća zastupljenost semenih zametaka sa znacima fluorescencije utvrđena je kod emaskuliranih neoprušenih cvetova. Njihova zastupljenost je bila manja u varijanti stranooprušivanja (emaskulirani oprušeni cvetovi),

a najmanja kod slobodnog oprašivanja (neemaskulirani cvetovi sa prodorom polenovih cevčica u plodnik). Ova tendencija je ispoljena u obe godine ispitivanja.



Grafikon 20. Zastupljenost primarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod različitih kategorija cvetova u 2009. godini (%).



Grafikon 21. Zastupljenost primarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod različitih kategorija cvetova u 2010. godini (%).

Zastupljenost semenih zametaka sa znacima fluorescencije po svim kategorijama cvetova, kao i kod svih sorti, bila je veća u 2009. godini. Pad zastupljenosti semenih zametaka sa znacima fluorescencije, odnosno porast njihove vitalnosti u 2010. godini

nije bio, međutim, jednako izražen po sortama. Smanjenje zastupljenosti semenih zametaka koji su fluorescirali kod sorte 'Karina' u 2010. godini bio je veći nego kod kod sorte 'Summit' (Grafikoni 20 i 21).

Najveću zastupljenost semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod neoprašenih cvetova, oprušenih emaskuliranih cvetova (stranooprašivanje) i oprušenih neemaskuliranih cvetova (slobodno oprašivanje), imala je sorta 'Kordia' (ove vrednosti su u 2009. godini iznosile 70,19%; 57,49% i 22,50%, odnosno u 2010. godini 59,67%; 41,11% i 3,33%). Najmanju zastupljenost semenih zametaka sa znacima fluorescencije po istim kategorijama cvetova imala je sorta 'Regina' (28,73%; 6,59% i 3,33% u 2009. godini, odnosno 5,95%; 4,89% i 0,00% u 2010. godini).

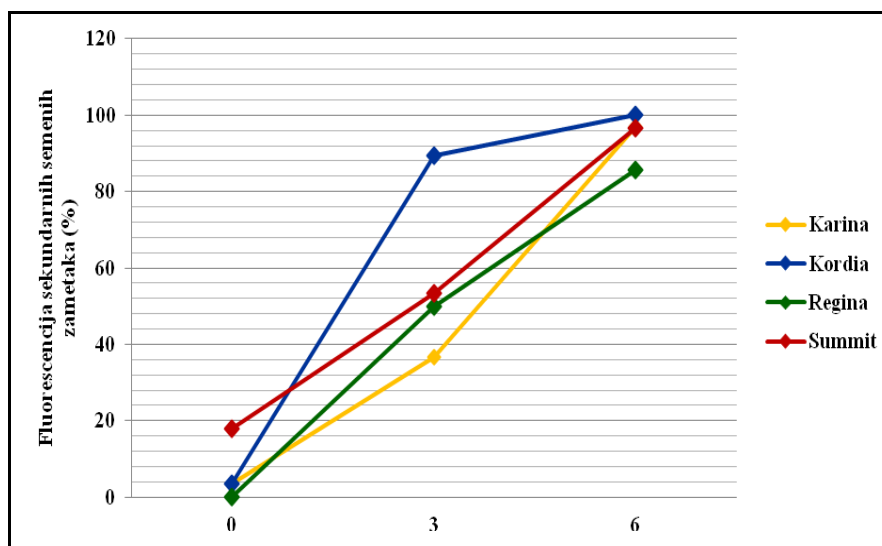
7.1.7.5. Vitalnost sekundarnih semenih zametaka

Pojava fluorescencije sekundarnih semenih zametaka kod emaskuliranih neoprašenih cvetova uočena je već u danu početka fenofaze punog cvetanja. U ovom terminu fiksiranja, sekundarni semeni zameci bez znakova fluorescencije se nisu bitno razlikovali od primarnih, izuzev što je uočena njihova nešto manja krupnoća. U kasnijim terminima fiksiranja, dimenzije sekundarnih semenih zametaka bile su značajno manje. Stepenn njihove fluorescencije se povećavao relativno brzo od stadijuma 1 (fluorescencija halaznog dela) ka stadijumu 5 (jaka fluorescencija čitavog semenog zametka). Povećanje stepena fluorescencije sekundarnih semenih zametaka je bilo izraženo u toj meri, da su pojedine faze (2, 3, 4) u datim terminima fiksiranja bile uočljive u veoma malom broju plodnika, ili u pojedinim slučajevima nisu uočene (brzi prelaz od faza 0 i 1 ka fazi 5).

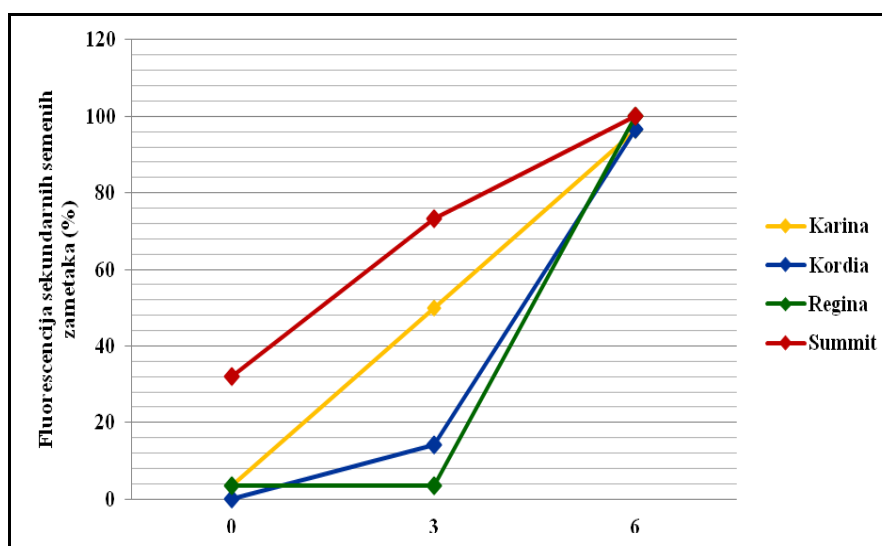
Sekundarni semeni zameci su pokazivali daleko brži gubitak vitalnosti u odnosu na primarne kod svih ispitivanih sorti, u obe godine ispitivanja. Oni koji su se odlikovali jakim fluorescencijom (stadijum 5) kod pojedinih sorti su uočeni već u danu početka punog cvetanja ('Karina' – 3,57%, 'Kordia' – 3,57% i 'Summit' – 17,86% u 2009. godini, Grafikon 22; 'Karina' – 3,57%, 'Regina' – 3,57% i 'Summit' – 32,14% u 2010. godini, Grafikon 23).

Ovaj broj se kod pojedinih sorti brzo povećavao do 3. dana od dana početka punog cvetanja (89,29% kod sorte 'Kordia' u 2009. godini; 73,33% kod sorte 'Summit'

u 2010. godini). Šestog dana, zastupljenost sekundarnih semenih zametaka sa jakom fluorescencijom se kretala od 85–100% kod svih ispitivanih sorti. Najbržim rastom zastupljenosti sekundarnih semenih zametaka sa jakom fluorescencijom u 2009. godini odlikovala se sorta ‘Kordia’ (Grafikon 22), a u 2010. godini sorta ‘Summit’ (Grafikon 23).



Grafikon 22. Zastupljenost sekundarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod emaskuliranih neoprašenih cvetova ispitivanih sorti trešnje u 2009. godini.



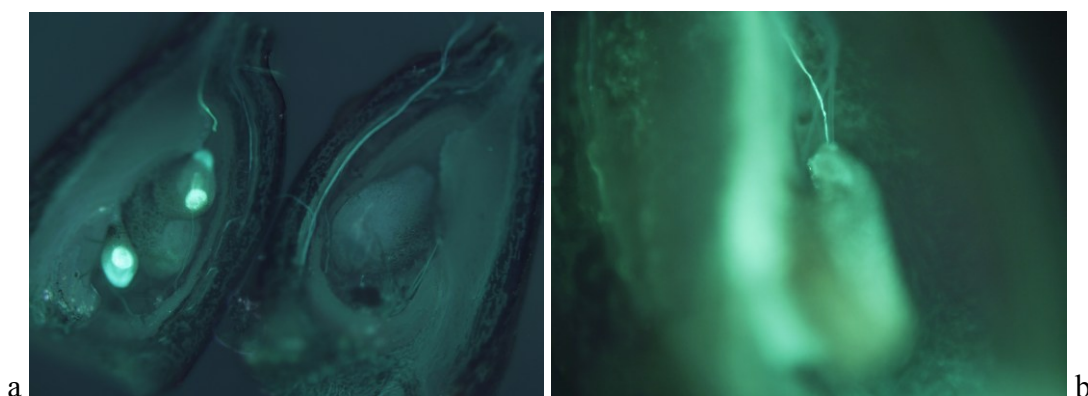
Grafikon 23. Zastupljenost sekundarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod emaskuliranih neoprašenih cvetova ispitivanih sorti trešnje u 2010. godini.

Analizom prosečne zastupljenosti sekundarnih semenih zametaka sa jakim fluorescencijom po godinama, može se konstatovati da je ona u danu početka punog cvetanja bila veća u 2010. godini (9,28%) u odnosu na 2009. godinu (6,25%). Trećeg dana od dana punog cvetanja, ovaj broj postaje veći u 2009. godini (57,32%) u odnosu na 2010. godinu (35,30%). Zastupljenost ovakvih semenih zametaka je bila relativno ujednačena po godinama šestog dana od dana punog cvetanja (94,76% i 98,82% u 2009. i 2010. godini).

7.1.7.6. Pojava više od dva semena zametka u plodniku

Analizom neoprašenih cvetova trešnje u dvogodišnjem periodu (2009–2010. godina), uočena je pojava više od dva semena zametka u plodnicima sorte ‘Regina’. Ovakvi plodnici imali su tri, ili ređe četiri semena zametka. Zastupljenost ovakvih plodnika iznosila je 12,00% u 2009. godini, odnosno 9,48% od ukupnog broja pregledanih plodnika sorte ‘Regina’ u 2010. godini. Pojava više od dva semena zametka u plodnicima drugih sorti u ovom delu istraživanja nije uočena.

Pojava više od dva semena zametka u plodnicima sorte ‘Regina’ uočena je i u oprašenim kombinacijama (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje, Slika 13a). U toku 2008., 2009. i 2010. godine zastupljenost ovakvih plodnika je iznosila 2,50%, 7,78% i 6,81%. Plodnici sa više od dva semena zametka u oprašenim kombinacijama uočeni su i kod sorte ‘Summit’ u 2010. godini (prosečno 5,56%).



Slika 13. Semeni zameci u plodniku sorte ‘Regina’: a) multipli semeni zameci (2009. godina); b) prodor polenove cevčice u sekundarni semeni zametak (2010. godina).

Kod sorte 'Regina', uočena je i pojava prodora polenove cevčice u sekundarni semeni zametak kod dva analizirana plodnika (u 2008. i 2010. godini, oba desetog dana od dana oprašivanja, Slika 13b). Prodor polenove cevčice u sekundarni semeni zametak kod drugih sorti nije uočen. Ipak, u nekoliko slučajeva je konstatovan prodor polenovih cevčica u primarne semene zametke sa znacima fluorescencije – u jednom analiziranom plodniku sorte 'Karina', i kod dva plodnika sorte 'Kordia'. Ovakvi plodnici su uočeni u toku 2010. godine, desetog dana od dana oprašivanja.

7.1.8. Zametanje plodova

7.1.8.1. Inicijalno i finalno zametanje plodova u različitim varijantama oprašivanja

Rezultati ispitivanja inicijalnog i finalnog zametanja plodova sorti trešnje u različitim varijantama oprašivanja prikazani su u Tabeli 17.

Sorta 'Karina' je najbolje inicijalno i finalno zametanje plodova ostvarila u kombinaciji sa sortom 'Kordia' (63,92% i 40,42%), a najslabije sa sortom 'Summit' (46,20% i 34,93%) kao oprašivačima. Sorte 'Kordia' i 'Summit' su najbolje zametanje imale u varijanti slobodnog oprašivanja (32,86% i 20,72%; 59,67% i 31,77%), a najslabije sa sortama 'Karina' (19,66% i 9,79%) i 'Kordia' (50,35% i 22,96%) kao oprašivačima. Sorta 'Regina' je najveću vrednost inicijalnog zametanja imala sa sortom 'Kordia' (67,27%), a finalnog sa sortom 'Karina' (45,34%) kao oprašivačima.

Sorte 'Kordia', 'Regina' i 'Summit' su najveću prosečnu vrednost inicijalnog zametanja (37,40%; 78,36% i 78,11%) i finalnog zametanja (26,86%; 48,00% i 30,56%) imale u 2008. godini. Kod sorte 'Karina', vrednost inicijalnog zametanja je takođe bila najveća u 2008. godini (67,59%), a finalnog u 2010. godini (46,63%). Najnižu prosečnu vrednost inicijalnog i finalnog zametanja sorte 'Karina' i 'Kordia' su imale u 2009. godini (40,15% i 27,60%; 13,73 i 5,41%). Sorte 'Regina' i 'Summit' su u 2009. godini imale najnižu vrednost inicijalnog zametanja (58,59% i 39,31%), dok je najniža prosečna vrednost finalnog zametanja kod ovih sorti utvrđena u 2010. godini (32,69% i 24,69%).

U varijanti samooprašivanja, najvišu prosečnu vrednost inicijalnog zmetanja je imala sorta 'Regina' (63,58%), a finalnog sorta 'Karina' (26,95%). Kod ostalih sorti, vrednosti finalnog zmetanja su bile bliske nuli. Slično ostalim, i u ovoj varijanti oprašivanja prosečna vrednost inicijalnog i finalnog zmetanja plodova je bila najniža u drugoj godini ispitivanja (31,07% i 5,25%).

Analiza varijanse je pokazala da su kod sorti 'Karina', 'Kordia' i 'Summit' (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje), kao i u varijanti samooprašivanja kod svih ispitivanih sorti, faktori varijabilnosti i njihove međusobne interakcije značajno i veoma značajno uticali na inicijalno i finalno zmetanje plodova. Kod sorte 'Regina', uticaj oprašivača na zmetanje plodova statistički nije bio značajan, dok je uticaj godine bio veoma značajan. Kod ove sorte, uticaj interakcija faktora varijabilnosti na zmetanje plodova takođe nije bio statistički značajan.

Tabela. 17. Inicijalno i finalno zametanje plodova ispitivanih sorti trešnje u različitim varijantama oprašivanja

FAKTOR	'Karina'		'Kordia'		'Regina'		'Summit'		Samooprašivanje			
	Inicijalno zametanje (%)	Finalno zametanje (%)	Inicijalno zametanje (%)	Finalno zametanje (%)	Inicijalno zametanje (%)	Finalno zametanje (%)	Inicijalno zametanje (%)	Finalno zametanje (%)	Inicijalno zametanje (%)	Finalno zametanje (%)		
OPRAŠIVAČ (A)	1*	63,92±2,86 a	40,42±3,01 a	19,66±2,23 c	9,79±2,28 b	66,07±2,79 a	45,34±2,23 a	58,29±4,10 ab	27,37±0,64 b	63,38±2,68 a	26,95±3,10 a	
	2	61,82±2,62 ab	40,40±1,91 a	27,07±3,11 ab	12,43±2,46 b	67,27±3,89 a	37,79±2,95 a	50,35±3,50 c	22,96±1,82 c	30,40±4,38 c	0,37±1,10 b	
	3	46,20±4,23 c	34,93±3,33 b	24,88±3,81 bc	15,38±4,64 b	67,21±0,79 a	38,81±1,54 a	55,87±3,68 b	28,21±0,99 b	63,58±4,14 a	0,22±0,84 b	
	4	58,43±2,73 b	39,06±2,27 a	32,86±2,95 a	20,72±2,44 a	66,36±3,49 a	39,86±2,19 a	59,67±3,43 a	31,77±1,79 a	46,27±6,22 b	0,14±0,72 b	
GODINA (B)	2008.	67,59±1,59 a	41,89±2,12 b	37,40±2,51 a	26,86±1,58 a	78,36±1,43 a	48,00±1,31 a	78,11±0,76 a	30,56±0,59 a	74,71±2,79 a	10,07±5,89 a	
	2009.	40,15±2,45 b	27,60±1,97 c	13,73±1,61 c	5,41±1,83 c	58,59±2,51 b	40,27±1,81 b	39,31±1,38 c	27,49±1,22 b	31,07±3,25 c	5,25±3,01 c	
	2010.	63,04±1,82 a	46,63±1,15 a	27,23±1,93 b	11,48±1,45 b	63,23±1,86 b	32,69±1,65 c	50,71±1,41 b	24,69±1,72 c	46,93±3,42 b	5,45±3,61 b	
A × B	1	2008.	61,73±0,12 c	22,45±0,33 h	21,74±1,75 cd	17,39±1,91 cd	78,19±0,50 abc	47,28±0,36 a	82,14±0,83 a	30,13±0,23 bcd	76,17±0,27 b	40,26±0,15 a
		2009.	49,14±0,14 e	41,81±0,14 ef	9,89±2,73 e	2,60±0,18 fg	54,39±6,17 de	44,55±6,81 abc	35,94±0,94 f	23,76±0,29 ef	46,10±0,23 e	18,79±0,44 b
		2010.	80,88±0,45 a	57,00±0,29 a	27,35±0,09 bc	9,39±0,34 e	65,63±1,09 bcde	44,18±3,02 abcd	56,78±0,38 d	28,22±0,61 cde	67,88±0,37 bc	21,81±0,49 b
	2	2008.	77,00±3,00 ab	51,67±1,28 b	32,26±2,90 bc	23,87±1,09 bc	84,69±2,92 a	53,04±4,49 a	73,63±0,57 c	31,33±0,68 bc	51,59±0,29 de	0,00±0,00 e
		2009.	51,16±1,56 de	30,03±1,14 g	10,41±0,49 e	5,60±1,13 ef	50,00±0,20 e	32,09±0,31 bcd	35,08±0,62 f	23,88±0,66 ef	7,78±0,68 g	1,11±2,53 c
		2010.	57,31±1,18 cd	39,51±0,41 f	38,55±0,22 ab	7,82±0,56 e	67,13±7,03 bcde	28,24±4,51 d	42,35±0,29 e	13,67±0,36 g	31,83±0,23 f	0,00±0,00 e
	3	2008.	60,89±0,18 c	47,53±0,13 c	45,59±2,55 a	34,74±1,44 a	68,94±1,10 bcde	39,81±0,25 abcd	76,25±0,44 bc	26,23±0,58 def	86,10±1,90 a	0,00±0,00 e
		2009.	18,48±0,22 g	14,54±0,45 i	12,22±0,50 e	1,97±3,66 g	70,00±0,41 abcd	46,36±0,11 ab	33,55±0,18 f	24,19±0,37 ef	44,67±0,19 e	0,67±1,91 cd
		2010.	59,23±0,39 c	42,72±0,25 de	16,83±5,03 de	9,43±3,86 e	62,68±0,63 cde	28,76±0,40 d	57,80±0,32 d	34,22±0,33 ab	59,96±4,86 cd	0,00±0,00 e
	4	2008.	70,74±3,30 b	45,92±0,98 cd	50,00±0,83 a	31,42±2,80 ab	81,63±0,75 ab	51,89±0,37 a	80,44±0,73 ab	34,44±0,36 ab	85,00±1,59 a	0,00±0,00 e
		2009.	41,81±0,45 f	24,00±0,55 h	22,40±4,35 cd	11,47±3,17 de	59,97±7,82 cde	38,10±1,97 abcd	52,67±0,26 d	38,12±0,10 a	27,75±0,53 f	0,42±2,18 cde
		2010.	62,73±0,22 c	47,27±0,12 c	26,17±0,59 c	19,26±0,31 c	57,48±3,80 de	29,59±3,31 cd	45,90±3,69 e	22,76±3,20 f	28,06±4,68 f	0,00±0,00 e
ANOVA												
A		**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	*	ns	ns	**	**	**	**	

* Oprašivači pod rednim brojevima 1–3 za svaku sortu su označeni po abecednom redu (stranooprašivanje); br. 4 se odnosi na varijantu slobodnog oprašivanja, za svaku sortu posebno; kod varijante samooprašivanja, ispitivane sorte oprašene sopstvenim polenom označene po abecednom redu, od 1 do 4.

7.1.8.2. Uticaj kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica i vitalnosti semenih zametaka na zmetanje plodova

Primenom regresiono-korelacione analize, utvrđeni su međusobni uticaji kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica, specifičnog rasta polenovih cevčica i fluorescencije semenih zametaka, kao i njihovi pojedinačni uticaji na inicijalno i finalno zmetanje plodova ispitivanih sorti trešnje, u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja (Tabela 18).

Tabela 18. Vrednosti Pirsonovog koeficijenta linearne korelacije* između parametara rasta polenovih cevčica, fluorescencije semenih zametaka i zmetanja plodova ispitivanih sorti trešnje.

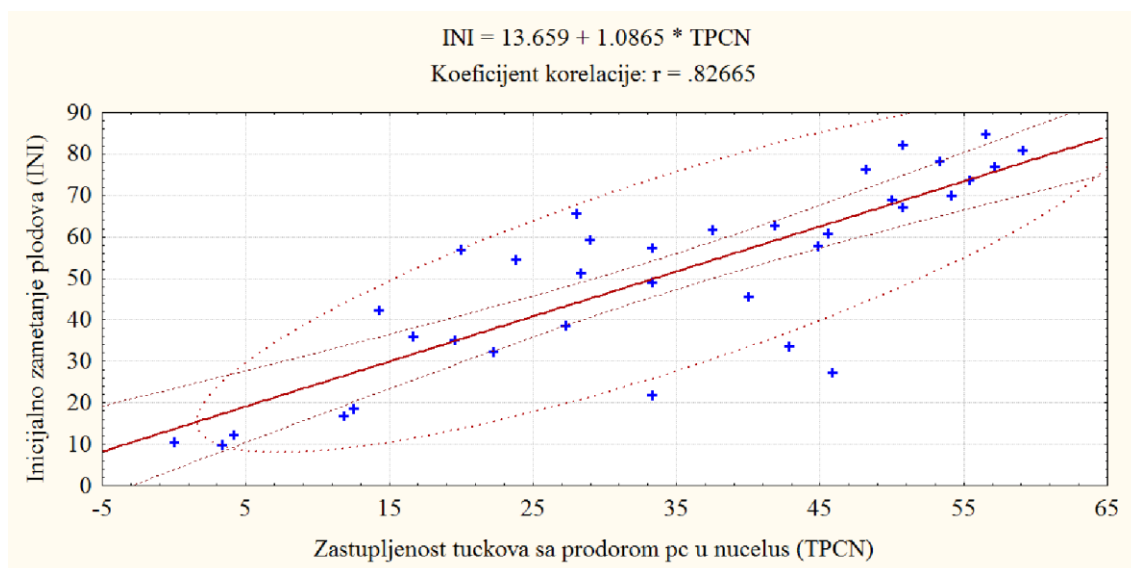
Stranooprašivanje					
Parametar	TPCN*	FSZ	SPR	INI	FIN
TPCN	/				
FSZ	-0.70*	/			
SPR	-0.57*	0.63*	/		
INI	0.83*	-0.89*	-0.60*	/	
FIN	0.70*	-0.76*	-0.73*	0.82*	/
Slobodno oprašivanje					
Parametar	TPCN	FSZ	SPR	INI	FIN
TPCN	/				
FSZ	-0.42	/			
SPR	-0.51	0.85*	/		
INI	0.74*	-0.65*	-0.72*	/	
FIN	0.61*	-0.71*	-0.62*	0,86*	/

TPCN* – zastupljenost tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka, desetog dana od dana oprašivanja (stranooprašivanje), odnosno desetog dana fenofaze punog cvetanja (slobodno oprašivanje); FSZ – fluorescencija semenih zametaka; SPR – pojava specifičnog rasta polenovih cevčica; INI – inicijalno zmetanje plodova; FIN – finalno zmetanje plodova

Označene vrednosti koeficijenta korelacije su statistički značajne za $p < 0,05$

Uticaj zastupljenosti tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, odnosno desetog dana od dana početka

punog cvetanja na inicijalno i finalno zametanje plodova bio je statistički značajan u obe varijante oprašivanja. Karakter ovih veza u varijanti stranooprašivanja je izražen linijama i jednačinama linearne regresije (Grafikoni 24 i 25), a njihova snaga koeficijentima korelacije. Vrednosti koeficijenata ukazuju na postojanje jake pozitivne korelacije između zastupljenosti tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus i inicijalnog zametanja plodova ($r=0,83$). Umerena pozitivna korelacija utvrđena je između zastupljenosti tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus i finalnog zametanja plodova ($r=0,70$). Vrednosti koeficijenata korelacije za ove parametre u varijanti slobodnog oprašivanja iznosile su 0,74 i 0,61.

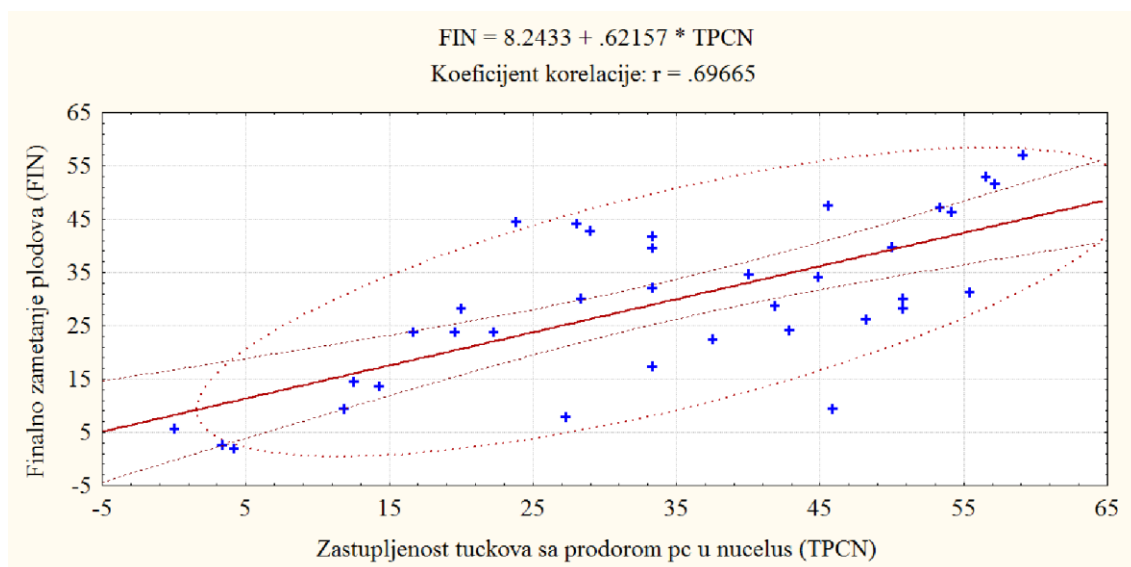


Grafikon 24. Linearna zavisnost zastupljenosti tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja i inicijalnog zametanja plodova (stranooprašivanje).

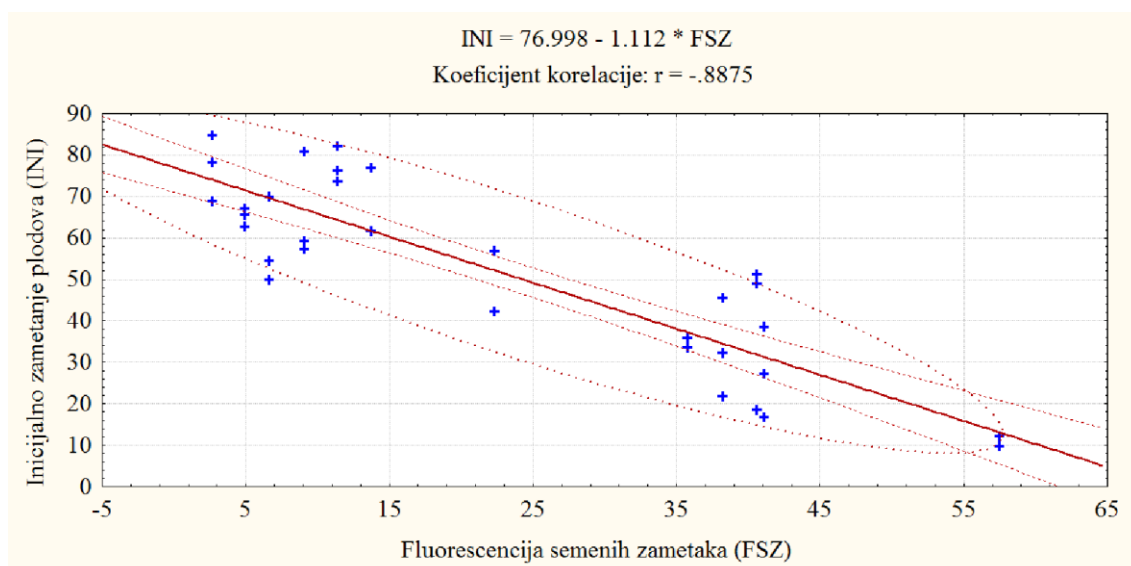
Jaka negativna korelacija ($r=-0,89$), utvrđena je i između pojave fluorescencije semenih zametaka, kao indikatora gubitka njihove vitalnosti, i inicijalnog zametanja plodova (Grafikon 26), dok je u varijanti slobodnog oprašivanja ova zavisnost ocenjena kao umerena negativna ($r=-0,65$).

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica je takođe statistički značajno uticala na inicijalno i finalno zametanje plodova, u obe varijante oprašivanja (Tabela 18). Vrednosti koeficijenata korelacije ukazuju na umerenu negativnu korelaciju između ovih parametara. Najveća snaga ispoljene korelacije je uočena između pojave

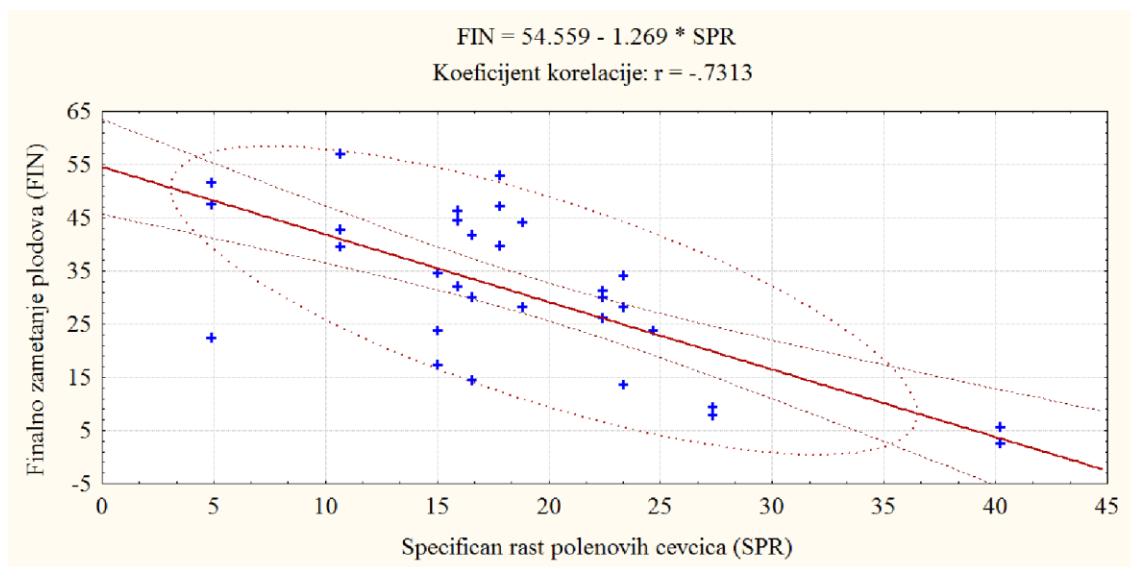
specifičnog rasta polenovih cevčica i finalnog zametanja plodova, u varijanti stranooprašivanja ($r=-0,73$; Grafikon 27).



Grafikon 25. Linearna zavisnost zastupljenosti tučkova sa prodorom polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja i finalnog zametanja plodova (stranooprašivanje).

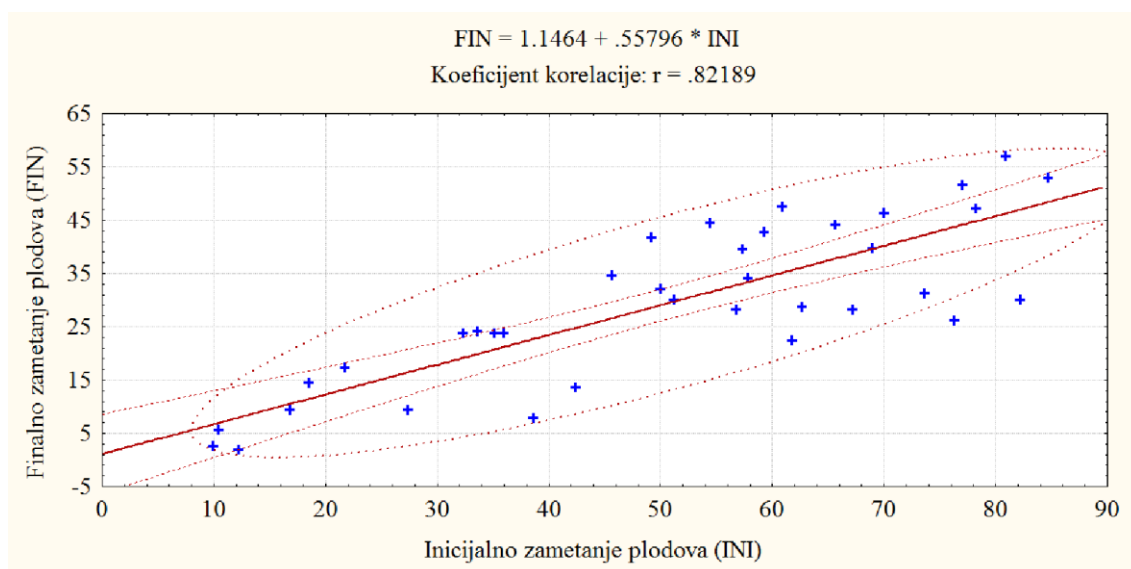


Grafikon 26. Linearna zavisnost fluorescencije primarnih semenih zametaka i inicijalnog zametanja plodova (stranooprašivanje).



Grafikon 27. Linearna zavisnost pojave specifičnog rasta polenovih cevčica i finalnog zametanja plodova (stranooprašivanje).

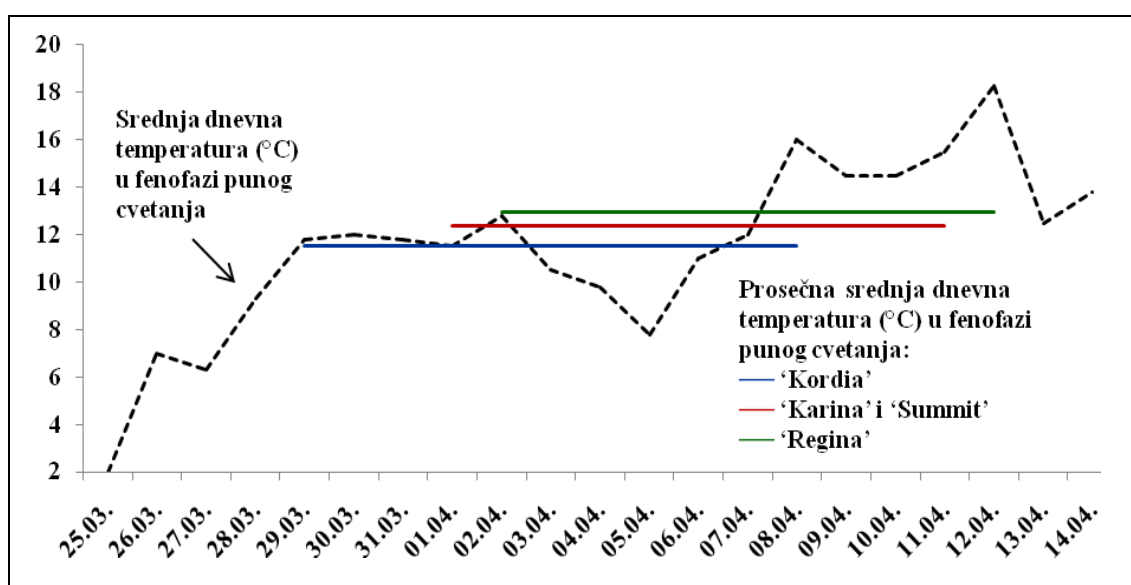
Regresiono-korelaciona analiza je takođe pokazala zavisnost između inicijalnog i finalnog zametanja plodova, koja se može oceniti kao jaka pozitivna korelacija, u obe varijante oprašivanja (Tabela 18). Zavisnost između ovih parametara u varijanti stranooprašivanja predstavljena je u Grafikonu 28 (jaka pozitivna korelacija, $r=0,82$).



Grafikon 28. Linearna zavisnost inicijalnog i finalnog zametanja plodova (stranooprašivanje).

7.1.9. Temperatura vazduha u toku fenofaze cvetanja

U toku trajanja ogleđa (2008–2010. godina), tokom fenofaze cvetanja su merene temperature vazduha u zasadu od početka cvetanja najranije sorte, pa do kraja cvetanja sorte koja je cvetala najpoznije. Pored srednjih dnevnih temperatura neposredno pre i u toku fenofaze cvetanja, za svaku sortu je grafički prikazana prosečna srednja dnevna temperatura u užem periodu fenofaze punog cvetanja (od dana početka, pa do desetog dana fenofaze punog cvetanja) (Grafikoni 29, 30 i 31).



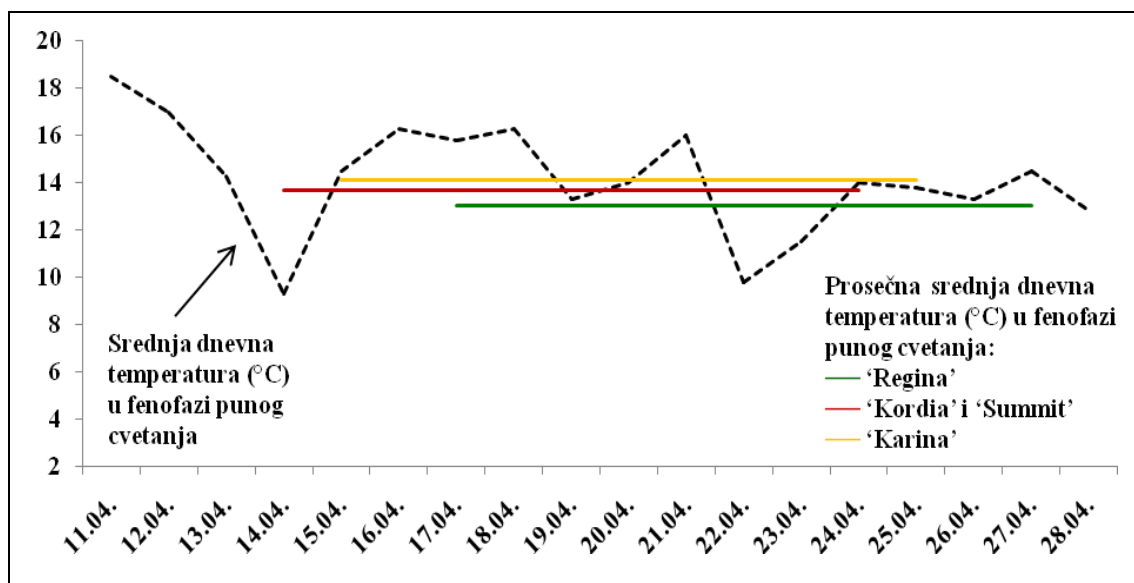
Grafikon 29. Temperatura vazduha tokom fenofaze cvetanja ispitivanih sorti trešnje (2008. godina).

U 2008. godini, prosečna srednja dnevna temperatura u fenofazi punog cvetanja sorte 'Kordia' iznosila je 11,54 °C, sorti 'Karina' i 'Summit' 12,35 °C, a sorte 'Regina' 12,97 °C (Grafikon 29).

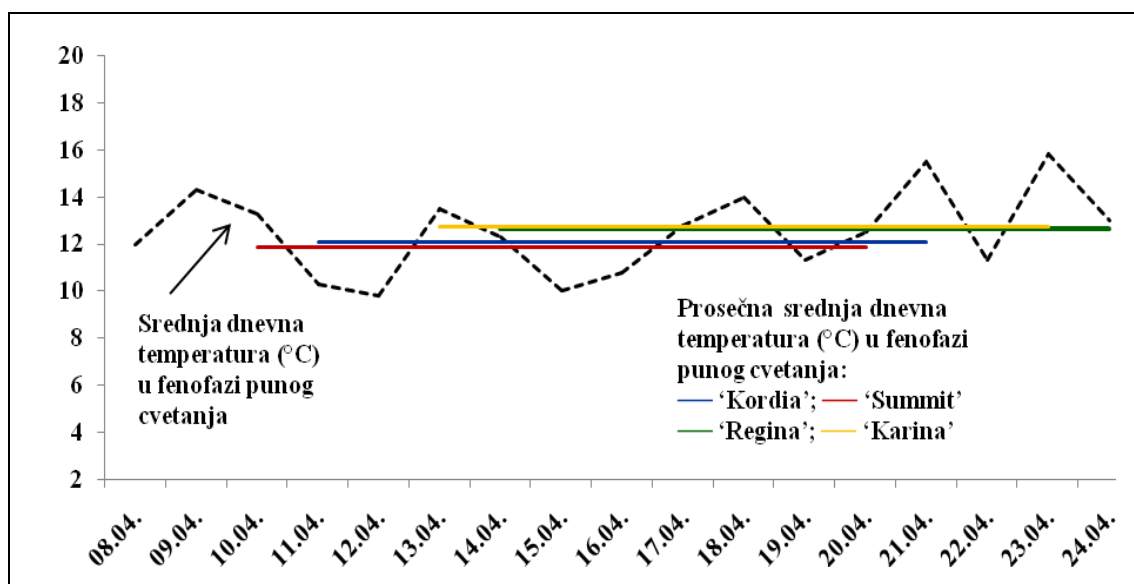
Prosečne srednje dnevne temperature su bile najviše u toku fenofaze cvetanja 2009. godine (Grafikon 30). Temperatura je u ovoj godini po danima registrovana najpoznije, obzirom da su sorte cvetale najpoznije (posle dužeg perioda nižih temperatura došlo je do relativno brzog rasta srednjih dnevnih temperatura). Prosečna srednja dnevna temperatura u fenofazi punog cvetanja sorte 'Regina' iznosila je 13,04 °C, sorti 'Kordia' i 'Summit' 13,71 °C, a sorte 'Karina' 14,12 °C. Maksimalne dnevne

temperature su tokom fenofaze punog cvetanja ispitivanih sorti bile visoke, i često su prelazile 25 °C u najtoplijem delu dana.

Prosečne srednje dnevne temperature su 2010. godine bile na prelazu između 2008. i 2009. godine (Grafikon 31), i iznosile su 11,87 °C u fenofazi punog cvetanja sorte 'Summit', 12,07 °C ('Kordia'), 12,66 °C ('Regina'), i 12,71 °C ('Karina').



Grafikon 30. Temperatura vazduha tokom fenofaze cvetanja ispitivanih sorti trešnje (2009. godina).



Grafikon 31. Temperatura vazduha tokom fenofaze cvetanja ispitivanih sorti trešnje (2010. godina).

Temperature vazduha merene u fenofazi cvetanja ispitivanih sorti su mogle uticati na tok, trajanje i dinamiku cvetanja, rast polenovih cevčica *in vivo* u različitim kombinacijama oprašivanja, vitalnost semenih zametaka i zametanje plodova ispitivanih sorti po godinama.

7.2. Pomološke osobine i prinos

7.2.1. Vreme sazrevanja

Ispitivane sorte trešnje su sazrevale poznije u odnosu na sortu 'Burlat' (Tabela 19). Redosled u vremenu sazrevanja pojedinih sorti po godinama je bio isti, pri čemu su najranije sazrevali plodovi sorte 'Summit', a najpoznije plodovi sorte 'Regina'. Plodovi svih sorti su najranije sazrevali 2008. godine, a najpoznije 2010. godine. Vremenski period od sazrevanja najranije do najpoznije sorte iznosio je prosečno 13 dana. Raspon u vremenu sazrevanja pojedinih sorti po godinama bio je najkraći kod sorte 'Kordia' (šest dana), a najduži kod sorte 'Karina' (devet dana).

Tabela 19. Vreme sazrevanja plodova ispitivanih sorti trešnje.

SORTA	Vreme sazrevanja			Broj dana posle sorte 'Burlat'	Nedelja zrenja
	2008.	2009.	2010.		
'Burlat'	28.05.	01.06.	02.06.	/	II
'Summit'	08.06.	12.06.	14.06.	+11	IV
'Kordia'	12.06.	15.06.	18.06.	+15	V
'Karina'	14.06.	20.06.	23.06.	+19	V(+)
'Regina'	20.06.	26.06.	27.06.	+24	VI

Prema vremenu sazrevanja plodova, ispitivane sorte pripadaju kategorijama srednje poznih ('Summit'), poznih ('Kordia', 'Karina') i vrlo poznih ('Regina') sorti trešnje.

7.2.2. Morfometrijske i opisne osobine ploda

7.2.2.1. Masa i dimenzije ploda

Najveću prosečnu masu ploda među ispitivanim sortama trešnje u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Summit' (9,69 g), a najmanju sorta 'Kordia' (8,79 g) (Tabela 20). Prosečna masa ploda ispitivanih sorti bila je najveća 2008. godine, a najmanja 2009. godine. Ovakav raspored vrednosti mase ploda po godinama imale su sorte 'Karina', 'Regina' i 'Summit', dok je sorta 'Kordia' najmanju masu ploda imala 2008. godine.

Tabela 20. Masa i dimenzije ploda ispitivanih sorti trešnje.

FAKTOR		Masa ploda (g)	Dužina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Debljina ploda (mm)	Indeks oblika ploda	
SORTA (A)	'Karina'	8,98±0,17 bc	24,01±0,42 c	26,04±0,13 b	22,77±0,16 b	0,97±0,03 d	
	'Kordia'	8,79±0,14 c	25,73±0,15 a	24,30±0,35 c	21,33±0,29 d	1,28±0,02 a	
	'Regina'	9,21±0,28 b	24,81±0,39 b	25,80±0,23 b	23,14±0,20 a	1,03±0,02 c	
	'Summit'	9,69±0,13 a	25,49±0,36 a	27,33±0,12 a	22,30±0,09 c	1,07±0,03 b	
GODINA (B)	2008.	9,56±0,20 a	25,79±0,19 a	25,97±0,32 b	22,46±0,26 a	1,14±0,02 a	
	2009.	8,69±0,14 c	23,88±0,33 c	25,31±0,48 c	21,98±0,27 b	1,04±0,06 c	
	2010.	9,26±0,12 b	25,36±0,23 b	26,32±0,23 a	22,72±0,21 a	1,08±0,03 b	
A × B	'Karina'	2008.	9,60±0,11 b	25,05±0,09 de	26,03±0,16 bc	23,10±0,16 ab	1,04±0,00 fg
		2009.	8,39±0,08 fg	22,51±0,19 h	25,82±0,07 cd	22,27±0,12 de	0,88±0,01 j
		2010.	8,96±0,19 cde	24,48±0,50 ef	26,25±0,37 bc	22,93±0,27 bc	0,99±0,02 hi
	'Kordia'	2008.	8,63±0,43 efg	25,65±0,22 bcd	24,57±0,18 f	21,06±0,11 f	1,27±0,02 b
		2009.	8,81±0,12 ef	25,35±0,14 cd	23,01±0,05 g	20,52±0,10 f	1,36±0,02 a
		2010.	8,93±0,09 de	26,19±0,14 ab	25,31±0,16 de	22,41±0,18 cde	1,21±0,01 c
	'Regina'	2008.	9,81±0,18 b	25,72±0,12 bc	25,76±0,21 cd	23,14±0,06 ab	1,11±0,00 de
		2009.	8,18±0,09 g	23,31±0,28 g	25,10±0,17 ef	22,70±0,41 bcd	0,95±0,01 i
		2010.	9,65±0,26 b	25,41±0,13 cd	26,54±0,19 b	23,58±0,31 a	1,03±0,01 gh
	'Summit'	2008.	10,20±0,10 a	26,75±0,07 a	27,50±0,06 a	22,52±0,05 cd	1,15±0,01 d
		2009.	9,38±0,03 bcd	24,34±0,11 f	27,33±0,33 a	22,42±0,09 cde	0,97±0,01 i
		2010.	9,49±0,10 bc	25,38±0,31 cd	27,17±0,17 a	21,95±0,05 e	1,08±0,03 ef
ANOVA							
A		**	**	**	**	**	
B		**	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	**	**	

Na osnovu vrednosti mase ploda u trogodišnjem periodu, plodovi sorte 'Summit' se mogu svrstati u kategoriju vrlo krupnih (masa >9,3 g), a plodovi ostalih sorti u kategoriju krupnih (7,6–9,3 g).

U pogledu dimenzija, najveću dužinu ploda imale su sorte 'Kordia' (25,73 mm) i 'Summit' (25,49 mm). Širina ploda je bila najveća kod sorte 'Summit' (27,33 mm), a debljina kod sorte 'Regina' (23,14 mm). Najmanju dužinu ploda imala je sorta 'Karina' (24,01 mm), a širinu i debljinu sorta 'Kordia' (24,30 mm; 21,33 mm).

Indeks oblika ploda je bio najveći kod sorte 'Kordia' (1,28), što ukazuje na najizduženiji oblik ploda ove sorte (izduženo-srčast), a najmanji kod sorte 'Karina' (0,97), što je u skladu sa njenim okruglastim oblikom ploda. Vrednosti indeksa oblika ploda od 1,07, odnosno 1,03 za sorte 'Summit' i 'Regina' odgovaraju široko-srčastom, odnosno, okruglasto-srčastom obliku ploda ovih sorti.

Analiza varijanse je pokazala da su na masu, dimenzije i indeks oblika ploda veoma značajno uticali faktori varijabilnosti (sorta i godina), ali i da je uticaj njihovih interakcija bio statistički veoma značajan.

7.2.2.2. Karakteristike koštice i peteljke

Najveću prosečnu masu koštice među ispitivanim sortama u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Regina' (0,45 g), a najmanju sorte 'Karina' i 'Summit' (0,41 g) (Tabela 21). Prosečna masa koštice je bila najveća 2010. godine (0,49 g), a najmanja 2009. godine (0,37 g). Ovakav raspored mase koštice po godinama imale su sve ispitivane sorte, izuzev sorte 'Kordia' (najmanja masa koštice 2008. godine). Ova sorta je jedina imala istu dinamiku u promeni mase ploda i mase koštice po godinama (Tabele 20 i 21).

Najveću dužinu koštice imala je sorta 'Kordia' (12,25 mm), a širinu i debljinu sorta 'Regina' (9,91 mm; 7,91 mm). Najmanju dužinu koštice imala je sorta 'Karina' (10,93 mm), dok su širina i debljina koštice bili najmanji kod sorte 'Kordia' (9,10 mm; 7,19 mm). Rezultati ukazuju na to da je sorta 'Kordia' imala košticu najizduženijeg oblika, dok je koštica sorte 'Karina' ovalno-okruglastog oblika.

Tabela 21. Karakteristike koštice ispitivanih sorti trešnje.

FAKTOR		Masa koštice (g)	Dužina koštice (mm)	Širina koštice (mm)	Debljina koštice (mm)	
SORTA (A)	‘Karina’	0,41±0,02 c	10,93±0,08 c	9,63±0,12 b	7,74±0,11 ab	
	‘Kordia’	0,43±0,01 b	12,25±0,21 a	9,10±0,14 b	7,19±0,11 c	
	‘Regina’	0,45±0,03 a	11,25±0,14 b	9,91±0,14 a	7,91±0,11 a	
	‘Summit’	0,41±0,01 c	11,09±0,14 bc	9,78±0,11 a	7,61±0,17 b	
GODINA (B)	2008.	0,42±0,00 b	11,69±0,15 a	9,88±0,14 a	7,92±0,13 a	
	2009.	0,37±0,01 c	10,91±0,11 b	9,16±0,11 b	7,22±0,11 c	
	2010.	0,49±0,01 a	10,92±0,01 fgh	9,92±0,08 bc	7,91±0,07 bc	
A × B	‘Karina’	2008.	0,40±0,00 f	11,18±0,09 def	9,79±0,05 c	7,90±0,23 bc
		2009.	0,34±0,01 g	10,70±0,10 h	9,17±0,12 e	7,40±0,10 d
		2010.	0,50 ±0,00 b	11,55±0,23 a	9,77±0,06 a	7,69±0,06 b
	‘Kordia’	2008.	0,41±0,00 ef	12,40±0,16 b	9,18±0,07 e	7,38±0,12 d
		2009.	0,42±0,01 def	11,48±0,07 cd	8,60±0,03 f	6,80±0,10 e
		2010.	0,46±0,01 c	12,86±0,12 a	9,50±0,16 d	7,39±0,09 d
	‘Regina’	2008.	0,44±0,00 cde	11,66±0,19 c	10,41±0,05 a	8,34±0,06 a
		2009.	0,36±0,00 g	10,77±0,07 gh	9,47±0,09 d	7,70±0,11 cd
		2010.	0,56±0,01 a	11,34±0,06 cde	9,85±0,03 c	7,69±0,06 cd
	‘Summit’	2008.	0,42±0,01 def	11,51±0,18 cd	10,13±0,07 b	8,07±0,24 ab
		2009.	0,36±0,00 g	10,70±0,15 h	9,40±0,11 de	7,00±0,00 e
		2010.	0,44±0,02 cd	11,07±0,02 efg	9,80±0,03 c	7,77±0,03 bc
ANOVA						
A		**	**	**	**	
B		**	**	**	**	
A × B		**	**	**	*	

Masa peteljke je bila relativno niska, i kretala se u intervalu od 0,13 g (‘Summit’), do 0,20 g (‘Regina’) (Tabela 22). Prosečna masa peteljke je bila najveća u 2008. godini (0,19 g), a najmanja u 2009. godini (0,15 g).

Najveću dužinu peteljke imale su sorte ‘Regina’ (54,54 mm) i ‘Kordia’ (54,37 mm). Prosečna dužina peteljke je bila najveća 2008. godine (53,18 mm), a najmanja 2010. godine (46,32 mm).

Na osnovu dužine peteljke, sorte ‘Kordia’ i ‘Regina’ se mogu svrstati u kategoriju sorti duge peteljke (> 49 mm), a ‘Karina’ i ‘Summit’ u sorte srednje duge peteljke (39–49 mm).

Tabela 22. Karakteristike peteljke ispitivanih sorti trešnje.

FAKTOR		Masa peteljke (g)	Dužina peteljke (mm)	
SORTA (A)	'Karina'	0,17±0,02 b	47,22±1,34 b	
	'Kordia'	0,16±0,01 b	54,37±1,60 a	
	'Regina'	0,20±0,00 a	54,54±0,61 a	
	'Summit'	0,13±0,00 c	43,62±1,62 c	
GODINA (B)	2008.	0,19±0,01 a	53,18±0,89 a	
	2009.	0,15±0,01 b	50,31±2,11 b	
	2010.	0,16±0,01 b	46,32±1,61 c	
A × B	'Karina'	2008.	0,24±0,03 a	51,03±0,74 de
		2009.	0,13±0,00 cd	48,10±1,36 f
		2010.	0,14±0,01 cd	42,53±0,69 g
	'Kordia'	2008.	0,18±0,00 b	55,26±0,58 bc
		2009.	0,14±0,00 cd	59,05±1,57 a
		2010.	0,15±0,01 c	48,80±0,99 ef
	'Regina'	2008.	0,20±0,01 b	56,55±0,51 ab
		2009.	0,19±0,00 b	53,48±0,72 cd
		2010.	0,20±0,01 b	53,60±0,85 cd
	'Summit'	2008.	0,13±0,00 cd	49,90±0,84 ef
		2009.	0,12±0,00 d	40,61±0,89 g
		2010.	0,15±0,00 c	40,36±0,62 g
ANOVA				
A		**	**	
B		**	**	
A × B		**	**	

Analiza varijanse je pokazala da su na karakteristike koštice i peteljke ploda ispitivanih sorti veoma značajno uticali faktori varijabilnosti (sorta i godina), ali i njihove međusobne interakcije. Jedino je na debljinu koštice uticaj interakcija faktora varijabilnosti bio statistički značajan.

7.2.2.3. Opisne osobine ploda

Detaljnije opisne osobine ploda ispitivanih sorti trešnje prikazane su u Tabeli 23. Zajedno sa morfometrijskim osobinama, one mogu doprineti uspešnoj determinaciji sorti.

Tabela 23. Opisne osobine ploda ispitivanih sorti trešnje.

Karakteristika ploda	S O R T A			
	‘Karina’	‘Kordia’	‘Regina’	‘Summit’
Oblik ploda	okruglasto-ravan	srcast	udubljeno-srcast	udubljeno-srcast
Boja pokožice	vino-crvena	tamno crvena	mahagoni	mahagoni
Debljina pokožice	srednje debljine	tanka	srednje debljine	tanka
Veličina ožiljka stubića	mala do srednja	mala do srednja	srednja	mala do srednja
Dubina ožiljka stubića	izražena	ravna do izražena	izražena	ravna
Veličina peteljkinog udubljenja	srednje izražena	izražena	izražena	izražena
Dubina peteljkinog udubljenja	srednja	duboka	duboka	srednja
Boja šava	svetla	tamna	tamna	tamna
Dubina šava	ravna	ravna do izražena	ravna	ravna
Boja mezokarpa	crvena	ružičasta	ružičasta	ružičasto-crvena
Čvrstina mezokarpa	srednje čvrst	čvrst	čvrst	čvrst
Sočnost mezokarpa	srednja	srednja	srednja	srednja
Boja soka	tamno crvena	ružičasto-crvena	crvena	ružičasto-crvena
Curenje soka	bez curenja	bez curenja	bez curenja	bez curenja
Tekstura mezokarpa	srednje fina	srednje fina	srednje fina	srednje fina
Vežanost koštice i mesa	blago prijanja	blago prijanja	blago prijanja	blago prijanja
Oblik koštice	sferičan	izdužen	sferičan	sferičan
Greben koštice	srednje izražen	slabo izražen	slabo izražen	srednje izražen
Odvajanje ploda pri berbi	srednje teško	srednje teško	srednje teško	srednje teško

Plodovi ispitivanih sorti trešnje se odlikuju crvenom bojom pokožice, koja je bila najtamnija kod sorti ‘Regina’ i ‘Summit’ (mahagoni crvena). U pogledu veličine ožiljka stubića i peteljkinog udubljenja, uočene razlike među sortama su bile relativno male. Izraženom dubinom peteljkinog udubljenja odlikovale su se sorte ‘Kordia’ i ‘Regina’. Kod sorte ‘Karina’ je uočena svetla boja šava, za razliku od boje šava ostalih sorti. Takođe, čvrstina mezokarpa ove sorte je bila manja u odnosu na ostale. Kod sorte ‘Karina’ je utvrđena i nešto tamnija boja mezokarpa i soka ploda.

U pogledu karakteristika koštice, koštica sorte ‘Kordia’ se izdvaja svojim izduženim oblikom u odnosu na ostale sorte, čiji je oblik koštice bio sferičan.

7.2.2.4. Randman mezokarpa ploda

Randman mezokarpa, kao procentualni udeo jestivog dela (mezokarp i pokožica) u odnosu na ukupnu masu ploda, bio je najveći kod sorte ‘Summit’ (94,38%) (Tabela 24), što je u skladu sa najvećom masom ploda ove sorte.

Najmanji randman mezokarpa imala je sorta ‘Regina’ (92,95%). I pored krupnog ploda, ova sorta je imala najveću masu koštice među ispitivanim sortama, što je uticalo na relativno nisku vrednost randmana mezokarpa.

Tabela 24. Randman mezokarpa ploda ispitivanih sorti trešnje.

FAKTOR		Randman mezokarpa	
SORTA (A)	'Karina'	93,48±0,28 b	
	'Kordia'	93,24±0,23 c	
	'Regina'	92,95±0,24 c	
	'Summit'	94,38±0,24 a	
GODINA (B)	2008.	93,54±0,28 b	
	2009.	94,01±0,24 a	
	2010.	92,99±0,22 c	
A × B	'Karina'	2008.	93,25±0,32 cde
		2009.	94,32±0,22 b
		2010.	92,88±0,19 ef
	'Kordia'	2008.	92,84±0,41 fg
		2009.	93,64±0,04 cd
		2010.	93,23±0,07 de
	'Regina'	2008.	93,50±0,18 cd
		2009.	93,23±0,07 de
		2010.	92,12±0,03 g
	'Summit'	2008.	94,57±0,08 ab
		2009.	94,84±0,04 a
		2010.	93,73±0,37 c
ANOVA			
A		**	
B		**	
A × B		**	

Posmatrano po godinama, randman mezokarpa ploda je bio najveći u 2009. godini (94,01%), i pored najmanje mase ploda ispitivanih sorti u ovoj godini ispitivanja.

Na randman mezokarpa ploda statistički su veoma značajno uticali faktori varijabilnosti, kao i njihove međusobne interakcije.

7.2.3. Biohemijski sastav ploda

Najveći sadržaj rastvorljivih suvih materija (RSM) među ispitivanim sortama trešnje imala je sorta 'Kordia' (16,54%), a najmanji sorta 'Summit' (14,93%) (Tabela 25). Sorta 'Kordia' je takođe imala najveći sadržaj ukupnih šećera (11,92%) i invertnih

šećera (11,12%). Prosečan sadržaj RSM, ukupnih i invertnih šećera je bio ujednačen po godinama. Analiza varijanse je pokazala da je uticaj sorte i međusobnih interakcija sorte i godine na ove parametre bio statistički veoma značajan, dok uticaj godine nije bio značajan.

Analiza varijanse je takođe pokazala statistički veoma značajan uticaj godine na sadržaj saharoze, dok uticaj sorte i interakcije sorte i godine nije bio značajan. Sadržaj saharoze se kod ispitivanih sorti kretao u intervalu od 0,69% ('Summit') do 0,76% ('Kordia'). Prosečan sadržaj saharoze je bio najviši 2008. godine (0,84%), a najniži 2009. godine (0,64%).

U pogledu sadržaja ukupnih kiselina, najveće vrednosti su utvrđene kod sorte 'Kordia' (0,73%), a najmanje kod sorte 'Regina' (0,43%) (Tabela 25). Najveći prosečan sadržaj ukupnih kiselina utvrđen je 2008. godine (0,63%), a najmanji 2010. godine (0,52%). Ovakav raspored vrednosti sadržaja ukupnih kiselina po godinama uočen je kod svih ispitivanih sorti, izuzev kod sorte 'Karina', koja je najveći prosečan sadržaj ukupnih kiselina imala 2009. godine.

Najveću pH vrednost soka ploda imala je sorta 'Regina' (3,98), a najmanju 'Kordia' (3,61), što je u skladu sa najmanjim, odnosno najvećim sadržajem ukupnih kiselina u plodu ovih sorti. Prosečna pH vrednost soka ploda ispitivanih sorti po godinama pokazuje obrnutu tendenciju u odnosu na prosečan sadržaj ukupnih kiselina (Tabela 25).

Indeks slasti ploda je bio najveći kod sorte 'Regina' (26,33), a najmanji kod sorte 'Kordia' (16,52). Vrednosti indeksa slasti ploda po sortama pokazuju sličnu tendenciju sa vrednošću pH soka ploda, odnosno obrnutu tendenciju u odnosu na sadržaj ukupnih kiselina. Slične tendencije u vrednostima indeksa slasti u odnosu na pH soka ploda i sadržaj ukupnih kiselina uočene su i u rasporedu vrednosti po godinama ispitivanja (Tabela 25).

Analiza varijanse za uticaje faktora varijabilnosti na sadržaj ukupnih kiselina, pH vrednost soka ploda i indeks slasti ploda, pokazala je njihov statistički veoma značajan pojedinačni uticaj, kao i veoma značajan uticaj njihovih međusobnih interakcija.

Tabela 25. Biohemijski sastav ploda ispitivanih sorti trešnje

FAKTOR		RSM* (%)	Ukupni šećeri (%)	Invertni šećeri (%)	Saharoza (%)	Ukupne kiseline (%)	pH vrednost (%)	Indeks slasti ploda	
SORTA (A)	'Karina'	15,51±0,25 b	11,23±0,17 b	10,49±0,18 b	0,75±0,18 a	0,60±0,07 b	3,73±0,05 c	18,80±0,58 b	
	'Kordia'	16,54±0,18 a	11,92±0,13 a	11,12±0,22 a	0,76±0,14 a	0,73±0,10 a	3,61±0,08 d	16,52±0,55 c	
	'Regina'	15,04±0,12 bc	11,06±0,19 b	10,30±0,13 b	0,72±0,16 a	0,43±0,08 c	3,98±0,04 a	26,33±1,19 a	
	'Summit'	14,93±0,44 c	11,01±0,25 b	10,28±0,24 b	0,69±0,16 a	0,59±0,10 b	3,82±0,05 b	18,90±0,64 b	
GODINA (B)	2008.	15,59±0,26 a	11,33±0,19 a	10,48±0,19 a	0,84±0,09 a	0,63±0,13 a	3,62±0,06 c	18,51±0,82 c	
	2009.	15,34±0,37 a	11,39±0,29 a	10,72±0,25 a	0,64±0,10 b	0,61±0,15 a	3,78±0,05 b	19,44±1,24 b	
	2010.	15,59±0,16 a	11,20±0,13 a	10,45±0,11 a	0,72±0,14 b	0,52±0,12 b	3,95±0,03 a	22,47±1,44 a	
A × B	'Karina'	2008.	14,40±0,26 e	10,62±0,15 bcd	9,80±0,15 ef	0,93±0,11 a	0,56±0,02 d	3,51±0,01 g	18,96±0,35 de
		2009.	15,87±0,07 bc	11,37±0,15 bcd	10,72±0,11 bc	0,61±0,25 d	0,68±0,01 b	3,81±0,01 e	16,80±0,33 gh
		2010.	16,27±0,24 ab	11,70±0,21 bc	10,96±0,15 b	0,71±0,20 bcd	0,57±0,05 d	3,86±0,01 de	20,65±0,11 cd
	'Kordia'	2008.	16,70±0,12 ab	12,03±0,15 ab	11,11±0,14 b	0,88±0,11 ab	0,79±0,06 a	3,35±0,02 h	15,19±0,51 i
		2009.	16,97±0,49 a	12,45±0,72 a	11,76±0,49 a	0,65±0,18 cd	0,78±0,03 a	3,57±0,02 g	15,88±0,51 hi
		2010.	15,97±0,03 bc	11,28±0,09 cde	10,49±0,03 bcd	0,76±0,22 abcd	0,61±0,02 c	3,91±0,01 cd	18,50±0,22 efg
	'Regina'	2008.	14,67±0,21 de	10,70±0,13 de	9,90±0,14 def	0,76±0,01 abcd	0,48±0,10 e	3,82±0,03 e	22,39±0,92 c
		2009.	15,50±0,16 cd	11,45±0,00 bcd	10,81±0,06 bc	0,61±0,27 d	0,44±0,01 f	4,05±0,01 ab	26,22±0,20 b
		2010.	14,97±0,03 de	11,03±0,06 de	10,19±0,03 cde	0,80±0,32 abc	0,36±0,02 g	4,07±0,01 a	30,37±0,44 a
	'Summit'	2008.	16,60±0,04 ab	11,95±0,13 ab	11,11±0,18 b	0,80±0,29 abc	0,68±0,05 b	3,81±0,01 e	17,50±0,30 fgh
		2009.	13,03±0,24 f	10,28±0,19 e	9,58±0,20 f	0,67±0,19 cd	0,55±0,07 d	3,70±0,05 f	18,86±0,74 def
		2010.	15,17±0,37 cde	10,78±0,35 de	10,15±0,27 cde	0,60±0,29 d	0,53±0,09 d	3,96±0,07 bc	20,34±1,52 de
ANOVA									
A		**	**	**	ns	**	**	**	
B		ns	ns	ns	**	**	**	**	
A × B		**	**	**	ns	**	**	**	

* RSM – rastvorljive suve materije

7.2.4. Organoleptička ocena svežih plodova

Imajući u vidu da su plodovi trešnje namenjeni prvenstveno za stonu potrošnju, organoleptička ocena kvaliteta ploda je važan parametar u opštoj oceni sorti.

Najbolju ukupnu ocenu parametara izgleda ploda imala je sorta 'Summit' (18,3 u 2009. godini, odnosno 19,2 u 2010. godini; Tabela 26), što je i očekivano imajući u vidu najveću krupnoću ploda ove sorte. Najnižu ukupnu ocenu parametara izgleda ploda u obe godine imala je sorta 'Karina' (15,4; 15,6).

Tabela 26. Organoleptički parametri kvaliteta ploda ispitivanih sorti trešnje.

SORTA	GOD.	Parametri izgleda ploda				
		Krupnoća	Oblik	Boja	Atraktivnost	Ukupno
'Karina'	2009.	3,8	3,7	4,2	3,7	15,4
'Kordia'		4,1	4,4	4,3	4,8	17,6
'Regina'		3,9	4,4	5,0	3,9	17,2
'Summit'		4,3	4,8	4,6	4,6	18,3
'Karina'	2010.	3,9	3,9	4,2	3,6	15,6
'Kordia'		4,7	4,9	4,8	4,7	19,1
'Regina'		4,9	4,5	4,8	4,5	18,7
'Summit'		4,6	4,8	4,9	4,9	19,2
SORTA	GOD.	Kvalitet mezokarpa				
		Čvrstina	Konzistencija	Aroma	Ukus	Ukupno
'Karina'	2009.	4,2	4,0	3,8	3,8	15,8
'Kordia'		4,9	4,8	4,2	4,5	18,4
'Regina'		4,7	4,5	3,8	4,0	17,0
'Summit'		4,3	4,7	4,00	4,1	17,1
'Karina'	2010.	3,9	3,9	4,2	3,8	15,8
'Kordia'		4,8	4,6	4,5	4,9	18,8
'Regina'		4,6	4,4	4,1	4,2	17,3
'Summit'		4,3	4,7	4,2	4,5	17,7

U pogledu organoleptičke ocene kvaliteta mezokarpa, najvišu ocenu u obe godine imala je sorta 'Kordia' (18,4; 18,8). Ova sorta je imala najviše vrednosti ocene ukusa, ali i čvrstine mezokarpa. Sorte 'Regina' i 'Summit' su imale visoke i relativno ujednačene vrednosti ocene parametara izgleda ploda i kvaliteta mezokarpa po godinama. Sorta 'Karina' je u pogledu organoleptičke ocene kvaliteta ploda pokazala najslabije rezultate među ispitivanim sortama.

7.2.5. Prinos po stablu i jedinici površine

Najveći prosečan prinos po stablu među ispitivanim sortama u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Regina' (14,51 kg), a najmanji sorta 'Summit' (9,54 kg) (Tabela 27). Posmatrano po godinama, najveći prosečan prinos po stablu ostvaren je 2010. godine (14,19 kg), a najmanji 2008. godine (10,59 kg). Ovakav raspored vrednosti prinosa po stablu po godinama (rast prinosa od 2008. ka 2010. godini) imale su sorte 'Karina', 'Kordia' i 'Regina', dok je sorta 'Summit' imala niži prinos po stablu u 2009. godini, u odnosu na 2008. godinu.

Tabela 27. Prinos ispitivanih sorti trešnje po stablu i jedinici površine.

FAKTOR		Prinos (kg st ⁻¹)	Prinos (t ha ⁻¹)	
SORTA (A)	'Karina'	13,24±0,68 b	22,07±1,13 b	
	'Kordia'	11,50±0,50 c	19,17±0,86 c	
	'Regina'	14,51±0,91 a	24,18±1,51 a	
	'Summit'	9,54±0,41 d	15,91±0,74 d	
GODINA (B)	2008.	10,59±0,44 c	18,24±0,74 c	
	2009.	11,47±0,66 b	19,11±1,11 b	
	2010.	14,19±0,85 a	23,64±1,42 a	
A × B	'Karina'	2008.	11,80±0,11 ef	19,67±0,19 ef
		2009.	12,23±0,12 e	20,39±0,20 e
		2010.	15,70±0,07 b	26,17±0,11 b
	'Kordia'	2008.	10,17±0,44 g	16,94±0,73 g
		2009.	11,07±0,64 fg	18,44±1,06 fg
		2010.	13,27±0,14 cd	22,11±0,24 cd
	'Regina'	2008.	12,75±0,08 de	21,25±0,13 de
		2009.	14,17±0,73 c	23,61±1,21 c
		2010.	16,60±0,10 a	27,67±0,17 a
	'Summit'	2008.	9,07±0,23 h	15,11±0,39 h
		2009.	8,40±0,21 h	14,00±0,35 h
		2010.	11,17±0,44 fg	18,61±0,74 fg
ANOVA				
A		**	**	
B		**	**	
A × B		**	**	

Prinos sorti po hektaru, dobijen za 1667 stabala (razmak sadnje $4,0 \times 1,5$ m) pokazuje, što je i očekivano, istu dinamiku promena po sortama i godinama. Prosečan prinos po jedinici površine najrodnije sorte 'Regina' iznosio je 24,18 t/ha, a najmanje rodne sorte 'Summit' 15,91 t/ha.

Analizom varijanse je utvrđeno da su na prinos po stablu i jedinici površine ispitivanih sorti trešnje veoma značajno uticali faktori varijabilnosti (sorta i godina), kao i njihove međusobne interakcije.

8. DISKUSIJA

8.1. Biologija oplodjenja

8.1.1. Fenofaza cvetanja

Poznavanje vremena cvetanja sorti trešnje, jedan je od aspekata značajnih za iznalaženje adekvatnih sortnih kompozicija u određenim agroekološkim uslovima, koje daju najbolje mogućnosti za oprašivanje i oplodjenje, a samim tim i realizaciju potencijala rodnosti.

Na početak cvetanja svih vrsta voćaka, pa i trešnje, najveći uticaj imaju vremenske prilike, prvenstveno temperatura, neposredno pred početak cvetanja. U našem radu, jasno se uočavaju razlike u vremenu početka fenofaze cvetanja ispitivanih sorti po godinama, a naročito ranije cvetanje u 2008. godini, koje je nastupilo nakon relativno visokih temperatura tokom marta. Cvetanje je nastupilo poznije u 2009. godini, opet kao rezultat vremenskih karakteristika – niskih temperatura u toku marta i početka aprila. Početak cvetanja u toku 2010. godine je bio uobičajen za uslove Čačka, i u skladu sa višegodišnjim prosekom vremena cvetanja sorti trešnje na ovom području (Stančević, 1967; Radičević *et al.*, 2008, 2011).

Iako je početak cvetanja trešnje uslovljen temperaturnim prilikama, redosled početka cvetanja sorti gajenih u istovetnim uslovima sredine uslovljen je naslednim osobinama (Stančević, 1967). Isti autor navodi da se uticaj sorte naročito ističe u godinama sa ranijim početkom cvetanja, kao i da u takvim godinama cvetanje traje duže, što je u skladu sa rezultatima dobijenim u ovom radu. U godinama sa kasnijim početkom cvetanja ovaj uticaj je manje izražen, s obzirom da je raspon između najranocvetnije i najpoznocvetnije sorte relativno kratak (u ovom istraživanju, svega dva dana u 2009. godini). Redosled početka cvetanja sorti trešnje ispitivanih u našem radu je po godinama bio ujednačen, odnosno sorte su cvetale prema redosledu 'Kordia' – 'Summit' – 'Karina' – 'Regina', uz inverziju u početku cvetanja sorti 'Summit' i 'Karina' 2008. godine. Ako se, međutim, analizira početak fenofaze punog cvetanja, može se uočiti isti redosled po sortama, dok je inverzija u redosledu nastupanja fenofaze

punog cvetanja utvrđena za sorte ‘Kordia’ i ‘Summit’, u toku 2010. godine.

Trešnja i višnja spadaju u vrste koštičavih voćaka kratkog perioda nastupanja punog cvetanja, koji traje do tri dana (Nyéki i Soltész, 1996). Prosečno nastupanje fenofaze punog cvetanja u odnosu na početak cvetanja u našem radu se kretalo od 2,7 dana (‘Summit’) do 3,7 dana (‘Karina’ i ‘Regina’).

Hodun i Hodun (2002), ispitujući karakteristike cvetanja 80 sorti trešnje, navode da je kod najvećeg broja sorti cvetanje trajalo 8 do 10 dana. U našem radu, fenofaza cvetanja je trajala nešto duže - od 11,7 dana (‘Summit’) do 14,3 dana (‘Kordia’).

Klasifikacija sorti prema vremenu cvetanja u odnosu na sortu ‘Burlat’, iako izvršena ispitivanjem vremena cvetanja u trogodišnjem periodu, u skladu je sa rezultatima drugih istraživanja. Na osnovu ispitivanja vremena cvetanja sorti ‘Kordia’ i ‘Summit’ u agroekološkim uslovima zapadne Srbije, one pripadaju grupi srednjecvetajućih sorti (Radičević *et al.*, 2011). Lichev *et al.* (2004) navode da u uslovima Bugarske sorta ‘Regina’ pozno cveta.

Značajan problem u proučavanju fenologije cvetanja trešnje i njenog uticaja na pravilno formiranje sortne kompozicije, jeste utvrđivanje vremenskog preklapanja pojedinih sorti u fenofazi punog cvetanja, kao preduslova potencijalnog oprašivanja. S obzirom na to da sorte trešnje ispitivane u ovom radu međusobno čine kompatibilne, ili delimično kompatibilne kombinacije oprašivanja, kao i da obilnost cvetanja nije mogla biti limitirajući faktor za pogodnost bilo koje od ispitivanih sorti kao oprašivača, ostaje da je vremensko podudaranje tokom fenofaze punog cvetanja pojedinih sorti ključni faktor, sa aspekta fenoloških osobina, koji može uticati na međusobnu potencijalnu pogodnost. Za komercijalne zasade, i svođenja rizika u proizvodnji na najmanju moguću meru, vremensko preklapanje tokom fenofaze punog cvetanja pojedinih sorti treba da bude višegodišnje i stabilno, naročito na početku fenofaze punog cvetanja. Nedovoljno preklapanje u fenofazi punog cvetanja može da bude limitirajući faktor uspešnog oprašivanja i oplodjenja pojedinih godina, naročito kada niske temperature na početku fenofaze cvetanja jedne sorte odlažu početak cvetanja druge. Višegodišnje preklapanje tokom fenofaze punog cvetanja sorti trešnje u trajanju od 5–8 dana predstavlja osnov za potencijalno međusobno oprašivanje (Cerović *et al.*, 2005), pri čemu ovo preklapanje treba da bude praćeno kratkim rasponom početka fenofaze punog cvetanja između sorti (najviše 2–3 dana).

Prema rezultatima koje navodi Granger (2004), rodnost komercijalno značajnih sorti trešnje je u pojedinim godinama ozbiljno ugrožena zbog neadekvatne i po godinama promenljive usklađenosti u vremenu cvetanja, kao i inverzije u cvetanju glavne i sorti oprašivača. Promenljiva rodnost po godinama se može javiti kod potpuno i delimično kompatibilnih kombinacija sorti približno istog vremena cvetanja, uprkos dovoljnoj zastupljenosti i optimalnom rasporedu sorti oprašivača i obezbeđenju adekvatnog transfera polena. Ovaj fenomen se tumači spremnošću ženskog, uz istovremenu nespremnost muškog gametofita za proces oplodjenja u momentu otvaranja cveta, zbog čega se ističe prednost ranije cvetajućih u odnosu na poznije cvetajuće oprašivače (Granger, 2004).

Iz rezultata našeg rada se jasno uočava međusobna bolja podudarnost u vremenu cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit', odnosno sorti 'Karina' i 'Regina'. Vremensko trajanje preklapanja tokom fenofaze punog cvetanja za ove kombinacije nije bilo ograničavajući faktor za uspešno zametanje plodova u varijanti slobodnog oprašivanja. Između ovih kategorija, može se utvrditi i mogućnost preklapanja u fenofazi punog cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit' sa sortom 'Karina', dok je cvetanje sorte 'Regina' poznije u odnosu na ostale u svim godinama, a naročito u odnosu na sortu 'Kordia'. Osmogodišnja proučavanja fenofaze cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit' ukazuju na odlično vremensko preklapanje u fenofazi punog cvetanja ovih sorti u sličnim agroekološkim uslovima (Radičević *et al.*, 2011).

8.1.2. Klijavost polena *in vitro*

U određivanju sortne kompozicije i u oplemenjivačkom radu kod trešnje, izbor adekvatne metode za određivanje životne sposobnosti polena je od velike važnosti. Postoje tri osnovna načina u analizi polena: deskriptivna istraživanja, testovi vitalnosti i fiziološki testovi (Galleta, 1983). Standardni testovi vitalnosti uključuju klijavost polena *in vitro* i *in vivo*, kao i direktno određivanje vitalnosti neklijalih polenovih zrna različitim hemijskim testovima (Stanley i Linskens, 1974). Ispitivanja validnosti sedam testova vitalnosti polena kod roda *Prunus* su pokazala da dva od njih - *in vitro* test klijavosti u visećoj kapi i na agarozno-saharoznoj podlozi, pokazuju najveću realnost i visoku korelaciju u pogledu ocene vitalnosti polena (Parfitt i Ganeshan, 1989).

Na klijavost polena *in vitro* utiču: vrsta biljke od koje je polen uzet, godišnja sezona, vreme uzimanja, način sakupljanja i uslovi čuvanja polena (Stanley i Linskens, 1974), gustina zasejanog polena, sastav i pH vrednost medijuma za klijanje. Kvalitet polena varira između sorti unutar jedne vrste voćaka (Stösser *et al.*, 1996).

Takođe su poznate pojave variranja klijavosti polena *in vitro* sorti trešnje po godinama (Cerović *et al.*, 2005). Promenljiva klijavost polena ispitivanih sorti po godinama uočena je i u ovom radu, pri čemu redosled vrednosti od najveće do najmanje klijavosti nije bio ujednačen. Tako je sorta 'Regina' najvišu vrednost klijavosti polena *in vitro* imala 2010. godine (68,15%), dok je vrednost klijavosti polena sorte 'Karina' u ovoj godini bila najniža (20,31%). Drugim rečima, uočava se nesaglasnost u tendencijama osnovnih faktora i njihovih pojedinih modaliteta, tj. odsustvo paralelizma, ili pojava suprotne tendencije. Ovo je uslovalo da je uticaj interakcija osnovnih faktora bio statistički veoma značajan, zbog čega se zaključci o njihovim pojedinačnim uticajima ne mogu izvoditi. Dejstvo ispitivanih faktora na klijavost polena *in vitro* nije bilo nezavisno, tj. razlike između sorti i po godinama ispitivanja su uslovljene interakcijskim efektima faktora varijabilnosti.

Poznato je da je regularnost odvijanja procesa mikrosporogeneze u direktnoj vezi sa vitalnošću i klijavošću polena *in vitro* (Cerović, 1991a), tako da različiti faktori koji utiču na formiranje polena, i njihov promenljiv uticaj na pojedine sorte po godinama, mogu usloviti i nejednake promene klijavosti. Takođe, treba imati u vidu i uticaj eksperimentalnih uslova klijavosti polena *in vitro*, prvenstveno temperature, ali i sastava medijuma, kao i različitih zahteva pojedinih sorti prema ovim uslovima, koje su genotipski uslovljene. Poznato je da su temperature 15–20 °C uglavnom optimalne za klijavost polena *in vitro* sorti kajsije (Egea *et al.*, 1992) i višnje (Cerović i Ružić, 1992a). Sa druge strane, Pirlak (2002) navodi da je najveća vrednost klijavosti polena *in vitro* kod četiri sorti kajsije i tri sorte trešnje postignuta na temperaturi od 20 °C, dok je vrednost klijavosti polena jedne sorte kajsije bila najbolja na 10 °C. Prema ovom autoru, visoka klijavost polena *in vitro* vrsta i sorti na različitim temperaturama može biti prvi indikator prilagođenosti genotipa različitim geografskim uslovima, sa aspekta regularnosti odvijanja pojedinih faza procesa oplodjenja.

Zahtevi za optimalnom temperaturom klijanja polena *in vitro* se mogu razlikovati u odnosu na to da li je sorta ranije, ili poznije cvetajuća (Pirlak, 2002). Ruiz i

Egea (2008) navode postojanje negativne korelacije između vremena cvetanja i klijavosti polena *in vitro* sorti kajsije u uslovima mediteranske klime. U agroekološkim uslovima Srbije, utvrđena je umerena pozitivna korelacija između vremena cvetanja i klijavosti polena *in vitro* sorti trešnje (Radičević *et al.*, 2012). U našem istraživanju, interesantno je da je sorta 'Regina', najpoznijeg cvetanja među ispitivanim sortama, imala i najvišu klijavost polena *in vitro* na temperaturi od 20 °C.

Beyhan i Karakaş (2009), navode da klijavost polena *in vitro* sorti trešnje u velikoj meri zavisi od „uspešnosti istraživača” da iznađu najpodesniji medijum. Prema ovim autorima, najbolja klijavost polena sedam sorti trešnje postignuta je na medijumu sa koncentracijom saharoze od 20%, dok su rezultati dobijeni sa koncentracijama od 15% i 10% slabiji, i u skladu sa rezultatima dobijenim u našem radu. Dobijeni rezultati za klijavost polena *in vitro* sorti 'Kordia' (26,68%) i 'Summit' (28,87%), u skladu su sa ranije dobijenim rezultatima za klijavost polena *in vitro* ovih sorti pod istim temperaturnim režimom i na hranljivoj podlozi jednakog sastava (32,16%; 25,14%; Radičević *et al.*, 2008.).

8.1.3. Morfometrija polena

Skenirajuća i transmisiona elektronska mikroskopija (SEM, TEM) predstavljaju moćno oruđe u analizi morfologije polenovih zrna i ornamentacije egzine (Shivana, 2003). Polenova zrna imaju jedinstveni set karakteristika: krupnoću, oblik, ornamentaciju egzine, broj i veličinu otvora. Razlike u veličini ovih parametara se mogu uspešno koristiti u determinaciji vrsta i sorti voćaka (Evrenosoğlu i Misirli, 2009). Mulas *et al.* (1989) ukazuju na stabilnost ovih svojstava. Prema ovim autorima, morfološke osobine polenovih zrna sorti badema, kao i karakteristike njihove egzine, ne zavise od podloge, navodnjavanja ili geografske lokacije.

Prema rezultatima koje navodi Fogle (1977a, 1977b), uvećanje SEM-a od 10 000X obezbeđuje detalje karakteristika nabora, koje ukazuju na razlike među sortama u okviru vrste. Okruglaste protuberance egzine polenovog zrna, koje se jasno uočavaju posmatranjem pod svetlosnim mikroskopom, pojavljuju se kao nabori pod velikim uvećanjima, koje obezbeđuje elektronska mikroskopija. Tako su morfološke karakteristike polenovih zrna i ornamentacija egzine najpre korišćeni u identifikaciji

vrsta, ali i sorti u okviru vrste kod breskve, šljive, kajsije, trešnje i višnje (Fogle 1977a; 1977b). U novije vreme, determinacija više genotipova vrsta roda *Prunus* na osnovu morfološke karakterizacije polenovih zrna obavljena je kod kajsije (Arzani *et al.*, 2005; Asma, 2008), višnje (Miaja *et al.*, 2000) i badema (Sorkheh *et al.*, 2008). Autori se uglavnom slažu u pogledu ocene da razlike u morfologiji polena i ornamentaciji egzine među sortama voćaka postoje, ali i da ove razlike često nisu velike.

Iako oblik polenovih zrna varira, polenova zrna većine vrsta voćaka su sferična ili ovalna. Oblik polenovih zrna vrsta roda *Prunus* opisan je kao zarubljen do eliptičan kod badema (Sorkheh *et al.*, 2008), cilindričan kod breskve i šljive (Evrenosoğlu i Misirli, 2009), eliptičan ili zatupljeno-trouglast kod kajsije (Arzani *et al.*, 2005). Odnos dužine i širine polenovih zrna sorti trešnje analiziranih u našem radu, ukazuje na njihov nešto izduženiji oblik (*perprolate*, Punt *et al.*, 2007), u odnosu na ostale vrste roda *Prunus* - *subprolate* (Evrenosoğlu i Misirli, 2009) ili *prolate-perprolate* kod kajsije (Arzani *et al.*, 2005), *prolate-perprolate* kod badema (Sorkheh *et al.*, 2008) i višnje (Miaja *et al.*, 2000), *prolate* kod breskve i šljive (Evrenosoğlu i Misirli 2009).

Rezultati takođe ukazuju na manju varijabilnost u pogledu morfoloških karakteristika polenovih zrna sorti trešnje u odnosu na sorte drugih vrsta voćaka familije *Rosaceae* – jabuke (Marcucci *et al.*, 1984) i jagode (Mass, 1977), što se može objasniti nižim stepenom ploidijske kod trešnje. Sorkheh *et al.* (2008) navode slične rezultate u pogledu varijabilnosti morfoloških osobina polenovih zrna diploidnih sorti badema. Raniji rezultati za jabuku, šljivu, breskvu, jagodu i malinu takođe ukazuju na direktnu vezu između veličine polenovog zrna i nivoa ploidijske (Fogle, 1977a; Maas, 1977).

Iako ne previše izražene, razlike u morfološkim osobinama i karakteristikama egzine polenovog zrna sorti ispitivanih u našem radu, razmatrane zajedno, mogu doprineti identifikaciji sorti. Tako je sorta ‘Summit’ imala najkrupnija polenova zrna, najveće dužine, ali i najmanjeg odnosa dužina/širina, pa je zato oblik polenovog zrna ove sorte bio najizduženiji. Dužina i širina kolpi polenovih zrna ove sorte su bile najveće, dok je rastojanje između kolpi bilo najmanje. Polenova zrna sorte ‘Summit’ su imala veoma izražene nabore, kao i najveći broj nabora na 100^2 μm egzine. Kod sorte ‘Kordia’, polenova zrna su imala izražene jame celom površinom egzine. Polenova zrna ove sorte su bila sličnija polenovim zrnima sorti ‘Karina’ i ‘Regina’, nego polenovim zrnima sorte ‘Summit’. Najveći odnos dužina/širina, kao i najveća širina strija uočeni su

kod sorte 'Karina'. 'Regina' je imala najsitnija polenova zrna, najmanju dužinu i širinu kolpi, najveće rastojanje među kolpama, kao i najmanji broj nabora.

Rezultati takođe ukazuju na određeni stepen veze između karakteristika polenovih zrna i porekla sorti. Najveće razlike su ispoljene u pogledu karakteristika sorte 'Summit' (poreklom iz severne Amerike) i ostale tri evropske sorte. Sa druge strane, najveća morfološka sličnost je uočena između sorti 'Karina' i 'Regina', koje su ne samo istog geografskog porekla (Nemačka), već su i dobijene iz iste roditeljske kombinacije ('Schneiders Späte' × 'Rube'). Statistički značajne razlike između ovih sorti su ispoljene jedino u pogledu rastojanja između kolpi, broja nabora i širine strija. Lisek i Rozpara (2009), koristeći molekularne tehnike za utvrđivanje genetičke sličnosti 24 sorte trešnje, utvrdili su najviši nivo genetičke sličnosti upravo između sorti 'Karina' i 'Regina'.

I pored toga što dobijeni rezultati ukazuju na to da nema velikih razlika među ispitivanim parametrima polenovih zrna sorti trešnje, sagledavajući sve parametre zajedno, polen svake sorte ima jedinstvene karakteristike. U tom smislu, morfološka karakterizacija polenovih zrna i egzine, naročito u kombinaciji sa drugim morfološkim osobinama, mogu doprineti uspešnom razdvajanju genotipova trešnje, u cilju opšteg opisa i karakterizacije genotipova (banke gena), kao i praćenja porekla polena tokom njegovog transfera u ogleđima sa slobodnim oprašivanjem.

8.1.4. Rast polenovih cevčica *in vivo*

8.1.4.1. Brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka

Kod velikog broja vrsta, broj polenovih zrna na žigu tučka daleko prevazilazi broj semenih zametaka raspoloživih za oplodjenje, i kao posledica toga, značajan broj muških gametofita se gubi dužinom stubića tokom progamne faze procesa oplodjenja. U tom smislu, finalizaciju procesa oplodjenja treba razmatrati kao rezultat serije događaja koji određuju koji će muški gametofit, među svim mogućim kandidatima, da obavi oplodjenje unutar embrionove kesice.

U našem radu, izraženo smanjivanje brojnosti polenovih cevčica od gornje trećine do baze stubića i u plodniku evidentno je u svim kombinacijama oprašivanja. Od

relativno visokog broja, koji je dostizao i preko 100 polenovih cevčica u gornjoj trećini, njihov broj se svodi na prosečno 5–10 u bazi stubića, sa prelascima preko ovog broja u pojedinim kombinacijama, pojedinim godina. Takođe je uočeno da su razlike u brojnosti polenovih cevčica po pojedinim kombinacijama oprašivanja sve manje značajne dužinom stubića, tj. da je broj polenovih cevčica sa povećanjem udaljenosti od gornje trećine stubića varirao sve manje. Konačan broj polenovih cevčica u bazi stubića je bio manje ili više ujednačen kod svih kombinacija oprašivanja. Redukcija brojnosti polenovih cevčica je bila još izraženija u plodniku, gde je njihov broj iznosio prosečno 1–3, sa retkim odstupanjima preko ove vrednosti.

Uticaji faktora varijabilnosti (oprašivač i godina, pri čemu se uticaj godine manifestovao preko uticaja temperature tokom fenofaze punog cvetanja majčinske sorte na genotip oprašivača) na brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i u plodniku, mogu se razmatrati jedino u kontekstu njihovih kompleksnih međusobnih interakcija, kao i drugih složenih uticaja (uticaj majčinskog sporofita na gametofit oprašivača, kao i zavisnost ovakve veze od temperature). Svi ovi uticaji su se ispoljili kao statistički značajne i veoma značajne interakcije u analizi varijanse brojnosti polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i u plodniku ispitivanih sorti.

Brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića je uslovljena kompleksnim uticajem genotipa oprašivača, koji se ostvaruje najpre početnom snagom klijanja polena, i koji je zavistan od različitih faktora koji su prethodili njegovom formiranju. Na brojnost polenovih cevčica mogu uticati receptivna sposobnost i uslovi klijanja na žigu, početna brojnost polenovih zrna na žigu i sl. U tom smislu, brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića je donekle refleksija njegove klijavosti *in vitro*, što je i potvrđeno relativno visokim koeficijentom korelacije između ovih parametara ($r=0,65$). Rast polenovih cevčica *in vivo* pokazuje zavisnost u odnosu na klijavost polena *in vitro* kod višnje (Cerović i Ružić, 1992a) i šljive (Kuzmanović, 2008). Sa druge strane, Hormaza i Herrero (1999) navode da kod trešnje ova korelacija ne postoji, iako rast polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića može ličiti na rast polenovih cevčica u *in vitro* uslovima. Prema ovim autorima, žig i početne zone provodnog tkiva stubića su podsticajna sredina za klijanje i rast polenovih cevčica od ma kog hranljivog medijuma, tj. one pokrivaju različite potrebe različitih genotipova oprašivača.

U našem radu, brojnost polenovih cevčica sa udaljenošću od žiga je bila sve

manje zavisna od klijavosti polena *in vitro*, što je potvrđeno padom vrednosti koeficijenata korelacije između ovih parametara u nižim regionima stubića i plodniku. Interesantno je da je vrednost koeficijenta korelacije klijavosti polena *in vitro* u odnosu na brojnost polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića ($r=0,36$), bila manja nego u odnosu na brojnost polenovih cevčica u donjoj trećini ($r=0,52$) i bazi stubića ($r=0,42$). Ovo se može dovesti u vezu sa pojavom inkompatibilnih polenovih cevčica u gornjoj polovini stubića (delimično kompatibilne kombinacije), ili njihovim odsustvom (kompatibilne kombinacije). Ipak, evidentno je da sa udaljenošću od gornje trećine stubića, slabi uticaj efekta početnog rasta polenovih cevčica.

Kod nekih vrsta, anatomija stubića se javlja kao faktor regulacije brojnosti polenovih cevčica dužinom stubića. Svojim oblikom levka, provodno tkivo stubića konstantno smanjuje raspoloživi prostor, ali i rezerve hranljivih materija neophodnih za rast polenovih cevčica (Cruzan, 1986). Tkivo stubića reguliše brojnost polenovih cevčica najpre fizičkim ograničenjima, koja bi mogla biti uzrokovana smanjenjem širine provodnog tkiva (Herrero, 1992). Takođe treba uzeti u obzir i fiziološka ograničenja, odnosno smanjene mogućnosti snabdevanja polenovih cevčica hranljivim materijama obzirom da one, nakon početnog perioda autotrofnog rasta na žigu, dalji nastavak rasta obezbeđuju heterotrofno (Herrero i Dickinson, 1981; Mulcahy i Mulcahy, 1983).

U našem radu ispoljena je i korelacija u brojnosti polenovih cevčica susednih regiona. Brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića je imala jaču korelaciju sa brojnošću u donjoj trećini ($r=0,81$) i bazi stubića ($r=0,71$), nego sa brojnošću u srednjoj trećini stubića ($r=0,64$). Ovo se takođe može tumačiti prisustvom inkompatibilnih polenovih cevčica u gornjoj i srednjoj trećini stubića, kao i promenljivim odnosom njihove zastupljenosti u ovim regionima po kombinacijama oprašivanja. Broj polenovih cevčica u narednim regionima stubića je bio u korelaciji sa brojnošću u nižim susednim, dok u odnosu na brojnost u daljim regionima vrednost koeficijenata korelacije opada.

Cheung (1995) navodi da je interakcija sporofit-gametofit jedan od uzroka smanjivanja brojnosti polenovih cevčica dužinom stubića. Različiti mehanizmi genetičke interakcije sporofit-gametofit, i njihov kompleksni temperaturno zavisni uticaj na brojnost polenovih cevčica, jasno se uočavaju analizom brojnosti polenovih cevčica pojedinih oprašivača kod različitih majčinskih sorti. Evidentno je da je sorta 'Summit' imala najveći broj polenovih cevčica u stubićima ostalih sorti, i taj efekat ove

sorte se manje ili više stabilno ispoljavao u različitim regionima stubića. Ovo je u skladu sa rezultatima Hormaza i Herrero (1999), prema kojima sorta 'Summit' kao oprašivač ima tendenciju obrazovanja velikog broja polenovih cevčica. Sa druge strane, sorta 'Kordia' je imala najmanju brojnost polenovih cevčica kod preostalih sorti u svim regionima tučka. Brojnost polenovih cevčica sorte 'Karina' je bila veoma visoka kod tučkova sorte 'Summit', relativno niska kod sorte 'Kordia', dok je kod tučkova sorte 'Regina' imala srednju vrednost. Ovakva nedoslednost u pogledu najviše, odnosno najmanje vrednosti polenovih cevčica kod različitih majčinskih sorti sreće se i kod sorte 'Regina', koja je visok prosečan broj polenovih cevčica ostvarivala kod tučkova sorte 'Summit', dok je kod sorti 'Karina' i 'Kordia' brojnost polenovih cevčica ove sorte imala srednju vrednost. Iz ovoga proizilazi da je brojnost polenovih cevčica jednog oprašivača zavisna od uticaja genotipa majčinske sorte. Isti genotip polena pokazuje različito ponašanje pri rastu njegovih polenovih cevčica u tkivu stubića različitih sorti (Hedhly *et al.*, 2005a). Kompetitivna sposobnost polena se modifikuje različitim uticajima tkiva stubića, pri čemu ova modifikacija obuhvata fizička i fiziološka ograničenja, ali i genetičku polen-stubić interakciju (Hormaza i Herrero, 1996). Kao rezultat preklapanja ovih efekata, relativno malom broju polenovih cevčica je dozvoljeno da uđu u plodnik trešnje i da, eventualno, jedan od njih obavi oplodjenje unutar embrionove kesice.

Oprašivači su obrazovali veći broj polenovih cevčica u kompatibilnim u odnosu na delimično kompatibilne kombinacije. Tako je visoka brojnost polenovih cevčica sorte 'Summit' bila naročito izražena u stubiću sorti 'Karina' i 'Kordia' što se, između ostalog, može tumačiti i punom kompatibilnošću ovih sorti (S_3S_4 ; S_3S_6) sa genotipom oprašivača (S_7S_2). Sorta 'Kordia', koja se odlikuje najmanjom vrednošću brojnosti polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića ostalih sorti, svoj maksimum u brojnosti je dostigla upravo u stubiću sorte 'Summit'. Drugim rečima, uticaj sporofita majčinske sorte na gametofit oprašivača se uočljivo manifestuje najpre preko reakcije gametofitne inkompatibilnosti, kao svojevrsne reproduktivne barijere kojom se u stubiću eliminišu gametofiti slične genetičke konstitucije. Još izraženiji uticaj sporofita reakcijom gametofitne inkompatibilnosti uočen je u varijantama samooprašivanja, gde se rast polenovih cevčica u potpunosti zaustavlja. Herrero i Dickinson (1980) navode da su, zbog gametofitne inkompatibilnosti, genetičke interakcije stubić-polen mnogo

uočljivije u gornjoj nego u donjoj polovini stubića.

Uticađ godine (temperature) na brojnost polenovih cevčica u različitim kombinacijama oprašivanja se manifestovao na različite i veoma kompleksne načine. Polenove cevčice različiti oprašivača su rasle u tkivu stubića i plodnika na različitim temperaturama punog cvetanja majčinskih sorti. Temperature punog cvetanja kod svih sorti su bile najviše u 2009. godini. Kod sorte 'Regina', temperature su po godinama bile najujednačenije (12,97°C; 13,04°C; 12,66°C). Razlika u srednjoj dnevnoj temperaturi fenofaze punog cvetanja po godinama kod ostalih sorti je bila znatno izraženija, a naročito kod sorte 'Kordia' (2–3°C). Ovakve razlike u srednjoj dnevnoj temperaturi tokom fenofaze punog cvetanja su posledica visokih maksimalnih dnevnih temperatura u fenofazi punog cvetanja 2009. godine, koje su prelazile 25°C u najtoplijem delu dana.

Ispitivane sorte su se kao oprašivači na temperaturama cvetanja majčinskih sorti ponašale dvojako. Neki oprašivači su imali tendenciju obrazovanja većeg broja polenovih cevčica na najvišoj temperaturi. Ovako se kao oprašivač ponašala sorta 'Summit', kod koje je ovaj efekat veoma jasno ispoljen, naročito pri oprašivanju sorti 'Karina' i 'Regina'. Sa druge strane, sorta 'Kordia' je kao oprašivač imala suprotno ponašanje u pogledu brojnosti polenovih cevčica. Ona je kod ove sorte bila najmanja pri najvišim temperaturama cvetanja. Ovakav uticaj temperature na broj polenovih cevčica sorte 'Kordia' je najjasnije ispoljen pri oprašivanju sorti 'Karina' i 'Regina'. U pogledu ove osobine, ponašanje sorti 'Karina' i 'Regina' kao oprašivača je na prelazu između sorti 'Kordia' i 'Summit'. Pri tome je uočeno da je sorta 'Karina' imala tendenciju obrazovanja nešto većeg broja polenovih cevčica na nižim temperaturama (slično sorti 'Kordia'), a 'Regina' tendenciju obrazovanja nešto većeg broja polenovih cevčica na višim temperaturama (slično sorti 'Summit').

I pored jasno ispoljene tendencije, ovakav uticaj temperature na ponašanje oprašivača u pogledu brojnosti polenovih cevčica nije bio u potpunosti dosledno ispoljen, već je takođe i modifikovan uticajem sporofita recipijenta polena. Tako je sorta 'Summit', koja je kao oprašivač imala tendenciju obrazovanja većeg broja polenovih cevčica na višim temperaturama, kao recipijent polena modifikovala ponašanje sorte 'Karina'. Najveću vrednost broja polenovih cevčica u 2009. godini sorta 'Karina' je ostvarila upravo u stubiću sorte 'Summit'. Uticaj sporofita sorte 'Summit' ispoljen je i

na brojnost polenovih cevčica sorte 'Kordia', koja je takođe najveći broj polenovih cevčica u 2009. godini imala upravo u stubiću sorte 'Summit'. Uticaj sporofita sorte 'Regina' na brojnost polenovih cevčica sorti 'Karina' i 'Kordia' je donekle uočljiv, ali ga je na ovaj način teže pratiti, zbog malog variranja srednje dnevne temperature punog cvetanja ove sorte po godinama. Manja variranja temperature u fenofazi punog cvetanja sorte 'Regina' su takođe uticala i na odsustvo ispoljavanja statističkih značajnih uticaja godine kao faktora varijabilnosti na brojnost polenovih cevčica u gornjoj trećini stubića ove sorte.

Još izraženiji oblik ovakve interakcije se uočava pri delovanju sporofita sorte 'Kordia', koja je kao oprašivač imala sklonost ka obrazovanju većeg broja polenovih cevčica na nižim temperaturama cvetanja majčinskih sorti, na gametofit sorte 'Summit'. Veći broj polenovih cevčica sorte 'Summit' postignut je na nižim-umerenim temperaturama jedino kod sorte 'Kordia'. Sličan uticaj sorta 'Kordia' je imala i na gametofit sorte 'Regina', što ukazuje na činjenicu da i inače složene relacije sporofit-gametofit, postaju još složenije pod uticajem različitih temperatura cvetanja.

Hedhly *et al.* (2007) navode da više temperature cvetanja povećavaju brzinu rasta polenovih cevčica, ali da smanjuju njihov broj. U odnosu na naše rezultate, ovakva konstatacija u pogledu brojnosti polenovih cevčica se može delimično prihvatiti, za brojnost polenovih cevčica sorti 'Karina' i 'Kordia', dok je kod sorti 'Regina' i 'Summit' efekat viših temperatura bio suprotan. Interesantno je da se ove sorte u pogledu temperature ponašaju na sličan način i kao majčinske sorte, podržavajući veći broj polenovih cevčica preostalih sorti na nižim ('Karina' i 'Kordia'), odnosno višim temperaturama cvetanja ('Regina' i 'Summit'). Parcijalnost u objašnjenju uticaja oprašivača i temperature cvetanja na brojnost polenovih cevčica, proizilazi iz uticaja brojnih složenih faktora (uticaj genotipa oprašivača nezavisno od temperature, ponašanje oprašivača na različitim temperaturama, uticaj sporofita sorte recipijenta na ponašanje oprašivača, zavisnost odnosa sporofit-oprašivač od temperature), kao i njihovim neaditivnim, već preklapajućim dejstvom. Drugim rečima, ponašanje npr. sorte 'Kordia' kao oprašivača bi se moglo izraziti na sledeći način: 1. Sorta 'Kordia' ima tendenciju da obrazuje manji broj polenovih cevčica; 2. Sorta 'Kordia' ima tendenciju da obrazuje manji broj polenovih cevčica naročito na višim temperaturama cvetanja majčinskih sorti; 3. Sorta 'Kordia' je kao oprašivač za sortu 'Summit' pod

snažnim pozitivnim uticajem sporofita ove sorte - preko odsustva inkompatibilne barijere i delimičnom izmenom reakcije na više temperature, tako da sorta 'Kordia' obrazuje relativno visok broj polenovih cevčica i na nešto višim temperaturama cvetanja sorte 'Summit', itd. U ovakvim objašnjenjima brojnosti polenovih cevčica svake pojedinačne kombinacije oprašivanja očitavaju se složene relacije osnovnih faktora varijabilnosti i njihove interakcije sa sporofitom, izražene kroz statistički značajne i veoma značajne interakcije osnovnih faktora.

Neke od zakonitosti karakterističnih za kombinacije stranooprašivanja, mogu se donekle uočiti i kod slobodnog oprašivanja. Brojnost polenovih cevčica u gornjim regionima stubića u ovoj varijanti oprašivanja je bila manja u odnosu na stranooprašivanje, što je posledica manjeg broja polenovih zrna na žigu pri slobodnom oprašivanju. Broj polenovih cevčica se ka bazi stubića i plodniku postepeno približavao onom u varijanti stranooprašivanja. Složene interakcije sporofita i gametofita, karakteristične za varijantu stranooprašivanja, kao i ulogu temperature u ovim interakcijama, veoma je teško pratiti zbog nepoznavanja porekla polena. Uticaj ženskog sporofita je ipak uočen kroz pojavu inkompatibilnih polenovih cevčica u gornjoj i srednjoj trećini stubića pri slobodnom oprašivanju svih ispitivanih sorti. Tvrdnja Hedhly *et al.* (2007) o manjem broju polenovih cevčica na višim temperaturama uočljiva je kod sorte 'Kordia', ali ne i kod ostalih majčinskih sorti, što ide u prilog različitog ponašanja genotipova oprašivača na višim temperaturama. Tako se veći broj polenovih cevčica u stubiću sorte 'Karina' i, donekle, sorte 'Regina' pri slobodnom oprašivanju ovih sorti u drugoj godini istraživanja može objasniti uticajem nepoznatog donora polena, koji ima tendenciju obrazovanja većeg broja polenovih cevčica na višim temperaturama cvetanja majčinskih sorti.

Analizirajući broj polenovih cevčica u varijanti samooprašivanja, uočava se da je njihova brojnost bila znatno manja u odnosu na brojnost polenovih cevčica kod stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja. Pojava većeg broja inkompatibilnih polenovih cevčica svakako jeste uzrok manjoj brojnosti. Polenove cevčice su uočene u značajnom broju u nižim regionima stubića i u plodniku jedino pri samooprašivanju sorte 'Karina', pošto su neki gameti očigledno savladali inkompatibilnu barijeru u gornjim regionima, i nastavili dalji rast ka bazi stubića i plodniku ove sorte.

8.1.4.2. Dinamika rasta polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka

Pored ispitivanja brojnosti polenovih cevčica, efikasnost pojedinih oprašivača u našem radu praćena je i kroz relativnu brzinu rasta njihovih polenovih cevčica u tućkovima preostalih sorti, izraženu preko zastupljenosti tućkova sa prodorom najdućih polenovih cevčica u pojedine regione stubića i plodnika trećeg, šestog i desetog dana od dana oprašivanja.

Trećeg dana od dana oprašivanja, najduće polenove cevčice su pretećno lokalizovane u zoni obturatora, sa prodorima manjeg broja polenovih cevčica ka mikropili i nucelusu semenih zametaka u pojedinim kombinacijama oprašivanja. Konstatovan je nećto brći rast polenovih cevčica u odnosu na rezultate Stösser i Anvari (1981), prema kojima je polenovim cevčicama kod trešnje i višnje potrebno dva do tri dana da stignu do baze stubića, a šest do osam dana da stignu do semenog zametka. Moće se pretpostaviti da je u radu ovih autora, zbog veće severne geografske širine (Nemaćka), temperatura u fenofazi punog cvetanja nića u odnosu na temperaturu cvetanja u našim eksperimentalnim uslovima. Ispitujući brzinu rasta polenovih cevčica višnje, do sličnog zakljućka dolazi i Cerović (1997). Trećeg dana od dana oprašivanja polenove cevčice se mogu uoćiti i u plodniku kajsije (Albuquerque *et al.*, 2004) i šljive (Kuzmanović, 2008).

Lokalizacija najdućih polenovih cevčica u pojedinim regionima tućka u tri termina fiksiranja takoće ukazuje na brći rast polenovih cevčica u stubiću nego u plodniku, ćto je utvrćeno kod višnje i trešnje (Stösser i Anvari, 1981) i jabuke (Anvari i Stösser, 1981). Desetog dana od dana oprašivanja, najduće polenove cevčice su se u svim kombinacijama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja (izuzev kombinacije ‘Kordia’ × ‘Regina’, 2009. godine) nalazile u nucelusu semenog zametka. Pri tome su na zastupljenost tućkova sa prodorom u nucelus veoma znaćajno uticali faktori varijabilnosti, kao i njihove interakcije. Kao i u slućaju brojnosti polenovih cevčica, uticaji osnovnih faktora se mogu razmatrati jedino u kontekstu njihovih mećusobnih interakcija, koje su se ponekad manifestovale i ispoljavanjem suprotnih tendencija. Uticaj sporofita majćinske sorte i temperaturna zavisnost ovog uticaja su takoće imali vaćnu ulogu u ispoljavanju statistićki veoma znaćajnih uticaja interakcija faktora varijabilnosti na dinamiku rasta polenovih cevčica.

Analizom efikasnosti rasta polenovih cevčica svakog od oprašivača preko zastupljenosti tučkova majčinske sorte sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, uočen je karakterističan opadajući redosled majčinskih sorti po svakom oprašivaču:

- 'Regina' (♂) - 'Summit' → 'Karina' → 'Kordia' (♀)
- 'Summit' (♂) - 'Regina' → 'Karina' → 'Kordia' (♀)
- 'Karina' (♂) - 'Regina' → 'Summit' → 'Kordia' (♀)
- 'Kordia' (♂) - 'Regina' → 'Karina' → 'Summit' (♀)

Jasno se uočava da su čak tri sorte postigle najbolju efikasnost rasta polenovih cevčica u tučkovima sorte 'Regina'. U tučkovima sorte 'Kordia' je ostvarena najslabija efikasnost rasta polenovih cevčica preostalih sorti. Dakle, oprašivači su se u pogledu opadajućeg redosleda majčinskih sorti ('Regina' → 'Summit' → 'Karina' → 'Kordia') po ispoljavanju njihove efikasnosti ponašali slično, što ukazuje na zavisnost brzine rasta njihovih polenovih cevčica od sporofita majčinske sorte. Mera ovog uticaja je sortno specifična, i vezana za uticaj gubitka vitalnosti semenih zametaka majčinskih sorti. Poznato je da semeni zametak obezbeđuje različite tipove signala koji orijentišu i usmeravaju rast polenove cevčice (Herrero, 2001), pa samim tim gubitak njihove vitalnosti i funkcije značajno utiče na rast polenovih cevčica u plodniku. Pojava fluorescencije semenih zametaka kao indikatora gubitka njihove vitalnosti je bila najizraženija kod sorte 'Kordia', a zatim kod sorte 'Karina', kod kojih je efikasnost rasta svih oprašivača bila najslabija. Sorte 'Regina' i 'Summit' su ispoljile znatno manju sklonost ka gubitku vitalnosti semenih zametaka tokom fenofaze cvetanja, pa je kod ovih sorti efikasnost oprašivača bila najbolja.

Kao oprašivači, sorte 'Regina' i 'Summit' su ispoljile podudarnost u opadajućem rasporedu majčinskih sorti trećeg, šestog i desetog dana od dana oprašivanja. Kod sorti 'Karina' i 'Kordia' podudarnost je takođe uočena, ali ne u tako jasnom obliku, obzirom na manje razlike između vrednosti prodora polenovih cevčica pojedinih oprašivača u određene regione plodnika majčinskih sorti trećeg dana ('Karina'), ili na postepenu izmenu redosleda majčinskih sorti od trećeg do desetog dana ('Kordia').

Podudarnost u ponašanju sorti kao oprašivača i majčinskih sorti je najteže uočljiva šestog dana od dana oprašivanja, zato što su različiti uticaji oprašivača i

majčinskih sorti u ovom terminu fiksiranja bili nejednako izraženi. Kod svih kombinacija oprašivanja, rast polenovih cevčica je bio manje ili više usaglašen u pogledu lokalizacije najdužih polenovih cevčica trećeg dana (pretežno zona obturatora) i desetog dana (prodor u nucelus). Šestog dana od dana oprašivanja, najduže polenove cevčice su završavale svoj rast u različitim regionima plodnika (obturator, mikropila, nucelus). U tom terminu fiksiranja, uočen je prelaz od krajnjih termina fiksiranja koji je u nekim slučajevima bio više u skladu sa desetim, a u nekim slučajevima više sa trećim danom. Razlog za ovo je u nejednakim momentima početka i brzini gubitka vitalnosti i funkcije semenih zametaka majčinskih sorti, pa time i nejednakim uticajem njihovih sporofita na rast polenovih cevčica. Može se pretpostaviti da bi dinamika rasta polenovih cevčica u plodniku sorte 'Kordia' šestog dana pokazivala bolju podudarnost sa dinamikom rasta u plodnicima ostalih sorti u nešto ranijem terminu fiksiranja. Kod sorte 'Kordia', različiti faktori vezani za uticaj oprašivača i ranije pomenute interakcije sporofita sa oprašivačem, koji su uticali i na brojnost polenovih cevčica, uslovljavaju relativno dobru dinamiku rasta polenovih cevčica svih oprašivača u stubiću i tkivu plodnika, sve do trećeg dana od dana oprašivanja. Od zone obturatora, jača negativan uticaj rane degeneracije semenih zametaka, koji uslovljava usporavanje rasta polenovih cevčica svih oprašivača i njihovu najslabiju efikasnost kod ove sorte desetog dana od dana oprašivanja.

U radu je takođe uočen i uticaj temperature tokom fenofaze cvetanja na dinamiku rasta polenovih cevčica, koji je ispoljen preko direktnog uticaja na brzinu rasta polenovih cevčica, ali i preko uticaja na vitalnost semenih zametaka majčinskih sorti. Temperatura utiče na kinetiku i brojnost polenovih cevčica dužinom stubića (Hedhly *et al.*, 2004) sa jakom genotip-temperatura interakcijom, koja može biti i refleksija geografskog porekla donora polena i njegove adaptacije na preovlađujuće uslove sredine (Hedhly *et al.*, 2005a). Kod svih sorti, oprašivači su ispoljili najbolju efikasnost rasta polenovih cevčica trećeg dana od dana oprašivanja u godini sa najvišim temperaturama. U tom pogledu, izuzetak je jedino sorta 'Kordia' kao oprašivač za sortu 'Summit', koja je imala bolju efikasnost u ovom terminu fiksiranja 2010. godine, u odnosu na 2009. godinu. Ranije diskutovani faktori koji su uticali i na veću brojnost polenovih cevčica sorte 'Kordia' na nešto nižim temperaturama, uz istovremeno dobru vitalnost semenih zametaka sorte 'Summit', uslovljavali su bolju efikasnost rasta polenovih

cevčica u ovoj kombinaciji trećeg dana od dana oprašivanja 2010. godine.

Desetog dana od dana oprašivanja, svi oprašivači su imali najslabiju efikasnost rasta polenovih cevčica u godini sa najvišim temperaturama cvetanja majčinskih sorti. Drugim rečima, polenove cevčice su na višoj temperaturi rasle brže do trećeg dana od dana oprašivanja, a nakon toga se njihov rast usporavao. Dobijeni rezultati su u skladu sa ispitivanjima Hedhly *et al.* (2007), prema kojima temperatura značajno povećava brzinu rasta polenovih cevčica, ali samo prvih dana nakon oprašivanja. Razlog za to je što polenove cevčice do trećeg dana najvećim delom rastu u stubiću, u kome je brzina rasta i inače veća (Anvari i Stösser, 1981; Stösser i Anvari, 1981), a naročito na višim temperaturama, koje skraćuju vreme potrebno da polenova cevčica stigne do baze stubića (Hedhly *et al.*, 2004).

Naši rezultati takođe ukazuju na to da se ova zakonitost rasta polenovih cevčica na višim temperaturama u stubiću može primeniti i na tkivo plodnika, sve do početne zone obturatora. Konačni uticaj viših temperatura na dinamiku rasta polenovih cevčica je uglavnom negativan (Hedhly *et al.*, 2005a), mada je pozitivan uticaj registrovan kod nekih sorti breskve (Hedhly *et al.*, 2005b). Rast polenovih cevčica u zoni obturatora, i dalje ka mikropili i nucelus semenog zametka na višim temperaturama se usporava, naročito kod sorti koje su sklone bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka, kao posledice sortnih specifičnosti. Prema Hedhly *et al.* (2007), više temperature cvetanja ubrzavaju degeneraciju semenih zametaka trešnje. Tako je i inače usporenija dinamika rasta polenovih cevčica u plodniku sorte 'Kordia', u uslovima viših temperatura bila još izraženija, što je i rezultiralo odsustvom prodora polenovih cevčica sorte 'Regina' u nucelus semenog zametka sorte 'Kordia' u 2009. godini. Najslabija efikasnost rasta svih oprašivača u 2009. godini ostvarena je u tučkovima sorte 'Kordia' (zastupljenost tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka je bila manja od 5%), koja je imala i najviši stepen fluorescencije semenih zametaka u godini sa najvišom temperaturom.

Slično sorti 'Kordia', ali ne u tako izraženom obliku, kao majčinska sorta se ponašala i sorta 'Karina', kod koje je efikasnost rasta svih oprašivača takođe bila najslabija u 2009. godini. Sledeća u redosledu ispoljavanja ove tendencije je sorta 'Summit', kod koje su svi oprašivači imali najbolju efikasnost rasta polenovih cevčica desetog dana od dana oprašivanja u godini sa najnižom prosečnom temperaturom

cvetanja ove sorte (11,87°C, 2008. godina). Ovakva tendencija u ponašanju sorti recipijentata na višim temperaturama cvetanja je najteže uočljiva kod sorte 'Regina', obzirom na pomenuto manje variranje temperature za vreme punog cvetanja ove sorte po godinama, uz istovremeno manju sklonost ka fluorescenciji njenih semenih zametaka, nezavisno od temperature. Ipak, i kod ove sorte se uočava slabija efikasnost rasta svih oprašivača desetog dana od dana oprašivanja u drugoj i trećoj godini ispitivanja.

Uočene zakonitosti dinamike rasta polenovih cevčica karakteristične za kombinacije stranooprašivanja utvrđene su i kod slobodnog oprašivanja, iako ih je teže pratiti, zbog nepoznavanja porekla polena, različitih momenata u kojima se oprašivanje ostvarilo, manje brojnosti polenovih zrna na žigu, kao i smanjenog uticaja gubitka vitalnosti semenih zametaka kod neemaskuliranih cvetova svih sorti. Podudarnost u odnosu nepoznati oprašivač-majčinska sorta je najuočljivija kod sorte 'Kordia', obzirom da su kod ove sorte zakonitosti dinamike rasta polenovih cevčica bile najizraženije i u varijanti stranooprašivanja. Početno dobra brzina rasta polenovih cevčica u plodniku sorte 'Kordia' (najbolja dinamika rasta trećeg dana), u narednom terminu fiksiranja postaje slabije izražena (srednja vrednost dinamike šestog dana), da bi u poslednjem terminu fiksiranja bila najslabija (najmanja zastupljenost tučkova sa prodorom najduže polenove cevčice u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja). Ipak, bolja efikasnost rasta polenovih cevčica u tučkovima sorte 'Kordia' je postignuta u varijanti slobodnog oprašivanja u odnosu na stranooprašivanje, što je rezultat manjeg gubitka vitalnosti semenih zametaka kod neemaskuliranih cvetova.

8.1.4.3. Veza između brojnosti i dinamike rasta polenovih cevčica

Efikasnost rasta polenovih cevčica pojedinih oprašivača u tučkovima različitih vrsta voćaka uglavnom je praćena preko njihove brojnosti, ili brzine njihovog rasta. U literaturi je, međutim, malo podataka o eventualnom postojanju veze između ova dva parametra, i načinima favorizovanja pojedinih oprašivača od strane majčinske sorte preko obezbeđivanja povoljnih uslova za broj i brzinu rasta polenovih cevčica. Razloge za to treba tražiti u ograničenim eksperimentalnim mogućnostima za praćenje konkurentnosti različitih oprašivača u istom tučku.

U našem radu je uočena slaba do umerena korelacija između efikasnosti oprašivača desetog dana od dana oprašivanja i broja polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića ($r=0,45$) i plodniku ($r=0,49$). Veza između ovih parametara može ukazivati na to da veća brojnost polenovih cevčica nekog oprašivača daje preduslove za njegovu bolju efikasnost u pogledu prodora u nucelus semenog zametka. Moglo bi se očekivati da se favorizovanje određenih genotipova kao oprašivača postiže najpre većom brojnošću njihovih polenovih cevčica, koja daje i veću šansu za uspešno oplodjenje.

Ako se, međutim, analizira opadajući redosled majčinskih sorti u pogledu brojnosti polenovih cevčica pojedinih oprašivača u plodniku, dobija se interesantan raspored:

- 'Regina' (♂) - 'Karina' → 'Kordia' → 'Summit' (♀)
- 'Summit' (♂) - 'Karina' → 'Kordia' → 'Regina' (♀)
- 'Karina' (♂) - 'Kordia' → 'Regina' → 'Summit' (♀)
- 'Kordia' (♂) - 'Karina' → 'Summit' → 'Regina' (♀)

Kao majčinske sorte, 'Karina' i 'Kordia' su imale veći broj polenovih cevčica svih oprašivača u plodniku u odnosu na sorte 'Regina' i 'Summit'. U tom smislu, može se izneti pretpostavka da sorte koje imaju slabiju vitalnost semenih zametaka (najpre 'Kordia', a zatim i 'Karina'), ovu svoju „defektnost” u reproduktivnom smislu nadomešćuju podrškom većeg broja polenovih cevčica oprašivača u plodniku. Uprkos tome, najbolja efikasnost oprašivača se ipak pomera ka sortama 'Regina' i 'Summit' kao majčinskim sortama, iako je u plodniku ovih sorti broj polenovih cevčica bio manji. Kod sorti 'Regina' i 'Summit' je vitalnost semenih zametaka bila bolja, i zato je kod njih i manji broj polenovih cevčica uspešnije završavao svoj put, tj. imao bolji krajnji efekat uprkos manjoj brojnosti, što objašnjava relativno nisku vrednost koeficijenta korelacije. Ovaj odnos odražava složenost zavisnosti efikasnosti prodora polenovih cevčica u nucelus semenog zametka od oprašivača (izraženu koeficijentom korelacije) i uticaja majčinske sorte (koja čini razliku koeficijenta korelacije do vrednosti 1). Više temperature cvetanja ovakve odnose čine još složenijim, preko nejednakog uticaja na pojedine genotipove, kao oprašivače ili majčinske sorte.

Prema Hedhly *et al.* (2005a), više temperature kod trešnje smanjuju broj polenovih cevčica koje dostižu bazu stubića uz istovremeno povećanje brzine njihovog rasta, pri čemu se ovakvo ponašanje objašnjava generalno boljom prilagođenošću

trešnje kao vrste nižim temperaturama. Magnituda tog uticaja je genotipski uslovljena, i reflektuje temperaturnu adaptaciju oprašivača. Uticaj genotipa oprašivača treba shvatiti u relaciji sa sporofitom majčinske sorte, obzirom na to da isti genotip oprašivača pokazuje različito ponašanje u stubićima različitih majčinskih sorti.

Prema rezultatima dobijenim u našem radu, više temperature kod nekih oprašivača smanjuju, a kod nekih povećavaju broj polenovih cevčica u stubiću, uz istovremeno povećanje brzine rasta polenovih cevčica svih oprašivača u stubiću i tkivu plodnika. Uticaj viših temperatura na brzinu rasta u zoni obturatora, mikropili i nucelusu semenih zametaka je negativan, i ostvaruje se preko smanjene vitalnosti semenih zametaka na višim temperaturama, koje je takođe sortno specifično.

Rezultati našeg rada ukazuju na različitu prilagođenost sorti višim temperaturama cvetanja. Interesantno je da su sorte koje su ispoljavale bolju prilagođenost višim temperaturama u pogledu njihove efikasnosti kao oprašivača ('Summit', 'Regina'), istovremeno ispoljile i bolju prilagođenost višim temperaturama u pogledu vitalnosti semenih zametaka. Potpuno suprotno, sorte koje su obrazovale manji broj polenovih cevčica na višim temperaturama cvetanja ('Karina', 'Kordia'), istovremeno su imale izraženiju sklonost ka bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka na višim temperaturama. Ovo je u skladu sa rezultatima Hedhly *et al.* (2004), prema kojima stres-temperatura deluje mehanizmom selekcionog pritiska u pravcu favorizovanja genotipova koji su bolje adaptirani, što može imati značajnu ulogu u prilagođavanju genotipova temperaturnim promenama i globalnom zagrevanju. Mulcahy (1979) navodi da je selekcija muškog gametofita uslovljena poželjnom genetskog strukturom sledeće sporofit generacije, što predstavlja bazu za razumevanje adaptacije cvetnica širokom sklopu faktora spoljašnje sredine.

8.1.5. Gametofitna inkompatibilnost

8.1.5.1. Inkompatibilne polenove cevčice

Gametofitna inkompatibilnost predstavlja jednu od najznačajnijih i široko rasprostranjenih reproduktivnih barijera kod viših biljaka, koja se može definisati kao mehanizam prepoznavanja i odbacivanja sopstvenog polena (Wiersma, 2003). U širem

smislu, pojava inkompatibilnosti se definiše kao nesposobnost fertilnih hermafroditnih biljaka semenjača da stvaraju zigot nakon samooprašivanja (de Nettancourt, 1977), čime se favorizuje alogamija, povećava učestalost rekombinacije, a time i varijabilnost (polimorfizam). Smatra se da efikasnost inkompatibilnosti predstavlja jedan od značajnijih faktora koji utiče na uspešnost evolucije kod cvetnica (Whitehouse, 1950).

Mehanizam gametofitne inkompatibilnosti je genetički determinisan, i u okviru njega haploidni *S*-genotip polena određuje ishod oplodjenja. Potvrđeno je da je gametofitna inkompatibilnost kod trešnje pod kontrolom dva gena *S*-lokusa, od kojih jedan kontroliše komponentu stubića (*S*-RNaze; Bošković i Tobutt, 1996), a drugi komponentu polena (*SFB*, polen-specifični F-box protein; Yamane *et al.*, 2003). Prisustvo istog *S* alela u polenu i stubiću dovodi do zaustavljanja rasta polenove cevčice, što ima za posledicu izostajanje oplodjenja, nezavisno od toga da li se radi o polenu iste sorte (kod samooprašivanja), ili druge sorte iste grupe inkompatibilnosti (stranooprašivanje). Ispoljavanje ovog mehanizma se može uočiti praćenjem zametanja plodova u poljskim uslovima, ali i praćenjem rasta polenovih cevčica u stubiću metodom fluorescentne mikroskopije. U praktičnom smislu, pojava gametofitne inkompatibilnosti ima ograničavajući uticaj na rodnost u komercijalnim zasadima trešnje u kojima se, pored glavne sorte koja je samobesplodna, moraju gajiti i odgovarajuće kompatibilne sorte – oprašivači.

Do sredine devedesetih godina prošlog veka, na bazi do tada identifikovanih šest alela *S*-RNaze, sorte trešnje su klasifikovane u 13 grupa inkompatibilnosti, kao i grupu 0 („univerzalni donori”), kojoj su pripadale sorte sa do tada nepoznatim *S* alelima, ili retkim kombinacijama poznatih alela, a koje su mogle biti oprašivači sortama ostalih grupa (Thompson, 1996). U poslednje vreme identifikovanje novih *S* alela trešnje uslovljava porast broja poznatih grupa inkompatibilnosti do 27 (Tobutt *et al.*, 2004), odnosno do 36 (Schuster *et al.*, 2007). Novoidentifikovani aleli su neminovno uslovlili revidiranje *S*-genotipa nekih sorti trešnje, a samim tim i pripadnost grupama inkompatibilnosti. Mnoge sorte „univerzalni donori” svrstane su u neku od novih grupa inkompatibilnosti.

Kod voćaka, ali i kod ostalih vrsta *Angiospermae* kod kojih se gametofitna inkompatibilnost javlja, njena prva karakteristika je zaustavljanje rasta inkompatibilnih polenovih cevčica u određenim delovima tučka (uglavnom su to pojedini regioni

stubića), dok je druga karakteristika pojava morfološke deformacije, naročito vrha inkompatibilnih polenovih cevčica (Cerović, 1997). Mesto inhibicije rasta polenove cevčice karakteriše izražena depozicija kaloze u vršnom delu polenove cevčice, koja se može vizuelno detektovati primenom fluorescentno-mikroskopske metode (Kho i Baër, 1968). Inkompatibilne polenove cevčice se uglavnom zapažaju u gornjoj trećini stubića, što je uočeno i u našem radu, mada se kod nekih vrsta voćaka inkompatibilna reakcija javlja i u regionu žiga, kao i u samom plodniku. U našem radu je uočen i određen broj inkompatibilnih polenovih cevčica koje su svoj rast završavale u srednjoj trećini stubića. Kod višnje, pojava inkompatibilnosti je takođe uočena u gornjoj trećini stubića, mada je u nekim slučajevima konstatovana na samoj površini žiga, ili odmah posle prodora kroz žig (Cerović, 1997). Inkompatibilne polenove cevčice se u visokom procentu javljaju u gornjoj trećini stubića kod šljive (Kuzmanović, 2008; Nikolić i Milatović, 2010) i kajsijske (Milatović i Nikolić, 2007), odnosno neposredno ispod žiga, ili pretežno u gornjoj četvrtini stubića kod badema (Čolić *et al.*, 2010).

Izmenjeni morfološki izgled polenovih cevčica predstavlja drugu značajnu karakteristiku ovog tipa inkompatibilnosti koji je zapažen kod pojedinih vrsta voćaka (Cerović, 1997). Isti autor navodi da je kod vrsta roda *Prunus*, zajednička karakteristika inkompatibilnih polenovih cevčica njihovo veće ili manje proširenje vrha, koji uglavnom jako fluorescira usled nakupljanja kaloze na tom mestu, ali su zapaženi i slučajevi gde prošireni vrh uopšte ne svetli. Kod višnje se mogu uočiti i izrazito zadebljale inkompatibilne polenove cevčice sa velikom depozicijom kaloze u zidovima, koje se obično račvaju na vrhu. Slične ili istovetne morfološke karakteristike inkompatibilnih polenovih cevčica zapažene su i kod drugih vrsta roda *Prunus* - kod šljive (Stösser, 1982; Kuzmanović, 2008; Nikolić i Milatović, 2010) i badema (Čolić *et al.*, 2010). U našem radu, zapažene su polenove cevčice zadebljale čitavom dužinom, dok su pojave račvanja uočene veoma retko.

U pogledu procentualne zastupljenosti, inkompatibilne polenove cevčice su bile najzastupljenije u varijanti samooprašivanja (23,78%), dok je njihov procenat u delimično kompatibilnim kombinacijama bio manji (13,43%). Ipak, ove vrednosti su odstupale od onih koje se teoretski očekuju (100% kod samooprašivanja, odnosno 50% kod delimično kompatibilnih kombinacija stranooprašivanja). Razlog za to je što se u momentu fiksiranja uočavaju samo one polenove cevčice kod kojih se inkompatibilna

reakcija već završila (jaka fluorescencija, zadebljanje, prošireni vrh), ali ne i one kod kojih je inkompatibilna reakcija još uvek u toku.

Iako su geni koji kontrolišu komponente stubića i polena uključenih u mehanizam gametofitne inkompatibilnosti kod trešnje određeni, specifične reakcije njihovih produkata na molekularnom nivou koje vode do zaustavljanja rasta polenovih cevčica još uvek nisu. Hegedüs *et al.* (2012) navode da se suština inkompatibilne reakcije kod vrsta familije *Rosaceae* zapravo svodi na dezorganizaciju polenove cevčice. Isti autori navode da identifikacija i određivanje biološke uloge proteina stubića, za koje je do sada utvrđeno da se ponašaju različito u slučajevima kompatibilnih i inkompatibilnih kombinacija oprašivanja, predstavljaju ključ za definisanje molekularnog mehanizma interakcije polen-stubić.

8.1.5.2. Savladavanje inkompatibilne barijere

Analizirajući brojnost polenovih cevčica u pojedinim regionima stubića i u plodniku, uočeni su pojedinačni prodori polenovih cevčica u donju trećinu, bazu stubića i plodnik pri samooprašivanju sorti 'Kordia', 'Regina' i 'Summit'. Ovaj broj polenovih cevčica ukazuje na sporadično savladavanje inkompatibilne barijere u izvesnom malom broju slučajeva. Retki prodori polenovih cevčica do baze stubića i plodnika pri samooprašivanju ovih sorti uočeni su uglavnom desetog dana od dana oprašivanja.

Kod sorte 'Karina', međutim, broj polenovih cevčica u donjoj trećini, bazi stubića i plodniku u varijanti samooprašivanja je bio daleko veći, i uočen je u svim godinama ispitivanja, kao i u svim terminima fiksiranja tučkova. Savladavanje inkompatibilne barijere kod ove sorte bilo je praćeno inicijalnim i finalnim zametanjem plodova, koje ne odstupa od vrednosti dobijenih kod delimično kompatibilnih ili kompatibilnih kombinacija oprašivanja.

Iako se različiti sistemi inkompatibilnosti (gametofitna, sporofitna) zasnivaju na nasleđenom kapacitetu cveta da odbaci sopstveni polen, u populacijama različitih vrsta se često ispoljavaju značajne varijacije u snazi ekspresije inkompatibilne reakcije (Choi i Andersen, 2005). Ako su ove varijacije nastale zbog faktora spoljašnje sredine ili fizioloških uzroka, označavaju se kao fiziološko savladavanje inkompatibilne barijere, koje je uvek privremenog karaktera, i ne može se preneti na narednu generaciju (de

Nettancourt, 1977). Utvrđen je uticaj interakcije između *S*-alela i sezonskih promena na savladavanje inkompatibilne barijere kod *Petunia hybrida* (Linskens, 1975).

Savladavanje inkompatibilne barijere kod trešnje koje se može preneti na potomstvo je genetički uslovljeno, i rezultat je mutacija gena odgovornih za reakciju prepoznavanja i odbacivanja (veštački indukovane ili spontane mutacije). Tako je primena x-zračenja dovela do stvaranja prve tri samooplodne selekcije u John Innes Institute, Velika Britanija. Jedna od njih (JI 2420, dobijena iz ukrštanja 'Emperor Francis' × 'Bigarreau Napoleon', pri čemu je polen sorte 'Bigarreau Napoleon' tretiran x-zracima), korišćena je kao oprašivač za sortu 'Lambert'. Tako je nastala prva samooplodna sorta trešnje 'Stella' (Lapins, 1970), a kasnije i veći broj samooplodnih sorti koje imaju značajnu ulogu u oplemenjivačkom radu, ali i u komercijalnom gajenju trešnje. Kod sorte 'Kronio' prvi put je opisano savladavanje inkompatibilne barijere kod trešnje u prirodnim uslovima, kao posledica mutacije S_5 gena *S*-lokusa koji kontroliše polen-komponentu (Marchese *et al.*, 2007). Kod autohtone sorte poreklom iz Španije 'Cristobalina' opisan je uticaj gena modifikatora, koji je nezavistan od *S*-lokusa (Wünsch i Hormaza, 2004b; Cachi i Wünsch, 2011).

U literaturi se mogu sresti navodi pojedinih autora o prodorima polenovih cevčica i zametanju plodova pri samooprašivanju samobesplodnih sorti trešnje. Tako Lech *et al.* (2008) navode visok stepen zametanja plodova (20,7%) pri samooprašivanju sorte 'Summit' u uslovima Poljske, što nije u skladu sa rezultatima dobijenim za ovu sortu u našem radu. U literaturi, međutim, nema mnogo podataka o uzrocima i mehanizmima savladavanja inkompatibilne barijere kod trešnje. Choi i Andersen (2005) navode da je savladavanje inkompatibilne barijere kod trešnje zavisno od *S*-alelne konstitucije, ali i od temperature. Prema ovim autorima, redukovani nivo *S*-specifičnih proteina polena može biti vezan za savladavanje inkompatibilne barijere, i najčešći je kod sorti sa *S*-alelnom konstitucijom S_3S_4 (javlja se kod 3,7–25% cvetova). Isti autori navode da je kod sorti genotipa S_3S_4 savladavanje inkompatibilne barijere utvrđeno na različitim temperaturama, ali i da je njeno najfrekventnije ispoljavanje na temperaturi od 25°C, pa se predpostavlja da nivo *S*-specifičnih proteina opada na višim temperaturama.

Pored činjenice da je sorta 'Karina' upravo *S*-alelne konstitucije S_3S_4 (Schuster *et al.*, 2007), u našem radu nije uočena zavisnost savladavanja inkompatibilne barijere kod ove sorte od temperature u toku fenofaze cvetanja. Serijom ukrštanja ove sorte sa

drugim sortama iste *S*-alelne konstitucije ('Germerzdorfer', 'Bing' i 'Lambert') u toku 2011. godine utvrđeno je postojanje finalno zametnutih plodova sorte 'Karina' oprašene polenom ovih sorti, kao i sopstvenim polenom. Suprotno tome, pri oprašivanju ovih sorti polenom sorte 'Karina', zametanje plodova je izostalo (Radičević i Marić, nepublikovani rezultati). Ovakvo ponašanje sorte 'Karina' može ukazivati i na eventualno postojanje mutacije na genu *S*-lokusa odgovornom za komponentu stubića. Rezultati našeg rada analogni su rezultatima dobijenim kod dve sorte kruške, kod kojih je pri oprašivanju sa sortama iste *S*-alelne konstitucije dobijeno seme, odnosno seme nije dobijeno pri recipročnom ukrštanju (Sanzol, 2009). Isti autor navodi da je primenom molekularnih metoda utvrđena mutacija stubić-komponente *S*-lokusa kod ovih sorti kruške. Dalja istraživanja ispoljenog savladavanja inkompatibilne barijere kod sorte 'Karina' treba da obuhvate primenu fluorescentno-mikroskopske metode, ali i molekularnih metoda u analizi sejanaca dobijenih samoprašivanjem sorte 'Karina', recipročnim ukrštanjima sorte 'Karina' sa sortama iste *S*-alelne konstitucije, kao i recipročnim ukrštanjima sa sortama koje imaju po jedan zajednički *S*-alel sa sortom 'Karina'.

8.1.6. Vitalnost semenih zametaka

8.1.6.1. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod oprašenih cvetova

Plodnici vrsta roda *Prunus* su monokarpelni, i sadrže dva anatropna semena zametka, od kojih jedan (primarni) može biti oplodjen i dati seme, dok drugi (sekundarni) degeneriše i propada (Bradbury, 1929). Razvijenost semenih zametaka i embrionovih kesica (megagametofita) u momentu otvaranja cveta, kao i njihova vitalnost tokom fenofaze punog cvetanja, predstavljaju značajan faktor procesa oplodjenja. Iako se kod vrsta roda *Prunus* sazrevanje megagametofita vremenski podudara sa punim cvetanjem, neka istraživanja ukazuju na kašnjenje u njihovom razvoju – kod badema (Pimienta i Polito, 1983) i breskve (Arbeloa i Herrero, 1991). Uprkos tom kašnjenju, u vreme kada polenova cevčica stiže do embrionove kesice, razvoj semenog zametka je kompletan. Rodrigo i Herrero (1998) navode da je u fenofazi punog cvetanja kajsije primarni semeni zametak krupniji i raste brže u odnosu

na sekundarni, kao i da se razvijenost i vitalnost semenih zametaka razlikuju kod različitih vrsta voćaka, i između sorti u okviru iste vrste.

Pojava kaloze je prvi jasan simptom degeneracije semenih zametaka kod vrsta roda *Prunus* - trešnje i višnje (Stösser i Anvari, 1982), badema (Pimienta i Polito, 1982) i breskve (Arbeloa i Herrero, 1985). Kaloza počinje da se akumulira u halaznom delu semenog zametka, širi kroz unutrašnji integument, i na kraju zahvata čitav semeni zametak. Pojava kaloze može se identifikovati bojenjem anilin-plavim i posmatranjem pod UV svetlošću (fluorescencija semenih zametaka). Utvrđeno je da je akumulacija kaloze blisko vezana za trošenje rezervi skroba unutar cveta (Rodrigo i Herrero, 1998), čiji nivo opada nakon oplođenja, i igra značajnu ulogu u ishrani embrionove kesice (Arbeloa i Herrero, 1991). Prema Pimienta i Polito (1982), depozicija kaloze započinje pre pojave morfoloških simptoma degeneracije tkiva, i deluje kao barijera translokaciji metabolita u nucelus, zaustavljajući rast semenih zametaka, i uslovljavajući prestanak njihove funkcije.

U našem radu, fluorescencija primarnih semenih zametaka u kombinacijama stranooprašivanja je konstatovana kod svih sorti već trećeg dana od dana oprašivanja, u svim godinama ispitivanja. Ovo ukazuje na raniji početak gubitka vitalnosti semenih zametaka kod trešnje, u odnosu na podatke autora o ovoj pojavi kod drugih vrsta. Tako kod sorte višnje 'Čačanski rubin', primenom fluorescentno-mikroskopske metode nije utvrđena pojava gubljenja vitalnosti primarnih semenih zametaka tokom fenofaze punog cvetanja, u ogleđima u polju (Cerović, 1997).

Pojava fluorescencije semenih zametaka u oprašenim kombinacijama je pokazala snažnu genotipsku zavisnost - najizraženija je bila kod sorte 'Kordia' (45,59% primarnih semenih zametaka), potom kod sorti 'Summit' (23,16%) i 'Karina' (21,09%), a najslabije izražena kod sorte 'Regina' (4,71%). Prema podacima koje navodi Eaton (1962), razvijenost i vitalnost semenih zametaka tokom fenofaze punog cvetanja su bili bolji kod sorti trešnje koje su poznije cvetale. Genotipska zavisnost i varijabilnost je utvrđena u stepenu razvijenosti i funkcionalnosti primarnih semenih zametaka kod badema (Egea i Burgos, 2000) i kajsije (Albuquerque *et al.*, 2002). Isti autori navode da kod kajsije varijabilnost u sadržaju skroba određuje sudbinu cvetova, od kojih će neki dati plod, a neki otpasti.

U varijanti slobodnog oprašivanja, procenat primarnih semenih zametaka sa

ispoljenim znacima fluorescencije je bio znatno manji kod svih sorti, što ukazuje na nepovoljan uticaj emaskulacije cvetova na vitalnost primarnih semenih zametaka. Hedhly *et al.* (2009) navode da emaskulacija cvetova ubrzava degeneraciju, rezultirajući visokim procentom plodnika sa oba degenerisana semena zametka. Isti autori navode da je između četvrtog i desetog dana fenofaze punog cvetanja procenat plodnika sa obe degenerisane ovule iznosio 60% kod neemaskuliranih, odnosno 87% kod emaskuliranih cvetova, pri čemu mehanizam ovakvog uticaja emaskulacije nije sasvim jasan. Neka istraživanja ukazuju na značaj uticaja produkcije i delovanja etilena u odgovoru biljke na povređivanje cveta, koji vodi ka brzom starenju i gubitku funkcije semenih zametaka. Etilen je uključen u procese zaustavljanja regularnog razvoja plodnika, i indirektno, semenog zametka (Zhang i O'Neil, 1993).

Ipak, i u varijanti slobodnog oprašivanja (neemaskulirani cvetovi), procenat semenih zametaka sa znacima fluorescencije tokom deset dana punog cvetanja je kod pojedinih sorti bio visok (prosečno 9% kod sorte 'Kordia'), i mogao je uticati na uspešnost procesa oplodjenja, a samim tim i na zametanje plodova. Analizom ispoljavanja ove osobine po sortama, uočen je istovetan opadajući redosled ('Kordia' → 'Summit' → 'Karina' → 'Regina') kao i kod stranooprašivanja, što dodatno ide u prilog genotipskoj specifičnosti u pogledu vitalnosti primarnih semenih zametaka.

Kod obe varijante oprašivanja, utvrđen je jasan uticaj godine na zastupljenost semenih zametaka sa znacima fluorescencije. Evidentno je povećanje zastupljenosti tučkova sa smanjenom vitalnošću semenih zametaka kod svih sorti u toku 2009. godine, kada su temperature tokom fenofaze cvetanja bile najviše, i imale tendenciju ekstremno visokih maksimalnih dnevnih temperatura pojedinih dana fenofaze punog cvetanja. Ovaj uticaj je bio najizraženiji kod sorte 'Kordia', a najmanje izražen kod sorte 'Regina', koja je pokazala očiglednu smanjenu osetljivost prema višim temperaturama tokom fenofaze cvetanja, ali i kod koje je razlika u temperaturi tokom fenofaze cvetanja po godinama bila najmanja. Iako je zbirni redosled u ispoljavanju fluorescencije semenih zametaka po sortama bio istovetan u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, uticaj temperature tokom cvetanja u sadejstvu sa emaskulacijom cvetova je bio kompleksan i po sortama nejednak, što se uočava u različitom redosledu sorti u ispoljavanju ove osobine kod dve varijante oprašivanja po pojedinim godinama.

Kod kajsije je utvrđeno da su rana degeneracija i abortivnost semenih zametaka

pod direktnom kontrolom faktora spoljašnje sredine (Lillecrapp *et al.*, 1999). Postweiler *et al.* (1985) navode da više temperature skraćuju vitalnost semenih zametaka nekih sorti trešnje i višnje, tako da na konstantnoj temperaturi od 20°C do gubljenja njihove vitalnosti dolazi za jedan do dva dana. Slično je i ponašanje sorte višnje 'Čačanski rubin', čiji nefunkcionalni semeni zameci utiču na efikasnost progamne faze procesa oplođenja na višim temperaturama u toku fenofaze cvetanja (Cerović i Ružić, 1992b).

8.1.6.2. Veza fluorescencije semenih zametaka i pojave specifičnog rasta polenovih cevčica

Kod vrsta roda *Prunus*, polenove cevčice u plodniku često pokazuju znake gubitka usmerenosti u rastu ka embrionovoj kesici, što se opisuje kao nepravilni ili haotični („specifičan”) rast. Ranija objašnjenja lutanja i grananja polenovih cevčica u plodniku se uglavnom vezuju za pojavu inkompatibilnosti u plodniku (Seavey i Bawa, 1986). Međutim, Herrero (2000) navodi da se i u slučajevima kompatibilnog oprašivanja uočava takvo ponašanje polenovih cevčica, pa se ono dovodi u vezu sa fazom razvoja ženskih elemenata cveta, koje u trenutku dospevanja polenovih cevčica u određene delove plodnika nisu u mogućnosti da omoguće njihov dalji prolaz. Isti autor navodi da se različiti oblici specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku mogu svrstati u tri kategorije: a) lutanje polenovih cevčica, tj. gubitak njihove usmerenosti u rastu; b) grananje polenovih cevčica; c) pojava rasta polenovih cevčica kroz region halaze (halazogamija).

Specifičan rast polenovih cevčica izražen je prvenstveno u zoni obturatora, ali i u mikropili i nucelusu semenog zametka višnje (Cerović i Ružić, 1992b), trešnje (Hedhly *et al.*, 2009) i šljive (Đorđević *et al.*, 2010). Obturator predstavlja protuberancu tkiva karpelarnog zida, okrenutog ka mikropili. Smatra se da je obturator, kako u pogledu lokalizacije, tako i u pogledu citohistološke građe, nastavak provodnog tkiva stubića (Sterling, 1964). Linijom suture, koja se nastavlja na liniju suture stubića, podeljen je na dve lobule, pri čemu svaka vodi ka jednom semenom zametku. Kod breskve, na početku fenofaze punog cvetanja, obturator je veoma dobro razvijen, i prostire se između kraja stubića i početka mikropile (Arbeloa i Herrero, 1987). Isti autori navode da je rast polenovih cevčica u plodniku vođen, kao i da obturator ima

ključnu ulogu u usmeravanju polenovih cevčica ka mikropili i dalje ka nucelusu semenog zametka. Zavisnost rasta polenovih cevčica od sekretorne aktivnosti obturatora, kao i činjenica da ta sekrecija nije kontinualna, i nije zavisna od polinacije, daje obturatoru značajnu ulogu u kontroli komunikacije između stubića i plodnika kod breskve. On igra ulogu „privremenog mosta” koji povezuje plodnik sa stubićem, pri čemu je konekcija uspostavljena samo tokom sekretorne faze. Ako rast polenovih cevčica usledi kasnije, kada je obturator degenerisan i smanjene veličine, region plodnika se ponovo izoluje. Mehanizam obturatora ima ulogu u kontroli ulaska polenovih cevčica u plodnik, i značajnu ulogu u procesu oplodjenja kod breskve (Arbeloa i Herrero, 1987).

U našem radu, u varijanti stranooprašivanja je uočena visoka procentualna zastupljenost plodnika sa znacima specifičnog rasta polenovih cevčica, koja je mogla uticati na efikasnost odvijanja programne faze procesa oplodjenja. Ova pojava je bila naročito izražena upravo u zoni obturatora, i to pre daljeg prodora polenovih cevčica ka mikropili i nucelusu semenog zametka (prosečno 19,79% u varijanti stranooprašivanja). U varijanti slobodnog oprašivanja, zastupljenost plodnika sa pojavom specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora pre daljeg prodora je bila manja (10,25%), ali je takođe mogla uticati na proces oplodjenja i zametanje plodova. Redosled u ispoljavanju ove pojave po sortama u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja (‘Kordia’ → ‘Summit’ → ‘Karina’ → ‘Regina’), ukazuje na izvesnu podudarnost, što govori o sortnoj specifičnosti, tj. značajnom stepenu uticaja ženskog sporofita na rast polenovih cevčica različitih oprašivača u plodniku.

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u našem radu ispoljena je u većoj meri nego kod drugih vrsta roda *Prunus* u sličnim agroekološkim uslovima. Tako je kod sorte višnje ‘Čačanski rubin’, pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni lokule plodnika u poljskim uslovima iznosila 10% u varijanti stranooprašivanja, odnosno 7,5% u varijanti slobodnog oprašivanja (Cerović, 1997). Kod šljive (sorta ‘Čačanska lepotica’), zbirni procenat specifičnog rasta polenovih cevčica u svim regionima plodnika do desetog dana od dana oprašivanja u poljskim uslovima iznosio je 7,2% (stranooprašivanje), odnosno 6,7% (slobodno oprašivanje) (Đorđević *et al.*, 2010).

Rezultati našeg rada ukazuju i na uticaj emaskulacije cvetova (varijanta stranooprašivanja) na stepen ispoljavanja pojave specifičnog rasta polenovih cevčica, u

poređenju sa njenom pojavom kod neemaskuliranih cvetova (slobodno oprašivanje). Takođe je uočen i uticaj viših temperatura tokom fenofaze cvetanja na pojavu specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku kod svih sorti, u obe varijante oprašivanja. Uticaj viših temperatura tokom fenofaze punog cvetanja 2009. godine, najviše je bio izražen kod sorte 'Kordia', a najmanje kod sorte 'Regina'. Ovakva zavisnost pojave specifičnog rasta polenovih cevčica od temperature i emaskulacije cvetova može se, u najopštijem smislu, sresti i u radovima drugih autora, mada ovakvi rezultati često nisu uporedivi sa rezultatima našeg rada, zbog različitih metodoloških procedura. Kod sorte višnje 'Čačanski rubin', u laboratorijskim uslovima na konstantnim višim temperaturama, procenat plodnika sa specifičnim rastom polenovih cevčica pre prodora u mikropilu je bio znatno viši (37,5%; Cerović i Ružić, 1992b) u odnosu na rezultate dobijene u plodnicima iste sorte u poljskim uslovima (Cerović, 1997). Hedhly *et al.* (2009) navode da polenove cevčice, koje se u rastu između stigme i baze stubića trešnje ponašaju slično kod emaskuliranih i neemaskuliranih cvetova, svoju usmerenost gube u blizini degenerisanog semenog zametka, pri čemu je stepen te degeneracije veći kod cvetova koji su emaskulirani.

Iako je poznato da polenove cevčice gube usmerenost u zoni nevitalnog semenog zametka (Hülscamp *et al.*, 1995), u našem radu je uočen, u veoma malom broju slučajeva, prodor polenovih cevčica u semene zametke sa znacima fluorescencije. Prodor polenove cevčice u semeni zametak koji fluorescira uočen je u većem broju slučajeva i kod višnje (Cerović i Ružić, 1992b), dok Anvari i Stösser (1978a, b) navode da polenove cevčice zaobilaze ovakve semene zametke, i nikada ne prodiru u njih.

Ispoljeni paralelizam specifičnog rasta polenovih cevčica sa stepenom pojave fluorescencije primarnih semenih zametaka kod pojedinih sorti, ukazuje na to da se uticaj ženskog sporofita na ponašanje polenovih cevčica u plodniku verovatno ostvaruje preko slabije ili bolje izražene vitalnosti primarnih semenih zametaka. O tome svedoči i relativno visoka vrednost Pirsonovog koeficijenta linearne korelacije (umerena pozitivna korelacija; $r=0,63$) između pojave fluorescencije semenih zametaka pojedinih sorti i specifičnog rasta polenovih cevčica oprašivača u zoni obturatora (pre daljeg prodora ka semenom zametku) u varijanti stranooprašivanja. Ova zavisnost je još izraženija u varijanti slobodnog oprašivanja (jaka pozitivna korelacija; $r=0,86$), i govori o direktnom uticaju vitalnosti semenih zametaka trešnje na tok programne faze procesa

oplodjenja u prirodnim uslovima (bez emaskulacije cvetova). Niža vrednost koeficijenta linearne korelacije dobijena samo za oprašene emaskulirane cvetove, ukazuje na kompleksni i po sortama nejednak uticaj povređivanja cveta na vitalnost semenih zametaka. Dobijeni rezultati vode ka zaključku da emaskulacija cvetova, kao i više temperature tokom fenofaze punog cvetanja, negativno utiču na vitalnost semenih zametaka svih sorti. Stepentog uticaja je izraženiji kod sorti koje su i inače sklone bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka, nezavisno od emaskulacije i temperature u toku fenofaze cvetanja.

Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora je u najvećem broju slučajeva bila praćena blažom ili intenzivnijom fluorescencijom samog obturatora, koja se mogla uočiti već trećeg, ali naročito šestog i desetog dana fenofaze punog cvetanja. Primenom parafinske metode u ispitivanju plodnika breskve, promene u obturatoru nisu utvrđene sve do dvanaestog dana fenofaze punog cvetanja (Arbeloa i Herrero, 1987), što ide u prilog tezi o ranijoj degeneraciji ženskih elemenata cveta trešnje, u odnosu na druge vrste voćaka roda *Prunus*. Autori navode da uporedo sa sekrecijom papilarnih ćelija obturatora, skrob išćezava iz ćelija spoljašnjeg sloja i u potpunosti nestaje posle četiri dana, uz istovremenu degeneraciju ćelijske citoplazme i pojavu kaloze, koja progresivno zahvata čitav obturator (Arbeloa i Herrero, 1987).

Neuobičajen rast naknadno prispelih polenovih cevčica u zonu obturatora (posle prodora u semeni zametak), kao i u samoj mikropili i nucelusu semenog zametka u našem radu su takođe bili ispoljeni, ali u znatno manjoj meri. U najvećem broju polenove cevčice su formirale klupko iznad otvora egzostome, u otvoru egzostome i mikropile, kao i iznad nucelarne kape. U nekoliko slučajeva, ustanovljena su zadebljanja polenovih cevčica na njihovim vrhovima kao i savijanje vrha polenove cevčice za 180°, nakon prodora u mikropilu. U slučaju prodora dve polenove cevčice u nucelus, jedna od njih je obično bila zadebljala, i jače je fluorescirala. Prodor dve polenove cevčice u nucelus semenog zametka ponekad je bio praćen fluorescencijom embrionove kesice.

Nema mnogo podataka o prirodi i uticaju sekrecije obturatora na rast polenovih cevčica koje naknadno pristižu u tu zonu. Herrero i Arbeloa (1989), u istraživanjima rasta polenovih cevčica kod breskve, navode da se nakon obturatora polenove cevčice ponovo usporavaju u zoni egzostome. Kod većeg broja vrsta konstatovana je sekrecija

ćelija koje grade mikropilu. Cerović *et al.* (1999) navode da je najveća koncentracija krupnih skrobnih zrna u semenim zamecima višnje uočena u ćelijama integumenata koje grade mikropilu. Nakon prodora polenove cevčice kroz mikropilu, utvrđena je jaka pozitivna PAS bojena reakcija ćelija mikropilarnog dela, pri čemu su poreklo sekrecije i njena veza sa skrobnim zrnima nejasni.

Neka istraživanja takođe ukazuju na to da sinergide imaju veoma značajnu ulogu u odvijanju finalnih faza rasta polenovih cevčica, migracije spermatičnih ćelija i fuzije gameta (Russell, 1996; Punwani i Drews, 2008). Hegashiyama *et al.* (2001) navode da ukoliko sinergide degenerišu pre pristizanja polenovih cevčica do njih, embrionova kesica gubi sposobnost da ih privlači.

8.1.6.3. Vitalnost primarnih semenih zametaka kod neoprašenih cvetova

Analiza zastupljenosti primarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije kod emaskuliranih neoprašenih cvetova, ukazuje na nekoliko činjenica: 1) izvestan procenat semenih zametaka sa znacima fluorescencije uočen je već u danu početka fenofaze punog cvetanja; 2) od semenih zametaka sa ispoljenim znacima fluorescencije, najzastupljeniji su bili oni sa jakom fluorescencijom čitavog semenog zametka (stadijum 5), a potom oni sa fluorescencijom halaznog dela semenog zametka (stadijum 1); 3) pojava fluorescencije semenih zametaka je bila nejednako ispoljena po pojedinim sortama; 4) pojavni oblici gubitka vitalnosti semenih zametaka su bili izraženi u toku 2009. godine; 5) do šestog dana fenofaze punog cvetanja, procenat semenih zametaka sa znacima fluorescencije raste.

Rani početak fluoresciranja primarnih semenih zametaka emaskuliranih neoprašenih cvetova trešnje bio je ispoljen u različitom stepenu i različitom dinamikom po terminima fiksiranja kod pojedinih sorti. Kod semenih zametaka sa ispoljenim znacima početnog gubitka vitalnosti (stadijum 1), prelaz ka krajnjem stadijumu (5) se odigravao relativno brzo, što je upravo razlog smanjenog procentualnog udela stadijuma 2, 3 i 4 kod svih sorti, u svim terminima fiksiranja.

Sortna specifičnost u ispoljavanju fluorescencije primarnih semenih zametaka po terminima fiksiranja, uočena u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, jasno je vidljiva i kod emaskuliranih neoprašenih cvetova. Jedino u danu početka

fenofaze punog cvetanja, uticaj sorte kao faktora varijabilnosti na vitalnost primarnih semenih zametaka nije bio statistički značajan. Drugim rečima, na početku fenofaze punog cvetanja, sve sorte su pokazivale ujednačenu zastupljenost primarnih semenih zametaka sa znacima fluorescencije. Trećeg i šestog dana, uticaj sorte je bio statistički veoma značajan, i uočen kroz karakteristični opadajući redosled sorti sa semenim zamecima sa znacima fluorescencije, koji je bio u skladu sa onim u oprašenim varijantama ('Kordia' → 'Summit'-'Karina' → 'Regina'). Sklonost ka brzom gubitku vitalnosti primarnih semenih zametaka jasno je ispoljena kod sorte 'Kordia', dok je njihova vitalnost kod sorte 'Regina' bila najbolja. Na prelazu u ispoljavanju ove osobine su sorte 'Summit' i 'Karina', kod kojih su razlike u pogledu vitalnosti, posmatrano zbirno po godinama, bile relativno male u svim terminima fiksiranja.

Više temperature tokom fenofaze punog cvetanja ispitivanih sorti u 2009. godini uslovile su brži gubitak vitalnosti primarnih semenih zametaka kod svih sorti. Ovaj uticaj, međutim, nije bio jednako ispoljen po pojedinim sortama. Najmanja razlika u zastupljenosti primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije po godinama uočena je kod sorte 'Summit', a najveća kod sorte 'Karina'. Ovaj efekat se uočava kroz inverziju u rasporedu ovih sorti u pogledu ispoljavanja stepena fluorescencije po godinama, kod svih kategorija cvetova (emaskulirani oprašeni, emaskulirani neoprašeni, neemaskulirani oprašeni cvetovi). Posmatrajući samo prosečne vrednosti zastupljenosti primarnih semenih zametaka bez znakova fluorescencije ovih sorti, moglo bi se zaključiti da se u pogledu ove osobine one ponašaju slično. Detaljnija analiza je pokazala da su razlike po godinama ispitivanja za ove sorte bile nejednake – visoke kod sorte 'Karina' (snažan uticaj viših temperatura u toku cvetanja) ili relativno niske kod sorte 'Summit' (slabiji uticaj viših temperatura u toku cvetanja). Ovo ukazuje na kompleksnost u ispoljavanju sorte specifičnosti u pogledu vitalnosti primarnih semenih zametaka pojedinih sorti, naročito u kontekstu temperaturne zavisnosti. Interesantno je da je statistički veoma značajan uticaj temperature uočen i u danu početka fenofaze punog cvetanja, što govori o uticaju viših temperatura pre i na samom početku fenofaze cvetanja na gubitak vitalnosti semenih zametaka trešnje.

Sortna specifičnost u pogledu vitalnosti primarnih semenih zametaka kod emaskuliranih neoprašenih cvetova u poljskim uslovima utvrđena je kod šljive (Cerović *et al.*, 2000). Autori navode da vitalnost semenih zametaka tokom deset dana fenofaze

punog cvetanja nije mogla biti limitirajući faktor za uspešno oplodjenje i zametanje plodova. Kod šljive, međutim, dolazi do ubrzane degeneracije semenih zametaka na višim konstantnim temperaturama, pri čemu su neke sorte osetljivije od drugih (Cerović *et al.*, 2000). Isti autori navode da je osetljivost na više temperature tokom fenofaze cvetanja posebno izražena kod sorte šljive 'Čačanska rana'. Razlike u dužini vitalnosti primarnih semenih zametaka neoprašenih (neemaskuliranih) cvetova višnje utvrđene su između sorti 'Čačanski rubin' i 'Šumadinka' (Cerović, 1991b).

U našem radu su uočeni i statistički značajni i veoma značajni uticaji interakcija osnovnih faktora varijabilnosti trećeg i šestog dana, koji se mogu razmatrati u svetlu dejstva više faktora: a) genotipska specifičnost u pogledu vitalnosti i funkcionalnosti ženskih elemenata cveta; b) nejednak uticaj viših temperatura cvetanja na vitalnost primarnih semenih zametaka različitih sorti; c) činjenica da su neke sorte bile izložene većim ('Kordia'), a neke manjim temperaturnim razlikama po godinama ('Regina') tokom fenofaze cvetanja; d) efekat same emaskulacije cvetova, koji se takođe različito ispoljavao kod pojedinih sorti. U preklapajućem dejstvu navedenih faktora uočava se složenost ispoljene vitalnosti primarnih semenih zametaka po pojedinim sortama i terminima fiksiranja, koja se u statističkoj analizi ispoljava kao značajnost uticaja interakcija osnovnih faktora.

Komparacijom vitalnosti semenih zametaka kod oprušenih i neoprušenih tučkova, uočava se uticaj polinacije na vitalnost semenih zametaka. Najveći prosečan stepen fluorescencije semenih zametaka kod trešnje tokom fenofaze punog cvetanja, uočen je upravo kod emaskuliranih, a neoprušenih cvetova, potom u varijanti stranooprušivanja (emaskulirani oprušeni cvetovi), a najmanji u varijanti slobodnog oprušivanja (neemaskulirani oprušeni cvetovi).

U literaturi je relativno malo podataka o uticaju polinacije na vitalnost primarnih semenih zametaka. Teškoće u uporedivosti rezultata različitih autora proizilaze iz primene različitih metoda (fluorescentno-mikroskopska, parafinska metoda), kao i različitih eksperimentalnih procedura u okviru iste metode (emaskulirani ili neemaskulirani cvetovi, nejednaki temperaturni uslovi, različito odabrani termini fiksiranja i sl.). Cerović (1991b) navodi da je primenom parafinske metode utvrđena vitalnost primarnih semenih zametaka višnje brojčano manja i drastičnije opada sa brojem dana punog cvetanja, u odnosu na trend vitalnosti utvrđen pomoću

fluorescentno-mikroskopske metode, tj. da je korelacija primenjenih metoda pri analizi vitalnosti primarnih semenih zametaka slabo izražena.

Ipak, u literaturi se mogu uočiti oprečni stavovi o uticaju polinacije na promene u vitalnosti i funkcionalnosti ženskih elemenata cveta. Arbeloa i Herrero (1991) navode da se većina promena uočenih na citohistološkom nivou kod cvetova breskve tokom fenofaze punog cvetanja, odigrava na sličan način kod oprašenih i neoprašenih cvetova, ukazujući na to da promene u ženskim elementima cveta nisu uslovljene polinacijom, niti oplođenjem. Prema Rodrigo i Herrero (1998), akumulacija kaloze u cvetovima kajsije, praćena redukcijom sadržaja skroba u svim tkivima semenih zametaka, pojavljuje se nezavisno od oprašivanja, odnosno na isti način i u isto vreme kod oprašenih i neoprašenih cvetova. Sa druge strane, Cerović (1997) navodi da histološka slika tkiva semenih zametaka kod višnje u neoprašenoj kombinaciji pokazuje da se skrobna zrna povlače ukoliko polinacija izostane, odnosno da je njihovo povlačenje očigledno signalizirano i uslovljeno izostankom oprašivanja. Prema Cerović *et al.* (1999) tendencija akumulacije skrobnih zrna – sitnih (u ćelijama obturatora i placentae, u embrionovoj kesici) i krupnih (u ćelijama integumenata, a naročito u mikropilarnom delu) je veoma izražena od drugog do četvrtog dana punog cvetanja, i kod oprašenih i kod neoprašenih cvetova višnje. Međutim, autori navode da je hidroliza skrobnih zrna mnogo brža kod cvetova koji nisu oprašeni. Ovi rezultati, iako nisu uporedivi sa rezultatima našeg rada, ipak idu u prilog utvrđenom pozitivnom uticaju polinacije na vitalnost primarnih semenih zametaka sorti trešnje. Kod kruške, polinacija pozitivno utiče na rast primarnog semenog zametka i razvoj embrionove kesice (Herrero i Gascón, 1987).

Dobijeni rezultati upućuju na zaključak da pri testiranju sorti trešnje na vitalnost primarnih semenih zametaka primenom fluorescentno-mikroskopske metode (emaskulirani neoprašeni cvetovi), termin fiksiranja šestog dana fenofaze punog cvetanja, pokazuje visok stepen validnosti u pogledu ocene vitalnosti ženskih elemenata cveta pojedinih sorti u poljskim uslovima. U prilog tome ide i činjenica da u ovom terminu fiksiranja stepen fluorescencije semenih zametaka pokazuje visok stepen podudarnosti u odnosu na pojavu fluorescencije primarnih semenih zametaka pojedinih sorti kod oprašenih neemaskuliranih cvetova (slobodno oprašivanje).

8.1.6.4. Vitalnost sekundarnih semenih zametaka

Kod velikog broja vrsta sa multiplim semenim zamecima unutar plodnika, dolazi do redukcije njihovog broja, pri čemu fiziološki uzroci ovog procesa nisu do kraja i u potpunosti jasni. Kod vrsta roda *Prunus*, plodnici sadrže dva semena zametka, ali samo jedan od njih biva oplođen, i može da formira seme. Dok u prvim danima fenofaze punog cvetanja primarni semeni zametak raste, sekundarni veoma brzo zaustavlja rast, i pokazuje znake degeneracije.

Analiza zastupljenosti sekundarnih semenih zametaka sa znacima intenzivne fluorescencije na početku fenofaze punog cvetanja ispitivanih sorti trešnje, ukazuje na najveći stepen degeneracije kod sorte 'Summit' (prosečno 25%), dok je kod ostalih sorti ovaj procenat relativno nizak (do 4%). Ipak, i kod njih je uočena visoka zastupljenost fluorescencije sekundarnih semenih zametaka u blaže ispoljenim oblicima (stadijumi 1–4). Interesantno je da su početni stadijumi fluorescencije (fluorescencija halaznog dela, fluorescencija halaznog i mikropilarnog dela), uočeni prvenstveno u danu početka fenofaze punog cvetanja. U ostalim terminima fiksiranja, njihovi udeli su bili neznatni, tako da se nakon početka fenofaze punog cvetanja (nulti dan), može govoriti samo o stadijumu 5 (jaka fluorescencija čitavog semenog zametka). Trećeg dana od dana početka fenofaze punog cvetanja, uočene su najveće razlike po sortama i godinama u pogledu ove osobine, sa najvećom ispoljenošću kod sorte 'Kordia' (89,29%, 2009. godine), odnosno sorte 'Summit' (73,33%, 2010. godine). Šestog dana, razlike po sortama i godinama su teško uočljive, obzirom na to da je procenat sekundarnih semenih zametaka sa znacima jake fluorescencije bio veoma visok (85-100%).

Hedhly *et al.* (2007) navode da je primenom fluorescentne mikroskopije kod dve sorte trešnje u poljskim uslovima degeneracija sekundarnih semenih zametaka uočena kod 30% cvetova na početku, odnosno kod 100% cvetova četvrtog dana fenofaze punog cvetanja. Prema Ceroviću (1991b), konstatovana je kratka vitalnost sekundarnih semenih zametaka višnje, uz ispoljenu korelaciju između gubitka njihove vitalnosti i broja dana fenofaze punog cvetanja. Cerović *et al.* (2000) navode da se sekundarni semeni zameci ponašaju veoma slično kod pet sorti šljive, ispoljavajući intenzivnu fluorescenciju na samom početku fenofaze punog cvetanja, u poljskim i laboratorijskim uslovima.

Sortna specifičnost, utvrđena u ispoljavanju fluorescencije primarnih semenih zametaka kroz karakterističan opadajući redosled sorti, kod sekundarnih semenih zametaka je slabo uočljiva čak i u trećem danu fenofaze punog cvetanja, i ne pokazuje podudarnost u ispoljavanju sa fluorescencijom primarnih semenih zametaka. Podudarnost u ispoljavanju se teško može uočiti i po godinama, obzirom da je uticaj viših temperatura cvetanja tokom 2009. godine na vitalnost sekundarnih semenih zametaka bio slabiji nego na vitalnost primarnih semenih zametaka. Hedhly *et al.* (2007) navode da visoke temperature ubrzavaju degeneraciju primarnih i sekundarnih semenih zametaka, ali da se nakon petog dana fenofaze punog cvetanja, razlike u pogledu degeneracije sekundarnih semenih zametaka u uslovima konstantnih viših temperatura i u poljskim uslovima ne mogu uočiti. Rezultati našeg rada ukazuju na to da se gubljenje vitalnosti sekundarnih semenih zametaka trešnje odigrava veoma brzo tokom prvih dana fenofaze punog cvetanja, i da je nezavisno od stepena i dinamike gubitka vitalnosti primarnih semenih zametaka.

Degeneracija sekundarnih semenih zametaka kod badema (Pimienta i Polito, 1982), breskve (Arbeloa i Herrero, 1985), višnje (Cerović, 1997) i kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998) je, kao i kod primarnih, povezana sa iščezavanjem skroba i akumulacijom kaloze u njihovim tkivima. Iznenadno i brzo trošenje rezervi skroba kod sekundarnog semenog zametka je prvi korak serije događaja koji vode ka degeneraciji semenih zametaka oprašenih i neoprašenih cvetova kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998). Autori navode da trošenje rezervi skroba kod jednog semenog zametka, koje se javlja istovremeno sa akumulacijom kaloze, prethodi brzom rastu drugog.

Degeneracija sekundarnog semenog zametka nezavisna je od oprašivanja, i odigrava se pre oplođenja primarnog semenog zametka kod badema (Pimienta i Polito, 1982) i kajsije (Rodrigo i Herrero, 1998). Rigney (1995) navodi da degeneracija semenog zametka slabijeg kvaliteta oslobađa rezerve za razvoj drugog. Kod vrsta roda *Prunus*, to se objašnjava optimizacijom korišćenja raspoloživih rezervi tučka, pošto su neki elementi cveta specijalizovani za podršku drugih (Friedman, 1995). Rodrigo i Herrero (1998) ovu pojavu označavaju „bratoubilačkim konfliktom” među semenim zamecima, odnosno kompeticijom unutar cveta.

U našem radu je takođe uočena i pojava plodnika sa tri ili četiri semena zametka kod sorti ‘Regina’ i ‘Summit’. Kod ovakvih plodnika, primarni semeni zameci su bili

krupni i jasno uočljivi, dok su ostali semeni zameci bili sitni, sa izraženim znacima degeneracije. Kod vrsta roda *Prunus*, pojava više od dva semena zametka u plodniku je uglavnom opisana kod kajsijske, gde se javlja kod većeg broja sorti (Egea i Burgos, 1995; Albuquerque *et al.*, 2002). Plodnici sa multiplim semenim zamecima su rezultat različitih abnormalnosti tokom procesa megasporogeneze koji mogu biti genotipski determinisani (Lillecrap *et al.*, 1999). Isti autori navode da je ova pojava jedan od uzroka ženske sterilnosti kod jednog klona sorte kajsijske ‘Trevatt’. Takođe je utvrđena veza između pojave multiplih semenih zametaka i temperatura (Egea i Burgos, 1998). U našem radu, pojava više semenih zametaka u oprašenim kombinacijama, nije uticala na normalan rast i prodor polenovih cevčica u primarni semeni zametak. Samim tim, nije uočen uticaj ove pojave na regularno odvijanje programne faze procesa oplođenja, kao i zametanje plodova ispitivanih sorti.

8.1.7. Inicijalno i finalno zametanje plodova

Zametanje plodova trešnje može u velikoj meri varirati po godinama. Zavisno od obilnosti cvetanja, finalno zametanje kod trešnje se kreće u intervalu 20–65% (Thompson, 1996). Nyeki *et al.* (2003) navode da se finalno zametanje plodova kod trešnje može klasifikovati u tri kategorije: slabo (ispod 10%), srednje (20–30%) i visoko zametanje (preko 30%). Isti autori navode da je pri obilnom cvetanju, potrebno da se zametne 20–30% plodova da bi se dobio visok prinos trešnje. U našem radu, visoko ocenjena obilnost cvetanja ispitivanih sorti nije mogla biti limitirajući faktor za uspešno zametanje plodova.

Sorte ‘Karina’, ‘Regina’ i ‘Summit’ su imale, generalno, dobro zametanje plodova, dok je zametanje plodova sorte ‘Kordia’ bilo slabije. U okviru pojedinih ispitivanih (majčinskih) sorti, veoma značajni uticaji faktora varijabilnosti (oprašivač i godina) na inicijalno i finalno zametanje plodova, ne mogu se razmatrati van konteksta njihovih međusobnih interakcija, koje su se ispoljile kod sorti ‘Karina’, ‘Kordia’ i ‘Summit’. Ispoljavanje statistički značajnih uticaja interakcija faktora varijabilnosti je očekivana, imajući u vidu činjenicu da su se one ispoljile i na kvantitativne pokazatelje rasta polenovih cevčica (brojnost polenovih cevčica i dinamika njihovog rasta). Utvrđene genotipske specifičnosti različitih sorti kao oprašivača, njihove interakcije sa

sporofitom majčinske sorte, kao i temperaturna zavisnost ovakvih uticaja, koji su uticali na kvantitativne pokazatelje rasta polenovih cevčica *in vivo*, reflektovali su se i na inicijalno i finalno zametanje plodova. Ovome su doprinele i razlike u ponašanju majčinskih sorti u pogledu vitalnosti ženskih elemenata cveta u oprašenim kombinacijama (kod neoprašenih cvetova ove razlike su i statistički potvrđene). Svi ovi kompleksni uticaji, kao i njihova preklapajuća dejstva, uslovlili su pojavu statističke značajnosti interakcija faktora varijabilnosti na zametanje plodova sorti 'Karina', 'Kordia' i 'Summit'.

Slabije zametanje plodova sorte 'Kordia', naročito u drugoj godini ispitivanja, vezano je za slabu vitalnost semenih zametaka ove sorte. Više temperature cvetanja tokom 2009. godine negativno su uticale na zametanje plodova svih sorti, ali je ovaj uticaj posebno ispoljen kod sorte 'Kordia'. Prema rezultatima Erez *et al.* (1998, 2000) i Kozai *et al.* (1999), maksimalne dnevne temperature koje prelaze 25 °C su te koje uslovljavaju značajno modifikovanje fenofaze cvetanja, i slabo zametanje plodova kod vrsta roda *Prunus*. Nava *et al.* (2009) navode da je odsustvo ili slabo zametanje plodova kod sorte breskve 'Granada' vezano za veoma negativan uticaj viših temperatura pre i tokom fenofaze cvetanja. Ipak, isti autori navode da genetički faktor (sorta) ima najveći uticaj na osetljivost voćaka na stres-visoku temperaturu tokom fenofaze cvetanja. Hedhly *et al.* (2007) ističu da više temperature tokom fenofaze cvetanja mogu drastično smanjiti zametanje plodova kod trešnje.

Interesantno je da je sorta 'Kordia' imala bolje zametanje plodova u varijanti slobodnog oprašivanja. Bolja vitalnost semenih zametaka kod neemaskuliranih cvetova, uz prisustvo i transfer raspoloživog polena ispitivanih i drugih sorti u zasadu, uslovlili su bolje zametanje plodova pri slobodnom oprašivanju. Hedhly *et al.* (2009) navode da emaskulacija smanjuje zametanje plodova trešnje, uslovljavajući njihovo značajno opadanje u prvih 2–4 nedelje kod emaskuliranih, u odnosu na neemaskulirane cvetove. Naša istraživanja ukazuju na to da je negativan uticaj kako viših temperatura, tako i emaskulacije cvetova, naročito ispoljen kod onih sorti koje su i inače sklone bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka, kao što je sorta 'Kordia'.

Kod sorte 'Regina', međutim, uočava se jedino statistička značajnost u uticaju godine kao faktora varijabilnosti na zametanje plodova. Iako se i kod ove sorte ispoljavaju statističke značajnosti faktora varijabilnosti i njihovih interakcija na

kvantitativne pokazatelje rasta polenovih cevčica, njihovi efekti nisu ispoljeni i na zametanje plodova. Ovo se može tumačiti dobrom vitalnošću semenih zametaka, koja je kod ove sorte bila najbolja kako u oprašanim (stranooprašivanje i slobodno oprašivanje), tako i u neoprašenoj varijanti. Drugim rečima, ispoljena stabilnost ove sorte u reproduktivnom smislu (dobra vitalnost ženskih elemenata cveta), činile su je gotovo nezavisnom od sorte oprašivača u pogledu zametanja plodova (bilo je dovoljno da on bude adekvatne *S*-alelne konstitucije).

Ipak, uticaj temperature cvetanja je bio statistički veoma značajan i kod sorte 'Regina', mada se ispoljavao na nešto drugačiji način. Za razliku od ostalih sorti, kod kojih je uočen pad vrednosti inicijalnog i finalnog zametanja plodova u toku druge godine ispitivanja, kod sorte 'Regina' su razlike između druge i treće godine, zavisno od varijante oprašivanja, bile relativno male. Zametanje je bilo najbolje u prvoj godini, sa svim oprašivačima, kao i pri slobodnom oprašivanju. Takođe, treba imati u vidu i činjenicu da je sorta 'Regina' bila izložena najmanjim temperaturnim razlikama tokom fenofaze cvetanja po godinama.

Interesantno je da je sorta 'Regina' najveću vrednost inicijalnog i finalnog zametanja plodova ostvarila sa sortom 'Summit' kao oprašivačem u 2009. godini, što se objašnjava ranije opisanim ponašanjem obe sorte na nešto višim temperaturama cvetanja i njihovom prilagođenošću ovim uslovima. To su razlozi što je ova kombinacija rezultirala većim brojem prodora u nucelus semenog zametka, uz istovremeno najbolje zametanje plodova. U recipročnoj kombinaciji oprašivanja, ova pojava ne dolazi toliko do izražaja zbog nešto slabije vitalnosti semenih zametaka sorte 'Summit' u odnosu na sortu 'Regina'. Ipak, pojava depresije u prodoru polenovih cevčica u nucelus semenog zametka i zametanju plodova u drugoj godini ispitivanja u ovoj kombinaciji nije bila toliko izražena kao kod drugih kombinacija. Prema Lech *et al.* (2008) kombinacije 'Regina' × 'Kordia' i 'Kordia' × 'Regina' rezultiraju veoma niskim zametanjem plodova, što je delimično u skladu sa rezultatima dobijenim u našem radu, imajući u vidu dobro zametanje plodova u kombinaciji 'Regina' × 'Kordia', a slabo zametanje plodova u recipročnoj kombinaciji.

U našem radu je uočena jaka pozitivna korelacija između inicijalnog i finalnog zametanja plodova u varijantama stranooprašivanja ($r=0,82$) i slobodnog oprašivanja ($r=0,86$), što dovodi u vezu ranije diskutovane faktore reproduktivnog procesa kod

trešnje sa njegovim konačnim efektom – realizacijom potencijala rodnosti. Nejednakosti u razlikama između vrednosti inicijalnog i finalnog zmetanja plodova po kombinacijama i godinama su rezultat uticaja različitih faktora koji dovode do opadanja najpre nefunkcionalnih i neoprašenih (slobodno oprašivanje) cvetova, a potom i inicijalno zmetnutih defektnih plodova, a koje se kod trešnje događa u tri talasa (Thompson, 1996). Faktori spoljašnje sredine objašnjavaju različito zmetanje plodova između sorti, između različitih lokaliteta za istu sortu, kao i u okviru sorte po godinama (Nava *et al.*, 2009).

Naša istraživanja takođe ukazuju da vitalnost semenih zmetaka u značajnoj meri utiče na pojavu specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora pre daljeg prodora polenovih cevčica ka mikropili i nucelus semnog zmetka (vrednosti koeficijenta korelacije između fluorescencije semenih zmetaka i pojave specifičnog rasta polenovih cevčica u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja su bile $r=0,63$ i $r=0,86$). Slaba vitalnost semenih zmetaka, uslovljena sortnim karakteristikama ili agroekološkim uslovima tokom fenofaze cvetanja, posredno je uticala na slabiji nivo prodora polenovih cevčica u nucelus semnog zmetka (vrednost koeficijenta korelacije između fluorescencije semenih zmetaka i prodora polenovih cevčica u nucelus semnog zmetka desetog dana od dana oprašivanja u varijanti stranooprašivanja je bila $r=-0,70$). Odsustvo statističke značajnosti u korelacionom odnosu u varijanti slobodnog oprašivanja, može se tumačiti najpre uticajem nejednakih momenata u kojima je došlo do slobodnog oprašivanja, ali i uticajem odsustva emaskulacije cvetova, koja se pojavljuje kao značajan faktor uticaja na vitalnost semenih zmetaka. Iz istih razloga se uočava statistička značajnost u ispoljenoj korelaciji između pojave specifičnog rasta i prodora polenovih cevčica u nucelus u varijanti stranooprašivanja ($r=-0,57$), uz odsustvo statističke značajnosti u varijanti slobodnog oprašivanja.

Ipak, nedvosmislena je snaga uticaja svakog od ovih faktora pojedinačno (fluorescencija semenih zmetaka, specifični rast polenovih cevčica, prodor polenovih cevčica u nucelus semnog zmetka desetog dana od dana oprašivanja) na zmetanje plodova, u obe varijante oprašivanja. Interesantno je da je opadajući redosled u zmetanju plodova po ispitivanim sortama ('Regina' → 'Karina' → 'Summit' → 'Kordia') u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja, obrnuto proporcionalan redosledu sorti u ispoljavanju fluorescencije semenih zmetaka. U prilog

tome govore i visoke vrednosti Pirsonovih koeficijentata linearne korelacije između pojave fluorescencije primarnih zametaka semenih zametaka, i inicijalnog i finalnog zametanja plodova u varijantama stranooprašivanja ($r=-0,89$; $r=-0,76$) i slobodnog oprašivanja ($r=-0,65$; $r=-0,71$). Stösser i Anvari (1982) povezuju slabu rodnot sa slabom vitalnošću primarnih semenih zametaka kod dve sorte trešnje i jedne sorte višnje. Vitalnot semenih zametaka, bilo da je ispitivana histološki u poljskim uslovima, bilo u laboratorijskim uslovima na konstantnim temperaturama pomoću fluorescentno-mikroskopske metode, predstavlja u praksi jedan od ograničavajućih faktora koji može značajno uticati na rodnot sorte višnje 'Čačanski rubin' (Cerović, 1997). Cerović *et al.* (2000) navode da vitalnot semenih zametaka nije ograničavajući faktor za uspešno oplodjenje i zametanje plodova šljive. Ispitujući reproduktivne karakteristike deset sorti kajsije, Alburquerque *et al.* (2002) nisu utvrdili korelaciju između vitalnoti semenih zametaka i finalnog zametanja plodova, zbog činjenice da je kod velikog broja sorti utvrđeno nisko zametanje plodova uprkos dobro razvijenim i vitalnim semenim zamecima. Prema ovim autorima, slabo zametanje plodova kod kajsije se dovodi u vezu sa njihovim usporenim razvojem, bez obzira na konačno dobru vitalnot.

Utvrđene veze između pojave fluorescencije semenih zametaka i specifičnog rasta, reflektovale su se na ispoljavanje korelacije između pojave specifičnog rasta polenovih cevčica i inicijalnog zametanja plodova u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja ($r=-0,60$; $r=-0,72$) i specifičnog rasta i finalnog zametanja plodova ($r=-0,73$; $r=-0,62$). Konačno, efikasnot oprašivača, izražena preko zastupljenosti tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka, značajno je uticala na inicijalno zametanje plodova ($r=0,83$; $r=0,74$) i finalno zametanje plodova ($r=0,70$; $r=0,61$) u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja. Cerović i Mičić (1996) navode da kod pojedinih kombinacija oprašivanja vitalnot semenih zametaka i brzina rasta polenovih cevčica *in vivo*, direktno utiču na stepen oplodjenja.

Ispitivanja različitih aspekata biologije oplodjenja trešnje u našem radu (kvantitativni pokazatelji efikasnosti rasta polenovih cevčica *in vivo*, pojava specifičnog rasta polenovih cevčica, fluorescencija semenih zametaka,) ukazuju na postojanje njihovih složenih međusobnih uticaja, kao i njihovih uticaja na zametanje plodova, kao finalnog pokazatelja uspešnosti reproduktivnog procesa.

8.2. Pomološke osobine i prinos

8.2.1. Vreme sazrevanja

Na početak sazrevanja plodova svih vrsta voćaka, pa i trešnje, najveći uticaj imaju vremenske prilike (temperatura i padavine) u dekadi koja prethodi sazrevanju, kao i u toku samog sazrevanja plodova. Prema Stančeviću (1968a), redosled početka sazrevanja sorti trešnje gajenih u istim uslovima sredine uslovljen je naslednim osobinama.

U našem radu, redosled u vremenu sazrevanja plodova pojedinih sorti je po godinama bio ujednačen, odnosno nije bilo inverzija u redosledu po godinama ispitivanja. Takođe je uočeno ranije vreme sazrevanja plodova ispitivanih sorti u toku prve u odnosu na drugu godinu, a naročito u odnosu na treću godinu ispitivanja (vreme sazrevanja plodova u drugoj i trećoj godini ispitivanja je bilo relativno ujednačeno). Ranije vreme sazrevanja plodova 2008. godine je rezultat viših temperatura tokom juna meseca u 2008. godini, u odnosu na 2009. i 2010. godinu. Razlike u padavinama (manja količina padavina tokom maja i juna 2008. godine u odnosu na 2009. i 2010. godinu) su takođe mogle uticati na ranije vreme sazrevanja plodova u prvoj godini ispitivanja, ali je njihov uticaj ipak znatno ublažen primenom sistema za navodnjavanje „kap po kap” tokom perioda sazrevanja u svim godinama ispitivanja.

Ispitivane sorte po svom vremenu sazrevanja pripadaju kategoriji poznijih (IV, V i VI nedelja zrenja trešnje). Klasifikacija sorti prema vremenu sazrevanja je uglavnom u skladu sa rezultatima drugih autora. Ipak, razlike postoje u rasponu vremena sazrevanja dobijenih u našim, u odnosu na agroekološke uslove drugih zemalja. Stehr (2005) navodi da sorte ‘Summit’, ‘Kordia’, ‘Karina’ i ‘Regina’ u uslovima severne Nemačke sazrevaju redom 19, 23, 26 i 30 dana posle sorte ‘Burlat’. Ove razlike se mogu tumačiti uslovima hladnijeg klimata Nemačke, koji utiče na povećanje raspona sazrevanja između ranijih i poznijih sorti trešnje.

Ipak, autori se uglavnom slažu da je vreme sazrevanja plodova sorte ‘Summit’ srednje pozno (Bargioni, 1996; Andersen *et al.*, 2003), dok je vreme sazrevanja plodova sorte ‘Regina’ ocenjeno kao pozno (Andersen *et al.*, 2003) ili vrlo pozno (Lichev *et al.*, 2004). Oprečni podaci postoje u pogledu vremena sazrevanja sorte ‘Kordia’. Rezultati

dobijeni u našem radu su u skladu sa rezultatima Ystaas *et al.* (1998) i Balmer (2000), prema kojima 'Kordia' pripada grupi poznih sorti. Tilkens (2002) ističe da ova sorta ima srednje rano vreme sazrevanja.

Rezultati dobijeni u našem radu su u skladu sa ranijim istraživanjima vremena sazrevanja plodova sorti 'Summit' i 'Kordia' u agroekološkim uslovima Čačka (Radičević *et al.*, 2009). Milatović i Đurović (2010a) navode da je u beogradskom Podunavlju vreme sazrevanja sorte 'Summit' srednje pozno. Isti autori ističu da je prosečno vreme sazrevanja sorti trešnje u uslovima beogradskog Podunavlja 2–10 dana ranije u odnosu na uslove Čačka, kao i da su ove razlike izraženije kod sorti poznijeg vremena sazrevanja.

8.2.2. Morfometrijske i opisne osobine ploda

8.2.2.1. Masa i dimenzije ploda

Krupnoća ploda je jedno od najznačajnijih pomoloških svojstava, kao i jedan od najvažnijih ciljeva u oplemenjivačkom radu kod trešnje. U velikom broju oplemenjivačkih programa u svetu, izražena masa ili prečnik ploda postavljaju se kao prioritet, i u tom smislu su kod trešnje u novije vreme postignuti impresivni rezultati.

Statistička značajnost uticaja faktora varijabilnosti i njihovih interakcija na masu, dimenzije i oblik ploda sorti ispitivanih u našem radu, ukazuju na to da se zaključci o uticaju sorte i godine kao nezavisnim faktorima ne mogu izvoditi. U radu je uočeno odsustvo podudarnosti u tendencijama osnovnih faktora, ili pojava suprotnih tendencija. Ipak, podudarnost u ispoljavanju i određeni stepen korelacije u vrednostima mase i dužine ploda po godinama uočeni su kod sorti 'Karina', 'Summit' i 'Regina'. Vrednosti za sortu 'Kordia' su, međutim, odstupale od ovakve tendencije, a ispoljene razlike za ove osobine su po godinama bile male.

U pogledu širine i debljine ploda, uočena je ili podudarnost u načinu ispoljavanja ovih osobina po godinama ('Karina', 'Kordia' i 'Regina'), ili su razlike po godinama bile male ('Summit'). Uočeno je i odsustvo paralelizma u vrednostima ovih osobina u odnosu na masu i dužinu ploda. Takođe je interesantno da indeks oblika ploda ispoljava tendenciju paralelizma sa masom ili dužinom ploda. U tom pogledu, izuzetak

je sorta 'Kordia', kod koje je indeks oblika ploda bio najmanji u godini najveće mase i dužine ploda.

Ove činjenice jasno ukazuju na to da su se uticaji faktora varijabilnosti na masu i dimenzije ploda ispitivanih sorti nejednako ispoljavali, što se statistički očitava kao veoma značajan uticaj njihovih interakcija. Može se konstatovati da je sortna specifičnost u pogledu mase, dimenzija i indeksa oblika ploda modifikovana nejednakim uticajem agroekoloških uslova. Ovaj uticaj je bio najmanje ispoljen kod sorte 'Kordia' (najmanja variranja u masi ploda po godinama). Takođe, sortna specifičnost u pogledu dimenzija ploda najviše se ispoljava preko njegove dužine. Veća ili manja masa ploda više je uticala na izmenu širine i debljine, nego na izmenu dužine ploda, pri čemu je i ova tendencija nejednako izražena po ispitivanim sortama. Imajući u vidu prisustvo raspoložive vode tokom perioda rasta i razvoja ploda, može se reći da se uticaj godine ispoljavao prvenstveno preko uticaja temperature. Sorte 'Karina', 'Regina' i 'Summit' su najveće vrednosti mase ploda imale u 2008. godini, u kojoj je prosečna dnevna temperatura tokom juna meseca bila najviša. Više temperature u toku perioda najintenzivnijeg porasta i sazrevanja ploda, uz prisustvo raspoložive vode, su pozitivno uticale na krupnoću ploda ovih sorti, dok je taj uticaj slabije izražen na masu ploda sorte 'Kordia'.

Poznato je da kod trešnje ne postoji stalna zavisnost između mase ploda i njegovih dimenzija tj. da neke sorte trešnje sa težim plodovima mogu imati manje dimenzije od sorti čiji su plodovi nešto lakši (Stančević, 1968b). Ne treba zanemariti i činjenicu da je u višesortnom zasadu trešnje kao izrazito stranooplodne vrste, verovatna i pojava metaksenije, tj. uticaja polena očinske sorte na izmenu oblika ploda, koja je uočena i opisana kod trešnje (Stančević, 1971), i koja je takođe mogla doprineti razlikama statistički izraženim u pojavi interakcija faktora varijabilnosti.

U pogledu mase ploda i klasifikacije ispitivanih sorti prema ovom kriterijumu, rezultati našeg rada su uglavnom u skladu sa rezultatima drugih autora. Tako Balmer (2001) navodi da se sorte 'Karina' i 'Regina' svrstavaju u grupu sorti krupnih plodova. Prema Lang *et al.* (2003), sorte 'Summit' i 'Kordia' imaju izražen potencijal za krupnoću ploda. Prosečna masa ploda sorte 'Regina' u trogodišnjem istraživanju u Bugarskoj iznosila je 10 g (Lichev *et al.*, 2004). Stehr (2005) navodi da su u uslovima severne Nemačke sorte 'Kordia', 'Karina' i 'Regina' imale masu ploda 8,5g, 8,9 g i 9,5

g. Prema Kankaya *et al.* (2008), plodovi sorte 'Summit' mogu imati masu preko 11 g. Blažkova *et al.* (2010) navode da je prosečna masa ploda sorte 'Summit' 9,4 g, a sorte 'Kordia' 7,5 g.

U literaturi je relativno malo podataka o dimenzijama, ili indeksu oblika ploda pojedinih sorti, već se mogu sresti ocene oblika ploda, koje su uglavnom u skladu sa rezultatima našeg rada. Tako na srcast oblik ploda sorte 'Summit' ukazuje Saunier (1996), a sorte 'Kordia' Andersen *et al.* (2003). Milatović i Đurović (2010a) navode da je prosečna masa ploda sorte 'Summit' preko 8 g, a indeks oblika ploda 1,20, što ukazuje na nešto izduženiji oblik ploda ove sorte.

8.2.2.2. Karakteristike koštice i peteljke

Statistički veoma značajni uticaji faktora varijabilnosti i njihovih interakcija na karakteristike koštice i peteljke ukazuje na to da se, kao i kod mase i dimenzija ploda, uticaji sorte ili godine ne mogu razmatrati pojedinačno. Analizom prosečne trogodišnje vrednosti mase koštice za pojedine sorte i njenog odnosa prema masi ploda, uočeno je da sorta najveće mase ploda ('Summit'), nije imala istovremeno i najveću masu koštice. Ipak, izvesne zakonitosti koje su uočene u promenama mase i dimenzija ploda pojedinih sorti po godinama, uočene su i kod karakteristika koštice. Najmanja vrednost mase i dimenzija koštice ispitivanih sorti u godini u kojoj je masa ploda bila najmanja (2009. godina), ukazuje na postojanje određene veze mase koštice u odnosu na masu ploda po godinama.

Uočena je pojava suprotnih tendencija u pogledu dimenzija koštice po sortama i godinama, što je doprinelo pojavi interakcija osnovnih faktora. Varijabilnost visine i širine koštice po sortama i godinama je bila izraženija u odnosu na varijabilnost debljine koštice. Ovo je u skladu sa rezultatima ranijih istraživanja karakteristika koštica 17 sorti trešnje (Radičević, 2006), prema kojima je varijabilnost visine koštice izraženija kod sorti poznijeg vremena sazrevanja. Stančević (1971) iznosi pretpostavku o mogućem uticaju polena očinske sorte (metaksenija) na izmenu dimenzija koštice.

Prema nekim autorima, osobine koštice (krupnoća, dimenzije, oblik) mogu poslužiti pouzdanoj determinaciji sorti koštičavih vrsta voćaka (Plock, 1966). Stančević i Belić (1972) navode da karakteristike koštice predstavljaju bitna sortna obeležja, ali da

samo u sklopu sa ostalim osobinama mogu doprineti determinaciji sorti trešnje.

U literaturi se mogu sresti različiti podaci o krupnoći koštice pojedinih sorti trešnje, koji su posledica različitih klasifikacija sorti prema krupnoći koštice (težinske, zapreminske, često i samo vizuelne). Rezultati našeg rada su u skladu sa rezultatima Milatović *et al.* (2011b), prema kojima prosečna masa koštice kod sorti trešnje i višnje varira od 0,3 do 0,6 g. Isti autori navode da je koštica sorti 'Kordia' i 'Summit' srednje krupna, a sorte 'Regina' krupna. Albertini i Della Strada (2001) ističu da sorta 'Kordia' ima košticu srednje krupnoće.

Prema Brown *et al.* (1996), dužina i boja peteljke ploda trešnje doprinose njegovoj atraktivnosti. Duža peteljka se uglavnom navodi kao prednost, zbog olakšane berbe i manjeg truljenja plodova. Sa druge strane, kraća peteljka intenzivno zelene boje asocira kupce na svežinu i sočnost ploda (Schick i Toivonen, 2000). Prema Mitroviću (1982), dužina peteljke je sortno svojstvo, koje može doprineti pravilnoj determinaciji sorti trešnje (npr. izrazito kratka peteljka sorte 'Van'). Albertini i Della Strada (2001) navode da se sorte 'Kordia', 'Karina' i 'Regina' odlikuju dugom peteljkom, dok je peteljka sorte 'Summit' srednje duga. Rezultati našeg rada su u skladu sa rezultatima Milatović *et al.* (2011b), prema kojima sorta 'Summit' ima srednje dugu peteljku, a 'Kordia' i 'Regina' dugu peteljku.

U pogledu mase peteljke, može se uočiti da je njena varijabilnost bila znatno manje izražena u odnosu na ostale karakteristike ploda, kao i da masa peteljke nije uvek bila proporcionalna njenoj dužini, što se može objasniti razlikama u specifičnoj masi i debljini peteljke (Radičević, 2006). Albertini i Della Strada (2001) navode da peteljke trešnje mogu biti izražene debljine, srednje debljine i tanke. Prema Mitroviću (1982), masa peteljke ploda trešnje je veoma mala (0,08–0,1 g). Ispitujući pomološke karakteristike 12 sorti trešnje, Stančević *et al.* (1988) ističu da se prosečna masa njihovih peteljki kretala u intervalu 0,06 do 0,1 g.

8.2.2.3. Randman mezokarpa ploda

Randman mezokarpa ploda, tj. udeo jestivog dela (mezokarpa i pokožice) u ukupnoj masi ploda, predstavlja značajan pokazatelj iskoristljivosti ploda, i bitan parametar za prerađivačku industriju. Ranije diskutovani faktori koji su veoma značajno

uticali na masu i dimenzije ploda, koštice i peteljke imali su uticaja i na randman mezokarpa ploda.

Interesantno je da randman mezokarpa ploda ne pokazuje iste tendencije promena po sortama i godinama kao masa ploda, koštice ili peteljke. Razloge za ovo svakako treba tražiti u ispoljenoj sortnoj specifičnosti, ali i nejednakom uticaju faktora spoljašnje sredine, koje su se različito reflektovale na odnos jestivi/nejestivi deo ploda.

Rezultati dobijeni u našem radu su u skladu sa rezultatima Jande *et al.* (1980), prema kojima je procenat jestivog dela ploda kod devet ispitivanih sorti trešnje bio u intervalu od 90,31% do 95,30%. Isti autori navode da je ova veličina u direktnoj zavisnosti od krupnoće ploda što se, imajući u vidu rezultate našeg rada, može delimično prihvatiti. Prema Stančeviću *et al.* (1974) procenat jestivog dela ploda nije uvek u direktnoj zavisnosti sa masom ploda. U našem istraživanju, sorta 'Regina', iako krupnih plodova, imala je prosečno najmanji randman mezokarpa, što je posledica najveće mase koštice i peteljke ploda ove sorte.

Randman mezokarpa ploda sorti 'Karina' i 'Summit' je bio najbolji u godini najmanje mase ploda (2009. godina). Randman mezokarpa ploda je u ovoj godini bio najviši i kod sorte 'Kordia' (ispoljene razlike u masi ploda po godinama su bile relativno male). To praktično znači da je masa nejestivih delova ploda (koštice i peteljke) više varirala u odnosu na ukupnu masu ploda. Smanjenje mase ploda u toku druge godine ispitivanja bilo je praćeno srazmerno manjim padom mase mezokarpa, a većim padom mase nejestivih delova ploda, što je u skladu sa ranije dobijenim rezultatima ispitivanja odnosa jestivi/nejestivi deo ploda kod 17 sorti trešnje (Radičević, 2006). Isti autor navodi da je ova tendencija izraženija kod sorti krupnijih plodova, kao i da sorte 'Kordia' i 'Summit' imaju visok udeo jestivog dela u ukupnoj masi ploda (preko 94%). Mitrović (1982) ističe da se povoljnim randmanom mezokarpa ploda trešnje smatra onaj gde je udeo jestivog dela ploda preko 92%, kao i da je on nešto povoljniji kod sorti krupnijih plodova.

Pored randmana mezokarpa, koji u kalkulaciji iskoristljivosti ploda uključuje i masu peteljke, u literaturi se mogu sresti i podaci o učešću koštice u ukupnoj masi ploda. Razlike među ovim pokazateljima su relativno male, imajući u vidu malu masu peteljke ploda trešnje. Toth *et al.* (1996) su na osnovu učešća koštice u ukupnoj masi ploda izvršili klasifikaciju sorti trešnje u tri grupe: mali udeo koštice (ispod 6%), srednji

udeo (6–7,5%) i veliki udeo (iznad 7,5%). Milatović *et al.* (2011b) ističu da učešće koštice u ukupnoj masi ploda trešnje iznosi 4–12%. Isti autori navode da je kod sorti ‘Kordia’ i ‘Summit’ učešće koštice u ukupnoj masi ploda malo, dok je kod sorte ‘Regina’ njeno učešće u masi ploda srednje.

8.2.3. Biohemijski sastav ploda

8.2.3.1. Sadržaj rastvorljivih suvih materija i šećera

Visok sadržaj rastvorljivih suvih materija, koji značajno utiče na kvalitet ploda, jedan je od najznačajnijih ciljeva oplemenjivanja koštičavih vrsta voćaka (Callahan, 2003), i jedan od najbitnijih pokazatelja kvaliteta ploda trešnje (Brown *et al.*, 1996). Kappel *et al.* (1996), dajući model „idealne” sorte trešnje, navode da ona treba da ima sadržaj rastvorljivih suvih materija 17–19%.

Statistički veoma značajan uticaj sorte i interakcije sorta-godina na sadržaj rastvorljivih suvih materija, ukupnih i invertnih šećera, uz odsustvo značajnosti uticaja godine kao faktora varijabilnosti, može se tumačiti primenom navodnjavanja tokom perioda rasta i sazrevanja ploda, koje je ublažilo uticaje agroekoloških uslova na ova svojstva po godinama ispitivanja. Ipak, uticaj interakcija faktora varijabilnosti ukazuje na nejednak uticaj ostalih faktora spoljašnje sredine (prvenstveno temperature vazduha tokom perioda sazrevanja plodova) na biohemijski sastav ploda ispitivanih sorti. Tako su sorte ‘Summit’ i ‘Karina’ imale najviši, odnosno najniži sadržaj rastvorljivih suvih materija, ukupnih i invertnih šećera u godini najviše srednje dnevne temperature tokom juna meseca (2008. godina). Pojava suprotnih tendencija u ispoljavanju ovih osobina po sortama je doprinela statističkoj značajnosti interakcijskih efekata.

Takođe se može uočiti da u rastućem/opadajućem rasporedu sadržaja rastvorljivih suvih materija, ukupnih i invertnih šećera u okviru pojedinih sorti po godinama postoji određena podudarnost. Ispitujući biohemijski sastav ploda 17 sorti trešnje, Radičević *et al.* (2009) navode da sadržaj ukupnih šećera pokazuje jasnu međuzavisnost sa sadržajem rastvorljivih suvih materija, ali da ne postoji apsolutna podudarnost u promenama sadržaja rastvorljivih suvih materija i ukupnih šećera po ispitivanim sortama i godinama. Isti autori navode da je sadržaj rastvorljivih suvih

materija sorte 'Kordia' 16,35%, a sorte 'Summit' 15,32%, što je u skladu sa rezultatima dobijenim u našem radu. Rezultati dobijeni za sadržaj rastvorljivih suvih materija i ukupnih šećera sorte 'Summit' su u skladu sa rezultatima Keserovića *et al.* (2007), ali su niži u odnosu na one koje navode Dever *et al.* (1996) i Girard i Kopp (1998).

Šećeri su glavni sastojak suvih materija u plodovima trešnje. Simčić *et al.* (1998) navode da je najzastupljeniji šećer u plodu trešnje glukoza, a da je sadržaj fruktoze i saharoze znatno niži, pri čemu oni zajedno sa oko 2% učestvuju u strukturi ukupnih šećera ploda trešnje. Prema ovim autorima, na početku perioda pune zrelosti nivo invertnih šećera kod trešnje dostiže maksimalni nivo, dok se dalji porast sadržaja ukupnih šećera tokom perioda zrenja odvija na račun porasta sadržaja saharoze.

Statistički veoma značajan uticaj godine, uz odsustvo značajnosti uticaja sorte na sadržaj saharoze u plodovima ispitivanih sorti, govori o najmanje dve činjenice. Najpre, nivo saharoze je po sortama bio ujednačen i relativno nizak, što je u skladu sa rezultatima drugih autora. Tako Hermann (1990) navodi da se prosečan sadržaj saharoze u plodovima različitih sorti trešnje kreće od 0,15% do 1,25%. Na nizak nivo saharoze i sorbitola u plodovima trešnje ukazuju Usenik *et al.* (2008) i Voća *et al.* (2008). Sa druge strane, rezultati našeg rada ukazuju i na to da su više temperature tokom perioda sazrevanja ploda u prvoj godini ispitivanja imale značajan uticaj na povećanje sadržaja saharoze kod svih ispitivanih sorti.

8.2.3.2. Sadržaj ukupnih kiselina, pH vrednost soka i indeks slasti ploda

Sadržaj organskih kiselina ima visok uticaj na opredeljenje nivoa slasti u plodovima trešnje. Simčić *et al.* (1998) navode da je dominantna organska kiselina u plodovima trešnje jabučna, dok se limunska kiselina nalazi u veoma maloj količini. Prema podacima koje navode Girard i Kopp (1998), pH vrednost soka ploda pokazuje visok stepen korelacije sa sadržajem ukupnih kiselina. Indeks slasti, koji se dobija postavljanjem u odnos sadržaja ukupnih šećera i ukupnih kiselina, pokazuje zavisnost u odnosu na ove dve veličine, i značajan je pokazatelj kvaliteta i ukusa ploda (Brown *et al.*, 1996; Girard i Kopp, 1998; Simčić *et al.*, 1998).

Za razliku od sadržaja rastvorljivih suvih materija i šećera, u radu je uočen statistički veoma značajan uticaj faktora varijabilnosti i njihovih interakcija na sadržaj

ukupnih kiselina, pH vrednost soka i indeks slasti ploda. pH vrednost soka ploda je donekle u korelaciji sa sadržajem ukupnih kiselina, mada se uočena i izvesna odstupanja, prvenstveno kod sorte 'Karina'. Kod sorti 'Kordia', 'Regina' i 'Summit', najviša vrednost sadržaja ukupnih kiselina (2008. godine), bila je praćena istovremeno najnižom vrednošću indeksa slasti ploda. Ovakva tendencija se, međutim, nije ispoljavala u tako jasnom obliku i kod sorte 'Karina'.

Vrednosti indeksa slasti ploda pokazuju veći stepen korelacije u odnosu na sadržaj ukupnih kiselina, nego u odnosu na sadržaj ukupnih šećera. Faktori spoljašnje sredine su u pogledu sadržaja ukupnih kiselina, pH vrednosti soka ploda i indeksa slasti ploda uticali nejednakom snagom na ispitivane sorte, i usloveli ispoljavanje suprotnih tendencija u okviru pojedinih sorti po godinama. Ovo je rezultiralo ispoljavanjem statistički veoma značajnog uticaja interakcija osnovnih faktora varijabilnosti. Takođe ne treba zanemariti uticaj navodnjavanja tokom perioda rasta i razvoja ploda, koje je svojim nejednakim uticajem modifikovalo sortne specifičnosti, i doprinelo ispoljavanju značajnosti uticaja interakcija sorte i godine.

U pogledu sadržaja ukupnih kiselina, rezultati dobijeni u našem radu su uglavnom u skladu sa rezultatima drugih autora. Tako Vangdal (1985) navodi da je prosečan sadržaj kiselina kod 39 sorti trešnje 0,53%. Slične rezultate za sadržaj ukupnih kiselina kod 12 sorti trešnje (0,40–0,68%) navode Milatović i Đurović (2010a). Prema ovim autorima, sadržaj ukupnih kiselina u plodovima sorte 'Summit' je 0,62%.

Rezultati dobijeni za pH vrednost soka ploda u našem radu u skladu su sa rezultatima koje navode Dever *et al.* (1996) i Girard i Kopp (1998). Prema Kappel *et al.* (1996), optimalna vrednost pH soka ploda trešnje je 3,76. Rezultati našeg rada su u skladu sa ranijim istraživanjima sadržaja ukupnih kiselina i pH vrednosti soka ploda sorti 'Kordia' i 'Summit', dok su vrednosti indeksa slasti ploda nešto niže, naročito za sortu 'Kordia' (Radićević *et al.*, 2009).

8.2.4. Organoleptička ocena svežih plodova

Kvalitet ploda je veoma složeno svojstvo. Kupferman (2002) navodi da su kvalitetni plodovi voćaka oni koji su u skladu sa željama kupca, pri čemu su izgled i ukus ploda glavni pokazatelji kvaliteta.

Tokom dvogodišnjeg perioda ispitivanja, sorte ‘Kordia’, ‘Regina’ i ‘Summit’ imale su relativno visoke i ujednačene vrednosti organoleptičke ocene parametara izgleda ploda, dok su vrednosti za sortu ‘Karina’ bile nešto niže. Najviša vrednost, dobijena za sortu ‘Summit’, može se dovesti u vezu sa najvećom masom ploda ove sorte, kao i atraktivnim srcastim oblikom. Dajući model idealne sorte trešnje, Kappel *et al.* (1996) navode da je prečnik od najmanje 25 mm neophodan za pozitivnu ocenu plodova. Isti autori navode da su sorte trešnje tamnije pokožice poželjnije na tržištu od svetlo obojenih, zbog percepcije potrošača da je tamnija obojenost ploda trešnje vezana za slađi ukus. Ipak, suviše tamna boja pokožice ploda asocira na prezrelost i odsustvo svežine. U našem radu, vrednosti za ocenu boje pokožice su bile relativno ujednačene, imajući u vidu tamniju obojenost pokožice ploda svih ispitivanih sorti u fenofazi pune zrelosti (vino do mahagoni crvena).

U pogledu organoleptičke ocene kvaliteta mezokarpa, najviše ocene je dobila sorta ‘Kordia’, što se može dovesti u vezu sa najvišim sadržajem rastvorljivih suvih materija i šećera u plodovima ove sorte. Proučavajući karakteristike 39 sorti, Vangdal (1985) ističe da plodove trešnje sa sadržajem rastvorljivih suvih materija nižim od 14,2% većina ocenjivača ukusa smatra neprihvatljivim. Interesantno je da je sorta ‘Karina’ imala najnižu ocenu kvaliteta mezokarpa, i pored više vrednosti indeksa slasti ploda u odnosu na sortu ‘Kordia’. Kappel *et al.* (1996) navode da postoji bliska veza između odnosa šećera i kiselina sa jedne, i percepcije slasti, pa i arome, sa druge strane. Bez optimalnog odnosa šećera i kiselina, kao i kod plodova sa pH vrednošću soka ploda većim od 3,8, ukus ploda se uglavnom ocenjuje kao „prazan”. Sorte sa visokom koncentracijom šećera i srednjim nivoom kiselina su slađeg ukusa od onih sa srednjim nivoom šećera i niskom koncentracijom kiselina, iako njihov odnos može biti približan (Callahan, 2003). Vangdal (1985) navodi da sadržaj kiselina ne određuje bitno kvalitet ploda, obzirom da većina sorti trešnje ima ujednačeno nizak nivo ukupnih kiselina.

U pogledu organoleptičkih karakteristika ploda, rezultati našeg rada su uglavnom u skladu sa rezultatima drugih autora. Andersen *et al.* (2003) navode da ‘Kordia’ ima krupne i veoma čvrste plodove, mahagoni crvene boje. Slične podatke za ovu sortu navode Lang *et al.* (2003), naglašavajući i izvanrednu aromu ploda ove sorte. Prema istim autorima, sorta ‘Summit’ ima impresivno krupne plodove crvene do tamno crvene boje pokožice, srcast oblik i nešto manju čvrstinu ploda, dok sorta ‘Regina’ ima

veoma dobar kvalitet ploda, mahagoni crvenu boju pokožice i krupne plodove dobre čvrstine. Whiting (2006) navodi da su plodovi sorte 'Regina' odlične krupnoće i čvrstine. Sorta 'Regina' se odlikuje krupnim i čvrstim plodovima osrednjeg ukusa, dok je ukus ploda sorte 'Karina' ocenjen kao dobar (Balmer, 2001).

Prema istraživanjima organoleptičkih karakteristika u agroekološkim uslovima Srbije, sorta 'Summit' je imala najviše ocene za izgled, čvrstinu i ukus ploda (Keserović *et al.*, 2007). Milatović i Đurović (2010a) navode da je sorta 'Summit' imala najujednačenije plodove po masi, najbolju ocenu za izgled i ukus ploda, kao i visoku ukupnu organoleptičku ocenu.

8.2.5. Prinos po stablu i jedinici površine

Savremeni sistemi gajenja trešnje, koji teže konceptu „zasada na dohvata ruke”, svoju ekonomsku opravdanost postižu pri prosečnim prinosima od 17–20 t/ha (Mičić *et al.*, 2008). Isti autori navode da pri gustini sklopa od 1250 stabala/ha (4 × 2 m), prosečni prinosi treba da budu 14–16 kg po stablu. U tom smislu se, iako je gustina sadnje u našem istraživanju bila veća, može konstatovati da je prinos sorti 'Karina', 'Kordia' i naročito sorte 'Regina' u trogodišnjem periodu bio visok, praćen istovremeno dobrom krupnoćom ploda, dok je prinos sorte 'Summit' bio slabiji.

Statistička značajnost uticaja faktora varijabilnosti i njihovih interakcija na prinos po stablu i jedinici površine ispitivanih sorti ukazuje na ispoljavanje sortnih specifičnosti, ali i nejednak uticaj godine na pojedine sorte. Ovakav uticaj je uslovio i pojavu suprotnih tendencija u okviru pojedinih sorti po godinama. Ipak, kao izvesna pravilnost u rasporedu vrednosti prinosa po stablu i jedinici površine, može se uočiti rast prinosa od prve ka trećoj godini ispitivanja kod sorti 'Karina', 'Kordia' i 'Regina'. Sve ispitivane sorte su imale najveći prinos u 2010. godini.

Imajući u vidu povoljne klimatske i zemljišne uslove tokom perioda ispitivanja, kao i primenu sistema za navodnjavanje „kap po kap” tokom perioda rasta i sazrevanja ploda, može se konstatovati da je godina kao faktor varijabilnosti uticala manje preko agroekoloških uslova (temperature vazduha, karakteristike zemljišta, raspoloživa voda), a više u smislu rasta prinosa od treće ka šestoj godini starosti zasada. U prilog ovakvom načinu tumačenja uticaja godine ide i slabo ispoljena korelacija između zametanja

plodova u varijanti slobodnog oprašivanja i prinosa ispitivanih sorti.

Takođe se ne može zanemariti i uticaj primenjenog sistema gajenja (kombinacija sorta/podloga, razmak sadnje, karakterističan način rezidbe) na uspostavljanje pune rodnosti pojedinih sorti. Lang (2001) navodi da se kod sorti trešnje kalemljenih na slabije bujnim podlogama (serija Gisela, Tabel Edabriz), cvetanje značajnije obilnosti, koje se može dovesti u vezu sa značajnijom rodnošću u zasadu, može očekivati u trećoj ili četvrtoj godini. Imajući u vidu da su u našem radu ispitivanja obavljena u periodu od četvrte do šeste godine starosti zasada, i ova činjenica je mogla bitno uticati na visinu ispitivanog prinosa, razlike po sortama i godinama, i značajnost interakcijskih efekata, obzirom da se radi o zasadu na početku perioda pune rodnosti. Sorta 'Summit', koja je imala najniže prinose tokom perioda ispitivanja, tokom 2011. godine je imala znatno bolju rodnost, dok je u 2012. godini rodnost ove sorte bila preobilna, što je dovelo do nešto sitnijeg ploda. To ide u prilog činjenici da se sorte ponašaju različito u pogledu uspostavljanja pune rodnosti, i vremena za koje se do nje dolazi. Milatović *et al.* (2011a) ističu da sorta 'Summit' kalemljena na podlozi Gisela 5 kasnije prorodi i slabije rađa. Isti autori navode i visoku rodnost sorte 'Regina'.

U trogodišnjem ispitivanju osam sorti trešnje kalemljenih na magrivi, Lichev *et al.* (2004) ističu da je sorta 'Regina' imala najniži kumulativni prinos, dok je prinos sorte 'Kordia' bio znatno bolji. Blažkova *et al.* (2010), ispitujući prinose sorti trešnje kalemljenih na podlozi Gisela 5, navode da je prosečan trogodišnji prinos sorte 'Kordia' među pet ispitivanih sorti bio najviši (17,5 t/ha), dok je prinos sorte 'Summit' bio najniži (13,2 t/ha).

8.3. Sortna kompozicija u komercijalnim zasadima trešnje

8.3.1. Sortna kompozicija sa aspekta reproduktivnih karakteristika

Pravilan odabir glavne i sorti oprašivača, njihov raspored i obezbeđenje transfera polena su od ključnog značaja za visoke prinose u zasadima trešnje. Da bi se obezbedilo adekvatno oprašivanje i oplodjenje, neophodno je da u njima budu zastupljene najmanje dve do tri međusobno kompatibilne sorte (Schuster *et al.*, 2007). Granger (2004) navodi da je rodnost komercijalno poželjnih sorti ('Summit', 'Kordia', 'Regina') u pojedinim

godinama ozbiljno ugrožena zbog neadekvatne i po godinama promenljive usklađenosti u vremenu cvetanja, kao i inverzije u cvetanju glavne i sorti oprašivača. Promenljiva rodnost po godinama se može javiti kod potpuno i delimično kompatibilnih kombinacija sorti približno istog vremena cvetanja, uprkos dovoljnoj zastupljenosti i optimalnom rasporedu sorti oprašivača. Ovaj fenomen se tumači spremnošću ženskog, uz istovremenu nespremnost muškog gametofita za proces oplođenja u momentu otvaranja cveta. Kratak životni vek semenih zametaka trešnje, kao i brz kolaps papila na žigu, onemogućavaju uspešno oplođenje, naročito u slučajevima visokih temperatura tokom fenofaze punog cvetanja. Efikasnost procesa oplođenja, izražena u broju finalno zametnutih plodova u određenim kombinacijama oprašivanja sorti 'Summit', 'Kordia' i 'Regina', bila je veća u godinama sa prosečno nižim srednjim dnevnim temperaturama tokom fenofaze cvetanja (Lech *et al.*, 2008).

U našem radu, visoka negativna vrednost koeficijenta korelacije između pojave fluorescencije semenih zametaka i finalnog zametanja plodova u varijanti slobodnog oprašivanja, govore o značajnosti izbora sorti trešnje sa aspekta dobre vitalnosti njihovih semenih zametaka, što je osnovni faktor dobre prilagođenosti agroekološkim uslovima u reproduktivnom smislu. Izbor adekvatnog sortimenta koji pozitivno reaguje na temperaturne uslove tokom fenofaze cvetanja u pogledu vitalnosti ženskih elemenata cveta, prvi je korak u projektovanju višegodišnjeg zasada trešnje i, šire gledano, u procesu rejonizacije sorti u svrhu opšteg podizanja nivoa proizvodnje trešnje. Nakon toga, sledi odabir sorti oprašivača koji svojim osobinama (kompatibilnost, preklapanje u vremenu cvetanja, produkcija polena dobrog kvaliteta) podržavaju pozitivne odlike glavne sorte. I pored uticaja gametofitne inkompatibilnosti u zbirnom ispoljavanju polen-stubić interakcije tokom progamne faze oplođenja, u našem radu nije utvrđena inferiornost delimično kompatibilnih u odnosu na potpuno kompatibilne oprašivače.

Dovođenjem u vezu brzine rasta polenovih cevčica i dužine vitalnosti semenih zametaka, kreira se koncept efektivnog perioda polinacije (EPP; Williams, 1970), koji se definiše kao razlika u danima između perioda vitalnosti embrionovih kesica, i perioda za koji je potrebno da polenove cevčice stignu do njih. Sanzol i Herrero (2001) navode da EPP određuju tri ključna činioca reproduktivnog procesa: receptivnost žiga, brzina rasta polenovih cevčica, i dužina vitalnosti semenih zametaka. Stösser i Anvari (1983) su utvrdili da je u uslovima Nemačke EPP kod trešnje trajao 4–5 dana, kao i da je

njegov limitirajući faktor bila vitalnost semenih zametaka. Iako svi činiooci efektivnog perioda polinacije u našem radu nisu razmatrani (receptivnost žiga), rana pojave fluorescencije semenih zametaka ukazuje na njegovo kraće trajanje u našim agroekološkim uslovima, u odnosu na ono koje navode nemački autori. Ovo se naročito odnosi na sorte koje su sklone bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka ('Kordia', 'Karina'), posebno u godinama viših temperatura tokom fenofaze cvetanja. U tom smislu, odabir adekvatnog oprašivača čije će polenove cevčice stići da obave oplođenje u periodu vitalnosti semenih zametaka, od ključnog je značaja za rodnost u komercijalnim zasadima trešnje u našim agroekološkim uslovima.

U daljem tekstu su navedene neke od najznačajnijih reproduktivnih karakteristika sorti ispitivanih u našem radu, kao i pogodnost ostalih sorti kao potencijalnih oprašivača:

'Kordia' (S_3S_6 , VI grupa inkompatibilnosti). Ova sorta je pokazala najveću osetljivost u pogledu brzine gubitka vitalnosti semenih zametaka, naročito na višim temperaturama tokom fenofaze cvetanja. Može se reći da je sorta 'Kordia', u reproduktivnom smislu, više prilagođena uslovima nešto hladnijih klimata. O boljoj prilagođenosti nižim temperaturama cvetanja govori i obrazovanje većeg broja polenovih cevčica ove sorte kao oprašivača na nižim temperaturama u toku cvetanja. Ovo donekle objašnjava njenu rasprostranjenost u voćarskim regionima centralne i zapadne Evrope, kao i severoistočnog dela SAD-a, gde je zaštićena pod imenom 'Attika' (Andersen *et al.*, 2003). Isti autori navode i njenu otpornost prema niskim zimskim temperaturama, što takođe ide u prilog boljoj prilagođenosti uslovima nešto hladnijih klimata. Ne treba zanemariti i činjenicu da je ova sorta izdvojena selekcijom iz prirodne populacije u severnoj Češkoj. Hedhly *et al.* (2004) navode da je ponašanje autohtonih sorti u pogledu reproduktivnih karakteristika refleksija njihovog geografskog porekla. Prema ovim autorima, autohtona španska sorta 'Cristobalina' je dobro prilagođena višim temperaturama tokom fenofaze cvetanja u uslovima mediteranskog klimata. Gajenje sorte 'Kordia' u uslovima viših srednjih dnevnih temperatura tokom fenofaze cvetanja u odnosu na naše može biti problematično, usled brzog gubitka vitalnosti semenih zametaka i, posledično, kratkog efektivnog perioda polinacije.

Od preostalih sorti, najbolje kvantitativne pokazatelje rasta polenovih cevčica u stubiću i plodniku sorte 'Kordia' imala je sorta 'Summit' kao oprašivač. Ipak, ni jedna

od preostalih ispitivanih sorti ne može se smatrati oprašivačem koji se može preporučiti za sortu 'Kordia', imajući u vidu njeno ranije vreme cvetanja u odnosu na ostale sorte. U kratkom periodu vitalnosti njenih semenih zametaka, postoji mogućnost da polenove cevčice ostalih, poznije cvetajućih sorti, ne stignu da uspešno obave oplodjenje. U prilog ovoj tezi ide i činjenica da je sorta 'Kordia' imala bolje vrednosti zametanja plodova u slobodnom oprašivanju, nego sa ostalim sortama kao oprašivačima.

Potencijalne oprašivače, koji mogu obezbediti realizaciju potencijala rodnosti ove sorte po godinama sa svođenjem rizika na najmanju meru, treba tražiti među 1–3 dana ranije cvetajućim kompatibilnim sortama trešnje, koje ne ispoljavaju inverziju u vremenu cvetanja po godinama u odnosu na sortu 'Kordia'. Ranija istraživanja fenofaze cvetanja i preklapanja u vremenu cvetanja u našim agroekološkim uslovima u višegodišnjem periodu (Radičević *et al.*, 2011), upućuju na neke sorte, čiju efikasnost kao potencijalnih oprašivača za sortu 'Kordia' treba testirati.

'**Karina**' (S_3S_4 , III grupa inkompatibilnosti). Sorta 'Karina' je ispoljila reproduktivne karakteristike slične sorti 'Kordia', ali ne u tako izraženom obliku. Vitalnost semenih zametaka ove sorte je bila nešto bolja, ali se stepen gubitka njihove vitalnosti drastično povećavao na višim temperaturama cvetanja, i približavao onom kod sorte 'Kordia'. Kao oprašivač, 'Karina' je obrazovala nešto veći broj polenovih cevčica na nižim temperaturama cvetanja. Prilagođenost nižim temperaturama tokom fenofaze cvetanja je verovatno jedan od uzroka rasprostranjenosti ove sorte u srednjoj i zapadnoj Evropi (Holandija, Nemačka), gde ona daje dobre rezultate.

Analizirajući ostale sorte kao oprašivače za sortu 'Karina', najbolje rezultate u pogledu kvantitativnih pokazatelja efikasnosti rasta polenovih cevčica i zametanja plodova imale su sorte 'Kordia' i 'Summit'. Iako se obe sorte mogu preporučiti kao oprašivači, blagu prednost treba dati sorti 'Kordia', imajući u vidu njeno nešto bolje prosečno preklapanje u vremenu cvetanja sa sortom 'Karina'.

Ranije diskutovano savladavanje inkompatibilne barijere pri samooprašivanju sorte 'Karina', i početni rezultati dobijeni istraživanjima zametanja plodova u recipročnim ukrštanjima ove sorte sa drugim sortama iste *S*-alelne konstitucije, ukazuju na potrebu dalje primene kako fluorescentno-mikroskopske, tako i molekularnih metoda u ispitivanju uzroka ove pojave.

'**Summit**' (S_1S_2 , I grupa inkompatibilnosti). Sorta 'Summit' je, u odnosu na

prethodne dve sorte, pokazala manji stepen fluorescencije semenih zametaka. U varijanti slobodnog oprašivanja, kod ove sorte gotovo da nije bilo razlike po godinama u pogledu ove osobine, što govori o tome da je vitalnost semenih zametaka bila relativno dobra i u godini najviše temperature tokom fenofaze cvetanja. Najveću osetljivost semenih zametaka sorta 'Summit' je ispoljila u emaskuliranoj neoprašenoj varijanti, ali su i tu uočene male razlike po godinama. Obrazovanje većeg broja polenovih cevčica ove sorte na nešto višim temperaturama cvetanja, ukazuje na njenu bolju prilagođenost uslovima ovakvih temperatura cvetanja, u odnosu na sorte 'Kordia' i 'Karina'. Lang *et al.* (2003) navode da sorta 'Summit' nije otporna na niske zimske temperature u uslovima severne Amerike.

I pored toga što su u pogledu kvantitativnih pokazatelja efikasnosti rasta polenovih cevčica u stubiću i plodniku sorte 'Summit' najbolje rezultate dale sorte 'Karina' i 'Regina', u pogledu zametanja plodova, svi oprašivači su se ponašali relativno ujednačeno. Imajući u vidu poznije vreme cvetanja sorte 'Regina', kao oprašivači za sortu 'Summit' se mogu izdvojiti 'Karina' i 'Kordia'. Sa sortom 'Karina' zametanje plodova je bilo nešto bolje, dok je sorta 'Kordia' imala adekvatnije prosečno preklapanje u vremenu cvetanja po godinama.

'**Regina**' (S_1S_3 , II grupa inkompatibilnosti). Ova sorta je, u reproduktivnom smislu, pokazala veoma dobru prilagođenost agroekološkim uslovima u kojima je istraživanje sprovedeno. Imala je najniži stepen fluorescencije semenih zametaka, u oprašenoj i neoprašenoj varijanti. Iako je zbog poznog cvetanja bila izložena najvišim srednjim i maksimalnim dnevnim temperaturama tokom fenofaze cvetanja u svim godinama ispitivanja, ispoljila je najmanji stepen zavisnosti u odnosu na više temperature u pogledu vitalnosti semenih zametaka. Takođe, sorta 'Regina' je kao oprašivač obrazovala veći broj polenovih cevčica na višim temperaturama cvetanja, što takođe ide u prilog njenoj dobroj prilagođenosti uslovima viših temperatura.

Sorta 'Regina' je imala najveću vrednost kljavosti polena *in vitro*, kao i veoma dobre pokazatelje kvantitativnog rasta polenovih cevčica u tučkovima ostalih sorti. Takođe, ostale sorte su imale dobro zametanje plodova sa sortom 'Regina' kao oprašivačem. I pored toga, sorta 'Regina' se ne može preporučiti kao pouzdan oprašivač za ostale tri sorte u komercijalnim zasadima, zbog poznijeg vremena cvetanja. Ovo se posebno odnosi na sortu 'Kordia', imajući u vidu njeno znatno ranije cvetanje, uz

istovremeno kratku vitalnost semenih zametaka.

U pogledu rezultata ostalih sorti kao oprašivača za sortu 'Regina', može se uočiti da su se one ponašale relativno ujednačeno u pogledu kvantitativnih pokazatelja efikasnosti rasta polenovih cevčica. Kod zametanja plodova sorte 'Regina', razlike među oprašivačima nisu bile statistički značajne. Kao dobri oprašivači se mogu preporučiti sorte 'Summit' i, naročito, 'Karina', zbog boljeg preklapanja u vremenu cvetanja.

Lang *et al.* (2003) navode da je 'Regina' pozna sorta, dobro prilagođena uslovima severoistočne Amerike, što može ukazivati na njenu dobru adaptibilnost različitim agroekološkim uslovima, i osigurati širi areal njene rasprostranjenosti. Whiting (2006) ističe da je 'Regina' veoma produktivna u Evropi, a slabo produktivna u severnoj Americi, pri čemu se kao razlozi za lošu produktivnost navode različiti oprašivači, neadekvatnog preklapanja u vremenu cvetanja. U zemljama Evrope, a naročito u Nemačkoj, 'Karina' je uglavnom pratilac sorte 'Regina' kao oprašivač.

Sortna kompozicija u komercijalnim zasadima različitih vrsta voćaka i, šire gledano, rejonizacija sorti, u novije vreme se sve češće razmatra i u kontekstu globalnog zagrevanja. Učestalost sezona sa ekstremnim temperaturama smanjuje fertilitnost gajenih biljaka, zbog osetljivosti različitih faza reproduktivnog procesa na više temperature (Hedhly *et al.*, 2008). Ova pojava kao posledicu ima izmenu areala rasprostranjenosti sorti, u smislu favorizovanja genotipova bolje adaptiranih na uslove viših temperatura. Tako Chmielewski *et al.* (2004) navode da je prosečno povećanje srednje dnevne temperature u martu u poslednjih 40 godina u Nemačkoj iznosilo 0,58°C na svakih deset godina, što je uslovalo raniji početak cvetanja sorti trešnje za dva dana po dekadi. Uticaji viših temperatura tokom fenofaze cvetanja na reproduktivni proces, koji su razmatrani u ranije diskutovanim radovima (Hedhly *et al.*, 2004, 2005a, 2007), a koji su utvrđeni i u našem istraživanju, ukazuju na važnost odabira sortimenta dobro prilagođenog različitim temperaturama tokom fenofaze cvetanja. U tom smislu, naročito interesantna može biti sorta 'Regina', čiju bi vitalnost semenih zametaka, ali i ponašanje kao oprašivača, trebalo testirati na različitim (prvenstveno višim) konstantnim temperaturama, kao i u poljskim ogledima u uslovima toplijih klimata.

8.3.2. Sortna kompozicija sa aspekta kvaliteta sorte

Do sada iznete aspekte biologije cvetanja i oplodjenja ispitivanih sorti trešnje, kao i problematiku odabira glavne i sorti opirašivača prema njihovim odnosima oplodjenja, dodatno otežavaju specifični zahtevi tržišta prema vremenu sazrevanja i osobinama kvaliteta ploda. Produžena sezona berbe, krupnoća ploda, visok sadržaj rastvorljivih suvih materija i šećera, koji su u značajnoj korelaciji sa kvalitetom ploda, i dalje su među najznačajnijim oplemenjivačkim ciljevima kod trešnje.

Poželjne osobine gajenih sorti sve više se vezuju za aspekte globalnog svetskog tržišta, u smislu insistiranja na kvalitetu ploda koji ne gubi od svoje atraktivnosti dužim stajanjem i transportom do udaljenih destinacija, tj. koji treba da objedini zahteve proizvođača, mreže prodaje i kupaca (Dosba, 2003).

Sorte ispitivane u našem radu su poznijeg vremena sazrevanja, i sezonu berbe plodova trešnje mogu značajno produžiti krupnim, atraktivnim, kvalitetnim plodovima. Ovo se posebno odnosi na sortu 'Regina', koja je najpoznija među ispitivanim sortama, i koja može biti adekvatna zamena poznijim sortama koje se gaje u Srbiji, a koje su slabijeg kvaliteta u odnosu na nju ('Hedelfinger', 'Lambert', 'Bing').

Pomološke osobine, biohemijski sastav ploda, organoleptičke karakteristike i prinos sorti ispitivanih u našem radu, ukazuju na to da sorte 'Kordia', 'Summit' i 'Regina' zaslužuju da se nađu u komercijalnim zasadima trešnje u Srbiji. I pored zadovoljavajućeg prinosa i krupnoće ploda, sorta 'Karina' je imala nešto slabije pomološke i organoleptičke karakteristike, i može se preporučiti za gajenje u ograničenoj meri, prvenstveno kao opirašivač za sortu 'Regina'.

Pored osobina ispitivanih i diskutovanih u ovom radu, potrebno je ukazati na još neke odlike ispitivanih sorti, koje u ovom radu nisu razmatrane, a koje su od proizvodnog značaja. Tako Balmer (2001) navodi da je sorta 'Kordia' idealna za vretenaste uzgojne oblike. Pogodnost sorti 'Kordia' i 'Regina' za gajenje u gustoj sadnji (preko 1200 stabala/ha) ističu Lugli *et al.* (2011). Dobre rezultate u pogledu prinosa i kvaliteta ploda ovih sorti u gustoj sadnji navode Milatović *et al.* (2011a) i Szabó *et al.* (2011).

Pucanje plodova trešnje predstavlja značajan problem u velikom broju proizvodnih regiona, i smanjuje tržišnu vrednost plodova velikog broja sorti. Otpornost

sorti prema pucanju plodova predstavlja veoma poželjnu osobinu, i značajan oplemenjivački cilj u programima stvaranja novih sorti trešnje. Ipak, u pogledu ove osobine, postoje oprečni podaci različitih autora, kada su u pitanju sorte ispitivane u našem radu. Tako neki autori ističu otpornost plodova na pucanje sorti 'Kordia' (Andersen *et al.*, 2003), 'Summit' (Saunier, 1996) i 'Regina' (Balmer, 2001; Whiting, 2006). Lang *et al.* (2003) navode da su sorte 'Kordia' i 'Summit' srednje osetljive na pucanje plodova, dok Stehr (2005) ističe da su sorte 'Kordia' i 'Regina' otpornije na pucanje plodova od sorte 'Karina'. Isti autor navodi da je sorta 'Summit' osetljiva na pucanje plodova. Slične rezultate u pogledu osetljivosti sorte 'Summit' na pucanje plodova u agroekološkim uslovima Srbije navode Milatović i Đurović (2010b).

9. ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjih ispitivanja biologije oplođenja i pomoloških osobina novointrodotovanih sorti trešnje 'Karina', 'Kordia', 'Regina' i 'Summit', mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Vreme cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit' je bilo srednje rano do srednje pozno, sorte 'Karina' srednje pozno, a sorte 'Regina' pozno. Vremensko podudaranje tokom fenofaze cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit', odnosno sorti 'Karina' i 'Regina', nije bilo ograničavajući faktor za uspešno oprašivanje i oplođenje između ovih sorti u varijanti slobodnog oprašivanja. Utvrđena je i podudarnost u vremenu cvetanja sorti 'Kordia' i 'Summit' sa sortom 'Karina', dok je cvetanje sorte 'Regina' bilo poznije u odnosu na ostale sorte, a naročito u odnosu na sortu 'Kordia'.

- Najveću prosečnu klijavost polena *in vitro* imala je sorta 'Regina' (46,60%), a najmanju sorta 'Kordia' (26,68%). Klijavost polena *in vitro* se donekle refletovala na brojnost polenovih cevčica oprašivača u gornjoj trećini stubića, što je potvrđeno Pirsonovim koeficijentom korelacije (umerena pozitivna korelacija; $r=0,65$). Sa udaljenošću od žiga, brojnost polenovih cevčica je bila sve manje zavisna od klijavosti polena *in vitro*.

- Morfološkom karakterizacijom polenovih zrna ispitivanih sorti utvrđen je određen stepen veze između osobina polenovih zrna i porekla sorti. Najveće razlike su utvrđene između kanadske sorte 'Summit' i ostale tri evropske sorte, a najmanje između sorti 'Karina' i 'Regina', koje su stvorene iz iste roditeljske kombinacije.

- Lokalizacija najdužih polenovih cevčica u pojedinim regionima tučka u tri termina fiksiranja ukazuje na brži rast polenovih cevčica u stubiću nego u plodniku trešnje. U radu je utvrđena zavisnost brojnosti i brzine rasta polenovih cevčica pojedinih oprašivača od sporofita majčinske sorte.

- Više temperature cvetanja su kod nekih oprašivača ('Kordia', 'Karina') uticale na smanjenje, a kod nekih ('Summit', 'Regina') na povećanje brojnosti polenovih cevčica u stubiću. Brzina rasta polenovih cevčica je na višim temperaturama bila veća do trećeg dana od dana oprašivanja, a nakon toga se njihov rast usporavao. Desetog

dana od dana oprašivanja, svi oprašivači su imali najslabiju efikasnost rasta polenovih cevčica u godini sa najvišim temperaturama u toku fenofaze cvetanja.

- Utvrđena je slaba do umerena pozitivna korelacija između efikasnosti oprašivača desetog dana od dana oprašivanja i broja polenovih cevčica u srednjoj trećini stubića ($r=0,45$) i plodniku ($r=0,49$).

- Pojedinačni prodori polenovih cevčica u donju trećinu, bazu stubića i plodnik pri samooprašivanju sorti 'Kordia', 'Regina' i 'Summit', ukazuju na sporadično savladavanje inkompatibilne barijere. Kod sorte 'Karina', broj polenovih cevčica u donjim regionima tučka u varijanti samooprašivanja je bio značajno veći, i praćen finalnim zametanjem plodova. U pogledu kvantitativnih pokazatelja rasta polenovih cevčica i zametanja plodova u varijanti stranooprašivanja, nije utvrđena inferiornost delimično kompatibilnih u odnosu na potpuno kompatibilne oprašivače.

- Sklonost ka pojavi fluorescencije primarnih semenih zametaka je pokazala snažnu genotipsku zavisnost – najizraženija je bila kod sorte 'Kordia' (45,59% u varijanti stranooprašivanja), a najmanje izražena kod sorte 'Regina' (4,71%). Fluorescencija primarnih semenih zametaka je uticala na slabiji nivo prodora polenovih cevčica u nucelus semenog zametka (umerena negativna korelacija; $r=-0,70$).

- Više temperature tokom fenofaze cvetanja su negativno uticale na vitalnost primarnih semenih zametaka. Ovaj uticaj je bio najizraženiji kod sorte 'Kordia', a najmanje izražen kod sorte 'Regina'. Na vitalnost primarnih semenih zametaka emaskulacija cvetova je uticala negativno, dok je uticaj polinacije bio pozitivan. Gubitak vitalnosti sekundarnih semenih zametaka je bio nezavistan od stepena i dinamike gubitka vitalnosti primarnih semenih zametaka.

- Pojava specifičnog rasta polenovih cevčica u plodniku je bila najzastupljenija u zoni obturatora, pre daljeg prodora ka mikropili i nucelusu semenog zametka. Između fluorescencije semenih zametaka, i pojave specifičnog rasta polenovih cevčica u zoni obturatora, utvrđena je umerena pozitivna korelacija ($r=0,63$) u varijanti stranooprašivanja, odnosno jaka pozitivna korelacija ($r=0,86$) u varijanti slobodnog oprašivanja.

- Zastupljenost tučkova sa prodorom polenovih cevčica u nucelus semenog zametka desetog dana od dana oprašivanja, statistički je značajno uticala na inicijalno

zametanje ($r=0,83$; $r=0,74$) i finalno zametanje plodova ($r=0,70$; $r=0,61$) u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja.

- Utvrđene su relativno visoke negativne vrednosti koeficijenta linearne korelacije između pojave fluorescencije primarnih semenih zametaka, i inicijalnog i finalnog zametanja plodova u varijantama stranooprašivanja ($r=-0,89$; $r=-0,76$) i slobodnog oprašivanja ($r=-0,65$; $r=-0,71$). Takođe je utvrđeno postojanje umerene negativne korelacije između pojave specifičnog rasta i inicijalnog zametanja ($r=-0,60$; $r=-0,72$), i specifičnog rasta i finalnog zametanja plodova ($r=-0,73$; $r=-0,62$) u varijantama stranooprašivanja i slobodnog oprašivanja.

- Sorte koje su ispoljile bolju prilagođenost višim temperaturama tokom cvetanja u pogledu njihove efikasnosti kao oprašivača ('Regina', 'Summit'), istovremeno su pokazale i bolju prilagođenost višim temperaturama u pogledu vitalnosti primarnih semenih zametaka. Sorte koje su obrazovale manji broj polenovih cevčica na višim temperaturama u toku fenofaze cvetanja ('Kordia', 'Karina'), imale su sklonost ka bržem gubitku vitalnosti semenih zametaka na ovim temperaturama.

- Sorta 'Kordia' je, u reproduktivnom smislu, bolje prilagođena uslovima nešto hladnijih klimata. U kratkom periodu vitalnosti njenih semenih zametaka, postoji mogućnost da polenove cevčice ostalih, poznije cvetajućih sorti, ne stignu da uspešno obave oplođenje, pa se stoga one ne mogu preporučiti kao oprašivači za sortu 'Kordia'.

- Najbolje rezultate u pogledu kvantitativnih pokazatelja efikasnosti rasta polenovih cevčica i zametanja plodova kod sorte 'Karina' imale su sorte 'Kordia' i 'Summit'. Prednost kao oprašivaču treba dati sorti 'Kordia', imajući u vidu njeno nešto bolje vremensko podudaranje u vremenu cvetanja sa sortom 'Karina'.

- Kao pogodni oprašivači za sortu 'Summit' mogu se izdvojiti 'Karina' i 'Kordia'. Sa sortom 'Karina' kao oprašivačem zametanje plodova sorte 'Summit' je bilo nešto bolje, dok je sorta 'Kordia' imala adekvatnije podudaranje u vremenu cvetanja.

- Kao dobri oprašivači za sortu 'Regina' mogu se preporučiti sorte 'Summit', i naročito sorta 'Karina', zbog najadekvatnijeg preklapanja u vremenu cvetanja. Sorta 'Regina' je, u reproduktivnom smislu, pokazala veoma dobru prilagođenost agroekološkim uslovima u kojima je istraživanje sprovedeno. Vitalnost semenih

zametak ove sorte, ali i ponašanje kao oprašivača, trebalo bi testirati na različitim konstantnim temperaturama, kao i u poljskim ogledima u uslovima toplijih klimata.

- Ispitivane sorte po vremenu sazrevanja plodova pripadaju sortama IV ('Summit'), V ('Kordia' i 'Karina') i VI ('Regina') nedelje zrenja trešnje.

- Najveću prosečnu masu ploda u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Summit' (9,69 g), a najmanju sorta 'Kordia' (8,79 g). Plodovi sorte 'Summit' se mogu svrstati u kategoriju vrlo krupnih, a plodovi sorti 'Karina', 'Regina' i 'Summit' u kategoriju krupnih.

- Ispoljene sortne specifičnosti u pogledu mase, dimenzija i indeksa oblika ploda modifikovane su nejednakim uticajem agroekoloških uslova. Sortna specifičnost u pogledu dimenzija ploda najviše je bila ispoljena preko njegove dužine. Na osnovu dužine peteljke, 'Kordia' i 'Regina' se mogu svrstati u kategoriju sorti duge, a 'Karina' i 'Summit' u sorte srednje duge peteljke.

- Prosečna trogodišnja vrednost randmana mezokarpa ploda bila je najveća kod sorte 'Summit' (94,38%), što je u skladu sa najvećom masom ploda i relativno malom masom koštice ove sorte.

- Sadržaj rastvorljivih suvih materija je bio najveći kod sorte 'Kordia' (16,54%), a najmanji kod sorte 'Summit' (14,93%). Sorta 'Kordia' je takođe imala najveći sadržaj ukupnih (11,92%) i invertnih šećera (11,12%). Sadržaj saharoze kod ispitivanih sorti se kretao u intervalu od 0,69% ('Summit') do 0,76% ('Kordia').

- Najveća vrednost sadržaja ukupnih kiselina (0,73%), uz istovremeno najmanju pH vrednost soka ploda (3,61), utvrđena je kod sorte 'Kordia'. Kod sorte 'Regina' utvrđen je najmanji sadržaj ukupnih kiselina (0,43%), uz istovremeno najvišu pH vrednost soka ploda (3,98).

- Indeks slasti ploda je bio najveći kod sorte 'Regina' (26,33), a najmanji kod sorte 'Kordia' (16,52). Vrednosti indeksa slasti ploda pokazale su tendenciju paralelizma sa pH vrednošću soka ploda, odnosno obrnutu tendenciju u odnosu na sadržaj ukupnih kiselina.

- Najbolju ukupnu ocenu parametara izgleda ploda imala je sorta 'Summit' (18,3; 19,2), a organoleptičku ocenu kvaliteta mezokarpa sorta 'Kordia' (18,4; 18,8).

▪ Najveći prosečan prinos po stablu i jedinici površine među ispitivanim sortama u trogodišnjem periodu imala je sorta 'Regina' (14,51 kg; 24,18 t/ha), a najmanji sorta 'Summit' (9,54 kg; 15,91 t/ha). Uticaj godine kao faktora varijabilnosti ispoljen je manje preko agroekoloških uslova, a više u smislu rasta prinosa od treće ka šestoj godini starosti zasada (početak perioda pune rodnosti).

Saznanja koja se tiču različitih aspekata reproduktivnog procesa, treba da budu deo savremenog pristupa tehnologiji gajenja trešnje, u kojoj se potencijalni rizici u proizvodnji svode na najmanju moguću meru. Izbor adekvatnog sortimenta, koji je dobro adaptiran agroekološkim uslovima u reproduktivnom smislu, prvi je korak u projektovanju zasada trešnje i, šire gledano, u procesu rejonizacije sorti u svrhu opšteg podizanja nivoa proizvodnje ove vrste voćaka. On podrazumeva odabir glavnih sorti sa aspekta dobre vitalnosti njihovih semenih zametaka, a potom i oprašivača koji svojim osobinama (kompatibilnost, preklapanje u vremenu cvetanja, produkcija polena dobrog kvaliteta) podržavaju pozitivne odlike glavne sorte, i čije će polenove cevčice stići da obave oplođenje u periodu vitalnosti primarnih semenih zametaka. Ovakav pristup je od ključnog značaja za rodnost u komercijalnim zasadima trešnje u našim agroekološkim uslovima.

Ispisanim kreiranjem sortne kompozicije sa sortama 'Karina', 'Kordia', 'Regina' i 'Summit', mogu se obezbediti preduslovi za regularno odvijanje reproduktivnog procesa kao ključne, a istovremeno veoma osetljive faze u proizvodnji plodova trešnje. Ove sorte su poznijeg vremena zrenja, i sezonu berbe plodova mogu produžiti krupnim, atraktivnim i kvalitetnim plodovima.

Ispitivanja pomološko-tehnoloških, organoleptičkih karakteristika i prinosa ukazuju na to da sorte 'Kordia', 'Summit' i 'Regina' zaslužuju da se nađu u komercijalnim zasadima trešnje u Srbiji. Zbog nešto slabijih pomoloških i organoleptičkih karakteristika, sorta 'Karina' se može preporučiti za gajenje u ograničenoj meri, prvenstveno kao oprašivač za sortu 'Regina'.

10. LITERATURA

- Ahmadeullah M. (1983): Pollen morphology of selected *Vitis* cultivar. Journal of the American Society for Horticultural Science, 108: 155–160.
- Albertini A., Della Strada G. (2001): Monografia di cultivar di Ciliegio dolce e acido. Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Roma.
- Albuquerque N., Burgos L., Egea J. (2002): Variability in the developmental stage of apricot ovules at anthesis and its relationship with fruit set. Annals of Applied Biology, 141: 147–152.
- Albuquerque N., Burgos L., Sedgley M., Egea J. (2004): Contributing to the knowledge of the fertilisation process in four apricot cultivars. Scientia Horticulturae, 102: 387–396.
- Andersen B., Lang G., Nugent J. (2003): Fresh market sweet cherry varieties for Eastern North America. New York Fruit Quarterly, 11(2): 11–14.
- Anvari S.F., Stösser R. (1978a): Eine neue fluoreszenzmikroskopische methode zur beurteilung der befruchtungsfähigkeit der samenanlagen bei *Prunus*. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 81: 333–336.
- Anvari S.F., Stösser R. (1978b): Fluoreszenzmikroskopische untersuchungen des pollenschlauchwachstums und des zustands der samenanlagen bei sauerkirschen. Mitteilungen Klosterneuburg, 28: 23–30.
- Anvari S.F., Stösser R. (1981): Über das pollenschlauchwachstum beim apfel. Mitteilungen Klosterneuburg, 31: 24–30.
- Arbeloa A., Herrero M. (1985): Valoración de la translocación al óvulo de la esterilidad femenina en melocotonero. Annales Aula Dei, 17: 214–220.
- Arbeloa A., Herrero M. (1987): The significance of the obturator in the control of pollen tube entry into the ovary in peach (*Prunus persica*). Annals of Botany, 60: 681–685.
- Arbeloa A., Herrero M. (1991): Development of the ovular structures in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]. New Phytologist, 118: 527–533.
- Arzani K., Nejatian M.A., Karimzadeh G. (2005): Apricot (*Prunus armeniaca*) pollen morphological characterization through scanning electron microscopy, using multivariate analysis. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science,

- 33: 381–388.
- Asma B.M. (2008): Determination of pollen viability, germination ratios and morphology of eight apricot genotypes. *African Journal of Biotechnology*, 7(23): 4269–4273.
- Balmer M. (2000): Evaluation of 43 sweet cherry cultivars in the middle Rhine valley. *Erwerbsobstbau*, 42(6): 186–191.
- Balmer M. (2001): European sweet cherry industry: Germany, France, Italy, Turkey. *Compact Fruit Tree*, 24(3): 81–85.
- Bargioni G. (1996): Sweet cherry scions: Characteristics of the principal commercial cultivars, breeding objectives and methods. In: 'Cherries: Crop physiology, production and uses'. Webster A.D., Looney N.E. (eds.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 73–112.
- Beyhan N., Karakaş B. (2009): Investigation of the fertilization biology of some sweet cherry cultivars grown in the central northern Anatolian region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 121(3): 320–326.
- Blažková J., Drahošová H., Hlušičková I. (2010): Tree vigour, cropping, and phenology of sweet cherries in two systems of tree training on dwarf rootstocks. *Horticultural Science*, 37(4): 127–138.
- Bošković R., Tobutt K.R. (1996): Correlation of stylar ribonuclease zymograms with incompatibility alleles in sweet cherry. *Euphytica*, 90: 245–250.
- Bošković R., Tobutt K.R. (2001): Genotyping cherry cultivars assigned to incompatibility groups, by analysing stylar ribonucleases. *Theoretical and Applied Genetics*, 103(4): 475–485.
- Bradbury A.D. (1929): A comparative study of the developing and aborting fruits of *Prunus cerasus*. *American Journal of Botany*, 16: 525–542.
- Brown S.K., Iezzoni A.F., Fogle H.W. (1996): Cherries. In: 'Fruit breeding, Vol. 1: Tree and tropical fruits'. Janick J., Moore J.N. (eds.), John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, pp. 213–255.
- Cachi A.M., Wunsch A. (2011): Characterization and mapping of non-S gametophytic self-compatibility in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Journal of Experimental Botany*, 62(6): 1847–1856.
- Callahan A. (2003): Breeding for fruit quality. *Acta Horticulturae*, 622: 295–302.

- Cerović R. (1991a): Cytogenetic properties of sour cherry in relation to pollen. *Genetika*, 23(3): 247–258.
- Cerović R. (1991b): Usporedna primena parafinske i fluorescentno-mikroskopske metode u ispitivanju vitalnosti semenih zametaka višnje. *Jugoslovensko voćarstvo*, 25(95–96): 9–17.
- Cerović R. (1994): Histocitološki aspekti dinamike oplodnje kod višnje (*Prunus cerasus* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd.
- Cerović R. (1997): Biologija oplodnje višnje. Zadužbina Andrejević, Beograd.
- Cerović R., Ružić Đ. (1992a): Pollen tube growth in sour cherry (*Prunus cerasus*) at different temperatures. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 67(3): 333–340.
- Cerović R., Ružić Đ. (1992b): Senescence of ovules at different temperatures and their effect on the behaviour of pollen tubes in sour cherry. *Scientia Horticulturae*, 51: 321–327.
- Cerović R., Mičić N. (1996): Oprašivanje i oplodnja jabučastih i koštičavih voćaka. *Jugoslovensko voćarstvo*, 30(113–114): 73–98.
- Cerović R., Vujičić R., Mičić N. (1999): Localization of polysaccharides in the ovary of sour cherry. *Gartenbauwissenschaft*, 64(1): 40–46.
- Cerović R., Ružić Đ., Mičić N. (2000): Viability of plum ovules at different temperatures. *The Annals of Applied Biology*, 137(1): 53–59.
- Cerović R., Ružić Đ., Radičević S., Kuzmanović M. (2005): Određivanje sortne kompozicije oprašivača za trešnju cv Čarna. *Voćarstvo*, 39(152): 347–355.
- Cheung A.Y. (1995): Pollen-pistil interactions in compatible pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 92(8): 3077–3080.
- Chmielewski F.M., Müller A., Bruns E. (2004): Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121(1–2): 69–78.
- Choi C., Andersen R.L. (2005): A preliminary study of physiological and *S*-allele specific breakdown of self-incompatibility in sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 667: 83–87.
- Choi C., Tao R., Andersen R.L. (2002): Identification of self-incompatibility alleles and pollen incompatibility groups in sweet cherry by PCR based *S*-allele typing and

- controlled pollination. *Euphytica*, 123: 9–20.
- Cruzan M.B. (1986): Pollen tube distribution in *Nicotiana glauca* evidence for density dependent growth. *American Journal of Botany*, 73: 902–907.
- Čolić S., Zec G., Fotirić M., Rahović D., Janković Z. (2010): Evaluation of self-(in)compatibility in the almond (*Prunus amygdalus* Batsch.) genotype population from the Slankamen Hill, Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 62(4): 973–979.
- De Candolle A. (1886): Origin of cultivated plants. D. Appleton and Company, New York.
- De Cuyper B., Sonneveld T., Tobutt K.R. (2005): Determining self-incompatibility genotypes in Belgian wild cherries. *Molecular Ecology*, 14: 945–955.
- De Nettancourt (1977): Incompatibility in angiosperms. Springer-Verlag, Berlin.
- Dever M.C., MacDonald R.A., Cliff M.A., Lane W.D. (1996): Sensory evaluation of sweet cherry cultivars. *HortScience*, 31(1): 150–153.
- Dirlewanger E., Claverie J., Wunsch A., Iezzoni A.F. (2007): Cherry. In: ‘Genome mapping and molecular breeding in plants, Vol. 4, Fruits and nuts’. Kole C. (ed.), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany, pp. 103–119.
- Dosba F. (2003): Progress and prospects in stone fruit breeding. *Acta Horticulturae*, 622: 35–43.
- Džamić M. (1989): Praktikum iz biohemije. Naučna knjiga, Beograd.
- Dorđević M., Cerović R., Nikolić D., Radičević S. (2010): Unusual behaviour of growing pollen tubes in the ovary of plum culture (*Prunus domestica* L.). *Archives of Biological Sciences*, 62(1): 137–142.
- Eaton G.W. (1962): Further studies on sweet cherry embryo sacs in relation to fruit setting. Report of the Horticultural Experiment Station and Products Laboratory, Vineland Station, Ontario, pp. 26–38.
- Egea J., Burgos L. (1995): Supernumerary ovules in flowers of apricot. *Acta Horticulturae*, 384: 373–377.
- Egea J., Burgos L. (1998): Fructification problems in continental apricot cultivars growing under Mediterranean climate. Ovule development at anthesis in two climatic areas. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73(1): 107–110.

- Egea J., Burgos L. (2000): Ovule differences between single-kernelled and double-kernelled fruits in almond (*Prunus dulcis*). *Annals of Applied Biology*, 136(3): 291–295.
- Egea J., Burgos L., Zoroa N., Egea L. (1992): Influence of temperature on the *in vitro* germination of pollen of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 67(2): 247–250.
- Erez A., Yablowitz Z., Korcinski R. (1998): Greenhouse peach growing. *Acta Horticulturae*, 465: 593–600.
- Erez A., Yablowitz Z., Korcinski R., Zilberstaine M., Fokkema N.J. (2000): Greenhouse-growing of stone fruits: effect of temperature on competing sinks. *Acta Horticulturae*, 513: 417–425.
- Evrenosoğlu Y., Misirli A. (2009): Investigations on the pollen morphology of some fruit species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 181–190.
- FAO (2012): <http://faostat.fao.org>. Datum pristupa: 06.06.2012.
- Fogle H.W. (1977a): Identification of tree fruit species by pollen ultrastructure. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102: 448–551.
- Fogle H.W. (1977b): Identification of clones within four tree species by pollen exine patterns. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102: 552–560.
- Friedman W.E. (1995): Organismal duplication, inclusive fitness theory, and altruism: understanding the evolution of endosperm and the angiosperm reproductive syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 92: 3913–3917.
- Galleta G.J. (1983): Pollen and seed management. In: 'Methods in fruit breeding'. Moore J.N., Janick J. (eds.), Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA, pp. 23–47.
- Girard B., Kopp T.G. (1998): Physicochemical characteristics of selected sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(2): 471–476.
- Granger A.R. (2004): Gene flow in cherry orchards. *Theoretical and Applied Genetics*, 108(3): 497–500.
- Haulik T.K., Holtzhausen L.C. (1988): A morphological study of pecan pollen. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 63(3): 567–749.

- Hebda R.J., Chinnappa C.C., Smith B.M. (1991): Pollen morphology of *Rosaceae* of Western Canada: 4. *Luetkea*, *Oemleria*, *Prunus*. Canadian Journal of Botany, 69(12): 2583–2596.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2004): Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (*Rosaceae*). American Journal of Botany, 91(4): 558–564.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2005a): Influence of genotype-temperature interaction on pollen performance. Journal of Evolutionary Biology, 18(6): 1494–1502.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2005b): The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth and stigmatic receptivity in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch.). Plant Biology, 7: 476–483.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2007): Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. Journal of Applied Botany and Food Quality, 81: 158–164.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2008): Global warming and sexual plant reproduction. Trends in Plant Science, 14(1): 30–36.
- Hedhly A., Hormaza J.I., Herrero M. (2009): Flower emasculation accelerates ovule degeneration and reduces fruit set in sweet cherry. Scientia Horticulturae, 119: 455–457.
- Hegashiyama T., Yabe S., Sasake N., Nishimura Y., Miyagishima S., Kuroiwa H., Kuroiwa T. (2001): Pollen tube attraction by synergid cell. Science, 293: 1480–1483.
- Hegedüs A., Lénárt J., Halász J. (2012): Sexual incompatibility in *Rosaceae* fruit tree species: molecular interactions and evolutionary dynamics. Biologia Plantarum, 56(2): 201–209.
- Herrero M. (1992): Mechanisms in the pistil that regulate gametophyte population in peach (*Prunus persica*). In: ‘Angiosperm pollen and ovules’. Ottaviano E., Mulcahy D.L., Sari-Gorla M., Mulcahy G.B. (eds.), Springer, New York-Berlin-Heidelberg, Germany, pp. 377–381.
- Herrero M. (2000): Changes in the ovary related to pollen tube guidance. Annals of Botany, 85(1): 79–85.
- Herrero M. (2001): Ovary signals for directional pollen tube growth. Sexual Plant

- Reproduction, 14: 3–7.
- Herrero M., Dickinson H.G. (1980): Pollen tube growth following compatible and incompatible intraspecific pollinations in *Petunia hybrida*. *Planta*, 148: 217–221.
- Herrero M., Dickinson H.G. (1981): Pollen tube development in *Petunia hybrida* following compatible and incompatible intraspecific matings. *Journal of Cell Science*, 47: 365–383.
- Herrero M., Gascón M. (1987): Prolongation of embryo sac viability in pear (*Pirus communis*) following pollination or treatment with gibberellic acid. *Annals of Botany*, 60(3): 287–294.
- Herrero M., Arbeloa A. (1989): Influence of the pistil on pollen tube kinetics in peach (*Prunus persica*). *American Journal of Botany*, 76: 1441–1447.
- Herrmann K. (1990): Inhaltsstoffe der süß- und sauerkirschen. *Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung*, 96: 121–129.
- Hodun G., Hodun M. (2002): Evaluation of flowering of 80 sweet cherry cultivars and their classification in regard to the season of blooming. *Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska, Sectio EEE, Horticultura*, 10: 189–194.
- Hormaza J.I., Herrero M. (1996): Dynamics of pollen tube growth under different competition regimes. *Sexual Plant Reproduction*, 9: 153–160.
- Hormaza J.I., Herrero M. (1999): Pollen performance as affected by the pistilar genotype in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Protoplasma*, 208: 129–135.
- Hülscamp M., Schneitz K., Pruitt R.E. (1995): Genetic evidence for a long-range activity that directs pollen tube guidance in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 7(1): 57–64.
- Ikeda K., Igi B., Ushijama K., Yamane H., Hauck N.R., Nakano R., Sassa H., Iezzoni A.F., Kohn J.R., Tao R. (2004): Primary structural features of the *S* haplotype-specific F-box protein, SFB, in *Prunus*. *Sexual Plant Reproduction*, 16: 235–243.
- Janda L.J., Stančević A., Gavrilović J. (1980): Pomološko-tehnološke karakteristike novijih sorti trešanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 14(53–54): 205–210.
- Javadi T., Arzani K. (2001): Pollen morphology of five Iranian olive (*Olea europea* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3(1): 37–42.
- Kankaya A., Askin M.A., Akinci-Yildirim F. (2008): Evaluation of some sweet cherry cultivars on ‘Gisela 5’ and ‘Gisela 6’ rootstocks in Bayramic, Turkey. *Acta*

- Horticulturae, 795(1): 221–225.
- Kappel F., Fisher-Fleming B., Hogue E. (1996): Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. HortScience, 31(3): 443–446.
- Keserović Z., Vračar L.J., Tepić A., Magazin N., Bijelić S., Vidicki B. (2007): Senzorna i hemijska analiza plodova trešnje. Savremena poljoprivreda, 56(6): 138–143.
- Kho Y.O., Baër J. (1968): Observing pollen tubes by means of fluorescence. Euphytica, 17: 298–302.
- Kobel F. (1954): Lehrbuch des obstbaus auf physiologischer drundlage, II. Springer Verlag, Berlin – Göttingen – Heidelberg.
- Kozai N., Beppu K., Mochioka R., Boonprakob U., Subhadrabandhu S., Lillecrapp A.M., Wallwork M.A., Sedgley M. (1999): Female and male sterility cause low fruit set in a clone of the ‘Trevatt’ variety of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Scientia Horticulturae, 82(3–4): 255–263.
- Kupferman E. (2002): Critical aspects of harvest and quality management. Postharvest Information Network. <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/EMK2002A.pdf>. Datum pristupa: 01.04.2012.
- Kuzmanović M. (2008): Biologija oplodjenja sorte šljive Čačanska lepotica. Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Lang G. (2001): Intensive sweet cherry orchard systems – rootstocks, vigor, precocity, productivity and management. Compact Fruit Tree, 34(1): 23–26.
- Lang G., Nugent J., Andersen R. (2003): Fresh market sweet cherry varieties for Eastern North America. The Fruit Grower News, 42(4): 1–4.
- Lapins K. (1970): The Stella cherry. Fruit Varieties and Horticultural Digest, 24: 19–20.
- Lech W., Malodobry M., Dziedzic E., Bieniasz M., Doniec S. (2008): Biology of sweet cherry flowering. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16: 189–199.
- Lichev V., Govedarov G., Tabakov S., Yordanov A. (2004): Evaluation of sweet cherry cultivars recently introduced into Bulgaria compared with two Bulgarian cultivars. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 281–286.
- Lillecrapp A.M., Wallwork M.A., Sedgley M. (1999): Female and male sterility cause low fruit set in a clone of the ‘Trevatt’ variety of apricot (*Prunus armeniaca*). Scientia Horticulturae, 82(3): 255–263.
- Linskens H.F. (1975): Incompatibility in Petunia. Proceedings of the Royal Society B:

- Biological Sciences, 188: 299–311.
- Lisek A, Rozpara E. (2009): Identification and genetic diversity assessment of cherry cultivars and rootstocks using the ISSR-PCR technique. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17: 95–106.
- Lugli S., Musacchi S., Grandi M., Bassi G., Franchini S., Zago M. (2011): The sweet cherry production in Northern Italy: Innovative rootstocks and emerging high-density plantings. *Zbornik radova III savetovanja o inovacijama u voćarstvu „Unapređenje proizvodnje trešnje i višnje”*, Beograd, 10. februar 2011., pp. 75–92.
- Maas J. (1977): Pollen ultrastructure of strawberry and other small-fruit crops. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102: 560–571.
- Marasali B., Pinar M., Büyükkartal N. (2005): Palynological study on the pollen grains of selected Turkish grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 75–81.
- Marchese A., Boskovic R.I., Caruso T., Raimondo A., Cutuli M., Tobutt K.R. (2007): A new self-compatibility haplotype in the sweet cherry ‘Kronio’, *S₅*, attributable to a pollen-part mutation in the *SFB* gene. *Journal of Experimental Botany*, 58(15–16): 4347–4356.
- Marcucci M.C., Sansavini S., Ciampolini E., Cresti M. (1984): Distinguishing apple clones and cultivars by surface morphology and pollen physiology. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109: 10–19.
- Martens J., Fretz T.A. (1980): Identification of eight crab apples by pollen surface sculpture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105: 257–263.
- Mert C. (2009): Pollen morphology and anatomy of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) cultivars. *HortScience*, 44(2): 519–522.
- Mert C. (2010): Anther and pollen morphology and anatomy in walnut (*Juglans regia* L.). *HortScience*, 45(5): 757–760.
- Mert C., Soyly A. (2007): Morphology and anatomy of pollen grain from male-fertile and male-sterile cultivars of chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82: 474–480.
- Miaja M.L., Radicati L., Porporato M., Caramiello R., Fossa V., Vallania R. (2000):

- Morpho-physiological observations on pollen of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) cultivars. *Acta Horticulturae*, 514: 311–318.
- Mićić N., Đurić G., Cvetković M., Marinković D. (2008): Savremeni sistemi gajenja trešnje. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 14(5): 33–47.
- Milatović D., Nikolić D. (2007): Analysis of self-(in)compatibility in apricot cultivars using fluorescence microscopy. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82: 170–174.
- Milatović D., Đurović D. (2010a): Pomološke osobine sorti trešnje u beogradskom Podunavlju. *Voćarstvo*, 44(171–172): 87–93.
- Milatović D., Đurović D. (2010b): Osetljivost sorti trešnje prema pucanju ploda. *Voćarstvo*, 44(171–172): 115–121.
- Milatović D., Đurović D., Đorđević B., Vulić T., Zec G. (2011a): Pomološke osobine novijih sorti trešnje u gustoj sadnji. *Zbornik radova III savetovanja o inovacijama u voćarstvu „Unapređenje proizvodnje trešnje i višnje”*, Beograd, 10. februar 2011. godine, pp. 163–171.
- Milatović D., Nikolić M., Miletić N. (2011b): Trešnja i višnja. *Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak*.
- Mitrović M. (1982): Upporedna proučavanja agrobioloških i pomološko-tehnoloških osobina nekih sorti trešanja u ekološkim uslovima Čačka. *Magistarska teza*, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Mulas M., Agabbio M., Nieddu G. (1989): Ultrastructural morphology of Nonpareil almond pollen. *HortScience*, 2: 88–95.
- Mulcahy D.L. (1979): The rise of angiosperms: a genecological factors. *Science*, 206: 20–23.
- Mulcahy G.B., Mulcahy D.L. (1983): A comparison of pollen tube growth in bi- and trinucleate pollen. In: ‘Pollen: biology and implications for plant breeding’. Mulcahy D.L., Ottaviano D. (eds.), Elsevier, New York, USA, pp. 29–33.
- Nava G.A., Dalmago G.A., Bergamaschi H., Paniz R., Santos R.P., Marodin G.A. (2009): Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of ‘Granada’ peach. *Scientia Horticulturae*, 122: 37–44.
- Nikolić M. (1998): Introdokcija i uvođenje u proizvodnju novih sorti i podloga za

- trešnju. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, 4(1): 178–182.
- Nikolić D., Milatović M. (2010): Examining self-compatibility in plum (*Prunus domestica* L.) by fluorescence microscopy. *Genetika*, 42(2): 387–396.
- Nyéki J., Soltész M. (1996): Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Nyéki J., Szabó Z., Soltész M. (2003): Sweet cherry (*Prunus avium* L.). In: 'Floral biology, pollination and fertilization in temperate zone fruit species and grape'. Kozma P., Nyéki J., Soltész M., Szabó Z. (eds.), Akadémia Kiadó, Budapest, Hungary, 341–358.
- Parfitt D.E., Ganeshan S. (1989): Comparison of procedures for estimating viability of *Prunus* pollen. *HortScience*, 24(2): 354–356.
- Pimienta E., Polito V.S. (1982): Ovule abortion in 'Nonpareil' almond [*Prunus dulcis* (Mill) D. A. Webb]. *American Journal of Botany*, 69: 913–920.
- Pimienta E., Polito V.S. (1983): Embryo sac development in almond [*Prunus dulcis* (Mill) D. A. Webb] as affected by cross-, self- and non-pollination. *Annals of Botany*, 51: 469–479.
- Pirlak L. (2002): The effects of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft*, 67(2): 61–64.
- Plock H. (1966): Steinform bei Aprikosen. *Erwerbsobstbau*, 8: 111–112.
- Postweiler K., Stösser R., Anvari S.F. (1985): The effect of different temperatures on the viability of ovules in cherries. *Scientia Horticulturae*, 25: 235–239.
- Preil W. (1970): Observing of pollen tube in pistil and ovarian tissue by means of fluorescence microscopy. *Zeiss Information*, 75: 24–25.
- Punt W., Hoen P.P., Blackmore S., Nilsson S., Le Thomas A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1–81.
- Punwani J.A., Drews G.N. (2008): Development and function of the synergid cell. *Sexual Plant Reproduction*, 21: 7–15.
- Radičević S. (2006): Biološke i pomološko-tehnološke osobine novijih sorti trešnje. Magistarska teza, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak.
- Radičević S., Cerović R., Đorđević M., Marić S. (2008): Ispitivanje fenofaze cvetanja i klijavosti polena novijih sorti trešnje. *Voćarstvo*, 42(163–164): 89–95.
- Radičević S., Cerović R., Glišić I., Mitrović O. (2009): Vreme zrenja i biohemijski

- sastav ploda introdotovanih sorti trešnje (*Prunus avium* L.). Voćarstvo, 43(165–166): 45–51.
- Radičević S., Cerović R., Marić S., Đorđević M. (2011): Flowering time and incompatibility groups – cultivar combination in commercial sweet cherry (*Prunus avium* L.) orchards. Genetika, 43(2): 397–406.
- Radičević S., Cerović R., Đorđević M. (2012): Ispitivanje korelacionih veza nekih parametara biologije cvetanja sorti trešnje (*Prunus avium* L.). Voćarstvo, 46 (179–180): 121–128.
- Republički zavod za statistiku Srbije (2012): Baza podataka statistike poljoprivrede. <http://webrzs.stat.gov.rs/axd/poljoprivreda/izbor.htm>.
Datum pristupa: 06.06.2012.
- Rigney L.P. (1995): Postfertilization causes of differential succes of pollen donors in *Erythronium grandiflorum* (Liliaceae): nonrandom ovule abortion. American Journal of Botany, 82(5): 578–584.
- Rodrigo J., Herrero M. (1998): Influence of intraovular reserves on ovule fate in apricot (*Prunus armeniaca* L.). Sexual Plant Reproduction, 11: 86–93.
- Ruiz D., Egea J. (2008): Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. Scientia Horticulturae, 115: 154–163.
- Russel S.D. (1996): Attraction and transport of male gametes for fertzilization. Sexual Plant Reproduction, 9: 337–342.
- Sanzol J. (2009): Pistil-function breakdown in a new *S*-allele of European pear, *S*₂₁^o, confers self-compatibility. Plant Cell Reports, 28: 457–467.
- Sanzol J., Herrero M. (2001): The „effective pollination period” in fruit trees. Scientia Horticulturae, 90: 1–17.
- Saunier B. (1996): The study and selection of sweet cherry cultivars under French conditions. Acta Horticulturae, 410: 37–41.
- Schick J., Toivonen P. (2000): Optimizing Cherry Stem Quality. 16th Annual Postharvest Conference, Yakima, WA. <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/PC2000Q>.
Datum pristupa: 01.04.2012.
- Schmidt H., Schulze M. (1998): On the inheritance of incompatibility and self fertility in the sweet cherry. Acta Horticulturae, 468: 83–86.

- Schuster M., Flachowski H., Köhler D. (2007): Determination of self-incompatible genotypes in sweet cherry (*Prunus avium* L.) accessions and cultivars of the German Fruit Gene Bank and from private collections. *Plant Breeding*, 126(5): 533–540.
- Seavey S.R., Bawa K.S. (1986): Late-action self-incompatibility in angiosperm. *Botanical Review*, 52: 195–219.
- Shivana K.R. (2003): Pollen biology and biotechnology. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire.
- Simčić M., Zavrtnik M., Hribar J. (1998): Biochemical and morphological changes in cherries during maturation and ripening. *Acta Horticulturae*, 468: 725–730.
- Sonneveld T., Robbins T.P., Bošković R., Tobutt K.R. (2001): Cloning of six cherry self-incompatibility alleles and development of allele-specific PCR detection. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 1046–1055.
- Sonneveld T., Tobutt K.R., Robbins T.P. (2003): Allele-specific PCR detection of sweet cherry self-incompatibility (*S*) alleles S_1 to S_{16} using consensus and allele-specific primers. *Theoretical and Applied Genetics*, 107: 1059–1070.
- Sorkheh K., Vezvaei A., Wirthensohn M.G., Martínez-Gómez P. (2008): Pollen ultrastructure characterization in Californian and Australian almond cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 62: 173–177.
- Sredojević Z. (2011): Ekonomska evaluacija proizvodnje trešnje i višnje u Srbiji. Zbornik radova III savetovanja o inovacijama u voćarstvu „Unapređenje proizvodnje trešnje i višnje”, Beograd, 10. februar 2011. godine, pp. 5–20.
- Stančević A. (1967): Proučavanje vremena cvetanja trešanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 1: 21–31.
- Stančević A. (1968a): Proučavanje vremena zrenja i rodnosti sorti trešanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 3: 1–12.
- Stančević A. (1968b): Prilog proučavanju nekih pomoloških osobina ploda u važnijih u nas gajenih sorti trešanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 4: 9–18.
- Stančević A. (1971): Metaksenija u trešanja. *Jugoslovensko voćarstvo*, 15: 11–17.
- Stančević A., Belić M. (1972): Proučavanje morfoloških osobina koštica u trešanja kao ključa za determinaciju sorti. *Jugoslovensko voćarstvo*, 17–18: 169–172.
- Stančević A., Janda L.J., Gavrilović J. (1974): Pomološko-biohemijske osobine ploda

- trešanja različitog vremena sazrevanja. Jugoslovensko voćarstvo, 28: 61–66.
- Stančević A., Nikolić M., Mitrović M., Kostadinović Z. (1988): Usporedna proučavanja važnijih bioloških osobina u značajnijih sorti trešanja. Jugoslovensko voćarstvo, 22(84–85): 289–298.
- Stanley R.G., Linskens H.F. (1974): Pollen: Biology, biochemistry and management. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Stehr R. (2005): Screening of sweet cherry cultivars in Northern Germany. Acta Horticulturae, 667: 65–68.
- Sterling C. (1964): Comparative morphology of the carpel in the *Rosaceae*. I. Prunoidea: *Prunus*. American Journal of Botany, 51: 36–44.
- Stösser R. (1982): Das Pollenschlauchwachstum *in vitro* und *in vivo* bei *Prunus domestica* L. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 88: 261–264.
- Stösser R., Anvari S.F. (1981): Das wachstum der pollenschläuche im fruchtknotengewebe von kirshen. Gartenbauwissenschaft, 46: 154–158.
- Stösser R., Anvari S.F. (1982): On the senescence of ovules in cherries. Scientia Horticulturae, 16: 29–38.
- Stösser R., Anvari S.F. (1983): Pollen tube growth and fruit set as influenced by senescence of stigma, style and ovules. Acta Horticulturae, 139: 13–22.
- Stösser R., Hartman W., Anvari S.F. (1996): General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. Acta Horticulturae, 423: 15–22.
- Szabó Z., Farkas E., Soltész M., Lakatos L., Fieszl C., Balázs G., Gonda I., Vaszily B., Nyéki J. (2011): Intensive sweet cherry production in Hungary – practical aspects. Zbornik radova III savetovanja o inovacijama u voćarstvu „Unapređenje proizvodnje trešnje i višnje”, Beograd, 10. februar. 2011. godine, pp.117–132.
- Thakur D.R., Thakur S.S. (1970): Pollen morphology and germination in some temperate drupe plants. Journal of Palynology, 6: 96–100.
- Thompson M. (1996): Flowering, pollination and fruit set. In: ‘Cherries - Crop physiology, production and uses’. Webster A.D., Looney N.E. (eds), CAB International, Wallington, UK, pp. 223–242.
- Tilkens N. (2002): Planting advice for sweet cherries. Fruitteelt Nieuwe, 15(14): 17–19.
- Tobutt K.R., Sonneveld T., Bekefi Z., Bošković R. (2004): Cherry (in)compatibility genotypes – an updated cultivar table. Acta Horticulturae, 663: 667–671.

- Toth G., Auer M., Auer F. (1996): Pomological features of sweet cherry cultivars from abroad: their adaptation to Hungarian conditions. *Acta Horticulturae*, 410: 25–33.
- Usenik V., Fabčić J., Štampar F. (2008): Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107(1): 185–192.
- Vangdal E. (1985): Quality criteria for fruit for fresh consumption. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 35(1): 41–47.
- Vaughan S.P., Russell K., Sargent D.J., Tobutt K.R. (2006): Isolation of S locus F-box alleles in *Prunus avium* and their application in a novel method to determine self-incompatibility genotype. *Theoretical and Applied Genetics*, 112: 856–866.
- Vaughan S.P., Bošković R.I., Gisbert-Climent A., Russell K., Tobutt K.R. (2008): Characterisation of novel S-alleles from cherry (*Prunus avium* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 4: 531–541.
- Voća S., Dobričević N., Habun T., Čmelik Z., Družić J. (2008): Glukoza, fruktoza i saharoza u plodovima trešnje. *Pomologia Croatica*, 14(2): 93–100.
- Westwood M.N., Challice J.S. (1978): Morphology and surface topography of pollen and anther of *Pyrus* species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103: 28–37.
- Whitehouse H.L.K. (1950): Multiple-allelomorph incompatibility of pollen and style in the evolution of the angiosperms. *Annals of Botany*, 14: 199–216.
- Whiting M. (2006): Quality of new sweet cherry varieties. *Compact Fruit Tree*, 39(1): 23–24.
- Wiersma P. (2003): Reproductive barriers in tree fruit crops and nuts. *Acta Horticulturae*, 622: 369–377.
- Williams R.R. (1970): Factors affecting pollination in fruit trees. In: 'Physiology of tree crops'. Luckwill L.C., Cutting C.V. (eds.), Academic Press, New York-London, 193–207.
- Wünsch A., Hormaza J.I. (2004a): Cloning and characterization of genomic DNA sequences of four self-incompatibility alleles in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 108: 299–305.
- Wünsch A., Hormaza J.I. (2004b): Genetic and molecular analysis in Cristobalina sweet

- cherry, a spontaneous self-compatible mutant. *Sexual Plant Reproduction*, 17: 203–210.
- Yamane H., Ikeda K., Ushijama K., Sassa H., Tao R. (2003): A pollen-expressed gene for a novel protein with an F-box motif that is very tightly linked to a gene for S-RNase in two species of cherry, *Prunus cerasus* and *P. avium*. *Plant and Cell Physiology*, 44(7): 764–769.
- Ystaas J., Froynes O., Ystaas J. (1998): Evaluation of sweet cherry cultivars and advanced selections adapted to a northern climate. *Acta Horticulturae*, 468: 115–122.
- Zhang X.S., O'Neil S.D. (1993): Ovary and gametophyte development are coordinately regulated by auxin and ethylene following pollination. *Plant Cell*, 5: 403–418.

BIOGRAFIJA AUTORA

Sanja Radičević je rođena 25. decembra 1972. godine u Guči. Osnovnu i srednju školu (prirodno-matematički smer) završila je u Guči. Agronomski fakultet u Čačku upisala je školske 1992/93. godine, a diplomirala 1998. godine sa prosečnom ocenom 9,46.

Poslediplomske studije na Agronomskom fakultetu u Čačku, smer Pomologija, završila je 6. jula 2006. godine, odbranom magistarske teze pod naslovom „Biološke i pomološko-tehnološke osobine novijih sorti trešnje”. U zvanje istraživač-saradnik izabrana je 23. marta 2007. godine, a reizabrana 12. decembra 2011. godine.

Od 1999. godine angažovana je kao stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u Institutu za voćarstvo u Čačku, a zaposlena u Institutu za voćarstvo od 1. februara 2001. godine, u Odeljenju za pomologiju i oplemenjivanje voćaka.

Studijski boravak na Cornell University – New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, New York, USA, po temi „Genetika i oplemenjivanje trešnje i višnje”, obavila je u septembru 2003. godine, u okviru „Young Scientist Exchange Program”. U junu 2010. godine obavila je kraći studijski boravak na Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences (HAAS), Harbin, China.

Doktorsku disertaciju pod naslovom „Biologija oplodjenja i pomološke osobine novointrodotovanih sorti trešnje (*Prunus avium* L.)” prijavila je 2. oktobra 2009. godine na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, pod rukovodstvom Prof. dr Dragana Nikolića.

U poslednjih pet godina učestvovala je u realizaciji projekata: TR–20013A: „Stvaranje i proučavanje novih genotipova voćaka i uvođenje savremenih biotehnologija gajenja i prerade voća” (2008–2010) i TR–31064: „Stvaranje i očuvanje genetičkog potencijala kontinentalnih vrsta voćaka” (2011–2014), finansiranih sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Autor je i koautor 81 bibliografske jedinice.

Član je Naučnog voćarskog društva Srbije i Društva genetičara Srbije.

Govori engleski jezik.

Udata je, majka Vukašina i Mihaila.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписана: Сања Радичевић

број уписа: 1252

Изјављујем

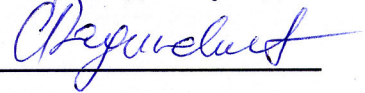
да је докторска дисертација под насловом

„Биологија оплођења и помолошке особине новоинтродукованих сорти трешње (*Prunus avium* L.)”

- 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, јануар 2013.

Потпис докторанда



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Сања Радичевић

Број уписа: 1252

Студијски програм: -

Наслов рада: „Биологија оплођења и помолошке особине новоинтродукованих сорти трешње (*Prunus avium* L.)”

Ментор: др Драган Николић, редовни професор, Пољопривредни факултет
Универзитета у Београду

Потписана: Сања Радичевић

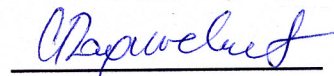
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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, јануар 2013.

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: „Биологија оплођења и помолошке особине новоинтродукованих сорти трешње (*Prunus avium* L.)“, 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, јануар 2013.

Потпис докторанда

