

Utjecaj oprašivača na intenzitet zametanja plodova različitih sorata jabuka

Sažetak

Istraživan je utjecaj sorata oprašivača ('Gala', 'Idared' i 'Jerseymac') na intenzitet zametanja plodova jabuka sorti 'Elstar', 'Julyred' i 'Golden delicious Klon B'. Kod sorte 'Elstar' najveći postotak zametanja plodova utvrđen je nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (48,93%), a najmanji kod oprašivanja polenom sorte 'Idared' (29,86%). Najmanji postotak zametanja plodova sorte 'Julyred' utvrđen je nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (10,43%), dok su veći postotci zametanja utvrđeni nakon oprašivanja polenom sorata 'Idared' i 'Jerseymac', između kojih nije bilo značajne razlike. Oprašivanje cvjetova sorte 'Golden Delicious Klon B', polenom sorte 'Jerseymac' dalo je značajno najmanji postotak zametanja plodova (8,87%). Značajno najveći postotak zametnutih plodova utvrđen je nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (15,28%). Kod sorte 'Elstar' utvrđen je najveći postotak zametanja plodova (30 - 49%), ovisno o oprašivaču, dok je kod sorte 'Golden delicious Klon B' utvrđen najmanji postotak zametanja plodova (9-15%). Razlike u intenzitetu zametanja plodova mogu biti posljedica različite klijavosti polena pojedinih sorti oprašivača i poklapanja S - alela između sorata.

Ključne riječi: *Malus x domestica* Borkh., oprašivači, zametanje plodova, sorta

Uvod

Oprašivanje jabuke (*Malus x domestica* Borkh.) kao stranooplodne vrste smatra se jednim od važnih procesa koji utječe na zametanje i kakvoću plodova, a u konačnici i na uspješnost proizvodnje ove voćne vrste. Zbog značajnog odstupanja priroda kod pojedinih sorata jabuka, važno je pratiti oprašivanje i oplodnju i poznavati čimbenike koji utječu na intenzitet zametanja plodova (Das, 2011), među kojima pravilan odabir sorte oprašivača ima najvažniju ulogu (Mišić, 1982). Glavni zahtjevi prema sortama oprašivačima su poklapanje s vremenom cvatnje glavne sorte koju oprašuju (Lacey, 2012), dovoljna produkcija fertilnog polena zadovoljavajuće klijavosti i dr. (Ramírez i Davenport, 2013).

Zametanje plodova predstavlja postupak koji je rezultat niza povezanih procesa od samog prijenosa polena na njušku tučka, energije klijavosti polena, brzine rasta polenove cjevčice, trajanja života sjemenog zametka, do same oplodnje i početka rasta ploda. Navedeni procesi značajno variraju između vrsta, sorti i godina (Sanzol i Herrero, 2001). Poremetnja jednog ili više navedenih procesa dovodi do značajnog smanjenja ili čak potpunog izostanka priroda. Te poremetnje mogu biti izazvane fiziološkim stanjem voćaka, neravnotežom ishrane voćke, neodgovarajućim kemijskim sastavom polena (Dafni i Firmage, 2000), klimatskim prilikama (posebno temperaturom i relativnom vlažnošću zraka) (Tromp i Borsboom, 1994., Jackson, 2003., Yoder i sur., 2009.), podlogom (Miljković i sur. 1992) i drugim čimbenicima.

Jabuka ima multialelnu gametofitsku inkompatibilnost uvjetovanu S-alelom (De Nettancourt, 1977, Matsumoto i Kitahara, 2000) pa izbor odgovarajućih oprašivača za komercijalne sorte često predstavlja problem zbog nepoznavanja S-alela. Ovisno o sastavu parova S-alela, sorte jabuka mogu biti potpuno kompatibilne (kada su oba S-alela različita), djelomično inkompatibilne (kada nose jedan alel identičan, a drugi različit), odnosno inkompatibilne (kada su oba alela identična). Stoga je za sigurnu i uspješnu proizvodnju potrebno osigurati najma-

¹ Doc.dr.sc. Martina Skendrović Babojelić, Natalija Zorica, dipl.ing., Prof.dr.sc. Tomislav Jemrić, Zavod za voćarstvo, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska

nje dvije genetski različite sorte (Matsumoto i sur., 2008).

Osim porijekla polena, važno je i poznavanje vremena i brzine klijavosti polena koji također značajno utječu na oplodnju i zametanje plodova jabuka, što se poklapa s istraživanjima drugih autora (Ramírez i Davenport, 2013., Skendrović i sur., 2003.).

Općenito gledano, da bi oplodnja bila uspješna, u cvijetu moraju biti dobro razvijeni ženski spolni organi (tučak), a cvatnja sorte oprašivača mora se podudarati s cvatnjom oprašivane sorte u više od ½ fenofaze punog cvjetanja ili u više od ½ fenofaze cvjetanja (Rudolf i Shandler, 1941; cit. Štampar, 1961.).

Relativni utjecaj svakog od čimbenika na proces oplodnje vrednovan je kroz sposobnost njuške tučka za prihvaćanje polena (receptivnost), energiju i brzinu klijanja polena (od njuške, kroz vrat tučka pa sve do plodnice) te rast sjemenog zametka. Istraživanja koja su proveli Sanzol i Herrero (2001) pokazuju da vrijednosti efektivnog vremena oplodnje variraju između vrsta, sorata, godina i položaj te značajno utječu na proces zametanja plodova.

Osim pravilnog izbora i poznavanja svojstava polena i oprašivača, u proizvodnji je značajan utjecaj okolišnih čimbenika (Herrera, 1995.) jer o njima ovisi aktivnost insekata u vrijeme cvatnje voćaka, uspješnost oprašivanja te intenzitet zametanja plodova (Hegedûs, 2006).

Stern i sur. (2007) navode kako građa te kvaliteta i kondicija cvijeta (Janick i sur., 1996) pojedinih sorata također utječe na zametanje plodova. Kod pojedinih sorata (npr. iz grupe Delicious) smanjena je iskoristivost polena iz razloga što u bazi prašnika imaju određene praznine (Westwood, 1993., Schneider i sur., 2005), kroz koje mogu proći pčele bez da sakupe nektar odnosno polen i prenesu ga na drugi cvijet, odnosno pčele mogu doći do nektara samo s vrha, čime se smanjuje postotak oprašivanja, a time i zametanje polena.

Obzirom da su kod jabuke glavni oprašivači insekti (najčešće pčele), često se događa da pčele više preferiraju i posjećuju cvjetove samo određenih sorata u odnosu na ostale sorte. Razlog je taj što postoje značajne razlike u kvaliteti nektara kod cvjetova pojedinih sorata jabuka i drugog voća (Stern i sur., 2007.). Nektar nekih sorata sadrži visoku koncentraciju šećera te takve sorte više posjećuju kukci koji su nužni u oprašivanju.

U Hrvatskoj je većina voćnjaka posađena sortama 'Idared', 'Golden delicious', 'Elstar', zatim nekim ljetnim sortama kao što je 'Julyred', 'Jerseymac' i 'Gala' i njihovi klonovi. Često se susreće veliko variranje priroda navedenih sorata čak i kada nema ograničavajućih čimbenika vezanih uz diferencijaciju pupova ili pojavu mraza u vrijeme cvatnje (Jonke i sur., 2003).

Stoga je cilj istraživanja bio provesti kontrolirano oprašivanje jabuka, te utvrditi utjecaj različitih sorata oprašivača ('Gala', 'Idared' i 'Jerseymac') na intenzitet zametanja plodova jabuka sorti 'Elstar', 'Julyred' i 'Golden delicious Klona B'.

Materijali i metode

Objekt istraživanja

Pokus je bio postavljen u voćnjaku jabuka Miljanovci (kraj Daruvara), koji je zasađen u gustom sklopu na podlozi M 9 s razmakom sadnje 3,20 x 0,70m (oko 4500 stabala/ha). Tip tla je obronačni pseudoglej, a tlo se održava sistemom zatravljanja. U voćnjaku se obavljaju redovite agrotehničke i pomotehničke mjere.

Provedeno je kontrolirano oprašivanje na majčinskim sortama: 'Elstar', 'Julyred' i 'Golden Delicious Klona B', pomoću polena različitih sorata oprašivača ('Idared', 'Gala' i 'Jerseymac'). Ukupno je bilo 9 kombinacija oprašivanja. Za svaku majčinsku sortu, po potpuno slučajnom rasporedu, odabrano je 5 pokusnih stabla na kojima je izmjeren promjer debla, kako bi pokusna stabla bila ujednačene vegetativne razvijenosti.

Kontrolirano oprašivanje

Uzimanje polena sorata oprašivača ('Idared', 'Gala' i 'Jerseymac') obavljeno je u fenofazi bijelih balona. Otkinut je određen broj cvjetova iz kojih su češljem odstranjene polenovnice na bijeli papir. Polenovnice su ostavljene nekoliko dana na sobnoj temperaturi da polen sazrije, a zatim je polen sakupljen u plastične kutijice koje su do oprašivanja čuvane u eksikatoru u frižideru.

U fenofazi crvenih glavica pomoću papirnatih („natron“) vrećica izvršena je izolacija izbojaka (grana) s cvjetovima.

Za svako stablo majčinske sorte stavljeno je 5 izolacijskih vrećica, a prosječan broj gronja bio je 4-6 po jednoj izolacijskoj vrećici. U fenofazi pune cvatnje obavljeno je oprašivanje izoliranih cvjetova kistom (Slika 1) te je upisan broj oprašanih cvjetova. Izolacijske vrećice skinute su nekoliko dana nakon opadanja latica (Slika 2).



Slika 1. Kontrolirano oprašivanje cvjetova jabuke pomoću kista (Foto:M. Skendrović Babojelić)



Slika 2. Skidanje izolacijskih vrećica i izgled zametnutih plodova nakon kontroliranog oprašivanja jabuke (Foto:M. Skendrović Babojelić)

Utvrđivanje zametanja plodova

Nakon lipanskog opadanja plodova te neposredno prije berbe izbrojani su plodovi te temeljem podataka o broju oprašanih cvjetova i broju plodova utvrđen je postotak zametanja plodova, ovisno o oprašivaču.

Statistička obrada podataka:

Dobiveni rezultati su analizirani metodom ANOVA pomoću statističkog programa SAS verzije 8.12 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Rezultati istraživanja s raspravom

Nakon provedene analize, utvrđena je značajna razlika između majčinskih sorata u intenzitetu zametanja plodova jabuka (Tablica 1). Sorte oprašivači (očevi) nisu imali značajan utjecaj na intenzitet zametanja plodova, dok je interakcija između oba roditelja bila značajna.

Tablica 1. Jednosmjerna analiza varijance majke (oprašivana sorta), oca (oprašivač) i njihovih kombinacija kod kontroliranog oprašivanja jabuka sorti 'Elstar', 'Julyred' i 'Golden Delicious Klon B' polenom sorti 'Idared', 'Gala' i 'Jerseymac'

Izvor varijabiliteta	n - 1	SS	S ²	Fexp	P > F
Majka	2	2,48	1,23	52,93	< 0,0001***
Otac	2	0,02	0,01	0,41	0,6671 ns
Majka x otac	4	0,46	0,11	4,90	0,0033**

Analizom podataka različitih kombinacija oprašivanja, uočava se da je kod sorte 'Elstar' bilo oprašeno između 341 i 481 cvjetova ovisno o kombinaciji oprašivanja. Nakon lipanjskog opadanja broj zametnutih plodova kretao se u rasponu od 97 do 230, dok se broj plodova pred berbu značajno smanjio i dosta ujednačio između kombinacija oprašivanja i kretao se u rasponu od 45 do 72 (Tablica 2). Kod sorte 'Julyred' broj oprašenih cvjetova kretao se od 129 do 343, broj zametnutih plodova od 25 do 68, a broj plodova pred berbu od 14 - 16. Ovdje je vidljivo da je do berbe ostao značajno manji broj plodova. Majčinska sorta 'Golden Delicious Klon B' imala je od 291 do 397 oprašenih cvjetova, zametnutih plodova od 33 do 55, a broj plodova pred berbu kretao se od 13 do 18.

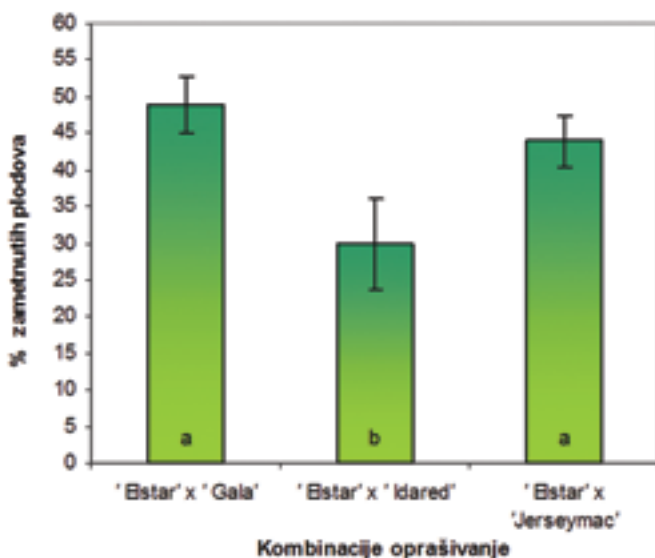
Tablica 2. Ukupan broj oprašenih cvjetova i broj zametnutih plodova nakon kontroliranog oprašivanja

Kombinacije križanja	Ukupan broj oprašenih cvjetova	Broj zametnutih plodova (nakon lipanjskog opadanja)	Broj plodova prije berbe
'Elstar' x 'Gala'	481	230	72
'Elstar' x 'Idared'	383	97	54
'Elstar' x 'Jerseymac'	341	144	45
'Julyred' x 'Gala'	343	35	14
'Julyred' x 'Idared'	475	68	16
'Julyred' x 'Jerseymac'	129	25	14
G. delicious 'Klon B' x 'Gala'	397	55	20
G. delicious 'Klon B' x 'Idared'	291	33	13
G. delicious 'Klon B' x 'Jerseymac'	390	35	18

Utvrđeno je značajno variranje broja zametnutih plodova u odnosu na broj oprašenih cvjetova. To može biti posljedica djelovanja različitih čimbenika kao što je klijanje polena, efektivno vrijeme oplodnje i sl. Skendrović i sur. (2003) navode da klijavost polena značajno utječe na postotak zametanja plodova, iz razloga što se sorte značajno razlikuju u početnoj klijavosti polena, nakon što polen dospije na njušku tučka, a isto tako razlike između sorata se očituju i u energiji klijanja polena. Efektivno vrijeme oplodnje varira ovisno o sorti, što također utječe na intenzitet zametanja plodova (Sanzol i Herrero, 2001).

Značajne razlike u broju zametnutih plodova nakon lipanjskog opadanja u odnosu na broj plodova pred berbu može se objasniti različitim intenzitetom opadanja plodova koje se kod jabuke nastavlja do berbe (Lakso i Goffinet, 2013). To je sortno svojstvo (neke su sorte jabuka sklone otpadanju plodova prije berbe), ali na njega utječu i okolišni čimbenici (suša, jak vjetar i sl.).

Graf 1. Intenzitet zametanja plodova sorte 'Elstar' ovisno o kombinaciji oprašivanja



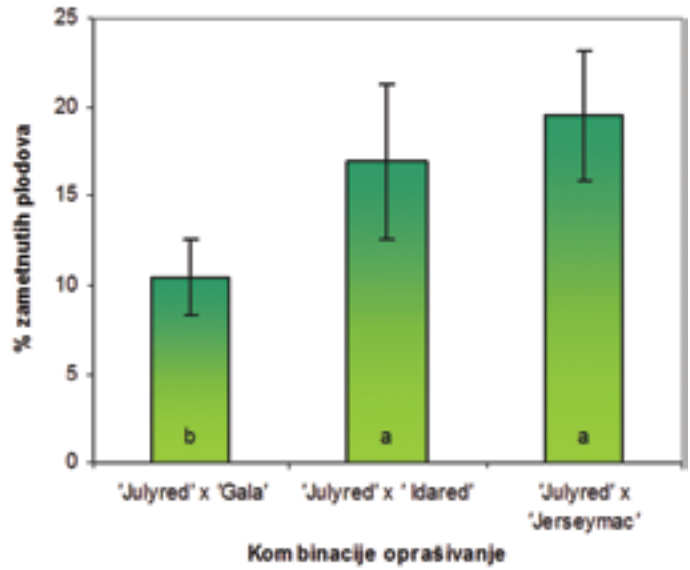
***Različita slova unutar stupaca označavaju da između kombinacija oprašivanja postoje razlike u zametanju plodova prema Tukeyevom HSD testu uz $p \leq 0.05$

Ako se uspoređuje pojedinačno zametanje plodova po sortama, ovisno o kombinaciji oprašivanja, kod sorte 'Elstar' je utvrđen najveći postotak zametanja plodova nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (48,93%), a značajno najmanji kod oprašivanja polenom sorte 'Idared' (29,86%), dok između kombinacija oprašivanja 'Elstar' x 'Gala' i 'Elstar' x 'Jerseymac' nije bilo značajnih razlika u postotku zametanja plodova (Grafikon 1).

Najmanji postotak zametanja plodova sorte 'Julyred' utvrđen je nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (10,43%), dok je veći postotak zametanja utvrđen nakon oprašivanja polenom sorte 'Idared' (16,96%) i 'Jerseymac' (19,55%) između kojih nije bilo statistički značajne razlike.

Graf 2. Intenzitet zametanja plodova sorte 'Julyred' ovisno o kombinaciji oprašivanja

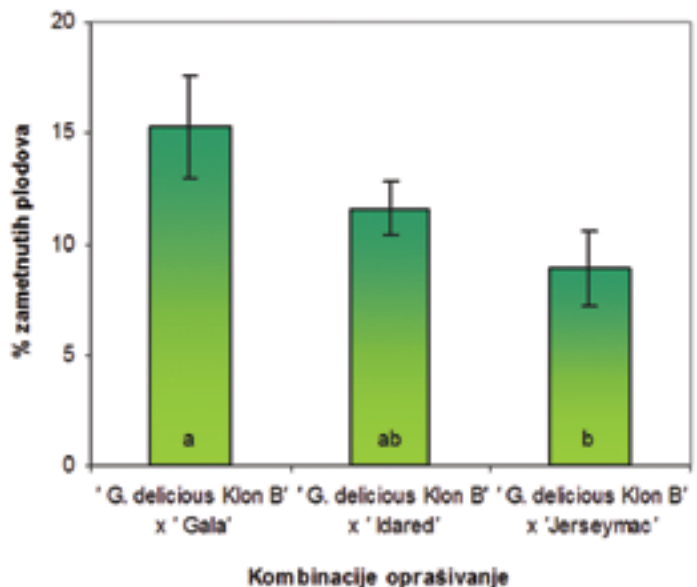
***Različita slova unutar stupaca označavaju da između kombinacija oprašivanja postoje razlike u zametanju plodova prema Tukeyevom HSD testu uz $p \leq 0.05$



Nakon oprašivanja cvjetova sorte 'Golden Delicious Klon B' polenom sorte 'Jerseymac' utvrđen je značajno najmanji postotak zametanja plodova (8,87%), dok je značajno najveći postotak zametnutih plodova utvrđen nakon oprašivanja polenom sorte 'Gala' (15,28%). Kombinacijom oprašivanja 'Golden Delicious Klon B' x 'Idared' utvrđeno je zametanje od 11,6%, što je vrijednost između ostale dvije kombinacije oprašivanja.

Graf 3. Intenzitet zamećanja plodova sorte 'Julyred' ovisno o kombinaciji oprašivanja

***Različita slova unutar stupaca označavaju da između kombinacija oprašivanja postoje razlike u zametanju plodova prema Tukeyevom



HSD testu uz $p \leq 0.05$

Kako je u ovom istraživanju korišten polen tri različite sorte jabuka ('Gala', 'Idared' i 'Jerseymac') za oprašivanje cvjetova triju majčinskih sorata ('Elstar', 'Julyred' i 'Golden Delicious Klon B'), uočava se da nema pravilnosti u intenzitetu zamaštanja plodova između oprašivača.

Kod nekih kombinacija križanja dolazi do preklapanja jednog S-alela između sorata: ('Elstar'x'Gala'-S5, 'Elstar'x'Idared'-S3, 'Golden Delicious Klon B'x'Gala'-S2 i 'Golden Delicious Klon B'x'Idared'-S3). Za sorte 'Julyred' i 'Jerseymac' još uvijek nisu poznati S-aleli pa se ne može sa sigurnošću tvrditi dolazi li do poklapanja S-alela.

Iako se sorte 'Elstar' (S3S5) i 'Gala' (S2S5) poklapaju u jednom S-alelu (S5), a isto tako i sorte 'Elstar' (S3S5) i 'Idared' (S3S7) u S3 alelu, kod navedenih kombinacija je utvrđen različit intenzitet zamaštanja plodova. Kod prve kombinacije oprašivanja postotak zamaštanja plodova veći je za gotovo 20%. Slična je situacija i kod oprašivanja majčinske sorte 'Golden Delicious Klon B', gdje se oprašivači 'Gala' (S2S5) i 'Idared' (S3S7) poklapaju u jednom S-alelu s majčinskom sortom 'Golden Delicious Klon B' (S2S3), a između oprašivača postoji značajna razlika u intenzitetu zamaštanja plodova. Obzirom na navedeno, moglo bi se zaključiti da je taj zajednički S-alel smanjio zamaštanje plodova za 50%. No, treba imati na umu da, osim genetske inkompatibilnosti, na intenzitet zamaštanja utječu i mnogi drugi čimbenici kao što su fiziološko stanje voćaka, ravnoteža ishrane voćke, neodgovarajući kemijski sastav polena (Dafni i Firmage, 2000), klimatske prilike (Tromp i Borsboom, 1994., Jackson, 2003., Yoder i sur., 2009.), podloga (Miljković i sur. 1992) i drugi čimbenici.

Kada se usporede rezultati ovog istraživanja s preporukama autora (Miljković, 1991., Gliha, 1978.) za odabir sorata oprašivača može se zaključiti da je za sortu 'Julyred' preporučljivo koristiti sortu 'Idared' kao oprašivač, koja je dala značajno viši postotak zamaštanja plodova (6,5%) u odnosu na sortu 'Gala'. Isti autori navode da se 'Idared' smatra dobrim oprašivačem za sortu 'Elstar', što se ne poklapa s rezultatima ovih istraživanja, jer je 'Idared' dao najmanji postotak zamaštanja plodova u odnosu na dvije druge sorte za 14,1% ('Jerseymac') i 19,1% ('Gala'). Slično je i kod sorte 'Golden Delicious Klon B', gdje se 'Idared' preporuča kao dobar oprašivač. Međutim, u ovom istraživanju je, u odnosu na sortu 'Idared', sorta 'Gala' dala za 3,7% više zamaštanja plodova, premda se s majčinskom preklapa u jednom S-alelu.

Oprašivanje cvjetova sorata 'Elstar' i 'Julyred' polenom sorte 'Jerseymac' dalo je visok postotak zamaštanja u odnosu na druge dvije druge sorte. To se može objasniti dobrom energijom klijavosti polena sorte 'Jerseymac' (Skendrović i sur., 2003.).

Prema navodima Guerrero-Prieto i sur. (2009), ograničavajući čimbenik za sortu 'Golden Delicious' je slaba vitalnost neoplođene jajne stanice, što dovodi do smanjenog početnog zamaštanja plodova. To se može povezati i s rezultatima ovog istraživanja. Od ukupnog broja cvjetova, nakon lipanjskog opadanja utvrđeno je svega 8-13% zamaštanja plodova, ovisno o oprašivaču, dok je, na primjer, kod sorte 'Elstar' taj postotak bio znatno veći i kretao se od 25 do 48%.

Zaključak

Najveći postotak zamaštanja plodova utvrđen je kod sorte 'Elstar', a najmanji kod sorte 'Golden Delicious Klon B'. Nema pravilnosti o utjecaju polena istih oprašivača, na intenzitet zamaštanja plodova majčinskih sorata.

Zamaštanje plodova je kompleksan proces koji je pod utjecajem mnogih čimbenika. Iz tog razloga u intenzivnoj proizvodnji jabuke mora biti osigurano stranooprašivanje, a za pravilan odabir kompatibilnih oprašivača važno je znanje o genetskim osobinama sorata, S-alelima, klijavosti polena, poklapanje u vremenu cvatnje sorte oprašivača i glavnih sorata u voćnjaku, utjecaju okolišnih čimbenika, a sve to u cilju osiguranja visokih i redovitih priroda jabuka. Stoga

The effect of pollenizers on the fruit set of different apple cultivars

Summary

The effect of pollenizer ('Gala', 'Idared' and 'Jerseymac') on fruit set of cvs. 'Elstar', 'Julyred' and 'Golden Delicious Clone B' was studied. In cv. 'Elstar' highest fruit set was obtained after pollination with cv. 'Gala' (48.93%), and lowest after pollination with cv. 'Idared' (29.86 %). The lowest fruit set in cv. 'Julyred' was obtained after pollination with cv. 'Gala' (10.43 %), and higher after pollination with cvs. 'Idared' and 'Jerseymac'. There was no significant difference between these two pollenizers. The lowest fruit set of cv. 'Golden Delicious Clone B' was obtained after pollination with cv. 'Jerseymac' (8.87 %) and highest with cv. 'Gala' (15.28 %). Cv. 'Elstar' had highest fruit set (30 - 49 %) depending on pollenizer, and cv. 'Golden Delicious Clone B' the lowest (9-15 %). The differences in fruit set can be attributed to differences in pollen germination among pollenizers, as well as overlapping in S - alleles.

Key words: *Malus x domestica* Borkh, pollenizer, fruit set, cultivar

bi istraživanja na ovu temu trebalo nastaviti i u budućnosti.

Literatura

- Dafni, A., Firmage, D. 2000. Pollen viability and longevity. Pollen i pollination, Springer, p115-127
- Das, B., Ahmad, N., Srivastava, K.K., Ranjan, P. 2011. Top working method and bloom density of pollenizers as productive determinant for spur type apple (*Malus x domestica* Borkh.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 129:642-648
- De Nettancourt, D. 1977. Incompatibility in Angiosperms, In: R. Frankel, G.A.E. Gal, and H.F. Linskens (eds.). Monographs on theoretical and applied genetics. Springer-Verlag. p. 28-57.
- Gliha, R. 1978. Sorte jabuka u suvremenoj proizvodnji, radničko sveučilište Moša Pijade, Zagreb
- Guerrero-Prieto, V.M., Rascon-Chu, A., Romo-Chacon, A., Berlanga-Reyes, D.I., Orozco-Avitia, J.A., Gardea-Bejar, A.A., Parra-Quezada, R., Sanchez-Chavez, E. 2009. Short communication. Effective pollination period in 'Redchief' and 'Golden Delicious' apples (*Malus domestica* Borkh). *Spanish J. Agric. Res.* 7,928-932.
- Hegedűs, A. 2006. Review of the self-incompatibility in apple (*Malus x domestica* Borkh., syn.: *Malus pumila* Mill.) *International Journal of Horticultural Science*, 12 (2): 31-36
- Herrera, C.M. 1995. Floral biology, microclimate, and pollination by ectothermic bees in an early-blooming herb. *Ecology* 76: 218-228.
- Jackson, J.E., 2003. Biology of Apples and Pears. Cambridge University Press, Cambridge.
- Janick, J., Cummins, J.N., Brown, S.K., Hemmat, M. 1996. Apples. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits*. John Wiley & Sons, Inc., Vol I pp. 1-77.
- Jonke, Ana, Jemric, T., Pavičić, N., Blašković, D. 2003. Klijavost polena jabuke i utjecaj na zametanje plodova sorte "Golden Delicious Klon B". *Sjemenarstvo, Zagreb*, 20: 29-36
- Lacey, K. 2012 Apple pollination, Western Australian Agriculture Authority (http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/hort/fn/cp/pomefruits/fn_apple_pollination.pdf). 1-4.
- Lakso, A.N., Goffinet, M.C. 2013. Apple Fruit Growth *New York Fruit Quarterly* 21 (1) 11-14
- Matsumoto, S., Kitahara, K., 2000. Discovery of a New Self-incompatibility Allele in Apple, *HORTSCIENCE* 35(7):1329-1332.
- Matsumoto, S., Eguchi, T., Maejima, T., Komatsu, H. 2008. Effect of distance from early flowering pollinizers 'Maypole' and 'Dolgo' on 'Fuji' fruit set. *Sci. Hortic.* 117, 151-159
- Miljković I., Duralija B., Enjingi I., Jemrić T., Puhanić I., Suknović A., Pejić I., 1992. Utjecaj sorte podloge i međupodloge na klijavost i energiju klijavosti polena jabuke. *Agronomski glasnik* 6: 427-433
- Mišić, P. D. 1982. Nove sorte voćaka, NOLIT, Beograd, p. 23
- Ramirez, F., Davenport T.L. 2013. Apple pollination: A review. *Scientia Horticulturae* 162 (2013) 188-203
- Sanzol, J., Herrero, M. 2001. The 'effective pollination period' in fruit trees. *Scientia Horticulturae* 90: 1-17.
- Schneider, D., Raphael, A., Stern, Goldway M. 2005. A comparison between semi- and fully compatible apple pollinators grown under suboptimal pollination conditions. *Hortscience* 40(5): 1280-1282.
- Skendrović, Martina, Jemrić, T., Pavičić, N. 2003. Energija klijavosti polena sorata jabuka. *Sjemenarstvo*. 20, 5-6; 297-302.
- Stern, R.A., Sapir, G., Shafir, S., Dag, A., Goldway, M. 2007. The appropriate management of honey bee colonies for pollination of Rosaceae fruit trees in warm climates. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology* 1:13-19.
- Štampar, Katarina 1966. Opće voćarstvo, Interna skripta, Poljoprivredni fakultet, Zagreb
- Tromp, J., Borsboom, O. 2003. The effect of autumn and spring temperature on fruit set and on the effective pollination period in apple and pear. *Sci Hort* 60:23-30.
- Yoder, K., Yuan, R., Combs, L., Byers, R., McFerson, J., Schmidt, T. 2009. Effects of temperature and the Combination of Liquid Lime Sulfur and Fish Oil on Pollen germination, Pollen Tube Growth, and Fruit Set in Apples. *HortScience* 44,1277-1283.