

## Uticaj oprašivača na produkciju hibridnog sjemena jabuke

Ljubomir Radoš<sup>1</sup>, Dragana Novaković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjaluci, Bosna i Hercegovina*

### Sažetak

Jabuka je stranooplodna entomofilna voćna vrsta. Za uspješno plodonošenje neophodno joj je obezbijediti dvije ili više sorti koje su dobar polinator, a uz to su kompatibilne sa glavnom sortom. Slična situacija je i prilikom vještačkog oprašivanja jabuke s ciljem dobijanja hibridnog sjemena, razlika je samo što se za ovakav način oprašivanja ne moraju obezbijediti insekti. U cilju stvaranja novih sorti jabuka odabrali smo sotu Ajdare kao recipijenta polena (majku) i sorte oprašivače Topaz, Rubinet i Pink lejdi, za koje nismo imali podatke kako se ponašaju kao oprašivači, odnosno kakav imaju uticaj na produkciju hibridnog sjemena. Na osnovu dobijenih podataka konstatovali smo da su sorte oprašivači u svim kombinacijama imale visok uticaj na produkciju hibridnog sjemena jabuke.

*Ključne riječi:* sorta, polen, oplodnja, hibridizacija

### Uvod

Hibridizacija predstavlja najznačajniju metodu pri stvaranju novih sorti jabuka (Mišić, 2002). Kod većine voćnih vrsta, pa i jabuke oprašivanje se obavlja uz pomoć insekata, a najznačajniji insekti koji učestvuju u oprašivanju su medonosna pčela, bumbari, solitarne pčele, ose i drugi. Bez oprašivanja jabuke nema ni dvojne oplodnje. Prema Stöseru (1996) u prirodnim uslovima na žig tučka padne oko 50 polenovih zrna a pri vještačkom nekoliko hiljada. Uspjeh oprašivanja jabuke zavisi, u prvom redu

od vremenskih uslova u vrijeme cvjetanja, udaljenosti sorte oprašivača od glavne sorte i broja insekata koji prenose polen (Cerović, 1991). Nakon oprašivanja slijedi oplodnje, kod diploidnih sorti jabuka nakon oplodnje obično se formira 8 do 10 sjemenki. Prema Wayu (1978) broj sjemenki može da varira od 0 do 20 komada po plodu, i značajno utiče na porast i oblik ploda jabuke. Proces oplodnje, prorastanje polenove cjevčive kroz stubić tučka, kod voćaka traje od 3 dana kod nekih koštičavih vrsta do 10 dana kod jabuke (Cerović, 1996). Ovaj proces zavisi od genotipa, vitalnosti polena i temperaturnih uslovi u vremenu oprašivanja i oplodnje. Razvoj sjemena jabuke odvija se kroz nekoliko faza, a važan momenat je fiziološka zrelost sjemena koja se podudara sa tehnološkom zrelošću ploda. O vremenu berbe plodova za uzimanje hibridnog sjemena jabuke, kao i postupanju sa sjemenom treba voditi računa kako bi se sačuvala vitalnost samog sjemana.

### Materijal i metode rada

Istraživanja su obavljena na lokalitetu sela Osredci, opština Doboj. Vlasnik zasada je Nikola Đekić. Zasad je u četvrtoj, odnosno petoj godišnj starosti. Razmak sadnje je 3,5 x 1 m, u zasadu su zastupljene sorte: Ajdared, Gala, Greni smit, Florina, Pink lejdi, Topaz, Zlatni delišes kl. B. Sve sorte su okalemljene na slabo bujnoj podlozi M 9. Uzgojni oblik je vitko vreteno, primijenjena agrotehnika u zasadu je standardna koja se primijenjuje u intenzivnim sistemima gajenja. Zemljište na kojem je podignut zasad je tipa obronačnog pseudogleja, na kojem su prije sadnje obavljeni odgovarajući meliorativni zahvati.

U zasadu je odabrano 6 stabala sorte Ajdared (A) uz koja je postavljena drvena konstrukcija, a u fenofazi roze glavice preko konstrukcije prebačena je izolaciona insekt pruf mreža. Sorta Ajdared je u seriji ukrštanja poslužila kao majka. Sa sorti Topaz (T), Rubinet (R) i Pink lejdi (PL) skinuto je po 50 rodni grančica, radi uzimanja polena. Ovi prirasti su uzeti u fenofazi roze glavice i doneseni su u pomološku laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta u Banjoj Luci, gdje su na sobnoj temperaturi ostavljene da se razvijaju cvjetovi do fenofaze bijelog balona kada su iz cvjetova skidane antere. Odvojene antere su prosušene u petrijevim posudama. Nakon prosušivanja antera sadržaj iz petrijeve posude premjestili smo u laboratorijske čaše koje su zatvorene čepom i ostavljene u frižider na + 4 °C do momenta oprašivanja.

Ispitivanje klijavosti polena za svaku sortu obavljeno je metodom viseće kapi u 12, 15 i 18 %- tamnom rastvoru saharoze.

U fenofazi balona na sorti Ajdared izvršeno je oprašivanje jednom od sorti polinatora. Za svaku kombinaciju izvršeno je nanošenje polena sorte oprašivača na 2 stabla majke sa različitim brojem cvjetova i cvasti (podaci dati u tabeli1). Tom prilikom je utvrđen broj cvjetova u cvasti i broj ukupno obrađenih cvasti, kao i broj oprašenih cvjetova na stablu. Oprašivanje je obavljeno u dva navrata sa razmakom od 3 dana. U momentu drugog oprašivanja neotvoreni cvjetovi na stablima majke su fizički uklonjeni. Kontrola oplodnje je obavljena 20 dana nakon oprašivanja kada je uklonjena zaštitna mreža. U toku vegetacije tretmani protiv biljnih bolesti i štetočina na stablima koja nose zametnute plodovi iz vještačke oplodnje vršena je u sklopu redovne zaštite od bolesti i štetočina u cijelom zasadu. Berba plodova koji nose hibridno sjeme obavljena je u dva termina, i to za svaku kombinaciju u posebnu ambalažu. Ubrani plodovi su transportovani do laboratorije za pomologiju Poljoprivrdnog Fakulteta u Banjoj Luci, gdje su urađene slijedeće vrijednosti:

- broj plodova za pojedinu kombinaciju;
- masa pojedinačnih plodova;
- broj zametnutih sjemenki u plodu;
- ukupan broj hibridnih sjemenki za pojedinu kombinaciju;
- prosječan broj hibridnih sjemenki za pojedinu kombinaciju.

Daljna statistička obrada podataka urađena je računanjem aritmetičkih sredina, a dobijeni podaci su testirani t testom značajnosti razlika.

## Rezultati i diskusija

Vještačka oplodnja - hibridizacija jabuke sorte Ajdared (majke) obavljena je 2009 i 2010. godine polenom sorti Topas, Florina i Pink Lejdi. Prilikom oprašivanja utvrdili smo da se broj mješovitih pupoljaka, na odabranim stablima, kretao od 31 do 72 u 2009. godini, dok je u 2010. godini konstatovan raspon od 23 na stablu broj 1 do 87 na stablu 3. Prosječan broj cvjetova u cvasti na svim odabranim stablima bio je 6,54 u 2009. godini, a 6,83 u 2010. godini. Broj oprašenih cvjetova prikazan je u tabeli 1.

Tab.1. Broj oprašenih cvjetova na odabranim stablima  
*The number of pollinated flowers on selected trees*

Br. stabla i kombinacija <i>Number of trees and combination</i>	2009			2010		
	Broj cvasti <i>Number of inflorescence</i>	Br. cvj. u cvasti <i>Flower number per inflorescence</i>	Br. opraš. cvjet. <i>Number of pollinated flowers</i>	Broj cvasti <i>Number of inflorescence</i>	Br. cvj. u cvasti <i>Flower number per inflorescence</i>	Br. opr cvj. <i>Number of pollinated flowers</i>
1. A X R	58	6,54±0,32	174	23	6,83±214	136
2. A x R	31		92	61		369
3. A X T	18		55	87		520
4. A X T	40		120	29		170
5. A X PL	55		165	69		365
6. A X PL	72		216	78		410

Tab. 2. Broj fiziološki zrelih plodova po kombinacijama oprašivanja  
*The number of physiologically ripe fruits per combination of pollination*

Kombinacija <i>Combination</i>	2009			2010		
	Br. opraš. cvjetova <i>Number of pollinated flowers</i>	Br. fiziol. zrelih pl. <i>Number of physiologically mature fruits</i>	Prosječna masa ploda <i>Average fruit weight</i>	Br. opraš. cvjetova <i>Number of pollinated flowers</i>	Br. fiziol. zrelih pl. <i>Number of physiologically mature fruits</i>	Prosječna masa ploda <i>Average fruit weight</i>
A X R	174	32	197.93 ±9.27	136	76	148,76±5.09
A X R	92	19		369	68	
A X T	55	12	227.06±2. 55	520	34	157,29±0.49
A X T	120	36		170	50	
A X PL	165	34	213.18±3 0.9	365	69	129,62±3.50
A X PL	216	41		410	77	

Berba fiziološki zrelih plodova obavljena je u jednom navratu za sve kombinacije, i to 28.09.2009. i 20.09.2010. godine. Broj fiziološki zrelih plodova na tretiranim stablima majke prikazan je u tabeli 3.

Kao što se vidi iz tabele 2. najmanji broj ubranih fiziološki zrelih plodova bio je pri kombinaciji A X T u 2009. godini pri čemu je ubrano 12 plodova, a najveći u 2010. godini 77 plodova kod kombinacije A x PL.

Najmanja prosječna masa ploda zabilježena je u 2010. godini pri kombinaciji A X R i iznosila je 148,76 g, a najveća u 2009. godini 227,96 g kod kombinacije A X T. Rezultati t testa razlika aritmetičkih sredina mase ploda po kombinacijama i godinama iskazane su u tabeli 3.

Tab. 3. t- test značajnosti razlika u prosječnoj masi ploda između godina za određenu kombinaciju

*t- test of the significance of differences in mean fruit weight between years for a specific combination*

Komb./Comb. Godina/Year	A X R	A X T	A X PL
2009/2010	5.38313**	8.06097**	4.75927**

$t_{-0,05} = 1.97$

Kao što se vidi iz tabele 3 postoje statistički visokoznačajne razlike između kombinacija po godinama, što znači da su ekološki uslovi za gajenje jabuke bili povoljniji u 2009. godini.

Podaci o uticaju oparašivača o prosječnu masu ploda sorte Ajdar za jednu godinu istraživnja dati su u tabelama 4 i 5.

Tab. 4. t- test značajnosti razlika u masi ploda između kombinacija u 2009. godini

*t- test of the significance of differences in fruit weight between combinations in 2009*

Kombinacija/Combination	A X R	A X T
A X PL	0.881 <sup>nz</sup>	0.072 <sup>nz</sup>

$t_{-0,05} = 1.97$

Kao što se vidi iz tabele 4. u 2009. godini ispoljene su statistički visokoznačajne razlike u prosječnoj masi ploda, između sorti oparašivača

Topaz i Pink lejdi, dok kod ostale dvije primijenjene kombinacije nisu ispoljene statistički značajne razlike.

Tab. 5. t test značajnosti razlika u masi ploda između kombinacija u 2010. godini  
*t- test of the significance of differences in fruit weight between combinations in 2010*

Kombinacija/Combination	A X R	A X T
A X PL	6.329**	3.793**
A X T	1.390 <sup>NZ</sup>	

$t_{-0,05} = 1.97$

U 2010. godini samo pri poređenju kombinacija A X T i A X R nisu ispoljene statistički značajne razlike u prosječnoj masi ploda, dok su kod ostale dvije kombinacije ispoljene statistički visokoznačajne razlike u pogledu razlika u prosječnoj masi ploda, što znači da je sorta oprašivač u 2010. godini imala viskokošanačajan uticaj na prosječnu masu ploda kod kombinacija A X R i A X T.

Klijavost polena ispitivanih sorti oprašivača utvrđena je metodom viseće kapi u 12, 15 i 18 %-tnom rastvoru saharoze. Rezultati klijavosti polena prikazani su u tabeli 6.

Pregledom podataka iz tabele 6 vidimo da je najveća klijavost bila kod sorte Pink lejdi (48,28 %) pri koncentraciji 15 % rastvora saharoze, a najmanja kod sorte Rubinet u 12 %-tnom rastvoru 8,25 %. Prema citatu Radoša (1984), a na osnovu klasifikacije Fišera za klijavost polena sorta Rubinet u sve tri ispitivane koncentracije rastvora saharoze ima slabu klijavost (< od 20 %), dok druge dvije ispitivane sorte imaju umjerenu do normalnu klijavost (40 - 60 %) osim sorte Pink lejdi u 18 %-tnom rastvoru saharoze.

Tab. 6. Klijavost polena ispitivanih sorti jabuke u visećoj kapi rastvora saharoze  
*Pollen germination of apple varieties in hanging drops of sucrose solution*

Sorta <i>Variety</i>	Koncentracija/Concentration		
	12%	15%	18%
	% ± S%	% ± S%	% ± S%
Pink lejdi <i>Pink Lady</i>	42,02 ± 8.77	48,28 ± 3.58	21,95 ± 2.14
Topaz	47,20 ± 4.35	44,11 ± 6.91	40,06 ± 0.92
Rubinet	8,25 ± 1.67	12,50 ± 1.89	12,63 ± 7.53

Nakon berbe plodova, koji nose hibridne sjemenke, u laboratoriji Instituta za voćarstvo vinogradarstvo i hortikulturu Poljoprivrednog fakulteta u Banjoj Luci izvršeno je vađenje hibridnih sjemenki. Broj hibridnih sjemenki po godinama i kombinacijama prikazan je u tabeli 7.

Tab. 7. Broj hibridnih sjemenki po kombinacijama i prosječan broj sjemenki po plodovima kombinacija  
*t- test of the significance of differences in the average number of seeds per year and combinations*

Kombinacija <i>Combination</i>	2009		2010	
	Broj sjemenki <i>Number of seeds</i>	Prosječan broj sjemenki <i>Average number of seeds</i>	Broj sjemenki <i>Number of seeds</i>	Prosječan broj sjemenki <i>Average number of seeds</i>
A X R	380	7.69 ± 0.25	612	4.25 ± 0.31
A X T	340	7.28 ± 0.43	445	6.18 ± 0.32
A X PL	600	7.95 ± 0.26	994	6.80 ± 0.19

Na osnovu podataka iskazanih u tabeli 7. vidimo da je najveći broj sjemenki bio kod kombinacije A x PL, 994 komada u 2010. godini, a najmanji pri kombinaciji A x T. 340 kmada u 2009. godini. Generalno broj sjemenki u 2009. godini evidentno je manji jer je i broj oprašenih cvjetova bio u toj godini manji.

Najmanji prosječan broj sjemenki po plodu zabilježen je kod kombinacije A x R, 4,25, u 2010. godini, a najveći kod kombinacije A x PL, 7.95

komada u 2009. godini. Sa stanovišta oplodnje, odnosno zametanja sjemenki možemo konstatovati da je 2009. godina bila povoljnija od 2010. godine.

Tab. 8. t- test značajnosti razlika u prosječnom broju sjemenki po godinama i kombinacijama  
*t- test of the significance of differences in the number of seeds per year and combinations*

Komb./Comb. God./Year	A X R	A X T	A X PL
2009/2010	6.198**	2.082**	3.377**

$t_{-0,05} = 1.97$

Na osnovu iznesnih podataka u tabeli 8, vidimo da su ispoljene statistički visokoznačajne razlike između godina ispitivanja, što potvrđuje literaturne navode da godina ima uticaja na formiranje broja sjemenki u plodovima jabuke.

Uticaj oprašivača na prosječan broj zametnutih sjemenki u plodu jabuke urađen je pomoću t- testa značajnosti razlika aritmetičkih sredina po godinama istraživanja. Rezultati t - testa za 2009. godinu dati su u tabeli 9., a za 2010.godinu u tabeli 10., dok su statistički visokoznačajne razlike ispoljene između kombinacija i A X R, te A x PL i A X R, dok između kombinacija A X PL i R ispoljene su statistički značajne razlike ( tab. 10.).

Tab 9. t- test značajnosti razlika u prosječnom broju sjemenki po plodu u 2009. godini kombinacija  
*t -test of significance of differences in the average number of seeds per fruit in 2009*

Kombinacija/Combination	A X R	A X T
A X PL	0.732439	1.432359
A X T	0.83396	

$t_{-0,05} = 1.97$

Na osnovu rezultat t - testa iskazanih u tabeli 9 možemo konstatovati da u datoj kombinaciji sorta oprašivač u 2009. godini nije imala statistički značajan uticaj na broj formiranih sjemenki u plodovima jabuke sorte Ajdared.



Tab 10. t test značajnosti razlika u prosječnom broju sjemenki po plodu u 2010 godini  
*t- test of significance of differences in the average number of seeds per fruit in 2010*

Kombinacija/Combination	A X R	A X T
A X PL	6.876565**	1.740016*
A X T	3.831642**	

Podaci iskazani u tabeli 10 nam govore da je uticaj odabranih oprašivača na formiranje sjemenki u plodovima jabuke u 2010. godini bio statistički visokoznačajan pri poređenju kombinacijama A X Pl i A X R, te A X T i A X R, dok je pri poređenju kombinacija A X PL i A X T uticaj oprašivača statistički značajan.

Na osnovu podataka dobijenih t- testom, a koji se odnose na uticaj oprašivača na zametanje sjemenki u plodovima soret majke, ne možemo konstatovati da je oprašivač imao značajan uticaj na produkciju sjemena, ali su razlike po godinama statistički visokoznačajne te možemo konstatovati da godina ima značajniji uticaj od odabrane sorte oprašivača .

### Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih istraživanjima možemo konstatovati slijedeće:

Na odabranim stablima sorte Ajdared (majka), broj cvasti se kretao od 18 (stablo 2) u 2009. godini do 87 (stablo 3) u 2010. godini. Prosječan broj cvjetova u cvasti kretao se od 6,54 u 2009. godini do 6,83 u 2010. godini.

Najveći broj fiziološki zrelih plodova ubran je sa stabla 6 (77 komada) u 2010. godini, a najmanji na stablu 3 (12 komada) u 2009. godini. T- test razlika u prosječnoj masi ploda govori da je 2009. godina bila povoljnija za gajenje jabuke od 2010. godine.

Analizom značajnosti razlika prosječne mase ploda između kombinacija oprašivača vidimo da je sorta Topaz u 2009 godini imala statistički visokoznačajnu ulogu na prosječnoj masi ploda, dok je uticaj opršašivača u 2010. godini kod ove kombinacije nije bio statistički značajan, a kod druge dvije kombinacije su ispoljne statistički visokoznačajne razlike.

Klijavost polena kod sorti oprašivača bio je nizak za sortu Rubinet pri svim koncentracijama ratvora saharoze dok je kod sorti Topaz i Pink lejdi bila normalna i kretala se od 21, 95 do 48,28 %.

Najveći broj hibridnih sjemenki zabilježen je u kombinaciji Ajdared x Pink lejdi (994 komada) u 2010. godini, a najmanji pri kombinaciji Ajdared x Topaz 340 u 2009. godini.

Prosječan broj sjemenki po plodu kretao se od 4,25 komada u kombinaciji A x R, do 7, 95 u kombinaciji A x PL.

T- test značajnosti razlika aritmetičkih sredina u broju zametnutih sjemenki u plodovima pokazuje da je godina imala statistički visokoznačajnu ulogu na broj formiranih sjemenki u plodovima. U 2009. godini sorta oprašivač nije imala statistički značajnu ulogu na broj zametnutih sjemenki u plodu, dok su ispoljene razlike u 2010. godini bile statistički visokoznačajne pri kombinacijama A x PL i A x T.

Na osnovu iznesenih rezultata možemo konstatovati da su sorte oprašivači u ovim kombinacijama dobro odabrani i da se pored korištenja pri vještačkom oprašivanju mogu koristiti i kao sorte oprašivači u masovnoj proizvodnji jabuke.

## Literatura

- Braun, J. & Stösser, R. (1985). Narben-und Griffelstruktur und ihr Einfluss auf die Pollenkeimung, Schlauchwachstum und Fruchtsatz beim Apfel. *Angew Botanik*, 59, 53-56.
- Cerović, R. i Mičić, N. (1996). Oprašivanje i oplodnja jabučastih i koričavih voćaka. *Jugoslovensko voćarstvo*, 30(113-114), 73 - 79.
- Cerović, R. (1991). Cytogenetic properties of sour cherry in relation to pollen. *Genetika*, 23, 24-25.
- Cerović, R. (1996). Unusual behavior of growing pollen tubes in the ovary of sour cherry. *Acta Horticulturae*, 423, 171-177.
- Đurić, Gordana i Mičić, N. (1988). Karakteristike organa razvijenih iz mješovitih pupoljaka jabuke na rodnom drvetu različite starosti. *Radovi poljoprivrednog fakulteta Sarajevo*, XXXVI(40)127 – 136.
- Janković, D. i Kaulinčević, J. (1998). Ispitivanje uticaja pčela na rodnost i kvalitet plodova jabuke starking i kruške Viljamovke. *Nauka u praksi*, 15, 37-42
- Lukić, M.M. (2012) *Uticaj oprašivača na biološke osobine i kvalitet ploda jabuke (malus domestica borkh)* (Doktorska disertacija). Poljoprivredni fakultet Beograd.

- Mičić, N., Cerović, R. i Đurić, G. (1995). *Konstitucija ženskog gametofita kod diploidnih i triploidnih sorti jabuka*. Rad predstavljen na Prvom simpozijumu za oplemenjivanje organizama sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka Banja, Srbija.
- Mičić, N. (1992). Prilog poznavanja klasifikacije generativnih pupoljaka voćaka. *Jugoslovensko voćarstvo*, 26(97 – 98) (1992/1 – 2), 3 – 13.
- Mičić, N., Đurić, Gordana i Radoš, LJ. (1998). *Sistemi gajenja jabuke i kruške*. Čačak: Grafika Jureš.
- Mičić, N., Đurić, Gordana i Tuzović, J. (1987). Uticaj starosti rodnog drveta na stepen diferenciranosti mješovitih pupoljaka jabuke i kruške. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, XXXV (39), 65 – 75.
- Mišić, P. (2002). *Posebno oplemenjivanje voćaka*. Beograd: Partenon.
- Radoš, LJ. (1984). *Određivanje klijavosti polena nekih sorti lijeske metodom klijanja i bojenja* (Diplomski rad). Poljoprivredni fakultet Sarajevo.
- Stosser, R., Hartman, W. & Anvari, S.F. (1996). General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. *Acta Horticulturae*, 423, 15-22.
- Waj, R.D. (1976). Pollination and Fruit Set of Fruit Crops. *Plant Sciences. Pomology and Viticulture*, 25, 1-9.

Primljeno: 9. februara 2015.  
Odobreno: 13. februara 2015.

# Effect of Pollinators on Production of Hybrid Apple Seed

Radoš Ljubomir<sup>1</sup>, Novaković Dragana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Agriculture, University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina*

## Abstract

Apple is an open pollinated entomophilic fruit species. For successful fruiting, it is necessary to provide two or more varieties which are good pollinators, in addition to being compatible with the main cultivar. The situation is similar with the artificial pollination of apples with the aim of obtaining hybrid seeds, the only difference is that for this kind of pollination insects do not have to be provided. In order to create new varieties of apples, we selected the variety Ajdared as the recipient of pollen (mother) and Topaz, Rubies and Pink Lady, as pollinators varieties for which we do not have data how they act as pollinators or what kind of impact they have on the production of hybrid seed. Based on the obtained data, we concluded that the varieties pollinators in all combinations have a high impact on the production of hybrid apple seeds.

*Key words:* variety, pollen, fertilization, hybridization

Ljubomir Radoš  
*E-mail address: radosljubomir@blic.net*

Received: February 9, 2015  
*Accepted: February 13, 2015*