

**KLIJAVOST POLENA JABUKE I UTJECAJ NA ZAMETANJE PLODOVA
SORTE GOLDEN DELICIOUS KLON B**

Ana JONKE, T. JEMRIĆ, N. PAVIČIĆ i D. BLAŠKOVIĆ

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture University of Zagreb**SAŽETAK**

Istraživana je klijavost polena šest sorata jabuka (*Malus domestica* Borkh.): Alkmene, Braeburn, Elstar, Granny Smith, Idared i Jersey mac i njihov utjecaj na zametanje plodova kod sorte Golden Delicious klon B. Nakon 24 sata klijanja nije bilo signifikantnih razlika između sorata Braeburn, Granny Smith, Idared i Jersey mac, dok su se navedene sorte razlikovale od sorata Alkmene i Elstar među kojima je također postojala signifikantna razlika. U istraživanih sorata nije bilo razlike u duljini klične cijevi. Nakon lipanjskog opadanja bilo je manje plodova od očekivanog oprašivanjem sortama Elstar i Idared. U vrijeme berbe oprašivanje polenom sorte Alkmene dalo je veći broj zametnutih plodova, dok su se sorte Elstar i Idared pokazale kao loši oprašivači za Golden Delicious klon B.

Ključne riječi: jabuka, zametanje, inkompatibilnost, S-aleli, oprašivači

UVOD

Suvremena proizvodnja jabuka traži sorte jabuka čiji će uzgoj u što većoj mjeri omogućiti ranu rodost i rentabilnu proizvodnju kvalitetnih plodova.

Poznato je da su sorte jabuka autoinkompatibilne (stranooplodne). Međutim, samooplodnja je moguća samo u povoljnim uvjetima, no njezin intenzitet ovisi o svojstvima sorte (Mišić, 1978.). Utvrđen je i interinkompatibilitet i to najčešće između sorata u uskom srodstvu, kao npr. sorte Maigold (Franrotacher x Golden Delicious) i sorte Golden Delicious (Krapf, 1971.). Utvrđeno je da jabuka ima multialelnu gametofitsku inkompatibilnost uvjetovanu pojedinačnim S-genom (Frankel i sur., 1977.; Kobel i sur., 1939.). Ako roditeljski par sadrži jedan zajednički S-alel, u F1 generaciji ne javlja se interinkompatibilitet s majčinskom sortom, dok se s očinskom sortom može očekivati ili interfertilitet ili intersterilitet (Pejkić, 1980.).

Na klijavost polena utječe sorta (Adams, 1916.; Auchter, 1921.; Mc Daniels, 1925.; Calzone i sur., 1979.), temperatura i vlaga zraka (Kobel,

1925.), krupnoća cvjetnih pupova (Macoun, 1924.), fenofaza razvoja cvjetova. (Overley, 1938.) i drugi čimbenici.

Prinos i broj zametnutih plodova ne ovise o broju sjemenaka u plodu kako se često navodi u literaturi, već i o drugim čimbenicima. Bitna je sposobnost sorte za stvaranjem veće količine asimilata, otpornost prema bolestima i štetnicima, kao i stupanj partenokarpije (Pejkić, 1980.).

U intenzivnoj proizvodnji mora biti osigurano stranooprašivanje, ali površno znanje o S-genotipovima komercijalnih kultivara otežava selekciju kompatibilnih oprašivača (Ishyama i sur., 1965.; Way, 1995.).

U Hrvatskoj je glavnina voćnjaka jabuke posađena sortom Idared uz koju je jako raširen Golden Delicious klon B. U posljednje vrijeme šire se i sorte Elstar i Granny Smith. Braeburn je nova i perspektivna sorta koja polako ulazi u sortiment, a ponegdje se nalaze i ljetne sorte Jersey mac i Alkmene. U praksi je zabilježeno veliko variranje priroda sorte Golden Delicious klon B, čak i u godinama kada nije bilo ograničavajućih čimbenika vezanih uz diferencijaciju pupova ili pojavu mraza u vrijeme cvatnje. Obzirom na postojanje istog S – alela u sortama Elstar, Granny Smith, Golden Delicious i Idared (Janssens i Goderris, 1995.) moguća je pojava slabog zametanja plodova uslijed inkompatibilnosti prilikom međusobnog oprašivanja. Slaba kljavost polena može dodatno smanjiti prirodu. Zato je cilj ovog istraživanja bio utvrditi kljavost polena šest sorata oprašivača (Alkmene, Braeburn, Elstar, Granny Smith, Idared i Jersey mac) te njihov utjecaj na zametanje plodova kod sorte Golden Delicious klon B.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u tri dijela:

- prvi dio istraživanja je proveden u laboratoriju (naklijavanje polena i određivanje postotka kljavosti)
- drugi dio (kontrolirano oprašivanje) proveden je u voćnjaku
- treći dio (zametanje plodova) je također izvršen u laboratoriju prebrojavanjem plodova nakon lipanjskog opadanja i nakon berbe

Pokusni voćnjak

Pokus s kontroliranim oprašivanjem postavljen je po potpuno slučajnom rasporedu u voćnjaku na lokaciji Miljanovci kraj Daruvara na sorata Golden Delicious klon B. Voćnjak je zasađen u gustom sklopu na podlozi M9 s razmakom sadnje 3,2 x 0,70 m. Tip tla je obronačni pseudoglej, a tlo se održava sistemom zatravljanja uz redovite agrotehničke i pomotehničke mjere.

Polen

Polen za oprašivanje je uzet u fenofazi bijelih balona. Otkinuto je po 100 cvjetova iz kojih su češljem odstranjene polenovnice na bijeli papir i ostavljene nekoliko dana na sobnoj temperaturi da polen sazrije, a zatim su do trenutka naklijavanja i oprašivanja čuvane u eksikatoru u hladnjaku. Polen sorata Alkmene, Idared, i Granny Smith uzet je sa stabala cijepljenih na podlogu MM106, osim kod sorata Braeburn i Jeseymac koje su cijepljene na podlogu M9.

Naklijavanje

Naklijavanje polena je obavljeno na hranjivoj podlozi koja je sadržavala 1% agar-agara i 10% saharoze. Podloga je stavljena u petrijevu zdjelicu te je sve skupa sterilizirano u autoklavu. Na ohlađeni supstrat ravnomjerno je nanesen polen pomoću kista. Tako pripremljen preparat stavljen je u termostat na naklijavanje pri temperaturi od 18 °C. Brojanje proklijalih i neproklijalih zrnaca obavljeno je nakon 24 sata. Za svaku sortu uzeta je posebna zdjelica, a nakon isteka potrebnog vremena poklopac zdjelice je premezan formalinom da se zaustavi klijanje.

Mikroskopski pregled

Klijavost polenovih zrna određivana je prebrojavanjem iskljalih zrnaca pod svjetlosnim mikroskopom (Carl Zeiss - Njemačka) pod povećanjem od, 160X. U svakoj petrijevki slučajno je odabrano sedam mjesta s po 15 zrna ravnomjerno raspoređenih po površini, s kojih je očitani broj iskljalih zrna. To je činilo jednu repeticiju (105 zrna), a za svako mjerenje uzete su četiri repeticije (ukupno 420 zrna).

Kontrolirano oprašivanje

Na svakom stablu, neposredno prije cvatnje izvršena je izolacija cvjetova papirnatim vrećicama. Po svakom oprašivaču stavljeno je deset izolacijskih vrećica, a prosječan broj gronja bio je, 10-15 po jednoj izolacijskoj vrećici. U fenofazi pune cvatnje obavljeno je oprašivanje nanošenjem polena kistom na tučkove izoliranih cvjetova. Izolacijske vrećice su skinute nekoliko dana nakon opadanja latica.

Intenzitet oplodnje utvrđen je iz odnosa broja oprašenih cvjetova i plodova nakon lipanjskog opadanja i nakon berbe zrelih plodova.

Statistička obrada podataka

Podaci klijavosti polena i dužini klične cijevi obrađeni analizom varijance i Duncan-ovim testom uz $P \leq 0.05$, a podaci o broju zametnutih plodova χ^2 testom u statističkom programu SAS, verzija 6.12.

REZULTATI I RASPRAVA

Kljivost polena

Nakon 24 sata nema statistički značajne razlike u kljivosti polena između sorata Braeburn, Granny Smith, Jersey mac i Idared (Tab. 1). One imaju veću kljivost polena od sorata Alkmene i Elstar, između kojih također postoji statistički značajna razlika.

Tablica 1. Kljivost polena šest sorata jabuka nakon 24 sata

Table 1. Pollen germinability of six apple cultivars after 24 hours

Sorta - Cultivar	Kljivost polena - Pollen germinability (%)
Alkmene	92,42 B
Braeburn	100,00 A
Elstar	87,96 C
Granny Smith	99,13 A
Idared	96,77 A
Jersey mac	98,77 A

Napomena: vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajne prema Duncanovom testu uz $P \leq 0,05$.

Note: Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test at $P \leq 0,05$.

Florin (1927.) navodi da se kljivost polena kod sorata dobrih oprašivača kreće od 30-100%, a kod loših od 0-30 %. Na temelju tih podataka možemo zaključiti da su istraživane sorte imale dobru kljivost polena.

Niski postotak kljivosti kod sorata Elstar i Alkmene u skladu je s ranijim istraživanjima (Miljković i sur., 1992.). U tim istraživanjima Alkmene je pokazao nešto nižu kljivost na podlozi MM106 (vidi Materijal i metode) pa bi se slabija kljivost djelomično mogla pripisati i utjecaju podloge, ali ne treba zanemariti ni mogući utjecaj vremena uzimanja polena (Overley, 1938.) Naime, Miljković i sur. (1992.) su uzimali polen u fenofazi pune cvatnje, a u ovom istraživanju uzimanje polena je obavljeno u fenofazi pred otvaranje cvjetova.

Iz ovih podataka je vidljivo da brojni čimbenici mogu utjecati na kljivost polena pa je stoga potrebno provesti višegodišnja istraživanja kako bi se istražio mogući utjecaj klimatskih prilika i drugih čimbenika koji mogu utjecati na kljivost polena.

Dužina klične cijevi

Među istraživanim sortama nije bilo signifikantne razlike u dužini klične cijevi (Tab. 2) ali je potrebno je provesti istraživanja s kraćim vremenom klijanja da se utvrdi postoje li razlike između sorata. U početnim fazama klijanja polena javljaju se razlike između sorata (Miljković i sur., 1992.) koje bi mogle utjecati na razlike u zametanju plodova naročito u godinama kada su vremenske prilike nepovoljne za oprašivanje i oplodnju

Tablica 2. Duljina klične cijevi kod šest sorata jabuka nakon 24 h klijanja

Table 2. Pollen tube length of six apple cultivars after 24 hours

Sorta - Cultivar	Duljina klične cijevi - Pollen tube length (µm)
Alkmene	88,81
Braeburn	91,35
Elstar	108,67
Granny Smith	102,20
Idared	83,92
Jerseymac	79,42
	n.s.

Napomena: n.s. - nije statistički značajno.

Note: n.s. - nonsignificant

Zametanje plodova

Nakon lipanjskog opadanja (Tab. 3) bilo je manje plodova od 'očekivanog' kod oprašivanja sortama Elstar i Idared. Smatra se (Štampar, 1966.), da je lipanjsko opadanje vezano uz stanovit razvoj ploda i podudara se sa završetkom diobe stanica. Uzroci lipanjskog opadanja su najčešće nedovoljna ishrana i neodgovarajuća razina regulatora rasta. Za vrijeme lipanjskog opadanja padne u prosjeku oko 30% zametnutih plodova. Ovo istraživanje ukazuje da je lipanjsko opadanje barem djelomično povezano i s oprašivačem.

Nakon berbe plodova dobiveni su slični rezultati (Tab. 4). Najveći broj razvijenih plodova zabilježili smo kada je oprašivač bila sorta Alkmene, a najmanji kada su oprašivači bile sorte Elstar i Idared. Oprašivanje polenom sorte 'Granny Smith' dalo je broj plodova u granici očekivanja. Sorta Elstar je u srodstvu sa sortom Golden Delicious pa se slabije zametanje može očekivati zbog te činjenice. I drugi autori (Krapf, 1969.; Pejkić, 1980.; Mičić, 1987.) nalaze slabije zametanje plodova kada su oprašivači bili u srodstvu s

oprašivanom sortom. Janssens i Goderris (1995.) utvrdili su S-alele kod nekih istraživanih sorata, kako slijedi:

- za sortu Braeburn S9 S24
- za sortu Elstar S3 S5
- za sortu Granny Smith S3 S10
- za sortu Golden Delicious S2 S3
- za sortu Idared S3 S7

Tablica 3. Zametanje plodova sorte Golden Delicious klon B oprašenih sa šest oprašivača nakon lipanjskog opadanja

Table 3. Fruit set of Golden Delicious clone B apple pollenized with six pollenizers after June drop

Oprašivač Pollenizer	Broj cvjetova Number of flowers	Broj zametnutih plodova Number of fruits	"Očekivana" frekvencija zametnutih plodova "Expected" frequency of fruits	"Stanični" "Cell" χ^2	Zametanje Fruit set %
Alkmene	1192	150	136,03	1,43	11,18
Braeburn	929	116	105,93	0,95	11,10
Elstar	979	88	108,16	3,75	8,25
G. Smith	983	126	112,14	1,64	11,36
Idared	1056	100	117,18	2,51	8,65
Jerseymac	1120	126	126,03	0,00	10,11
Ukupni (Total) $\chi^2_{(Df)=5} = 11,473^*$					

Napomena: * - Singnifikantno uz $P \leq 0,05$
Note: * - significant at $P \leq 0,05$

Tablica 4. Zametanje plodova sorte Golden Delicious klon B oprašenih sa šest oprašivača nakon berbe

Table 4. Fruit set of Golden Delicious clone B apple pollenized with six pollenizers after harvest

Oprašivač Pollenizer	Broj cvjetova Number of flowers	Broj zametnutih plodova Number of fruits	"Očekivana" frekvencija zametnutih plodova "Expected" frequency of fruits	"Stanični" "Cell" χ^2	Zametanje Fruit set %
Alkmene	1192	118	103,87	1,92	9,01
Braeburn	929	107	82,14	7,52	10,33
Elstar	979	59	82,30	6,59	5,68
G. Smith	983	85	84,68	0,00	7,96
Idared	1056	67	89,04	5,45	5,97
Jerseymac	1120	103	96,96	0,37	8,42
Ukupni $\chi^2_{(Df)=5} = 23,758^{***}$					

Napomena: *** Singnifikantno uz $P \leq 0,001$
Note: * - significant at $P \leq 0,001$

Prema tome, slabije zametanje kod oprašivanja sortama Idared i Elstar moglo bi se objasniti postojanjem istog S - alela koji uvjetuje slabiju brzinu klijanja polena na njušci tučka. Postavlja se pitanje relativno visokog postotka zametanja kod oprašivanja polenom sorte Granny Smith, iako i ta sorta ima S3 alel, kao i Elstar i Idared. Budući da 'Golden Delicious' ima kombinaciju S2 S3, teško je objasniti zašto oprašivanje polenom sorte 'Granny Smith' nije dalo slične rezultate kao i oprašivanje polenom sorata Elstar i Idared. Očito je da genetska osnova nije jedini čimbenik koji djeluje na zametanje plodova. Možda bi se odgovor mogao potražiti u tzv. *faktorijelnom sterilitetu* (Štampar, 1966.), ali je to svakako tema za detaljnije istraživanje. Za pretpostaviti je da će daljnji razvoj molekularne genetike dati odgovore i na to pitanje.

POLLEN GERMINABILITY OF APPLE POLLENIZERS AND THEIR EFFECT ON FRUIT SET IN GOLDEN DELICIOUS CLONE B

SUMMARY

Pollen germinability of six apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars: Alkmene, Braeburn, Elstar, Granny Smith, Idared and Jersey mac and their effect as pollenizers for Golden Delicious clone B has been studied. After 24 h of there was significant difference in the pollen germination among Braeburn, Granny Smith, Idared and Jersey mac. There was significant difference between these cultivars and cultivars Alkmene and Elstar, which also have been significantly different from each other. There was no significant difference in the length of pollen tube. Fruit set after June drop and also in harvest was lower than 'expected' after pollination with Elstar and Idared. Pollination with Alkmene gave higher fruit set, and Elstar and Idared used as pollenizers resulted with lower fruit set.

Key words: apple, fruit set, inkompatibility, S-alleles, pollenizers

LITERATURA - REFERENCES

1. Adams J., 1916. On the germination of the pollen grains of apple and other fruit trees. Bot. Gaz 61: 13
2. Auchter E. C., 1921. Apple pollen and pollination studies in Maryland. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 18: 51-80
3. Carlone, R., 1948. L'autosterilita e l'intersterilita nel melo. Genetica Agraria II (1-2): 9-49
4. Crane, M. B., 1953. The genetics of garden plants. 4th ed. London, Macmillan.
5. Florin, R., 1927. Pollen production and incompatibilities in apples and pears. Mem. Hort. Soc. New York

6. Frankel, R., E., Galun, 1977. Allogamy, p. 67
7. Ishiyama, M., H. Kitayama, T. Sato, 1995. Field pollination in apple. Bul. Aomori Apple Expt. Sta. 28: 1-21
8. Janssens, G. A., Goderris, J., 1995. A molecular method for S-allele identification in apple based on allele-specific PCR. Theoretical and Applied Genetics 91: 691-8
9. Kobel, F., 1925. Pollen studies with the pear and the apple. Deutsch. Obstb. Zeitschr. 71: 98-100, 134-5
10. Kobel, F., P. Steinegger and J. Anliker., 1939. Weitere Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse der Apfel und Birnsorten. Landw. Jahrb. Schweiz. 53: 160-191
11. Krapf, B., 1971. Fruchtansatz als Folge von Bestäubung und Befruchtung. Schweiz. Zeitsch. für Obst und Weinbau nr. 1
12. Macoun, 1924. Report of the division Horticulturist, Rep. Der. Agric. Can. Div. Hort.: 1930.
13. Mc Daniels L. H., 1925. Pollination studies with certain New York State apple varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 22: 87-96
14. Mičić, M., Kurtović, M., Đurić, G., Štrbac, N., 1987. Ocjena uspješnosti gajenja Džonagolda, Zlatnog Delišesa i Ajdareda u zajedničkoj sortnoj kompoziciji. Poljoprivredni pregled 4-6: 59-66
15. Mišić, P. D., 1982. Nove sorte voćaka, NOLIT, Beograd, p. 23
16. Miljković I., Duralija B., Enjingi I., Jemrić T., Puhanić I., Suknović A., Pejić I., 1992. Utjecaj sorte podloge i međupodloge na kljivost i energiju kljivosti polena jabuke. Agronomski glasnik 6: 427-433
17. Overley, F. L., 1938. Commercial hand pollination of apples in Washington. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35: 39-4
18. Pejić, B., 1980. Oplemenjivanje voćaka i vinove loze. Naučna knjiga, Beograd
19. Štampar, K., 1966. Opće voćarstvo, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
20. Way, R.D., 1995. Pollination and fruit set of fruit crops. Cornell Coop. Expt. Sta. 60: 87-98

Adrese autora – Authors' addresses:

Ana Jonke
Tomislav Jemrić
Nikola Pavičić
Dražen Blašković
Agronomski fakultet, Zavod za voćarstvo
Svetošimunska 25
10000 Zagreb
E-mail: tjemric@agr.hr

Primljeno - Received:
01. 04. 2003.