

UTICAJ TEMPERATURE NA KLIJAVOST POLENA I RAST POLENOVIH CEVČICA SORTI KRUŠKE

Aleksandar R. Radović*, **Dragan T. Nikolić**,
Dragan P. Milatović i **Dejan B. Đurović**

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Beograd - Zemun, Srbija

Rezime: U ovom radu ispitivan je uticaj tri različite temperature (8, 16 i 24°C) na klijavost polena i dužinu polenovih cevčica kod četiri sorte kruške (Rana Moretinijeva, Vilijamovka, Konferans i Fetelova). Temperatura je ispoljila značajan uticaj na klijavost polena. Najveća klijavost polena je utvrđena na temperaturi od 24°C (53,25%), nešto manja na 16°C (44,72%), a najmanja na 8°C (23,16%). Uticaj temperature je bio znatno više izražen na dužinu polenovih cevčica. Dužina polenovih cevčica je za oko tri puta bila veća na temperaturama od 16 i 24°C u odnosu na 8°C. Temperatura od 8°C nije dovoljna za klijavost polena i rast polenovih cevčica sorti kruške. Međutim, temperature od 16 i 24°C su optimalne za klijavost polena i rast polenovih cevčica.

Ključne reči: *Pyrus communis*, temperatura, klijavost polena *in vitro*, dužina polenove cevčice.

Uvod

Među kontinentalnim voćkama kruška se po proizvodnji nalazi na drugom mestu u svetu, odmah posle jabuke. U proizvodnji i dalje dominiraju sorte koje su stvorene pre 200 i više godina, kao što su: Vilijamovka, Konferans, Fetelova, Društvenka, Boskova bočica i dr. (Milatović, 2009).

Da bi se postigli visoki prinosi voćaka, neophodno je da se obavi uspešno oprašivanje i oplodjenje. Jedan od veoma bitnih faktora u ovim procesima je i kvalitet polena. Postoji veći broj faktora koji utiču na njegovu klijavost. Ona varira između pojedinih sorti u okviru iste vrste voćaka (Stösser et al., 1996; Radović et al., 2015a), kao i u zavisnosti od podloge na kojoj se gaji okalemljena sorta (Kidman et al., 2014). Pored toga, na klijavost polena utiče i koncentracija saharoze u hranljivoj podlozi (Dalkiliç i Mestav, 2011; Radović et al., 2015b), borne kiseline (Imani et al., 2011; Liu et al. 2013), biljnih regulatora (Bolat i Pirlak, 2003) i fungicida (Yi et al., 2003; Kargar i Imani, 2011).

*Autor za kontakt: e-mail: radovicaleksandar@yahoo.com

Jedan od najvažnijih faktora spoljašnje sredine koji utiče na klijavost polena je temperatura (Pirlak, 2002; Milatović i Nikolić, 2014). Optimalna temperatura za klijavost polena varira između različitih vrsta voćaka i to kod kajsije od 10 do 20°C (Pirlak, 2002), višnje od 15 do 25°C (Cerović i Ružić, 1992; Milatović i Nikolić, 2014) i šljive od 22 do 23°C (de Ceault i Polito, 2010). Deckers i Porreye (1984) su utvrdili da optimalna temperatura za klijavost polena kod kruške varira u zavisnosti od sorte i kreće se od 10 do 20°C, dok su Chagas et al. (2008) kod vrste *Pyrus calleryana* utvrdili da je optimalna temperatura za klijavost polena 28°C. Vasilakakis i Porlingis (1985) su ustanovili da niske temperature u toku cvetanja usporavaju rast polenovih cevčica, ali produžavaju vitalnost embrionovih kesica i efektivni period polinacije kod kruške.

Poznavanje vitalnosti polena je veoma važno kako za oplemenjivače, tako i za proizvođače. Za oplemenjivače je bitno poznavanje vitalnosti polena pre ukrštanja. Međutim, ova osobina je značajna i za proizvođače, zbog izbora odgovarajućih oprašivača prilikom podizanja zasada.

Cilj ovog rada bio je da se utvrdi uticaj temperature na klijavost polena i dužinu polenovih cevčica kod četiri sorte kruške. Na osnovu toga bi se utvrdile optimalne temperature za klijavost polena i rast polenovih cevčica.

Materijal i metode

Istraživanja su obavljena na OD 'Radmilovac' Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu u dvogodišnjem periodu (2015–2016). Kao materijal za ispitivanje korišćen je polen četiri sorte kruške: Rana Moretinijeva, Vilijamovka, Konferans i Fetelova. Podloga je dunja BA 29, uzgojni oblik vitko vreteno, a razmak sadnje $3,5 \times 1,0$ m.

Za ispitivanje klijavosti polena sa pet stabala od svake sorte uzete su po dve grančice sa cvetnim pupoljcima u fazi balona i prenete u laboratoriju. U cilju prikupljanja polena iz cvetnih pupoljaka izdvojene su antere u Petrijeve kutije. Posle 24–48 h sušenja na sobnoj temperaturi (20°C), došlo je do oslobađanja polena iz antera. Potom je polen od svake sorte zasejavan finim četkicama u Petrijeve kutije (Ø 9 cm) na prethodno pripremljenu hranljivu podlogu koja se sastojala od 15% saharoze i 0,7% agar-agara.

Nakon zasejavanja polena, Petrijeve kutije su prenete u inkubatore 'FOC 225I' (Velp Scientifica, Usmate, Italy) na tri različite temperature: 8, 16 i 24°C. Posle inkubacije od 24 h u Petrijeve kutije je dodavan 40% formaldehid (v/v) radi sprečavanja daljeg rasta polenovih cevčica.

Petrijeve kutije sa zasejanom polenom posmatrane su pod svetlosnim mikroskopom tipa 'Leica DM LS' (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), radi prebrojavanja klijalih i neklijalih polenovih zrna. Petrijeve kutije su bile podeljene na tri dela, od kojih je svaki deo predstavljao jedno ponavljanje. U svakom

ponavljanju analizirano je najmanje po 300 polenovih zrna. Polen je smatran klijalim ako je dužina polenove cevčice bila veća od prečnika polenovog zrna.

Dužina polenovih cevčica merena je na slikama snimljenim pod mikroskopom pomoću programa 'Leica IM 1000'. Od svake sorte i za sve tri temperature mereno je po 60 polenovih cevčica.

Analiza podataka obavljena je korišćenjem statističkog softverskog paketa 'Statistica' (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, SAD). Dobijeni rezultati obrađeni su metodom trofaktorijalne analize varijanse. Za klijavost polena koja je izražena u procentima izvršena je transformacija podataka tipa $\arcsin\sqrt{\%}$. Pojedinačno testiranje je izvršeno je primenom Takijevog testa za verovatnoću $P \leq 0,05$.

Rezultati i diskusija

Klijavost polena se vrlo značajno razlikovala između ispitivanih faktora (sorta, godina i temperatura), kao i između njihovih interakcija, sa izuzetkom trojne interakcije, koja je imala značajan uticaj na ovu osobinu (tabela 1).

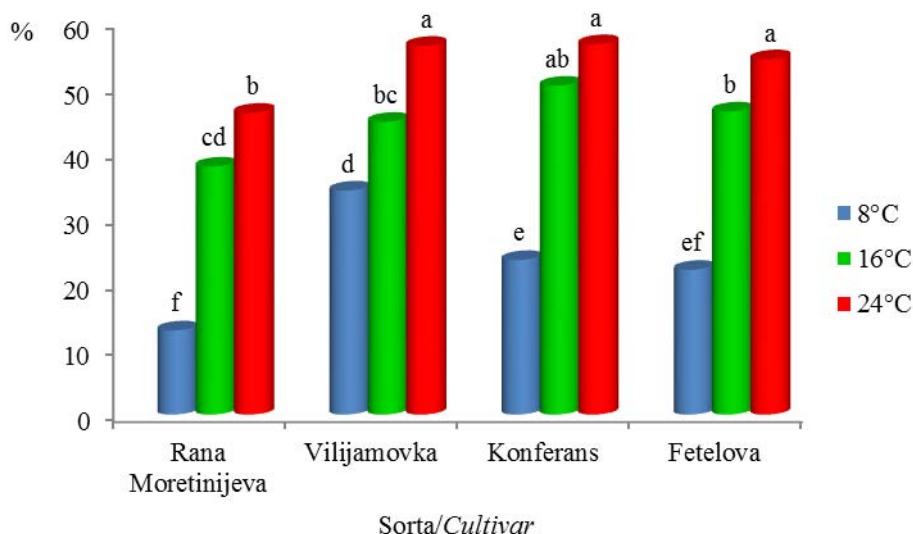
Tabela 1. Analiza varijanse za klijavost polena i dužinu polenovih cevčica.
Table 1. Analysis of variance for pollen germination and pollen tube length.

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Klijavost polena <i>Pollen germination</i>		Dužina polenove cevčice <i>Pollen tube length</i>	
	df	Sredine kvadrata <i>Mean squares</i>	df	Sredine kvadrata <i>Mean squares</i>
Sorta (S)/ <i>Cultivar</i>	3	583,83**	3	79914,40**
Godina (G)/ <i>Year</i>	1	17563,33**	1	1577032,49**
Temperatura (T)/ <i>Temperature</i>	2	5770,99**	2	1359345,61**
S x G	3	873,24**	3	41511,30**
S x T	6	89,13**	6	22782,01**
G x T	2	365,22**	2	167402,40**
S x G x T	6	34,37*	6	9572,99 ^{nz}
Greška/ <i>Error</i>	48	12,56	48	4392,79

** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$; ^{nz} nije značajno/not significant.

Podaci za klijavost polena prikazani su na grafikonu 1. Najniža prosečna klijavost polena svih sorti je utvrđena na temperaturi od 8°C (23,16%). Značajno viša klijavost polena je utvrđena na temperaturi od 16°C (44,72%), dok je najviša klijavost polena utvrđena na temperaturi od 24°C (53,25%) (slika 1). Ovi podaci su u skladu sa rezultatima do kojih su došli Deckers i Porreye (1984), koji su takođe utvrdili veću klijavost polena kod kruške na višim temperaturama. Međutim, utvrđeno je da pored niskih i visoke temperature u vreme razvoja antera mogu

negativno da utiču na klijavost polena (Pressman et al., 2002). Takođe, visoke temperature i u vreme cvetanja mogu imati negativan uticaj na odvijanje određenih reproduktivnih procesa jer smanjuju receptivnost žiga, ubrzavaju starenje semenih zametaka i dovode do gubitka njihove vitalnosti (Cerović et al., 2000; Sanzol et al., 2003). To sve može da dovede do slabijeg oplodjenja i nižih prinosa.

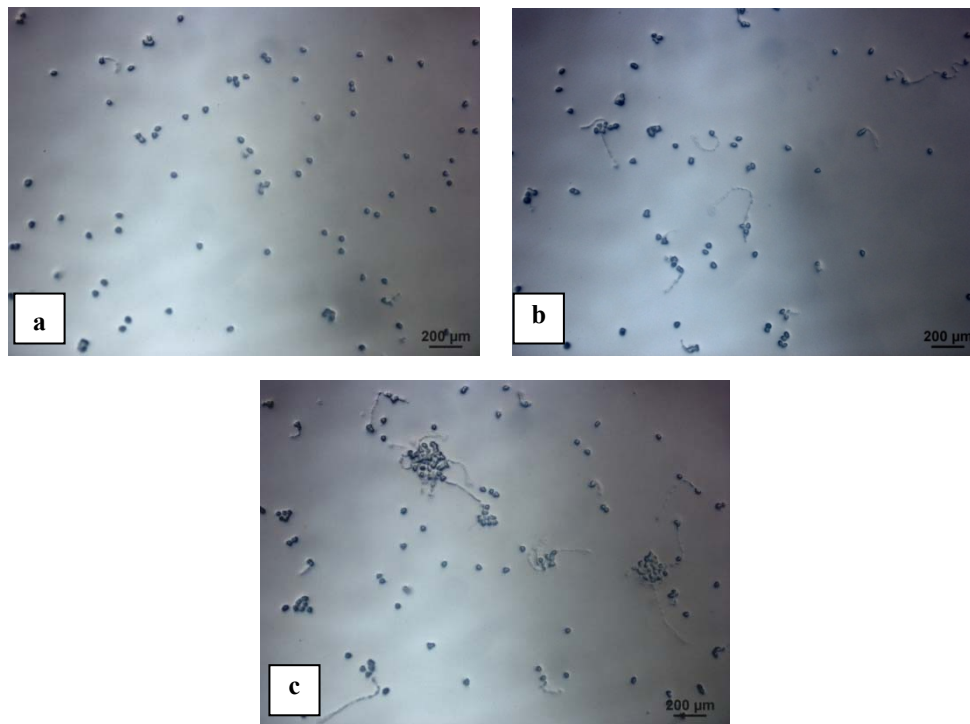


Grafikon 1. Klijavost polena sorti kruške na tri različite temperature (8, 16 i 24°C) (prosek, 2015–2016). Različita slova označavaju statistički značajne razlike ($p \leq 0,05$) za vrednosti interakcije sorta \times temperatura na osnovu Takijeveg testa.

Graph 1. Pollen germination of pear cultivars at three different temperatures (8, 16 and 24°C) (average, 2015–2016). Different letters indicate statistically significant differences ($p \leq 0.05$) for mean values of the cultivar \times temperature interaction according to Tukey's test.

Najmanja klijavost polena na temperaturi od 8°C je utvrđena kod sorte Rana Moretinijeva (12,83%), a najveća kod sorte Vilijamovka (34,17%). Sorta Rana Moretinijeva je imala najnižu klijavost polena i na temperaturama od 16 i 24°C (37,84% i 46,04%, po redosledu). S druge strane, najviša klijavost polena na temperaturama od 16 i 24°C je utvrđena kod sorte Konferans (50,17% i 56,51%, po redosledu). Dobijene razlike u klijavosti polena između pojedinih sorti se mogu objasniti genetskim faktorima, odnosno regularnošću odvijanja procesa mikrosporogeneze. Takođe, i u ranijim istraživanjima je utvrđeno da klijavost polena kod kruške varira u zavisnosti od genotipa. Ona se kretala od 30 do 100%

(Stančević, 1980), 56–100% (Jovančević, 2002), 28–80% (Sharafi, 2011) i 42–73% (Radović et al., 2015a). Klijavost polena kod sorti ispitivanih u našem radu na temperaturama od 16 i 24°C je bila u navedenim intervalima.



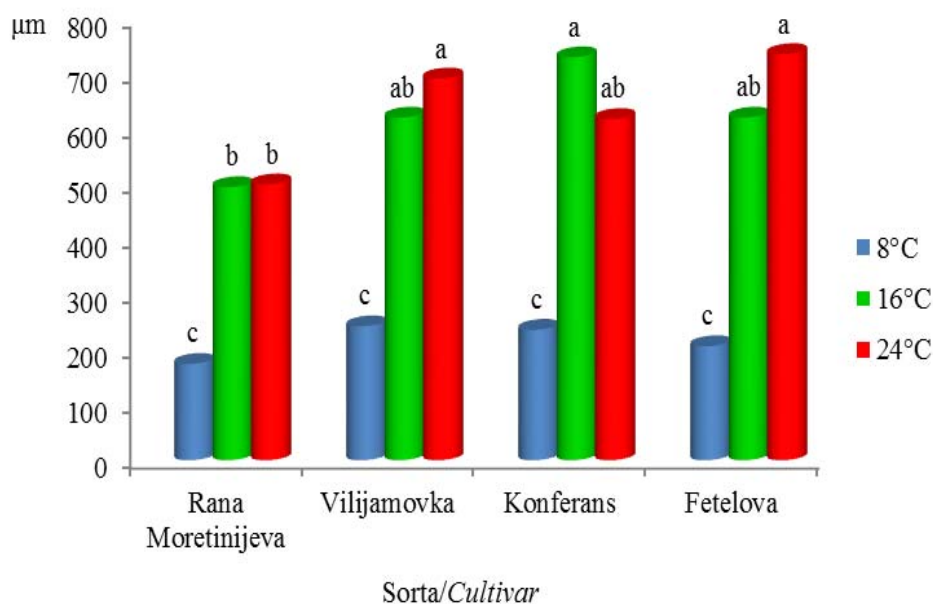
Slika 1. Klijavost polena sorte Rana Moretinijeva na temperaturama:
a) 8°C, b) 16°C, c) 24°C.

Figure 1. Pollen germination of 'Butirra Precoce Morettini' cultivar at temperatures: a) 8°C, b) 16°C, c) 24°C.

U nekim istraživanjima je utvrđena korelacija između uticaja temperature na klijavost polena i geografskog porekla sorti. Tako su Hedhly et al. (2004) kod trešnje utvrdili da je sorta Kristobalina koja potiče iz Španije bolje adaptirana na visoke temperature u vreme cvetanja u odnosu na sortu Sanberst koja potiče iz Kanade i koja je bolje adaptirana na niže temperature. U našem radu nije utvrđena takva pravilnost. Sorta Rana Moretinijeva koja potiče iz Italije je imala značajno nižu klijavost polena i dužinu polenovih cevčica na najvišoj temperaturi (24°C) u odnosu na ostale tri sorte koje su nastale u uslovima hladnije klime (Engleska i Francuska).

Dužina polenovih cevčica se vrlo značajno razlikovala između ispitivanih faktora (sorta, godina i temperatura) i njihovih interakcija. Izuzetak je bila trojna interakcija, koja nije ispoljila značajan uticaj na ovu osobinu (tabela 1). Podaci za dužinu polenovih cevčica su prikazani na grafikonu 2. Ona je bila najniža na temperaturi od 8°C (prosečno 215,2 μm), zatim na 16°C (prosečno 617,2 μm), a najviša na 24°C (prosečno 637,0 μm).

Dužina polenovih cevčica je za oko tri puta bila veća na temperaturama od 16 i 24°C u odnosu na 8°C. Polenove cevčice su na temperaturama 16 i 24°C imale značajno veću dužinu u odnosu na 8°C, dok se dužina polenovih cevčica nije značajno razlikovala između temperatura 16 i 24°C. Na osnovu toga može se konstatovati da je povećanje temperature uticalo na povećanje dužine polenovih cevčica, što je ranije utvrđeno i kod drugih vrsta voćaka (Cerović i Ružić, 1992; Pirlak, 2002; Milatović i Nikolić, 2014).



Grafikon 2. Dužina polenovih cevčica sorti kruške na tri različite temperature (8, 16 i 24°C) (prosek, 2015–2016). Različita slova označavaju statistički značajne razlike ($p \leq 0,05$) za vrednosti interakcije sorta \times temperatura na osnovu Takijevog testa.

Graph 2. The pollen tube length of pear cultivars at three different temperatures (8, 16 and 24°C) (average, 2015–2016). Different letters indicate statistically significant differences ($p \leq 0.05$) for mean values of the cultivar \times temperature interaction according to Tukey's test.

Osim između temperatura, dužina polenovih cevčica se značajno razlikovala i između ispitivanih sorti kruške, što je u skladu sa rezultatima koje navode Radović et al. (2015a). Najmanja dužina polenovih cevčica na sve tri temperature je utvrđena kod sorte Rana Moretinijeva (174,6; 495,3 i 500,2 μm). Nasuprot tome, najveća dužina polenovih cevčica na temperaturi od 8°C je ustanovljena kod sorte Vilijamovka (242,9 μm), na 16°C kod sorte Konferans (730,8 μm) i na 24°C kod sorte Fetelova (736,5 μm). Kod svih ispitivanih sorti kruške dužina polenovih cevčica je bila najveća na temperaturi od 24°C. Izuzetak je bila sorta Konferans, kod koje je najveća dužina polenovih cevčica ustanovljena na temperaturi od 16°C.

Zaključak

Temperatura je ispoljila značajan uticaj na klijavost polena proučavanih sorti kruške. Najveća klijavost polena je utvrđena na temperaturi od 24°C. Nešto manja klijavost polena utvrđena je na temperaturi od 16°C, dok je najmanja klijavost polena dobijena na temperaturi od 8°C.

Uticaj temperature je bio znatno više izražen na rast polenovih cevčica. Dužina polenovih cevčica je za oko tri puta bila veća na temperaturama od 16 i 24°C u odnosu na 8°C.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da temperatura od 8°C nije dovoljna za klijavost polena i rast polenovih cevčica, dok su temperature od 16 i 24°C optimalne za klijavost polena i rast polenovih cevčica kod kruške.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta TR 31063 „Primena novih genotipova i tehnoloških inovacija u cilju unapređenja voćarske i vinogradarske proizvodnje”, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bolat, I. & Pirlak, L. (2003). Effects of three plant growth regulators and boric acid on pollen germination and tube growth in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Bangladesh Journal of Botany*, 32, 53-56.
- Cerović, R. & Ružić, D. (1992). Pollen tube growth in sour cherry (*Prunus cerasus*) at different temperatures. *Journal of Horticultural Science*, 67, 333-340.
- Cerović, R., Ružić, D. & Mičić, N. (2000). Viability of plum ovules at different temperatures. *Annals of Applied Biology*, 137, 53-59.
- Chagas, E.A., Barbosa, W., Saito, A., Pio, R. & Feldberg, N.P. (2008). Temperature, pH and development period on in vitro pollen germination in *Pyrus calleryana*. *Acta Horticulturae*, 800, 521-526.
- Dalkilić, Z. & Mestav, O. (2011). In vitro pollen quantity, viability and germination tests in quince. *African Journal of Biotechnology*, 10, 16516-16520.

- de Ceault, M.T. & Polito, V.S. (2010). High temperatures during bloom can inhibit pollen germination and tube growth, and adversely affect fruit set in the *Prunus domestica* cultivars 'Improved French' and 'Muir Beauty'. *Acta Horticulturae*, 874, 163-168.
- Deckers, T. & Porreya, W. (1984). Influence of the temperature on pollen germination of different cultivars of apple and pear: Trials in vitro. *Acta Horticulturae*, 149, 123-130.
- 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, 558-564.
- Imani, A., Barzegar, K., Piripireivatlu, S. & Masomi, S.H. (2011). Storage of apple pollen and in vitro germination. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 624-629.
- Jovančević, M. (2002). Kljavost polena genotipova divlje kruške (*Pyrus communis* L.) u području Bijelog Polja. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 8, 177-180.
- Kargar, M.H. & Imani, A. (2011). Effects of fungicides on pollen germination peach and nectarine in vitro. *African Journal of Plant Science*, 5, 643-647.
- Kidman, C.M., Dry, P.R., Mccarthy, M.G. & Collins, C. (2014). Effect of rootstock on nutrition, pollination and fertilisation in 'Shiraz' (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 53, 139-145.
- Liu, L., Huang, L. & Li, Y. (2013). Influence of boric acid and sucrose on the germination and growth of areca pollen. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 1669-1674.
- Milatović, D. (2009). Dostignuća u oplemenjivanju kruške i dunje u svetu. U: *Zbornik radova II savetovanja "Inovacije u voćarstvu"*, (pp. 25-38). Beograd.
- Milatović, D. & Nikolić, D. (2014). Uticaj temperature na kljavost polena i rast polenovih cevčica sorti višnje. *Journal of Agricultural Sciences*, 59, 45-52.
- Pirlak, L. (2002). The effects of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft*, 67, 61-64.
- Pressman, E., Peet, M.M. & Pharr, M.D. (2002). The effect of heat-stress on tomato pollen characteristics is associated with changes in carbohydrate concentration in the developing anthers. *Annals of Botany*, 90, 631-636.
- Radović, A., Nikolić, D., Rakonjac, V., Oparnica, Č. & Bakić, I. (2015a). Flowering and pollen germination of some pear cultivars. U: D. Kovačević (Ur.), *Proceedings of the VIth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym"*, (pp. 316-320). Jahorina.
- Radović, A., Nikolić, D., Milatović, D., Rakonjac, V. & Zec, G. (2015b). Pollen germination and pollen tube growth in vitro in quince cultivars. U: D. Kovačević (Ur.), *Proceedings of the VIth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym"*, (pp. 321-326). Jahorina.
- Sanzol, J., Rallo, P. & Herrero, M. (2003). Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in 'Agua de Aranjuez' pear. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128, 458-462.
- Sharafi, Y. (2011). Investigation on pollen viability and longevity in *Malus pumila* L. *Pyrus communis* L. and *Cydonia oblonga* L. in vitro. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 2232-2236.
- Stančević, A. (1980). *Kruška*. Beograd: Nolit.
- Stösser, R., Hartman, W. & Anvari, S.F. (1996). General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. *Acta Horticulturae*, 423, 15-22.
- Vasilakakis, M. & Porlingis, I.C. (1985). Effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, effective pollination period, and fruit set of pear. *HortScience*, 20, 733-735.
- Yi, W., Law, S.E. & Wetzstein, H.Y. (2003). Pollen tube growth in styles of apple and almond flowers after spraying with pesticides. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78, 842-846.

Primljeno: 12. jula 2016.

Odobreno: 4. novembra 2016.

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON POLLEN GERMINATION AND
POLLEN TUBE GROWTH OF PEAR CULTIVARS

Aleksandar R. Radović*, **Dragan T. Nikolić,**
Dragan P. Milatović and Dejan B. Đurović

University of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia

A b s t r a c t

The effect of three different temperatures (8, 16 and 24°C) on pollen germination and length of pollen tube *in vitro* was investigated in four pear cultivars ('Butirra Precoce Morettini', 'Williams', 'Conference' and 'Abate Fetel'). The temperature showed a significant effect on *in vitro* pollen germination. The highest pollen germination was determined at a temperature of 24°C (53.25%), somewhat lower at 16°C (44.72%) and the lowest at 8°C (23.16%). The temperature effect was significantly more pronounced on the length of pollen tube. Pollen tube length was about three times higher at the temperatures of 16 and 24°C compared to 8°C. The temperature of 8°C was not sufficient for pollen germination and pollen tube growth in pear cultivars. However, temperatures of 16 and 24°C were optimal for pollen germination and pollen tube growth.

Key words: *Pyrus communis*, temperature, pollen germination *in vitro*, pollen tube length.

Received: July 12, 2016
Accepted: November 4, 2016

*Corresponding author: e-mail: radovicaleksandar@yahoo.com