

## BIOLOGIJA CVETANJA I OPRAŠIVANJA ORAHA

*Dragan Janković<sup>1</sup>, Slađana Janković<sup>1</sup>, Gorica Paunović<sup>2</sup>, Svetlana Paunović<sup>3</sup>,  
Rade Miletić<sup>3</sup>*

**Izvod:** Obični orah (*Juglans regia* L.) je monoecijska, herkogama, anemofilna, heterodihogama i autofertilna biljka. Proučavanje polnog ciklusa oraha otežano je usled prisustva relativno dugog juvenilnog perioda i velike genetske raznolikosti, pa su mnoga pitanja iz oblasti reproduktivne biologije oraha ostala i dalje nerazjašnjena. U radu je dat prikaz dosadašnjih saznanja u vezi sa polnim procesom oraha, pri čemu je težište stavljeno na građu muških i ženskih cvetova, dinamiku njihovog otvaranja, kao i ekološke i fiziološke aspekte dihogamije, transfera polena, receptivnosti žigova, klijanja polena, rasta polenove cevi u tučku, singamije, apomiksisa i abortiranja ženskih cvetova.

**Ključne reči:** *Juglans regia*, cvet, oprašivanje, oplodjenje

### Uvod

Orah (*Juglans regia* L.) je jedna od najvažnijih vrsta jezgrastih voćaka u svetu. Gaji se prvenstveno radi plodova (jezgre), a u manjoj meri i radi drveta. Za različitu namenu mogu da se koriste i drugi delovi biljke: lišće, klapina, ljuska ploda i kora.

Orah se odlikuje složenim polnim procesom, po kojem se dosta razlikuje od većine ostalih voćaka. Proučavanje reproduktivne biologije oraha otežano je usled prisustva relativno dugog juvenilnog perioda i velike genetske raznolikosti. Obzirom da biologija reproduktivnih organa oraha još uvek nije dovoljno proučena, mnoga pitanja u vezi seksualne reprodukcije ove biljne vrste ostala su nerazjašnjena.

Cilj ovog rada je prikaz dosadašnjih saznanja u pogledu najvažnijih morfoloških i ekofizioloških aspekata u procesu cvetanja, oprašivanja i oplodjenja oraha.

### Morfologija cvetova

Muški cvetovi oraha su grupisani u cvastima (resama), koje se zameću u pazuhu listova mladara, pojedinačno ili u grupama od dva serijalna pupoljka, u godini koja prethodi cvetanju. Sadrže oko 70-150 muških cvetova, spiralno raspoređenih duž osovine rese. Muški cvetovi su sitni, neugledni, sa četiri zelena listića perijanta. Sa spoljne strane perijanta su smeštene dve maljave brakteole i jedna brakteja, a sa unutrašnje od nekoliko do 40 gusto raspoređenih, gotovo sedećih prašnika. U jednoj anteri obično ima 5000-10000 polenovih zrna.

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Prištini, Kopaonička bb, 38228, Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija (draganjankovickv@gmail.com)

<sup>2</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

<sup>3</sup> Institut za voćarstvo, Kralja Petra 19, 32000 Čačak, Srbija

Ženski cvetovi su sitni, maljavi, zelene boje, sa četiri neugledna čašična listića. Nalaze se pojedinačno ili u cvastima od po 2-3 cveta na vrhovima plodonosnih mladara, koji se u proleće razvijaju iz mešoviti pupoljaka, diferenciranih u protekloj vegetaciji. Tučak je potcvetan, nastao od dve karpele. Obavijen je involukrumom, u čijoj izgradnji učestvuju čašični listići, brakteja i dve brakteole. Tučak se sastoji od zadebljalog plodnika, kratkog stubića i krupnog žiga. Žig je dvoper, jako naboran, i prekriven lepljivom tečnošću. U osnovi plodnikove šupljine formira se jedan ortotropan semeni zametak, koji se sastoji od nucelusa i jednog integumenta. U nucelusu se obrazuje embrionova kesica. U vreme oprašivanja većina embrionovih kesica sadrži jajnu ćeliju i dve sinergide na mikropilarnom kraju, dva polarna jedra u centru i tri antipodalne ćelije na halaznom kraju (Janković, 1998, 2002).

### Cvetanje

Kod većine genotipova oraha prisutna je dihogamija (Cerović et al., 2003; Miletić, 2004; Mitrović et al., 2007). Kod sorti kao što su Franquette, Mayette, Parisienne, Payne, Pedro, Šejново, Jupiter, Šampion, Srem, Bačka, Mire, Petovio, Ju prvenac, Medveđa, Vujan, Geisenheim 251, Fernor, Fernetta i Tiszacsécsi 72, prisutna je protandrija (muški cvetovi cvetaju pre ženskih), dok se Drjanovski, Džinovski, Serr, Chico, Geisenheim 139 i Elit odlikuju protoginijom (muški cvetovi se otvaraju posle ženskih). Homogamni genotipovi, kod kojih se muški i ženski cvetova otvaraju skoro istovremeno su Tisa, NS kasni, Ibar i dr. (Korać et al., 1990; Paunović, 1990; Miletić et al., 2002; Mitrović et al., 2005). Pojava dihogamije zavisi od vremenskih prilika u vreme cvetanja, jer temperatura utiče više na razvoj resa nego na razvoj ženskih cvetova.

Orah cveta najčešće od sredine aprila do sredine maja (Miletić, 2004; Paunović i Miletić, 2013). Resanje počinje otvaranjem cvetova pri osnovi rese, a završava se otvaranjem cvetova na njenom vrhu. Cvetanje jedne rese obično traje nekoliko dana, a prema Ceroviću i sar. (1995), dužina resanja varirala je kod iste sorte 3-11 dana i direktno je zavisila od spoljne temperature. Sa porastom temperature skraćuje se dužina resanja i obrnuto.

Za početak cvetanja ženskih cvetova uzima se momenat kada žigovi počnu da se razdvajaju. Tada su zeleno-žute boje, a vrhovi su im narandžasti. Cvetanje se završava kada ivice žigova počnu da tamne. U cvastima cvetanje počinje od osnove cvasti. Prosečan ženski cvet je otvoren 7-10 dana, a cvetanje ženskih cvetova na jednom stablu može da potraje i 2-3 nedelje, što zavisi od sorte i vremenskih prilika u vreme cvetanja. Pojedinih godina, zabeležene su pojave naknadnog cvetanja ženskih cvetova (Korać, 1986; Janković et al. 2013a).

### Oprašivanje

Kada sazru, antere oraha pucaju uzdužno i oslobađaju polen. Oslobođanje polena je intenzivnije pri višim temperaturama i nižoj relativnoj vlažnosti vazduha. Polen oraha je okruglast, sitan (40-45 mikrometara) i morfološki prilagođen anemofilnom oprašivanju. Na sobnoj temperaturi kratko zadržava funkcionalnu sposobnost, najviše 2-3 dana.

Žigovi ženskih cvetova su receptivni za polen najviše sedam dana, i to u povoljnim vremenskim uslovima. Toplo i suvo vreme skraćuje period njihove receptivnosti. U periodu receptivnosti, ćelije na površini žigova izlučuju lepljivi eksudat, koji ima ulogu da zadrži polenova zrna na žigu, omogućujući njihovu hidrataciju i da, zahvaljujući hranljivim i stimulativnim materijama koje sadrži, pospeši klijanje i rast polenove cevi. Kada prestane lučenje eksudata, polenova zrna koja padnu na žig neće moći da kličaju.

Polito (1998) navodi da žigovi postaju receptivni kada njihovi režnjevi počnu da se razmiču. Najveću receptivnost žigovi imaju kada su im režnjevi u „V“ položaju, a pošto zauzmu ugao od 45° u odnosu na uzdužnu osu tučka, prestaju da budu receptivni.

### Oplođenje

Proces oplođenja sastoji se od progamne i singamne faze. Progamna faza obuhvata klijanje polenove cevi na žigu, njen rast kroz stubić, prodor u embrionovu kesicu i oslobađanje spermatskih ćelija. Singamna faza predstavlja dvojno oplođenje.

Pošto stigne na žig, polen oraha za 7-8 časova (pri toplom i suvom vremenu) ili 24-36 sati (pri hladnom i vlažnom vremenu) klija (Kvaliashvili et al., 2006). Nakon hidratacije citoplazme, intina prorasta kroz jednu od pora egzine. Samo polenova zrna kompatibilna sa tkivom tučka mogu da prorastu stubić. Jedinjenja, strukture i mehanizmi interakcija koji su odgovorni za ispoljavanje inkompatibilnosti pri oprašivanju između različitih vrsta roda *Juglans* nisu još razjašnjeni. Nasuprot opšte prihvaćenom stavu da je vrsta *J. Regia* L. potpuno autofertilna, Kvaliashvili et al. (2006) navode da su kod nekih gruzijskih oraha otkrili autosterilnost.

Ekstracelularni matriks sprovodnog tkiva žiga i stubića obezbeđuje hemijsku i fizičku podršku polenove cevi i usmerava njen rast prema plodniku. On je obogaćen sekretornim materijama kao što su slobodni šećeri, polisaharidi, glikoproteini i glikolipidi. Arabinogalaktanski proteini transmisionih tkiva tučka služe kao hranljiva i lepljiva podloga pri izduživanju polenove cevi (Taylor i Hepler, 1997). U receptivnim ženskim cvetovima proteini transmisionog tkiva stubića ispoljavaju rastući gradijent koncentracije i glikozilacije u smeru od površine žiga ka transmisionom tkivu plodnika, što verovatno ima hemotropski efekat, koji usmerava polenovu cev od žiga ka plodniku (Wu et al., 1995). Proteini sprovodnih tkiva stubića takođe se deglikoziraju i potom ugrađuju u zid polenove cevi, obezbeđujući hranu i energiju za njeno izduživanje.

Posle klijanja polenovih zrna, brojne polenove cevi prorastaju u stubić, neke od njih prodiru u plodnik, ali obično samo jedna stiže do embrionove kesice. Mehanizam redukcije broja polenovih cevi u stubiću omogućava polenovoj cevi sa najbržim rastom da što efikasnije izvrši oplođenje. Polenovim cevima treba oko 24 časa da od momenta oprašivanja stignu do semenog zametka (Luza i Polito, 1991). Za vreme klijanja polenove cevi, u njoj se u potpunosti formiraju spermatske ćelije. One se nalaze u blizini vrha polenove cevi, prateći tempo njenog rasta.

Put polenove cevi od stubića prema jajnoj ćeliji zavisi od stadijuma razvoja semenog zametka u vreme oprašivanja. Ako polenove cevi stignu u plodnik kada između integumenta i stilarnog kanala postoji prazan prostor, one rastu po površini zida plodnika do baze semenog zametka i u njega prodiru kroz halazu, a ako polenove cevi stignu do plodnika kada je integument uspostavio kontakt sa dnom stubića, polenove

cevi prodiru u semeni zametak kroz mikropilu. U tom slučaju, sadržaj polenove cevi se izliva u jednu od sinergida. Jedna spermatična ćelija se oslobađa i spaja sa najnom ćelijom, formirajući zigot, a druga se spaja sa centralnim jedrima, čime se zameće triploidno tkivo endosperma. Polito et al. (1998) navode da se kod oraha oplodjenje dešava 5-7 dana posle oprašivanja. Nedelju dana posle oplodjenja, u zigotu se formira proembrion od osam ćelija. Vremenski period u kojem od momenta otvaranja cveta oprašivanje može da rezultira zametanjem ploda predstavlja efektivni period oprašivanja. On se određuje tako što se od vremena trajanja perioda vitalnosti embrionove kesice oduzme vreme potrebno polenovoj cevi da stigne do nje.

### **Abortiranje ženskih cvetova**

Tri nedelje posle cvetanja, oplodeni cvetovi nastavljaju sa rastom, dok neoplodeni otpadaju. Njihov prečnik tada iznosi oko 7 mm. Kod oraha je uočena pojava ranog otpadanja ženskih cvetova (10-14 dana posle otvaranja), kada im je prečnik 3-4 mm (Catlin et al., 1987), a što nije povezano sa odsustvom oplodjenja. Na pojavu ranog otpadanja ženskih cvetova utiču nasledni i ekološki faktori i ona se nejednako ispoljava u različitim godinama. Abortiranje ženskih cvetova oraha povezano je sa prisustvom velike količine polena na žigovima. Polito et al. (2006) smatraju da su rese istog stabla (ili iste sorte) koje obilno praše u vreme početka receptivnosti ženskih cvetova verovatno glavni izvor prekomernog polena koji izaziva pojačano abortiranje ženskih cvetova. Nasuprot tome, Rovira et al. (2001) u ispitivanjima izvršenim u Španiji nisu pronašli signifikantnu korelaciju između abortiranja ženskih cvetova oraha i preklapanja u cvetanju muških i ženskih cvetova kod 19 sorti oraha. Kruger (2000) je pokazao da je regulisanje količine polena u zasadu u cilju smanjenja pojave abortiranja ženskih cvetova moguće ostvariti uklanjanjem suvišnih stabala oprašivača i mehaničkim otrešanjem jednog dela resa. Polito et al. (2005) su pretpostavili da preveliki broj polenovih zrna na žigu može da poveća sintezu etilena, izazivajući otpadanje ženskih cvetova. Rana primena preparata ReTain<sup>®</sup> (aminoetoksivinilglicin hidrohlorid), koji je inhibitor sinteze etilena, u koncentraciji 125 ppm dovela je u različitim proizvodnim područjima u Čileu i Kaliforniji do smanjenja abortiranja ženskih cvetova kod sorte Serr.

### **Apomiksis**

Pod apomiksisom se podrazumeva stvaranje plodova bez oplodnje sa normalnim semenkama, koje su sposobne da klijaju. Kod oraha su opisani različiti tipovi apomiksisa: adventivna embrionija (Valdivieso, 1990), aposporija (Terziiski and Stefanova, 1990) i diplosporija (Sartorius i Stösser, 1997). Rezultati dosadašnjih ispitivanja učestalosti pojave apomiksisa kod oraha su dosta neujednačeni. Šan and Dumanoglu (2006) su pronašli kod deset turskih genotipova oraha svega 0,5 - 1,6% apomiktičnih plodova. Cosmulescu et al. (2012) navode da je procenat plodova zametnut bez oprašivanja kod dvanaest rumunskih sorti oraha iznosio od 7,86-12,46%, zaključujući da to nije dovoljno za ekonomski isplativ prinos. Nasuprot ovim rezultatima, Solar et al. (1995) su zabeležili u uslovima Slovenije kod sorte 'Elit' 31,5%

plodova zametnutih apomiksisom, a Loiko (1990) je u Rusiji pronašao genotipove sa 78,8–81,2% apomiktičnih plodova.

### Faktori koji utiču na oplodjenje

Od svih faktora spoljašnje sredine, najveći uticaj na oplodjenje imaju temperatura, kiša, vlažnost vazduha, vetar i ishrana.

Minimalna temperatura za klijanje polena običnog oraha iznosi 14°C (Luza et al., 1987), a optimalna 28°C. Sa daljim povećanjem temperature klijavost polena se smanjivala, da bi iznad 40°C iznosila 0%. Autori smatraju da su razlike u sposobnosti polena da klijaju na različitim temperaturama genetski uslovljene. Viša optimalna temperatura klijanja polena bila je u pozitivnoj korelaciji sa kasnijim vremenom resanja matičnog stabla. Međutim, optimalna temperatura za rast polenove cevi u laboratorijskim uslovima bila je slična kod svih genotipova, oko 33°C.

Duži kišni periodi i jaka magla u vreme cvetanja nepovoljno deluju na oplodjenje, pogotovo kad su praćeni niskim temperaturama. Kiša spira sekret sa žigova, smanjujući njihovu lepljivost i koncentraciju materija koje su neophodne za aktivaciju polena i ishranu polenove cevi pri klijanju. Ako su temperature i drugi uslovi za oplodjenje povoljni, kratkotrajne kiše najčešće nisu štetne, pošto se isprani sekret na žigovima brzo obnavlja. Niska relativna vlažnost vazduha isušuje žigove, što nepovoljno utiče na prijem i klijavost polena. Povišena relativna vlažnost vazduha, ako je praćena i višim temperaturama, deluje stimulatивно na klijanje polena i ubrzava proces oplodjenja.

Vetrovito vreme ne pogoduje oplodjenju jer isušuje žigove. Naročito su štetni suvi i topli vetrovi, koji mogu da izazovu i značajnija oštećenja cvetova.

Pravilna ishrana voćaka ima neposredan uticaj na diferencijaciju generativnih pupoljaka, a time i na kvalitet polena i semenih zametaka, kao i na obim cvetanja. Ishrana azotom 10-15 dana pre početka cvetanja pozitivno utiče na zametanje plodova, kao i folijarna prihrana borom i cinkom u vreme cvetanja (Keshavarz et al., 2011). U laboratorijskim uslovima Janković et al. 2013b su utvrdili da borna kiselina i kalcijum hlorid u podlozi za naklijavanje imaju pozitivan uticaj na klijavost polena oraha.

Oštećenja cveta od bolesti i štetočina nepovoljno utiču na oplodjenje. Neki fungicidi, kao što je kaptan, mogu da smanje klijavost polena.

### Zaključak

Obični orah (*Juglans regia* L.) je monoecijska, herkogama, anemofilna, heterodihogama i autofertilna biljka. Prisustvo dihogamije kod većine genotipova, veliki uticaj naslednih i ekoloških faktora na klijavost polena, relativno kratak period vitalnosti polena, kao i povezanost fenomena ranog otpadanja ženskih cvetova sa samooprašivanjem, nalaže potrebu da se pri podizanju komercijalnih zasada oraha posebna pažnja posveti izboru oprašivača. Sorte oprašivači treba da se odlikuju obilnom polinacijom, da polen ima dobru klijavost i da se muški cvetovi otvaraju nešto pre ili istovremeno sa periodom receptivnosti ženskih cvetova sorte koju treba da opraše.

U skorije vreme sve više se u istraživanjima posvećuje pažnja praktičnim aspektima apomiksisa. Ova istraživanja su naročito ohrabrena podacima iz različitih delova sveta o

postojanju genotipova sa visokim procentom zastupljenosti apomiktičnog semena. Ovladavanje procesom nasleđivanja apomiksisa omogućilo bi razvoj primenljivih tehnika za jeftino i zdravstveno bezbedno klonsko razmnožavanje i stabilizaciju genetskih svojstava superiornih hibrida i prevazilaženje nerodnosti voćaka izazvanih fiziološkim ili ekološkim faktorima. U oblasti oplemenjivanja biljaka pojedini tipovi apomiksisa mogu da posluže kao koristan alat za stvaranje poliploida, haploida i dvostrukih haploida.

Poznavanje biologije cvetanja i oplodjenja oraha predstavlja osnovu za primenu optimalnih metoda i tehnika u oplemenjivačkom radu i putokaz u izboru adekvatne tehnologije gajenja ove vrste voćaka.

### Literatura

- Catlin P.B., Ramos D.E., Sibbett G.S., Olson W.H. & Olsson E.A. (1987). Pistillate flower abscission of the Persian walnut. *HortScience* 22 (2), 201–205.
- Cerović S., Korać M., Ninić-Todorović J. (1995). Dihogamija oraha. *Jugoslovensko voćarstvo*, 29(111-112), 21 – 25.
- Cerović S., Mitrović M., Oparnica Č., Miletić R., Ninić-Todorović J., Gološin B., Bijelić S. (2003). Predlog novog Jugoslovenskog sortimenta oraha i leske. *Savremena poljoprivreda*, 52(1-2), 33-38.
- Cosmulescu S., Botu M., Gheorghe A. (2012). Determination of Apomictic Fruit Set Ratio in Several Romanian Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1), 229-233.
- Janković D. (1998). Mikrofenofaze u diferencijaciji ženskih cvetova oraha. *Jugoslovensko voćarstvo*, 32(121-122), 97-102.
- Janković D. (2002). Genotipske specifičnosti u formiranju ženskog gametofita oraha. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Prištini, Lešak.
- Janković D., Janković S., Nikolić Z., Paunović G. (2013a). Malformations of reproductive organs in walnut (*Juglans regia* L.). IV International Symposium „Agrosym 2013“, Jahorina, October 3-6, 2013., 352-357.
- Janković D., Janković S., Nikolić Z., Paunović G. (2013b). A study of different germination media for the 'Šampion' walnut cultivar pollen. IV International Symposium „Agrosym 2013“, Jahorina, October 3-6, 2013., 486-492.
- Keshavarz K., Vahdati K., Samar M., Azadegan B. and Brown P.H. (2011). Foliar application of zinc and boron improves walnut vegetative and reproductive growth. *HortTechnology* vol. 21(2), 181-186.
- Kvaliashvili V., Samushia M., Vashakidze E., Abashidze E., Marghania M. (2006). Studies of pollination, fertilization and embryogenesis of Georgian walnut varieties. *Acta Horticulturae*, 705, 275-279.
- Korać M. (1986). Orah. Nolit, Beograd.
- Korać M., Cerović S., Gološin B., Miletić R. (1990). Population variability of domestic walnut and selection resurs. *Jugoslovensko voćarstvo*, 24(93), 3-10.
- Kruger W.H. (2000). Pollination of English walnuts: practices and problems. *HortTechnology*, 10, 127-130.
- Loiko R. (1990). Apomixis of walnut. *Acta Horticulturae* 284, 233-236.

- Luza J.G., Polito V. S., Weinbaum A. (1987). Staminate bloom date and temperature responses of pollen germination and tube growth in two walnut (*Juglans*) species. *Amer. J. Bot.* 74, 1898–1903.
- Luza J.G., Polito V.S. (1991). Porogamy and chalazogamy in walnut (*Juglans regia* L.). *Botanical Gazette* 152: 100–106. Manning W.E. 1978. The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65, 1058–1087.
- Miletić R. (2004). Populacija i sortiment oraha na području Timočke krajine. Monografija, Zadružbina Andrejević, Beograd.
- Miletić R., Korać M., Petrović R. (2002). Biološke osobine i rodnost sorti oraha u Timočkoj krajini. *Jugoslovensko voćarstvo*, 34(135-140), 127-135.
- Mitrović M., Plazinić R., Blagojević M. (2005). Pomološko-fenološke karakteristike nekih francuskih sorti oraha. *Voćarstvo*, 39(152), 373-378.
- Mitrović M., Miletić R., Rakićević. M., Blagojević M., Glišić I. (2007). Biological and pomological properties of some walnut selections from the native population. *Genetica*, 39(3), 39-46.
- Paunović A.S.(1990). The walnut cultivars selected from indigenous population of *Juglans regia* L. in SR Serbia, SFR Yugoslavia. *Acta Horticulturae*, 284,135-141.
- Paunović A.S. i Miletić R. (2013). Orah. Institut za voćarstvo, Čačak.
- Polito V.S. (1998). Floral biology: structure, development and pollination. In: D.E. Ramos (Ed), *Walnut Production Manual* (pp. 127-132). Oakland, California: Univ. Calif. Div. Agr. Natural Resources Publ. 3373.
- Polito V., Grant J., & Johnson H. (2005). Walnut pollination and pistillate flower abortion. University of California Fruit and Nut Research Info Center. p.133.
- Polito V.S., Pinney K., Weinbaum S., Aradhya M.K., Dangl J., Yanknin Y., Grant J.A. (2006). Walnut pollination dynamics: pollen flow in walnut orchards. *Acta Horticulturae* 705, 465-472.
- Rovira M., Ninot A., Aletà N. (2001). Pistillate flower abortion in walnut (*J. Regia* L.). *Acta Horticulturae*, 544, 287-293.
- Şan B., Dumanoğlu H. (2006). Determination of the Apomictic Fruit Set Ratio in Some Turkish Walnut (*Juglans regia* L.) Genotypes. *Turk. J. Agric. For.* 30, 189-193.
- Sartorius R., Stösser R. (1997). On the apomictic seed development in the walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae* (ISHS), 442, 225-230.
- Solar A., Smole J. and Simonic S. (1995). The ability of apomictic fruit setting in five walnut cultivars (*Juglans regia* L.). *Zbornik Biotehniške Fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo* 65, 103-110.
- Taylor L.P. and Hepler P.K. (1997). Pollen germination and tube growth. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 48, 461-491.
- Terziiski D. and Stefanova A. (1990). Nature of apomixis in some Bulgarian varieties of walnut (*Juglans regia* L.). *Rasteniev'dni Nauki* 27: 73-77.
- Valdivieso T. (1990). Apomixis in Portuguese walnut varieties. *Acta Horticulturae* 284, 279-283.
- Wu H.M., Wang H., Cheung A.Y. (1995). A pollen tube growth stimulatory glycoprotein is deglycosylated by pollen tubes and displays a glycosylation gradient in the flower. *Cell*, 82, 395-403.

## FLOWERING AND POLLINATION BIOLOGY OF WALNUT

*Dragan Janković<sup>1</sup>, Slađana Janković<sup>1</sup>, Gorica Paunović<sup>2</sup>, Svetlana Paunović<sup>3</sup>,  
Rade Miletić<sup>3</sup>*

### Abstract

Common walnut (*Juglans regia* L.) is a monoecious, herkogamous, anemophilous, heterodichogamous and autofertile plant. Study of the sexual cycle of the walnut is hindered by the presence of a relatively long juvenile period and high genetic diversity, so that many questions in the field of reproductive biology of the walnut still remained unresolved. This paper gives an overview of current knowledge regarding the sexual process of walnut, with the focus on the morphology of staminate and pistillate flowers, the dynamics of their opening, as well as ecological and physiological aspects of dichogamy, pollen transfer, stigmas receptivity, pollen germination, pollen tube growth in the pistil, singamia, apomixis and pistillate flower abortion.

**Key words:** *Juglans regia*, flower, pollination, fertilization

---

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, University of Priština, Kopaonička bb, 38228, Lešak, Serbia (draganjankovickv@gmail.com)

<sup>2</sup> University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

<sup>3</sup> Fruit Research Institute, Kralja Petra 1 9, 32000 Čačak, Serbia