

UDK 582.752.1:581.46(497.11)  
Original scientific paper

ALEKSANDAR TUCOVIĆ, VASILJE ISAJEV

## DIMORFIZAM I FUNKCIJE CVETOVA I CVASTI PAJASENA

Šumarski fakultet, Beograd, Jugoslavija

Tucović, A., Isajev, V. (1995): *Ailanthus dimorphism and functions of flowers and inflorescences*. – Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XXIX, 157 - 165.

The data on the characteristics of tree sexuality in the local populations of ailanthus in Serbia are very scarce. This paper describes sexual dimorphism, inflorescence variability, records the rare phenomenon of neoteny, which are at least partly essential for the competition and aggressiveness of trees of heaven on the sites of urban, industrial, and tourist settlements.

Key words: ailanthus, sexual dimorphism, inflorescences, neoteny, outbreeding, inbreeding

Ključne reči: pajasen, polni dimorfizam, cvasti, autbriding, inbriding

### UVOD

Drveće karakteriše neobična složenost grade i funkcija stabala, ogromna raznovrsnost unutar i između populacija i očigledna adaptivnost na veoma promenljive faktore spoljašnje sredine. Svako od ovih svojstava zahteva različite metode istraživanja, što obezbeđuje informacije različitog karaktera. Varijabilnost se ispoljava i u potomstvima većeg broja roditeljskih stabala, kao i u potomstvu jednog roditeljskog para, stvarajući materijal za prirodno i plansko odabiranje. U zavisnosti od faktora koji uslovljavaju varijabilnost organizma istu možemo razvrstati u dve osnovne grupe: (1)

modifikacije, i (2) genotipske varijacije. Modifikacije su uslovljene prvenstveno faktorima spoljašnje sredine, a genotipske varijacije prvenstveno genetičkim prestrojavanjima. Do danas su, pored kombinacione promenljivosti, najbolje proučene genotipske varijacije, koje su vezane za hromozome i gene, a označene su kao mutacije, što ne znači da se time iscrpljuju svi mogući izvori promenljivosti. U ovom radu razmotrićemo promenljivost i funkcionalnost cvetova i cvasti pajasena.

## MATERIJAL I METODE

Kao objekat istraživanja odabrana su gajena stabla pajasena (*Ailanthus altissima* Swingle) i odgajena half sib potomstva odabranih semenskih stabala. Pajasen pripada rodu *Ailanthus* Desf. (Familija *Simarubaceae* L.C.Rich), koji obuhvata 8 (Jovanović 1985) ili 12 do 15 vrsta (Krišna n, 1965; Matikašvili, 1970; Vukićević, 1973, 1987), autohtonih u istočnoj Indiji, jugoistočnoj Aziji, Indoneziji i severnoj Australiji. Cveti posle listanja, krajem maja i početkom juna. Cvetovi su sitni beličasti ili zelenkasto žuti, u uspravnim, terminalnim metlicama, dugim 10-30 cm. Cvetovi su jednopolni ili dvopolni, neprijatnog mirisa, imaju žlezde u vidu diska, sa nektarom. Čašičnih listića 5, vrlo mali, u donjem delu srasli, tamnozeleni. Kruničnih listića 5-6, zelenkastožuti, 2,5 do 3,5 mm dugi, u donjoj polovini kovrdžavo dlakavi. Prašnika 10. Tučak sa 5 oplodnih listića stubićima srasli. Rada svake godine, počev od 5-te godine starosti. Plod je pljosnata, izdužena krilata orašica, do 5 cm duga i oko 1 cm široka, svetlozelenkasta ili smeđa. Plodovi sazrevaju tokom septembra i oktobra. Kao pionirska vrsta upotrebljava se u pošumljavanju.

Fenofaze cvetanja i plodonošenja utvrđene su terenskim osmatranjima u intervalima od 7 dana. Analiza cvetova i cvasti obavljena je na 10 muških i 10 dvopolnih stabala i obuhvatila je po 50 (25 prostih i 25 složenih) cvasti tj. ukupno 500 muških i 500 dvopolnih cvasti. Pojava autogamije utvrđena je pomoću pojedinačnih, prostorno izolovanih stabala sa dvopolnim cvetovima-cvastima. Analiza roda obuhvatila je ukupan broj plodova na stablima iskazanim u hiljadama i u kilogramima za stabla različite starosti od 4-te do 41. godine starosti. Kvantitativni podaci o cvetovima biometrijski su obrađeni tj. utvrđene su granice varijabilnosti (minimum-maksimum), srednja vrednost ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija (S), varijacioni koeficijent (V), greška srednje vrednosti ( $S_{\bar{x}}$ ), greška standardne devijacije ( $S_S$ ) i greška varijacionog koeficijenta ( $S_V$ ).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati obavljene analize cvasti stabla pajasena, odgajenih u cenozama drveća i žbunja gradskih, industrijskih i turističkih naselja izneti su u tablicama 1 i 2. Stabla pajasena karakterišu jednopolni- muški i dvopolni- muško-ženski cvetovi. Stabla pajasena obilno cvetaju, odmah nakon listanja, krajem maja i tokom juna meseca. Za osmatrana stabla karakteristično je ponovljeno drugo cvetanje, početkom i tokom avgusta. Muški cvetovi su na posebnim muškim stablima, a dvopolni na rodnim tzv. semenskim stablima tj. razdvojeni na posebnim stablima. Svojstvo stabla sa muškim cvetovima je da obavlja samo funkciju oprašivača- muškog roditelja, a stabla sa dvopolnim cvetovima funkciju i jednog i drugog roditelja. Na dvopolnim stablima funkcionalni su i muški i ženski reproduktivni organi. Naime, prostorno izolovana dvopolna stabla obilno plodonose, kao i stabla odrasla u lokalnim populacijama. Učestalost muških i dvopolnih stabala u lokalnim populacijama ostvaruje se u veoma različitim kombinacijama (od 0:100 ili 100:0). Odnos polova u lokalnim populacijama pajasena karakterističan je za poseban vid polnog dimorfizma, koji karakteriše različiti

odnos muških i dvopolnih stabala; kod dvodomih vrsta javljaju se, u različitim kombinacijama, muška i ženska stabla. Jednopolan tip cvetova na stablima uslovljava ujednačen razvoj muških i dvopolnih cvetova, kao i zametnutih plodova u svim delovima cvasti ili krošnji stabala pajasena. Plod pajasena je pljosnata, izdužena, krilata orašica, do 5 cm duga i oko 1 cm široka.

Tab. 1. – *Biometrijska svojstva prostih A. muških i B. dvopolnih cvasti stabala pajasena*  
 Biometric properties of simple A) male, B) bisexual ailanthus inflorescences

Broj stabala Number of trees	Dužina u cm Length in cm		Širina u cm Width in cm		Broj bočnih grana Number of branches		Broj cvetova Number of flowers	
	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$
A. Muške cvati - Male inflorescences								
10	10	24.05 ± 2.18 3.44 ± 1.53	4	12.55 ± 1.98 3.13 ± 1.40	5	9.00 ± 0.08 1.24 ± 0.06	50	258.00 ± 5.09 83.50 ± 3.63
	32	14.33 ± 0.64	23	25.04 ± 1.56	12	13.78 ± 0.62	550	31.20 ± 1.44
B. Dvopolne cvasti - Bisexual inflorescences								
10	14	21.78 ± 1.50 2.37 ± 1.40	5	13.16 ± 1.39 2.20 ± 0.98	5	10.00 ± 0.10 1.66 ± 0.07	1	117.00 ± 3.67 58.00 ± 2.59
	28	10.87 ± 0.48	19	16.68 ± 0.74	13	16.66 ± 0.74	300	49.23 ± 2.20

Tab. 2. – *Biometrijska svojstva složenih A. muških i B. dvopolnih cvasti pajasena*  
 Biometric properties of compound A) male, B) bisexual ailanthus inflorescences

Broj stabala Number of trees	Dužina u cm Length in cm		Širina u cm Width in cm		Broj prostih cvasti Number of simple inflorescences		Broj cvetova Number of flowers	
	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$	od min do max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ $S \pm S_s$ $V \pm S_v$
A. Muške cvati - Male inflorescences								
10	19	34.22 ± 0.41 6.54 ± 0.29	20	36.56 ± 0.44 6.95 ± 0.31	3	7.00 ± 0.11 1.80 ± 0.08	100	1868.00 ± 42.40 670.00 ± 29.60
	47	19.13 ± 0.85	58	18.99 ± 0.85	13	25.71 ± 1.15	3200	25.86 ± 1.60
B. Dvopolne cvasti - Bisexual inflorescences								
10	14	32.26 ± 0.35 5.62 ± 0.25	12	38.22 ± 0.41 6.57 ± 0.29	2	9.00 ± 0.14 2.28 ± 0.10	100	876.00 ± 26.78 360.00 ± 16.07
	49	17.40 ± 0.78	50	17.20 ± 0.77	13	25.33 ± 1.13	800	41.09 ± 1.83

Muški cvetovi pajasena grupisani su u muške proste, ± uspravne cvasti, i složene (zbirne) ± uspravne, horizontalne i retko viseće metličaste cvasti (Tabs. 1A i 2A, Fig.

1). Dužina plodnih cvasti varira od 10 do 32 cm sa srednjom vrednošću od  $24.05 \pm 2.18$  cm (Tab. 1A). Širina cvasti po stablima varira od 4 do 23 cm sa srednjom vrednošću za 10 analiziranih stabala od  $12.55 \pm 1.98$  cm. Broj bočnih grana u prostim muškim cvastima je najvarijabilnija osobina sa prosečnom vrednošću za 250 cvasti od  $9 \pm 0.08$  bočnih grana. Minimalan broj bočnih grana je 5 a maksimalan 12. Broj cvetova po stablima varira od 5 do 550 sa srednjom vrednošću od  $258 \pm 5.09$  cvetova po stablu. Složene (zbirne) cvasti se sastoje od prosečno  $7 \pm 0.11$  prostih cvasti. Minimalan broj prostih cvasti je 3 a maksimalan 13. Ukupna srednja dužina zbirnih muških cvasti je  $34.22 \pm 0.41$  cm, širina u proseku  $36.56 \pm 0.44$  cm a broj cvetova varira od 100 do 3200 a u proseku  $1680 \pm 42.40$  cvetova po cvasti (Tab. 2A). Muški cvetovi su sa višestruko intenzivnijim mirisom od dvopolnih. Jedan deo muških stabala u lokalnim populacijama cveta po drugi put, početkom avgusta meseca. Pri drugom cvetanju raste broj prostih u odnosu na zastupljenost zbirnih cvasti. Složene cvasti obrazovane avgusta meseca su kraće, uže i sa manje bočnih grana u prostim cvastima. Nakon osipanja muških cvetova samo na jednom stablu od nekoliko stotina osmatranih, uočena je pojava dvopolnih cvetova tj. mozaičnih cvasti izgrađenih od dominantno muških i malog broja dvopolnih cvetova (Fig. 2). Postojanje dvopolnih cvetova u muškim cvastima ovog stabla uočljivo je usled brzog rasta budućih plodova. Sušenje osovina cvasti nakon opadanja muških cvetova dovodi do sušenja obrazovanih, retkih plodova, koji opadaju zajedno sa osovinama muških cvasti. Sakupljanjem i setvom zelenih plodova sa ovakvih mozaičnih stabala, moguće je u uslovima laboratorije odgajati vitalne sadnice pajasena.

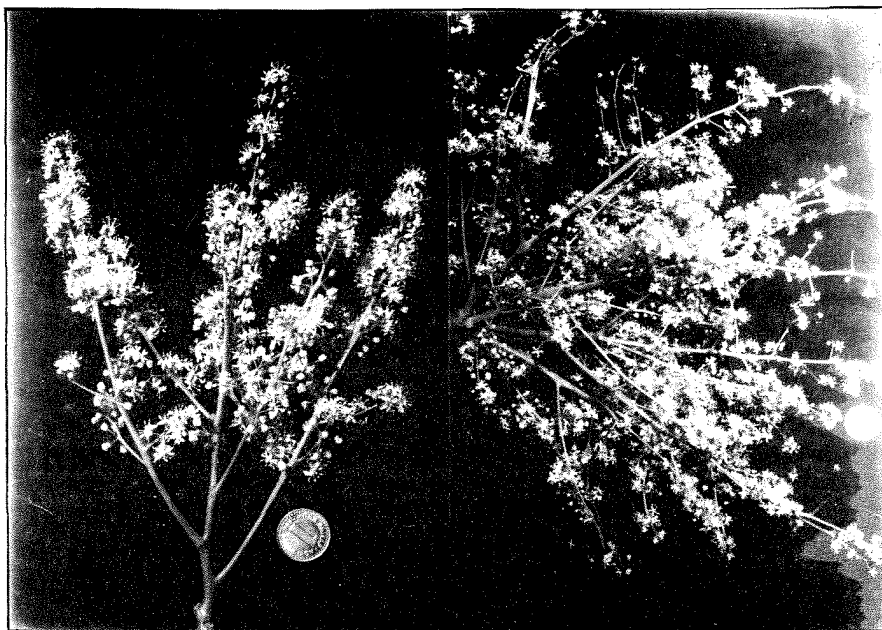


Fig. 1. – Prosta (1A, levo) i složena (1B, desno) cvast pajasena  
Simple (1A, left) and compound (1B, right) male inflorescence of ailanthus

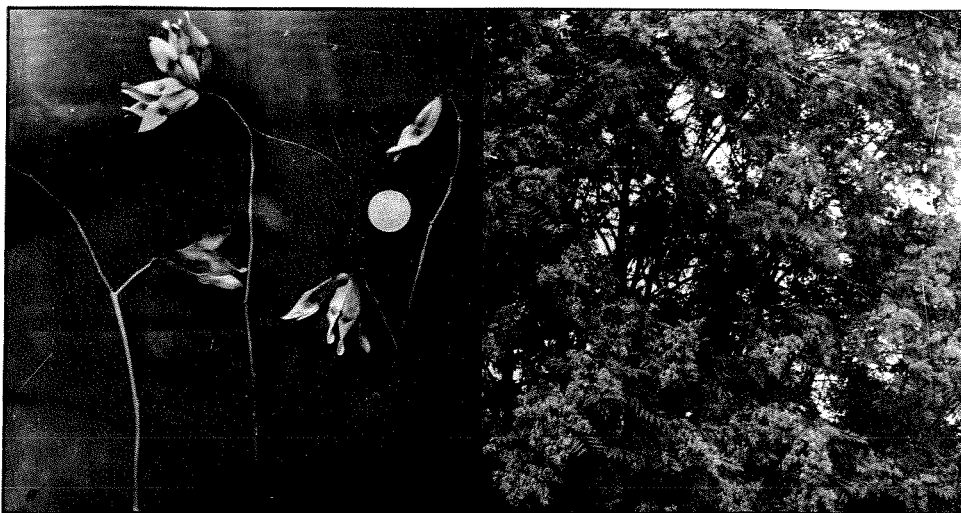


Fig. 2. – Delovi složene muško-dvopolne cvasti pajasena na retkim ± u skupinama krilatim orašicama u sazrevanju (2A, levo). Krošnja dvopolnog stabla pajasena sa brojnim ± uspravnim, ± horizontalnim i visećim složenim plodnim cvastima (2B, desno) pajasena

Parts of mosaic male-bisexual inflorescence with rare æ gathered winged ripening fruits (2A, left). Bisexual ailanthus crown with numerous æ upright, horizontal and drooping, compound fruiting inflorescences (2B, right)

Dvopolni cvetovi pajasena grupisani su u dvopolne (muško-ženske) uspravne proste i složene, uspravne, ± horizontalne i retko viseće cvasti (Tabls. 1B i 2B). Dužine prostih cvasti po analiziranim stablima variraju od 1 do 28 cm sa srednjom vrednošću za 250 cvasti od  $21,78 \pm 1,50$  cm (Tab. 1B). Srednja širina prostih cvasti varira od 5 do 19 cm sa srednjom vrednošću od  $13,16 \pm 1,39$  cm. Broj bočnih grana varira od 5 do 13 sa srednjom vrednošću od  $10 \pm 0,10$ . Srednji broj dvopolnih cvasti varira od 1 do 300 sa ukupnom srednjom vrednošću od  $117 \pm 3,67$  cvetova. Od četiri analizirana svojstva prostih dvopolnih cvasti najprometljiviji je broj cvetova na šta ukazuju i vrednosti za standardnu devijaciju i varijacioni koeficijent. Složene dvopolne cvasti sastoje se od više, obično 4 do 6 prostih cvasti. Ukupna dužina im je  $32,26 \pm 0,65$  cm, širina u proseku  $38,22 \pm 0,41$  cm a ukupan broj cvetova  $876 \pm 26,78$  cvetova (Tab. 2B). Eventualno prisustvo mozaičnih cvasti nije utvrđeno, verovatno zbog brzog opadanja muških cvetova nakon oprašivanja kao i zbog velike retkosti ove pojave. Analizirane složene muške i dvopolne cvasti sastoje se od prostih, pojedinačnih cvasti. Prema karakteru rasteња one su zatvorenog tipa, tj. primitivnije grade, što svedoči o srodnosti ove vrste sa drugim vrstama roda, rasprostranjenim u jugoistočnoj Aziji, Indoneziji i Australiji (Jovanović, 1987; Vukićević, 1973 i dr.). Izuzetno, pri neoteniji, cvetovi pajasena pojavljuju se pojedinačno i terminalno na klijancima (Fig. 3) starosti od 33 dana (Tucović, Isajev, Orlović, 1996).

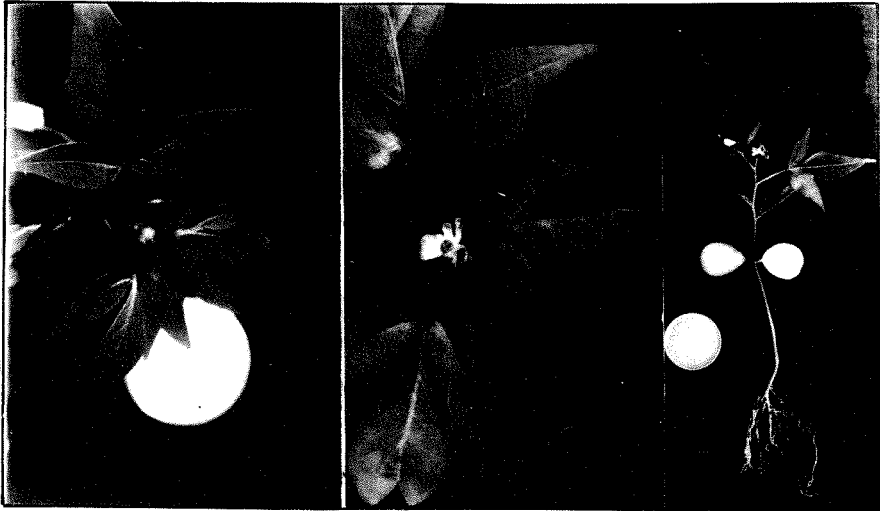


Fig. 3. – Rano cvetanje pajasena u uzrastu klijanaca. Pojedinačni, terminalni cvetni pupoljak (3A, levo) i muški cvet na klijavcu (3B). Opšti izgled klijanca pajasena u uzrastu od 33 dana (3C, desno)

Early flowering ailanthus seedling. Solitary terminal flower bud (3A, left) and male flower on a seedling (3B); general appearance of ailanthus seedling 33 days old (3C, right)

Muška i dvopolna stabla pajasena u različitim kombinacijama sa brojem semen-skih stabla u lokalnim populacijama, obezbeđuju sve tipove oprašivanja pajasena: od stranog oprašivanja (autbridginga) do ukrštanja u većem ili manjem srodstvu (inbrid-inga). Proste i zbirne muške cvasti doprinose stranom oprašivanju, a složene plodne cvasti doprinose uspešnom rasejavanju plodova – semena, konkurentnosti i ek-spanzivnosti stabla pajasena u cenzama gradskih, industrijskih i turističkih naselja (Fig. 4). Strano oprašivanje (između muških i dvopolnih stabala, između dvopolnih stabala) kao i oprašivanje u srodstvu (između susednih stabala, polusrodnika i samoo-prašiva-njem), brz rast, obilan rod (Tab. 3), raznovrsnost potencijalnih staništa, omogućuju optimalno prevođenje potencijalne genetičke promenljivosti u slobodnu promenljivost, dostupnu prirodnoj selekciji. Velika slobodna promenljivost klijanaca, mladih a i odraslih stabala bar delimično objašnjavaju konkurentnost i ekspanzivnost stabala pajasena u cenzama drveća u gradskim naseljima kao i uspešan rast i opstanak i na ekstremnim nalazištima u nas.

Proučavanje faktora koji kontrolišu razviće potencijalnih osobina biljke jedan je od najznačajnijih zaataka savremene botanike, sa aspekta fundamentalne nauke kao i zbog osobina biljaka koje su na različite načine neophodne i korisne. Usled toga, aktuelne probleme hormonalne regulacije polnog dimorfizma biljaka u nas istraživalo je više autora (Ćulafić i Nešković, 1974; 1975; Ćulafić, 1984. i drugi). Pajasen je pogodna vrsta za eksperimentalna izučavanja uzroka polne diferencijacije, hormo-nalne regulacije polnog dimorfizma i dr. kod drveća s obzirom na rano cvetanje, izražen polni dimorfizam, građu cvasti, brz rast, obilnost roda i konkurentnost stabala na nizijским i brdskim staništima Srbije.

*Tab. 3. – Procena obilnosti roda dvopolnih stabala iskazana u zavisnosti od uzrasta matičnih stabala*

Assessment of seed crop abundance of bisexual trees of heaven depending on age

Broj stabala Number of trees	Starost Age	(minimalan) broj plovoda u hiljadama (minimum) number of fruits in 000	srednji (maksimalan) mean (maximum)	Srednji rod po stablu u kg Mean seed crop per tree in kg	
20	4	(0)	1.5	(3)	0.03
20	5	(1)	4.0	(8)	0.12
20	6	(1)	16.0	(26)	0.50
20	10	(12)	100.0	(154)	3.38
20	15	(30)	80.0	(180)	2.66
10	20	(52)	150.0	(180)	5.00
10	25	(83)	200.0	(270)	8.66
10	30	(75)	180.0	(290)	6.00
5	35	(103)	200.0	(300)	6.66
5	41	(80)	160.0	(210)	5.33



Fig. 4. – Muško stablo pajasena sa prostim cvastima odraslo na potpornom zidu mosta „Bratstvo i jedinstvo” na Savi (4A, levo)

Male ailanthus with simple inflorescences, growing on the retaining wall of the bridge „Bratstvo i jedinstvo” on the river Sava (4A, left)

## ZAKLJUČAK

U radu se iznose novi podaci o specifičnom polnom dimorfizmu u lokalnim populacijama pajasena (muška i dvopolna stabla pajasena u različitim odnosima), o svojstvima prostih i zbirnih cvasti i evidentira retka pojava pojedinačnih, terminalnih cvetova na klijancima starosti od 33 dana. Autori opisuju dva tipa muških i dva tipa dvopolnih cvasti, koje se javljaju na različitim stablima. Složene muške i dvopolne cvasti su u osnovi jednostavne građe, sastoje se od 2 do 13 prostih cvasti, zatvorenog tipa. Proste cvasti su uglavnom uspravne, a složene uspravne, horizontalne i retko i viseće. Mozaične muško-dvopolne cvasti su vrlo retke a evidentirane su po prvi put samo na jednom od velikog broja posmatranih stabala pajasena u Srbiji. Proste i zbirne muške cvasti doprinose stranom oprašivanju, a dvopolne stranom oprašivanju i samoo-prašivanju. Složene plodne cvasti uslovljavaju uspešno rasejavanje semena – plodova sa krilatim dodacima, prilagođenih anemohoriji, a smanjena konkurentnost u urbanoj sredini uslovljava ekspanzivnost stabala pajasena u cenozama gradskih, industrijskih i turističkih naselja.

Pajasen je pogodna vrsta za eksperimentalna izučavanja uzroka polne diferencijacije u lokalnim populacijama, hormonalne regulacije polnog dimorfizma i dr. kod drveća, s obzirom na rano cvetanje, izražen specifičan polni dimorfizam, građu cvasti, brz rast, obilnost roda, ekspanzivnost i konkurentnost stabala na nizijkim i brdskim staništima Srbije.

## LITERATURA

- Čulafić, Lj. (1978): Sex expression *in vitro* culture. Hormonal regulation of plant ontogenesis. – Nauka, Moscow.
- Čulafić, Lj. & Nešković, M. (1974): Indole auxin in spinach plants grown in long and short days. – Biol. Plant. 16(5): 359-363.
- Čulafić, Lj. & Nešković, M. (1975): A study of auxine and gibberellins during shoot development in *Spinacia aleracea* L. Arch. Biol. Nauk. 8: 19-27.
- Giperborejski, S. (1968): Pasen (ajlant, *Ailanthus Desf.*). Šumarska enciklopedija, 2, pp. 204-205. – Zagreb.
- Jovanović, B. (1987): Dendrologija. – Naučna knjiga, Beograd.
- Krüssmann, G. (1965): Die Laubgehölze. – Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- Matikašvili, I. V. (1970): Sem. *Simarubaceae*. Lindl. Dendroflora Kavkaza. SSSR 5, pp. 32-35.
- Tucović, A., Isajev, V. & Orlović, S. (1996): *Ailanthus (Ailanthus altissima Swingle)* neoteny and possible physiological causes. – The 10th FESP Congress. Sept. 9-13, 1996. Firenze, Italy.
- Vukičević, E. (1973): Fam. *Simarubaceae* L.C. Rich. In: Flora SR Srbije, V (M. Josifović, ed.) pp. 61-62. – SANU, Beograd.
- Vukičević, E. (1987): Fam. *Simarubaceae* D.C. Dekorativna dendrologija, pp. 456-457. – Naučna knjiga, Beograd.

## Summary

ALEKSANDAR TUCOVIĆ, VASILJE ISAJEV

**AILANTHUS DIMORPHISM AND FUNCTIONS OF FLOWERS AND INFLORESCENCES**

Faculty of Forestry, Belgrade, Yugoslavia

The paper gives the new data on the specific sexual dimorphism in the local tree of heaven populations (male and bisexual trees of heaven in varying ratios), on the properties of simple and compound inflorescences, and also a rare phenomenon of



solitary, terminal flowers on 33-day-old seedlings has been reported. Two types of male and two types of bisexual inflorescences occurring on different trees have been described. Compound male and bisexual inflorescences have basically a simple structure, consisting of 2 to 13 simple inflorescences, of the closed type. Simple inflorescences are mainly vertical, and compound ones are: vertical, horizontal and rarely drooping. Mosaic, male-bisexual inflorescences are very rare and have been observed for the first time only on one, out of a great number of the observed trees of heaven in Serbia. Simple and compound male inflorescences contribute to outbreeding, bisexual ones to outbreeding and self-pollination, and compound fruiting inflorescences to successful dissemination of seeds – fruits, competition and aggressiveness of trees of heaven in our country in the plant communities of urban, industrial and tourist settlements.

Tree of heaven is a suitable species for experimental study of the causes of sexual differentiation in local populations, hormonal regulation of sexual dimorphism etc. in trees, considering its early flowering, an expressed specific sexual dimorphism, inflorescence structure, fast growth, abundant yield, aggressiveness and competition of trees in lowland, hilly and upland sites in Serbia.