

## MORFOMETRIJSKA ISTRAŽIVANJA ZNAČAJKI LISTA “AMERIČKOGA JASENA” UDOMAĆENOG U NIZINSKIM ŠUMAMA HRVATSKE

### MORPHOMETRIC RESEARCH OF LEAVES CHARACTERISTIC OF “AMERICAN ASH” ACCLIMATIZED IN LOWLAND FORESTS IN CROATIA

Dario KREMER\*

*SAŽETAK:* Zbog sličnih makromorfoloških značajki lista, dvije sjeverno-američke vrste jasena (*Fraxinus americana* L. i *F. pennsylvanica* Marshall) u hrvatskoj su šumarskoj praksi poznate pod zajedničkim imenom “američki jasen”. Morfometrijskim istraživanjima lista “američki jasen” iz kultura u Hrvatskoj nije razdvojen u dvije skupine od kojih bi svaka eventualno predstavljala zasebnu vrstu. Također nije uočeno udruživanje stabala po lokalitetima, pa se može zaključiti da je u istraživanim kulturama “američkoga jasena” zastupljena samo jedna sjevernoamerička vrsta jasena. Usporedbom dobivenih rezultata s literaturnim podacima, vidljivo je da je “američki jasen” sličniji pensilvanskome nego američkome bijelom jasenu. Na temelju svega toga “američki jasen” iz kultura u Hrvatskoj determiniran je kao pensilvanski jasen.

*Ključne riječi:* morfometrijska analiza lista jasena, klaster analiza, analiza glavnih komponenti

#### UVOD – Introduction

Problem determinacije sjevernoameričkih vrsta jasena unijetih u nizinska područja Hrvatske vidljiv je i iz različitih literaturnih podataka o prisutnosti američkoga bijelog (*Fraxinus americana* L.) i pensilvanskoga jasena (*F. pennsylvanica* Marshall). Naime, dok Kremer (2001), te Kremer i Borzan (2001) navode prisutnost ponajprije pensilvanskoga jasena u nizinskim šumama Pokuplja, Posavine i dijela Podunavlja, drugi autori (Rauš 1980, 1992, 1993; Rauš i Šegulja 1983; Rauš *et al.* 1985) navode prisutnost američkoga bijelog jasena. U šumarskoj praksi danas je uobičajeno da se, bez obzira na vrstu, unijete sjevernoameričke vrste jasena nazivaju “američki jasen”.

Kremer *et al.* (2004) su istražujući mikromorfološke značajke lista tzv. “američkoga jasena” iz jedne šumske kulture na području Dugoga Sela i iz nasada u gradu Zagrebu, determinirali “američki jasen” kao pensilvanski jasen. Budući da bi mikromorfološka istraživanja takvoga tipa na velikome broju uzoraka i s više lokaliteta bila skupa i teško izvediva u našim uvjetima, odlučeno je provesti morfometrijska istraživanja značajki lista “američkoga jasena”. Na taj način bi se statističkim metodama utvrdilo da li je moguće “američki jasen” iz nizinskih šuma u Hrvatskoj razdvojiti u dvije skupine od kojih bi svaka eventualno predstavljala zasebnu vrstu. Dodatan poticaj ovim istraživanjima predstavljala je činjenica da su morfometrijska istraživanja listova u vrsta koje imaju sastavljeni list rijetka. Tako je i s pensilvanskim, odnosno s američkim bijelim jasenom, za koje preciznije podatke o dužini lista, broju i veličini liski, te dužini peteljčica liski nalazimo samo u Millerove (1955).

\* Dr. sc. Dario Kremer, Farmaceutski Botanički vrt “Fran Kušan”, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Schrottova 39, 10000 Zagreb.

## PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – Study site

Istraživanja su obavljena na pet lokaliteta, odnosno na području pet šumarija (Batina, Gunja, Đurđevac, Dugo Selo i Karlovac) trgovačkoga društva "Hrvatske šume" d.o.o. koje gospodare kulturama tzv. "američkoga jasena" (slika 1). Tako su uzorci prikupljeni u Gospodarskoj jedinici "Zmajevačke podunavske šume" (odsjeci 88a, 88b, 88c i 88d) na području Šumarija Batina, zatim u Gospodarskim jedinicama "Trizlovi – Rastovo" (odsjek 6c) i "Desićevo" (odsjek 24d) na području Šumarije Gunja, u Gospodarskoj jedinici "Đurđevačke nizinske šume" (odsjeci 53d, 87a i 87c) na području Šumarije Đurđevac, u Gospodarskoj jedinici "Črnovščak" (odsjek 4e) na području Šumarije Dugo Selo, te u Gospodarskoj jedinici "Rečki lugovi" (odsjeci 32c, 33c, 51b, 51d, 51e, 64d i 68b) na području Šumarije Karlovac. Sve istraživane kulture nalaze se na području nizijskih šuma i podignute su sadnjom "američkoga jasena" u depresije u kojima nije mogao uspijevati poljski jasen.

Klima zapadnoga dijela istraživanoga područja pripada prema Köppenovoj klasifikaciji klimatskome tipu Cfbw<sup>x</sup>. To je umjereno topla kišna klima bez suhoga razdoblja s oborinama jednoliko raspoređenim tijekom cijele godine. Najmanje oborina padne tijekom hladnoga dijela godine, a najviše u proljeće (svibanj) i u kasno ljeto (srpanj ili kolovoz). Između dva oborinska maksimuma je suše razdoblje. Srednja temperatura najhladnijega mjeseca (siječanj), je iznad  $-3^{\circ}\text{C}$ , a najtoplijega (srpanj) ispod  $22^{\circ}\text{C}$ . Ovaj tip klime zahvaća područje sjeverno od linije Karlovac – Topusko i zapadno od li-



Slika 1. Položaj lokaliteta gdje su prikupljeni uzorci.  
Figure 1. Localities where the samples were collected.

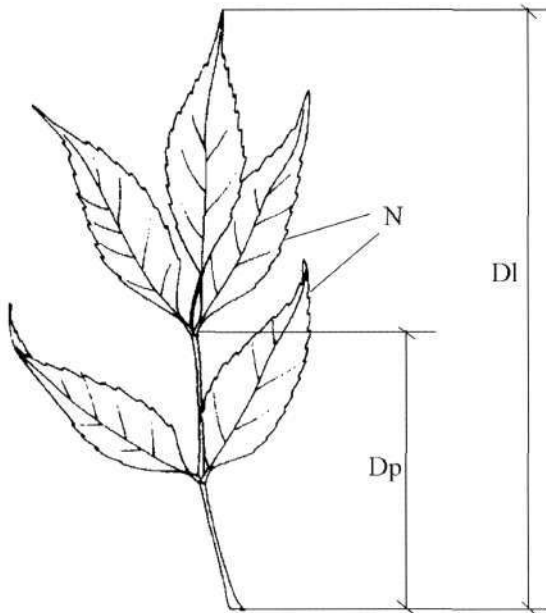
nije Virovitica – Daruvar, a najizrazitiji je u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. Klima istočnoga dijela istraživanoga područja pripada klimatskome tipu Cfbw<sup>x</sup> koji predstavlja varijantu klime tipa Cfbw<sup>x</sup>. Riječ je također o umjereno toploj kišnoj klimi bez suhoga razdoblja i s oborinama jednoliko raspoređenim tijekom cijele godine. Najviše oborina padne tijekom toploga dijela godine, dok je najsuši hladni dio godine. Prema istoku količina oborina se smanjuje, ljeta su toplija, a osjeća se i jači utjecaj hladnih istočnih vjetrova tijekom zimskoga razdoblja. Ovaj je tip klime najizrazitiji u istočnome dijelu Hrvatske (Margetić 1983; Seletković 1996; Seletković i Katušin 1992).

## MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA – Materials and methods

Izbor lokaliteta za prikupljanje uzoraka je obavljen tako da su na temelju prostorne udaljenosti odabrane Uprave Podružnica šuma trgovačkoga društva "Hrvatske šume" d.o.o. na čijem se području nalazi "američki jasen". Sve šumarije na području jedne uprave šuma koje gospodare "američkim jasenom" obilježene su brojevima, a zatim je slučajnim izvlačenjem brojeva određena Šumarija, odnosno lokalitet gdje će se prikupiti uzorci. S iznimkom Šumarije Dugo Selo, uzorci su prikupljeni u nekoliko odsjeka kako bi se smanjila mo-

gućnost da stabla s kojih su prikupljeni uzorci potječu od istih roditelja. Na svakom lokalitetu je po načelu slučajnosti odabrano po 10 rubnih stabala u kojih je krošnja osvijetljena barem s jedne strane, što omogućuje genima koji određuju oblik i veličinu listova da dođu do potpunoga izražaja (Trinajstić i Franjić 1996; Kovačić 1998). Uz pomoć metalnih cijevi – nastavaka i škara za rezanje, na visini od 3 do 6 m su odrezane grana i spremljene u PVC vrećice, a zatim je sa svakoga stabla s kratkih plodnih izbojaka uzeto po

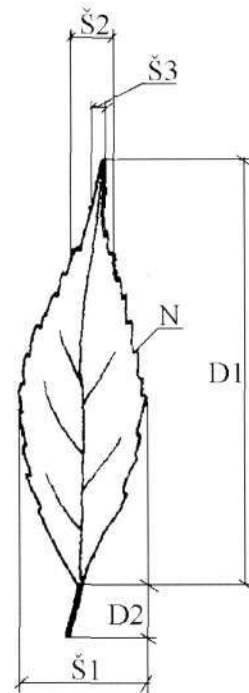
pet normalno razvijenih listova. Poslije sušenja u novinskome papiru obavljena je izmjera listova i liski. Na svakom listu (slika 2a) izmjerena je ukupna dužina lista i dužina glavne peteljke lista, te izbrojene liske.



Slika 2a. Morfološke značajke mjerene na listu.  
Dl = dužina lista, Dp = dužina peteljke lista,  
N = broj listi.

Figure 2a Morphological traits measured on leaf.  
Dl = length of leaves, Dp = length of petiole,  
N = number of leaflets.

Nakon toga je na svakoj liski (slika 2b) izmjerena dužina peteljčice, najveća dužina i širina plojke, širina plojke na udaljenosti od 1 i 2 cm od vrha liske, te izbrojeni svi zupci (u vršnih liski s desne strane liske, a u postražnih na strani bližoj glavnoj peteljci lista). Širina vrha liske na 1 i 2 cm je mjerena zato što su neke liske kratko šiljasta, a druge dugačko šiljasta vrha. S dvije izmjere moguće je definirati vrh liski. Mjerenje je obavljeno uz pomoć milimetarskoga papira s točnošću od 0,1 mm. Budući da su istraživanja na vrstama koje imaju sastavljeni list vrlo rijetka pri odlučivanju, što i na koji način mjeriti korištena su istraživanja na vrstama koje imaju jednostavne listove. U tu svrhu korisnim su se pokazala istraživanja Bačića (1983), Franjića (1993, 1994, 1996a, 1996b), Krstinića *et al.* (1996), Smole i Batića (1992), Jensena (1977), Kovačičeve (1998).



Slika 2b. Morfološke značajke mjerene na liski.  
Dl = dužina plojke, D2 = dužina peteljčice,  
Š1 = najveća širina plojke,  
Š2 = širina plojke na udaljenosti od 2 cm od vrha liske,  
Š3 = širina plojke na udaljenosti od 1 cm od vrha liske,  
N = broj zubaca s jedne strane plojke.

Figure 2b Morphological traits measured on leaflet.  
Dl = length of blade, D2 = length of petiole,  
Š1 = the largest width of blade,  
Š2 = width of blade on distance of 2 cm from the top,  
Š3 = width of blade on distance of 1 cm from the top,  
N = number of teeth on the one side of blade.

Podaci dobiveni izmjerom listova statistički su obrađeni, pri čemu su izračunati deskriptivni statistički parametrijski i neparametrijski pokazatelji. Zbog velike varijabilnosti liski sastavljenog lista posebno su obrađeni podaci dobiveni za vršne, a posebno za srednje, odnosno donje liske. Nakon toga provedena je klaster analiza i analiza glavnih komponenti s prethodno standardiziranim podacima u okviru programskoga paketa Statistica 6.0. Pritom je korištena Euklidova udaljenost i više metoda klaster analize dostupnih u računalnome programu Statistica. Kao metoda koja je najbolje prikazala biološku udaljenost "američkoga jasena" u Hrvatskoj odabrana je jedna od metoda prosječne vezanosti, tj. UPGMA (Unweighted Pair-Group Method) metoda.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Results

Kako u okviru ovoga rada nije moguće prikazati deskriptivne statističke pokazatelje za sve mjerene morfološke značajke lista i liski prikazane su samo one

važnije (prema literaturnim podacima) za razlikovanje pensilvanskoga od američkoga bijelog jasena.

Prosječna dužinu lista (tablica 1) "američkoga jase-na" iz kultura u Hrvatskoj iznosi od 191,00 (stablo br. 7 s lokaliteta Batina) do 286,50 (stablo br. 8 s lokaliteta

Batina) mm, a u kontrolnoga stabla pensilvanskoga ja-sena iz Botaničkoga vrta PMF-a u Zagrebu (stablo br. 55) 335,30 mm.

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji za dužinu lista.

Table 1. Statistics for length of leaves.

Lokalitet <i>Locality</i>	Stablo broj: <i>Tree number:</i>	$\bar{x}$ <i>Mean</i> (mm)	Minimum (mm)	C. V. (%)	Minimum (mm)	Medijana <i>Median</i> (mm)	Maximum (mm)
B A T I N A	1	204,70	13,59	6,64	195,00	202,50	228,00
	2	224,30	14,32	6,38	207,50	221,00	241,00
	3	214,90	24,84	11,56	173,00	220,50	238,00
	4	192,50	11,62	6,04	179,00	195,50	<b>206,00</b>
	5	228,40	11,70	5,12	216,00	222,50	243,00
	6	198,40	17,67	8,91	180,00	196,00	225,00
	7	<b>191,00</b>	15,28	8,00	177,00	<b>187,00</b>	215,00
	8	<b>286,50</b>	17,33	6,05	<b>264,00</b>	<b>287,00</b>	311,00
	9	221,20	26,14	11,82	195,00	215,00	252,00
	10	238,40	13,18	5,53	219,00	240,00	253,00
G U N J A	11	234,40	14,35	6,12	223,00	225,00	255,00
	12	235,30	11,16	4,74	219,00	241,00	245,00
	13	246,10	18,19	7,39	228,00	249,00	270,00
	14	246,20	18,13	7,37	221,00	245,00	272,00
	15	218,10	<b>37,18</b>	<b>17,05</b>	<b>164,00</b>	227,00	255,00
	16	196,00	25,02	12,77	165,00	203,00	229,00
	17	234,80	23,25	9,90	210,00	228,00	271,00
	18	202,10	20,24	10,01	181,00	202,50	229,00
	19	213,20	7,69	3,61	207,00	209,00	225,00
	20	239,00	24,72	10,34	209,00	253,00	261,50
Đ U R Đ E V A C	21	239,40	15,37	6,42	213,00	243,00	252,00
	22	271,80	30,56	11,24	233,00	284,00	306,00
	23	222,60	17,62	7,92	203,00	214,00	245,00
	24	219,20	36,66	16,72	171,00	235,00	261,00
	25	192,40	23,02	11,96	159,00	201,00	219,00
	26	208,20	11,19	5,37	198,00	203,50	225,00
	27	272,00	11,37	4,18	263,00	269,50	291,50
	28	235,40	22,23	9,44	206,00	249,00	254,00
	29	238,40	19,46	8,16	215,00	237,00	269,00
	30	254,80	36,85	14,46	222,00	245,00	<b>317,00</b>
D U G O S E L O	31	254,60	27,21	10,69	223,00	254,00	297,00
	32	203,20	<b>5,85</b>	<b>2,88</b>	197,00	203,00	212,00
	33	254,70	29,26	11,49	219,00	264,00	285,50
	34	217,30	18,14	8,35	195,00	215,00	238,00
	35	215,20	20,62	9,58	194,00	213,00	241,00
	36	218,60	23,16	10,59	187,00	224,00	240,00
	37	244,40	19,58	8,01	229,00	232,00	274,00
	38	231,80	15,96	6,89	209,00	228,00	249,00
	39	237,40	19,32	8,14	221,00	235,00	270,00
	40	221,60	35,59	16,06	191,00	206,00	260,00
K A R L O V A C	41	222,40	13,32	5,99	210,00	222,00	244,00
	42	272,20	22,29	8,19	245,00	282,00	298,00
	43	219,60	18,64	8,49	190,00	231,00	233,00
	44	242,20	33,69	13,91	196,00	246,00	277,00
	45	212,60	10,41	4,90	195,00	215,00	222,00
	46	233,70	28,16	12,05	195,00	231,00	273,00
	47	213,10	17,71	8,31	189,00	217,00	233,50
	48	228,40	22,24	9,74	205,00	233,00	257,00
	49	216,00	12,25	5,67	201,00	215,00	233,00
	50	212,60	12,95	6,09	198,00	208,00	232,00
<i>F. p.</i>	55	335,30	21,60	6,44	302,00	340,00	356,00

Napomena: *F. p.* = *F. pennsylvanica* iz Botaničkoga vrta PMF-a u Zagrebu. Najveće i najmanje vrijednosti su podebljane.  
Note: *F. p.* = *F. pennsylvanica* from Botanic Gardens in Zagreb. Minimum and maximum are bolded.

Prosječna dužina peteljčica (tablica 2) u srednjih liski "američkoga jasena" iznosi od 1,15 (stablo br. 2 s lokaliteta Batina) do 9,71 (stablo br. 8 s lokaliteta Bati-

na) mm, a u kontrolnoga stabla pensilvanskoga jasena (stablo br. 55) 5,82 mm.

Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji za dužinu peteljke srednjih liski.

Table 2. Statistics for length of petiolules of middle leaflets.

Lokalitet <i>Locality</i>	Stablo broj: <i>Tree number:</i>	$\bar{x}$ <i>Mean</i> (mm)	Minimum (mm)	C. V. (%)	Minimum (mm)	Medijana <i>Median</i> (mm)	Maximum (mm)
B A T I N A	1	2,20	0,70	31,82	0,50	2,25	3,00
	2	<b>1,15</b>	0,61	53,04	<b>0,00</b>	1,25	<b>2,00</b>
	3	1,62	0,58	35,80	0,50	1,50	2,50
	4	2,00	<b>0,48</b>	24,00	1,50	2,00	3,00
	5	2,95	1,64	55,59	1,00	2,75	7,00
	6	2,30	0,59	25,65	1,50	2,25	3,50
	7	1,17	0,94	<b>80,34</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	4,00
	8	<b>9,71</b>	<b>2,03</b>	20,91	<b>6,00</b>	<b>9,50</b>	<b>13,50</b>
	9	2,46	1,32	53,66	0,50	2,50	5,50
	10	2,44	0,62	25,41	1,50	2,50	3,50
G U N J A	11	1,42	0,67	47,18	1,00	1,00	3,00
	12	5,18	1,84	35,52	1,00	5,75	8,00
	13	2,64	0,85	32,20	1,00	2,50	4,50
	14	3,48	1,63	46,84	1,00	3,75	6,00
	15	2,80	0,95	33,93	1,00	3,00	4,50
	16	2,44	0,63	25,82	1,00	2,50	3,50
	17	2,19	0,73	33,33	1,00	2,25	3,50
	18	2,40	0,84	35,00	1,50	2,25	4,00
	19	1,82	1,13	62,09	<b>0,00</b>	1,50	5,00
20	2,78	1,02	36,69	1,50	3,00	4,50	
Đ U R Đ E V A C	21	4,38	1,09	24,89	2,50	4,50	6,00
	22	4,40	1,33	30,23	2,00	4,50	7,00
	23	2,23	1,03	46,19	1,00	2,00	4,00
	24	2,80	0,98	35,00	1,00	3,00	5,00
	25	1,88	0,78	41,49	1,00	2,00	3,50
	26	1,72	0,73	42,44	<b>0,00</b>	1,75	3,00
	27	2,27	0,82	36,12	1,00	2,00	4,00
	28	3,81	0,99	25,98	2,00	4,00	6,00
	29	5,23	0,91	<b>17,40</b>	3,50	5,00	7,00
	30	2,41	1,23	51,04	0,50	2,00	6,00
D U G O  S E L O	31	3,00	1,32	44,00	1,00	3,00	5,00
	32	1,80	0,59	32,78	1,00	1,75	3,00
	33	1,57	0,76	48,41	<b>0,00</b>	1,50	3,00
	34	2,27	0,77	33,92	0,50	2,25	4,00
	35	3,13	0,86	27,48	1,50	3,00	5,00
	36	1,45	0,44	30,34	1,00	1,50	2,50
	37	1,44	0,82	56,94	0,50	1,25	3,00
	38	3,75	1,06	28,27	1,80	4,00	5,50
	39	3,45	0,63	18,26	2,50	3,50	4,50
	40	1,79	0,86	48,04	<b>0,00</b>	2,00	3,00
K A R L O V A C	41	3,00	1,08	36,00	1,00	3,25	4,50
	42	3,33	1,84	55,26	1,00	3,25	8,00
	43	2,15	0,72	33,49	1,00	2,00	4,00
	44	1,96	0,61	31,12	1,00	2,00	3,00
	45	2,31	1,13	48,92	1,00	2,00	4,50
	46	4,85	0,88	18,14	4,00	4,50	6,50
	47	3,05	0,56	18,36	2,00	3,00	4,00
	48	2,30	0,94	40,87	1,00	2,00	4,00
	49	2,78	1,11	39,93	1,00	3,00	4,00
	50	1,68	1,17	69,64	<b>0,00</b>	1,50	3,50
<i>E. p.</i>	55	5,82	1,73	29,73	3,00	6,00	9,00

Napomena: *E. p.* = *F. pennsylvanica* iz Botaničkog vrta PMF-a u Zagrebu. Najveće i najmanje vrijednosti su podebljane.  
Note: *E. p.* = *F. pennsylvanica* from Botanic Gardens in Zagreb. Minimum and maximum are bolded.

U donjih liskii "američkoga jasena" prosječna dužina peteljčica (tablica 3) iznosi od 1,20 (stablo br. 2 s lokaliteta Batina) do 7,05 (stablo br. 8 s lokaliteta Batina) mm, odnosno u pensilvanskoga jasena (stablo br. 55) 5,15 mm.

Tablica 3. Deskriptivni pokazatelji za dužinu peteljke donjih liskii.

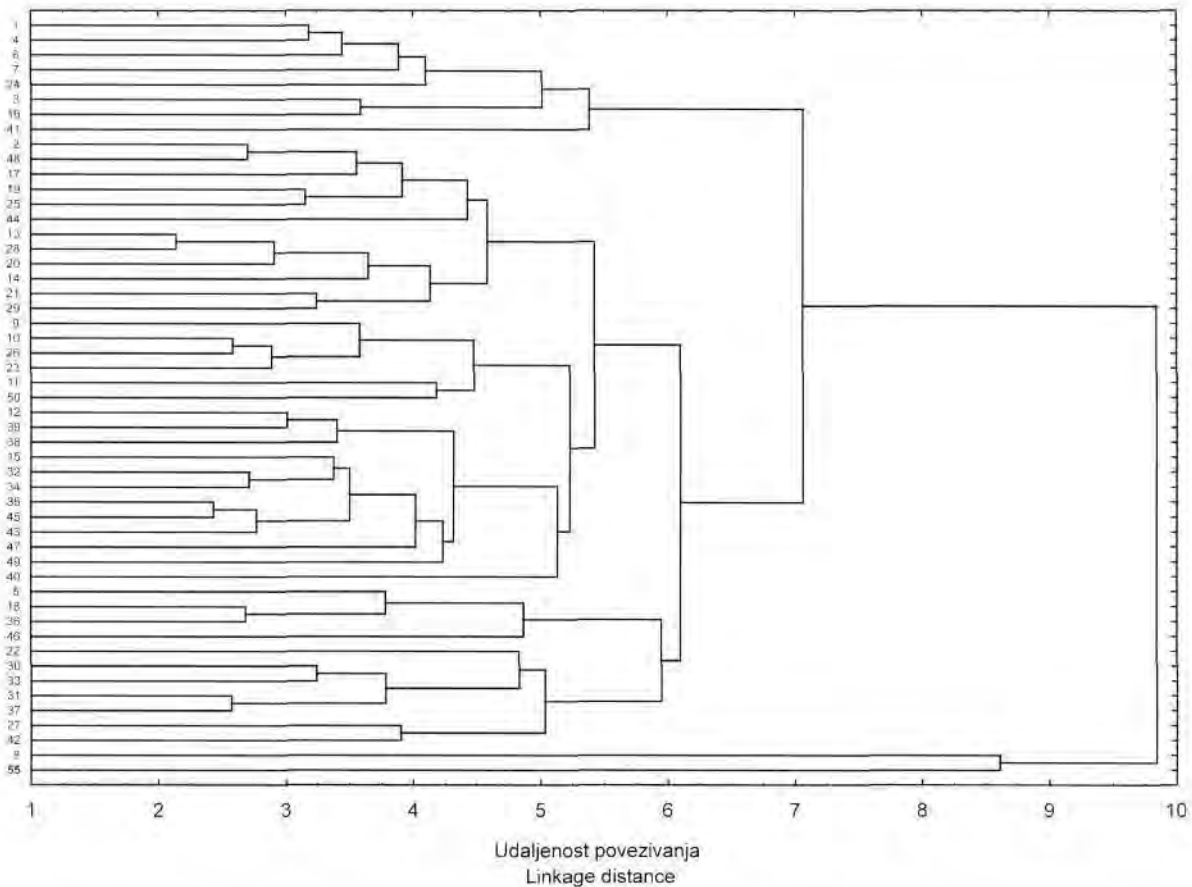
Table 3. Statistics for length of petiolules of basal leaflets.

Lokalitet Locality	Stablo broj: Tree number:	$\bar{x}$ Mean (mm)	Minimum (mm)	C. V. (%)	Minimum (mm)	Medijana Median (mm)	Maximum (mm)
B A T I N A	1	2,10	<b>0,46</b>	21,90	1,50	2,00	3,00
	2	<b>1,20</b>	0,67	<b>55,83</b>	<b>0,00</b>	<b>1,25</b>	<b>2,50</b>
	3	2,10	<b>0,46</b>	21,90	1,50	2,00	3,00
	4	2,00	0,71	35,50	1,00	2,25	3,00
	5	3,95	0,98	24,81	2,50	4,00	5,50
	6	3,20	0,67	20,94	2,00	3,50	4,00
	7	3,45	1,09	31,59	2,00	3,50	5,00
	8	<b>7,05</b>	<b>1,77</b>	25,11	<b>4,00</b>	<b>7,25</b>	<b>9,00</b>
	9	3,70	1,62	43,78	1,50	3,25	6,00
	10	3,30	1,16	35,15	2,00	3,00	5,00
G U N J A	11	2,85	1,27	44,56	1,50	2,25	5,00
	12	5,60	0,94	16,79	3,50	5,50	7,00
	13	2,90	0,52	17,93	2,00	3,00	3,50
	14	4,25	0,92	21,65	3,00	4,00	6,00
	15	2,15	0,88	40,93	<b>0,00</b>	2,50	3,00
	16	2,90	<b>0,46</b>	15,86	2,00	3,00	3,50
	17	2,10	0,61	29,05	1,50	2,00	3,00
	18	2,90	1,05	36,21	1,50	2,75	5,00
	19	2,56	0,85	33,20	1,50	2,50	4,00
	20	2,25	0,54	24,00	1,50	2,00	3,00
Đ U R Đ E V A C	21	4,32	0,84	19,44	3,50	4,00	6,00
	22	4,10	0,97	23,66	3,00	4,00	6,00
	23	3,09	1,11	35,92	2,00	3,00	4,50
	24	2,90	0,84	28,97	1,50	3,00	4,00
	25	1,75	0,49	28,00	1,00	1,50	<b>2,50</b>
	26	2,70	0,67	24,81	1,00	3,00	3,50
	27	2,45	1,09	44,49	1,00	2,25	4,50
	28	3,80	1,14	30,00	2,00	4,00	5,00
	29	3,75	0,86	22,93	2,50	3,75	5,50
	30	4,00	1,13	28,25	3,00	3,75	6,00
D U G O S E L O	31	2,75	1,21	44,00	1,00	3,50	4,00
	32	2,30	0,54	23,48	1,50	2,00	3,00
	33	2,35	0,53	22,55	1,50	2,25	3,00
	34	2,35	0,88	37,45	1,00	3,00	3,00
	35	2,45	0,72	29,39	1,50	2,50	3,50
	36	2,00	0,75	37,50	1,00	2,00	3,00
	37	1,80	0,63	35,00	1,00	2,00	3,00
	38	4,58	0,80	17,47	3,00	5,00	5,50
	39	4,00	0,62	<b>15,50</b>	3,00	4,00	5,00
	40	2,73	0,58	21,25	2,00	2,90	3,50
K A R L O V A C	41	3,25	0,54	16,62	2,50	3,00	4,50
	42	4,55	0,96	21,10	3,00	4,25	6,00
	43	1,99	0,83	41,71	1,00	1,75	3,20
	44	2,05	0,72	35,12	1,00	2,00	3,00
	45	3,55	1,14	32,11	1,00	4,00	5,00
	46	5,50	1,63	29,64	3,50	5,75	7,50
	47	3,05	0,64	20,98	2,00	3,25	4,00
	48	2,40	0,77	32,08	1,50	2,00	3,50
	49	3,20	0,67	20,94	2,00	3,50	4,00
	50	2,55	0,64	25,10	2,00	2,50	4,00
<i>F.p.</i>	55	5,15	1,11	21,55	3,50	5,50	6,50

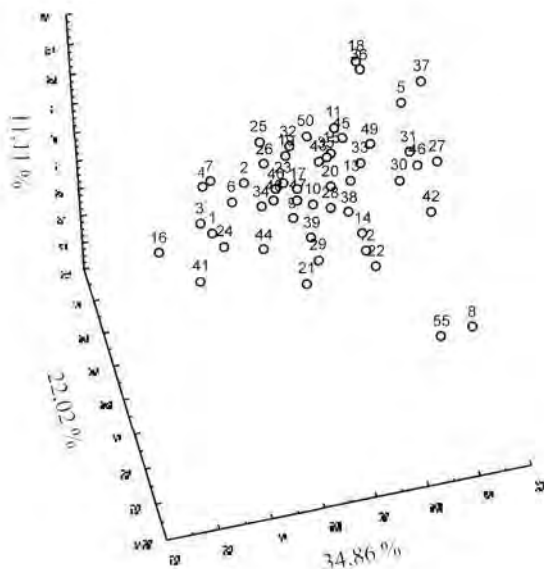
Napomena: *F.p.* = *F. pennsylvanica* iz Botaničkog vrta PMF-a u Zagrebu. Najveće i najmanje vrijednosti su podebljane.  
Note: *F.p.* = *F. pennsylvanica* from Botanic Gardens in Zagreb. Minimum and maximum are bolded.

Istraživanjima je utvrđeno da je u stabala "američkoga jasena" iz kultura u Hrvatskoj list sastavljen od 5, 7 ili 9 liski, a u kontrolnoga stabla pensilvanskog jase-na iz Botaničkog vrta PMF-a u Zagrebu od 7 liski.

Iz UPGMA dendrograma (slika 3) vidi se da je klas-ter analiza odvojila kontrolno stablo pensilvanskoga jasena iz Botaničkog vrta PMF-a u Zagrebu (stablo br. 55) i stablo "američkoga jasena" br. 8 s lokaliteta Bati-



Slika 3. UPGMA dendrogram dobiven analizom istraženih listova 50 stabala (br. 1-50) "američkoga jasena" jasena iz kultura u Hrvatskoj i 1 stabla (br. 55) pensilvanskoga jasena iz Botaničkog vrta PMF-a u Zagrebu.  
Figure 3 UPGMA tree diagram obtained by analyzes of leaves from 50 trees (no. 1-50) of "American ash" from plantations in Croatia and from 1 tree (no. 55) of *F. pennsylvanica* from Botanical Gardens in Zagreb.



na od ostalih stabala "američkoga jasena". Ta dva sta-bla se na udaljenosti od 8,609 povezuju u jedan klaster na koji se na udaljenosti od 9,842 nadovezuju ostala stabla "američkoga jasena". Kontrolno se stablo pensilvanskoga jasena iz Botaničkog vrta PMF-a u Za-grebu od stabala "američkoga jasena" razlikuje po du-žini listova, te dužini i širini liski. Slične značajke odli-kuju i stablo "američkoga jasena" br. 8 s lokaliteta Ba-tina. No, stablo br. 8 ima i najduže peteljčice srednjih, odnosno donjih liski od svih analiziranih stabala (uključujući i kontrolno stablo pensilvanskoga jasena).

Slika 4. PCA dijagram dobiven analizom istraženih listova 50 stabala (br. 1-50) "američkoga jasena" jasena iz kultura u Hrvatskoj i 1 stabla (br. 55) pensilvanskog jasena iz Bota-ničkoga vrta PMF-a u Zagrebu.

Figure 4 PCA scatterplot obtained by analyzes of research leaves from 50 trees (no. 1-50) of "American ash" from planta-tions in Croatia and from 1 tree (no. 55) of *F. pennsylvani-ca* from Botanical Gardens in Zagreb.

Iz dendrograma se vidi da klaster analiza nije razdvojila stabla "američkoga jasena" u dvije skupine od kojih bi svaka (eventualno) predstavljala zasebnu vrstu. Analizom herbarskoga materijala stabala "američ-

koga jasena" okupljenih u pojedinim klasterima uočeno je da nema udruživanja stabala s golim, odnosno stabala s dlakavim jednogodišnjim izbojcima. Također nije uočeno udruživanje stabala po lokalitetima.

Tablica 4. Učesće glavnih komponenti u ukupnoj varijabilnosti.

Table 4. Part of PC in total variance.

Glavna komponenta PC	Svojevredna vrijednost Eigenvalue	% od ukupne varijance % Total variance	Svojevredna vrijednost kumulativno Cumulative Eigenvalue	% od ukupne varijance kumulativno Cumulative %
1	7,320	34,86	7,320	34,86
2	4,623	22,02	11,944	56,87
3	2,334	11,11	14,278	<b>67,99</b>
4	2,166	10,32	16,444	78,31
5	1,363	6,49	17,807	84,80
6	0,890	4,24	18,697	89,03
7	0,507	2,42	19,204	91,45
8	0,459	2,19	19,663	93,64
9	0,323	1,54	19,986	95,17
10	0,242	1,15	20,229	96,33
11	0,163	0,78	20,391	97,10
12	0,160	0,76	20,551	97,86
13	0,121	0,57	20,672	98,44
14	0,092	0,44	20,763	98,87
15	0,070	0,33	20,833	99,21
16	0,053	0,25	20,886	99,46
17	0,037	0,18	20,923	99,63
18	0,033	0,15	20,955	99,79
19	0,028	0,13	20,984	99,92
20	0,016	0,08	21,000	100,00

Tablica 5. Svojevredni vektori za prve 3 PC osi za analizirane karakteristike listova.

Table 5. Eigenvectors for the first 3 PC for analyzed characteristics of leaves.

Morfološka karakteristika Morphologic characteristic	Prva PC os The 1 <sup>st</sup> PC	Druga PC os The 2 <sup>nd</sup> PC	Treća PC os The 3 <sup>rd</sup> PC
Dužina lista	0,632	<b>-0,602</b>	-0,286
Dužina glavne peteljke	0,344	-0,463	<b>-0,586</b>
Broj liski	-0,036	-0,038	<b>-0,568</b>
Dužina peteljčice vršne liske	0,274	-0,561	-0,374
Dužina plojke vršne liske	0,646	-0,370	0,336
Širina plojke vršne liske	-0,067	<b>-0,773</b>	0,376
Širina plojke 1 cm od vrha vršne liske	-0,763	-0,308	0,196
Širina plojke 2 cm od vrha vršne liske	<b>-0,823</b>	-0,319	0,041
Broj zubaca u vršne liske	0,588	-0,088	0,369
Dužina peteljčice srednje liske	0,423	-0,506	<b>-0,560</b>
Dužina plojke srednje liske	0,783	-0,385	0,225
Širina plojke srednje liske	-0,115	<b>-0,884</b>	0,270
Širina plojke 1 cm od vrha srednje liske	<b>-0,804</b>	-0,416	0,088
Širina plojke 2 cm od vrha srednje liske	<b>-0,800</b>	-0,478	-0,051
Broj zubaca u srednje liske	0,601	-0,145	0,193
Dužina peteljčice donje liske	0,453	-0,394	-0,516
Dužina plojke donje liske	0,799	-0,190	0,317
Širina plojke donje liske	0,113	-0,749	0,347
Širina plojke 1 cm od vrha donje liske	-0,778	-0,407	-0,025
Širina plojke 2 cm od vrha donje liske	-0,725	-0,506	-0,103
Broj zubaca u donje liske	0,509	-0,099	0,182

Napomena: Oni svojevredni vektori koji najviše doprinose izgradnji pojedinih PC osi su podebljani.

Note: Those Eigenvectors, which have the most contribution for some PC, are bolded.



Na slici 4 prikazani su rezultati analize glavnih komponenti (PCA). Analizom glavnih komponenti dobro su odvojeni stablo "američkoga jasena" br. 8 s lokaliteta Batina i kontrolno stablo pensilvanskoga jasena iz Botaničkoga vrta PMF-a u Zagrebu (stablo br. 55). PCA nije grupirala stabla "američkoga jasena" u dvije skupine od kojih bi svaka (eventualno) predstavljala zasebnu vrstu, a nije uočeno ni grupiranje stabala po lokalitetima. Analizom stabala koja su se na temelju PCA pokazala biološki bliskim zaključeno je da PCA nije razdvojila stabla dlakavih od stabala s golim jednogodišnjim izbojcima.

Iz tablice 4 vidljivo je da prve tri glavne komponente objašnjavaju 67,99 % ukupne varijabilnosti. To ukazuje na značajnu pouzdanost dobivenih rezultata. S prvom PC osi najviše su povezani širina plojke na udaljenosti od 2 cm od vrha vršne liske, širina plojke na udaljenosti od 1 cm od vrha srednje liske i širina plojke na udaljenosti od 2 cm od vrha srednje liske (tablica 5). Širina plojke srednje liske, širina plojke vršne liske i dužina lista su najviše povezani s drugom PC osi. S trećom PC osi najviše su povezani dužina glavne peteljke lista i broj liski te dužina peteljčica srednjih liski.

## RASPRAVA – Discussion

Jedini opsežniji literaturni podatak o veličini listova u američkoga bijelog i pensilvanskoga jasena nalazimo u Millerove (1955). No, Millerova ne navodi na koji je način prikupljen i mjereno herbarski materijal tj. da li su listovi uzeti s plodnih ili (i) sa sterilnih izbojaka, da li su mjerene sve liske ili samo postrane. Iz podataka koje ona donosi vidi se da u prosjeku dužina lista u američkoga bijelog jasena iznosi 20,5 – 49,2 cm, a u pensilvanskoga 19,0 – 25,9 cm. Kako prosječna dužina lista "američkoga jasena" iz kultura u Hrvatskoj iznosi od 19,1 do 28,6 cm vidljivo je da je "američki jase" s obzirom na dužinu lista sličniji pensilvanskome nego američkome bijelom jasenu.

Više autora (Miller 1955; Sargent 1965; R. Brown i M. Brown 1999) navode da američki bijeli jase ima općenito duže peteljčice liski negoli pensilvanski jase. Tako prema Millerovoj (1955) dužina peteljčica liski (vjerojatno postranih, iako to ona izričito ne navodi) u američkoga bijelog jasena iznosi 0,5–14 mm, a u pensilvanskoga jasena 0–8 mm. Sargent (1965) navodi da u američkoga bijelog jasena dužina peteljčica iznosi 6–13 mm, a u pensilvanskoga jasena 3–6 mm. Prema R. Brown i M. Brown (1999) dužina peteljčica u američkoga bijelog jasena iznosi 4–12 mm, a u pensilvanskoga 3,5–6 mm.

U "američkoga jasena" iz kultura u Hrvatskoj dužina peteljčica u srednjih liski kreće se u rasponu od 0,00 do 13,50 mm (tablica 2). Maksimalna dužina od 13,5 mm je zabilježena samo u stabla br. 8. Sljedeća maksimalna dužina od 8,00 mm izmjerena je u 2 stabla. No, u najvećeg broja stabala maksimalna dužina peteljčica srednjih liski je znatno manja od 8 mm. Slič-

no je i s dužinom peteljčica donjih liski (tablica 3) u kojih je maksimalna dužina od 9 mm izmjerena također u stabla br. 8. Sljedeća izmjerena maksimalna dužina od 7,5 mm je izmjerena samo u jednoga stabla, dok najveći broj stabala ima znatno manju maksimalnu dužinu peteljčica donjih liski od te vrijednosti.

Dakle, glede dužine peteljčice postranih liski vidljiva je veća sličnost "američkoga jasena" iz kultura u Hrvatskoj s pensilvanskim jasenom. Najveća iznimka je u tom pogledu stablo br. 8 s lokaliteta Batina. No, zanimljivo je da to isto stablo ima dlakave jednogodišnje izbojke, peteljke listova i peteljčice liski što je tipično za pensilvanski jase.

Budući da klaster analiza i analiza glavnih komponenti nisu razdvojile stabla "američkoga jasena" u dvije skupine od kojih bi svaka eventualno predstavljala zasebnu vrstu, može se zaključiti da je u istraživanim kulturama prisutna vjerojatno samo jedna sjevernoamerička vrsta jasena. Također nije uočeno udruživanje stabala po lokalitetima, pa se može smatrati da nema bitnih razlika u morfološkim značajkama lista između stabala "američkoga jasena" s različitih lokaliteta.

Kremer *et al.* (2004) su na temelju mikromorfoloških karakteristika lista "američki jase" iz kulture na lokalitetu Dugo Selo determinirali kao pensilvanski jase. Dakle, ako nema razlika između lokaliteta, ako je u kulturama prisutna samo jedna sjevernoamerička vrsta jasena, te ako su morfometrijska istraživanja lista pokazala veću sličnost "američkoga jasena" s pensilvanskim jasenom, onda se "američki jase" iz istraživanih kultura može determinirati kao pensilvanski jase.

## ZAKLJUČAK – Conclusions

Klaster analiza i analiza glavnih komponenti provedene na rezultatima dobivenim izmjerom listova nisu razdvojile stabla "američkoga jasena" u dvije skupine, od kojih bi svaka eventualno predstavljala zasebnu vrstu. Isto tako nisu razdvojena stabla s dlakavim od sta-

bala s golim jednogodišnjim izbojcima, a nije uočeno ni njihovo grupiranje po lokalitetima. Morfometrijskim istraživanjima uočena je i veća sličnost "američkoga jasena" iz kultura u Hrvatskoj s pensilvanskim, negoli s američkim bijelim jasenom.

Na temelju svega toga možemo zaključiti da je u istraživanim kulturama "američkoga jasena" u Hrvatskoj prisutna samo jedna sjevernoamerička vrsta ja-

sena i to pensilvanski jasen – *Fraxinus pennsylvanica* Marshall.

## LITERATURA – References

- Bačić, T., 1983: Varijabilnost listova hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Acta Bot. Croat. 42: 51–61.
- Brown, R., M. Brown, 1999: Woody Plants of Maryland. Port City Press, Baltimore, 347 pp.
- Franjić, J., 1993: Dužina i širina plojke lista kao pokazatelji varijabilnosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U: Trinajstić, I. (ur.): Flora i vegetacija Hrvatske. Simpozij Pevalek. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i J.P. Hrvatske šume, Koprivnica – Zagreb, pp. 25–34.
- Franjić, J., 1994: Morphometric leaf analysis as an indicator of common oak (*Quercus robur* L.) variability in Croatia. Ann. Forest. 19 (1): 1–28.
- Franjić, J., 1996a: Multivarijatna analiza posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj. Disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 185 pp.
- Franjić, J., 1996b: Morfometrijska analiza varijabilnosti lista posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 33: 153–214.
- Jensen, R. J., 1977: A preliminary numerical analysis of the red oak complex in Michigan and Wisconsin. Taxon 26: 399–407.
- Kovačić, S., 1998: Morfometrijske značajke lista hrvatskih populacija obične breze – *Betula pendula* Roth (*Betulaceae*). Magistarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 163 pp.
- Kremer, D., 2001: Zastupljenost američkog bijelog jasena (*Fraxinus americana* L.) i pensilvanskog jasena (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) u Pokuplju, Posavini i dijelu Podunavlja. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 227 pp.
- Kremer, D., Ž. Borzan, 2001: Rasprostranjenost američkog bijelog jasena (*Fraxinus americana* L.) i pensilvanskog jasena (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) u Pokuplju, Posavini i dijelu Podunavlja. U: Matic, S., A. P. B. Krpan i J. Gračan (ur.): Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama. Šumarski fakultet, Šumarski institut Jastrebarsko i "Hrvatske šume" p.o. Zagreb, Zagreb, pp. 87–93.
- Kremer, D., E. Stabentheiner, Ž. Borzan, 2004: Mikromorfološke značajke sjevernoameričkih vrsta jasena prisutnih u hrvatskim šumama i nasadima. (rukopis).
- Krstinić, A., I. Trinajstić, J. Gračan, J. Franjić, D. Kajba, M. Britvec, 1996: Genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U: Sever, S. (ur.): Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 2: 159–168.
- Margetić, F., 1983: Klasifikacija klime. U: Potočić, Z. (ur.): Šumarska enciklopedija. LZ Miroslav Krleža, Zagreb, 2: 261–262.
- Miller, G. N., 1955: The Genus *Fraxinus*, the Ashes, in North America, North of Mexico. Cornell Experiment Station Memoir 335: 1–64.
- Rauš, Đ., 1980: Zelenilo bjelovarskog kraja. RO "Bjelovarski vrt" i Jedinstvena SIZ-a u stambeno-komunalnoj oblasti na području općine Bjelovar, Bjelovar, 186 pp.
- Rauš, Đ., 1992: Vegetacija ritskih šuma uz rijeku Dravu od Varaždina do Osijeka s težištem na varaždinske podravske šume. Glas. šum. pokuse 28: 245–256.
- Rauš, Đ., 1993: Fitocenološka osnova i vegetacijska karta nizinskih šuma srednje Hrvatske. Glas. šum. pokuse 29: 335–364.
- Rauš, Đ., N. Šegulja, 1983: Flora Slavonije i Baranje. Glas. šum. pokuse 21: 179–211.
- Rauš, Đ., N. Šegulja, J. Topić, 1985: Vegetacija sjeveroistočne Hrvatske. Glas. šum. pokuse 23: 223–355.
- Sargent, C. S., 1965: Manual of the Trees of North America. Dover Publications Inc., New York, 2: 833–853.
- Seletković, Z., 1996: Klima lužnjakovih šuma. U: Klepac, D. (ur.): Hrast lužnjak u Hrvatskoj. HAZU i Hrvatske šume Zagreb, Vinkovci – Zagreb, pp. 71–82.
- Seletković, Z., Z. Katušin, 1992: Klima Hrvatske. U: Rauš, Đ. (ur.): Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i "Hrvatske šume" Zagreb, Zagreb, pp. 13–18.
- Smole, I., F. Batić, 1992: The importance of morphological characteristics for identification of oak species. Zbornik gozdarstva in lesarstva 39: 133–172.

Trinajstić, I., J. Franjić, 1996: Listovi kratkoga plodnoga izbojka, osnova za morfometrijsku analizu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*). U: Mayer, B. (ur.): Unapređenje proiz-

vodnje mase šumskih ekosustava. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, pp. 169–178.

#### ZAHVALA – Acknowledgements

Na korisnim savjetima pri statističkoj obradi podataka zahvaljujem doc. dr. sc. Anamariji Jazbec i mr. sc. Željku Škvorcu sa Šumarskoga fakulteta u Zagrebu.

Djelatnicima Šumarija Batina, Gunja, Đurđevac, Dugo Selo i Karlovac dugujem veliku zahvalnost na

pomoći prilikom terenskih istraživanja. Bez njihove pomoći i poznavanja terena ova bi istraživanja bilo daleko teže provesti.

*SUMMARY: Because of their similar macromorphological characteristics two American ash species (*Fraxinus americana* L. and *F. pennsylvanica* Marshall) are known in forestry practice in Croatia under common name "American ash". Based on morphometric research of leaves the "American ash" from plantations in Croatia was not differentiating in two groups each of one could be eventually separate species. Also, the trees were not grouping per locality. It can be concluded that there is only one north American ash species in researched plantations in Croatia. Comparing results of morphometric researches with data from literature was shown that "American ash" is more similar to *F. pennsylvanica* than to *F. americana*.*

*Based on all obtained information's the "American ash" from researched plantations in Croatia was determined as *F. pennsylvanica*.*

*Key words: morphometric ash leaf analysis, cluster analysis, principal component analysis*