Populacijska varijabilnost sivkaste vrbe (Salix elaeagnos Scop.) u Hrvatskoj prema morfološkim obilježjima listova

Podunavac, Tin

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:215486

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

TIN PODUNAVAC

POPULACIJSKA VARIJABILNOST SIVKASTE VRBE (*Salix elaeagnos* Scop.) U HRVATSKOJ PREMA MORFOLOŠKIM OBILJEŽJIMA LISTOVA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2020.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Predmet:	Dendrologija
Mentor:	Doc. dr. sc. Igor Poljak
Asistent – znanstveni novak:	Antonio Vidaković, mag. ing. silv.
Student:	Tin Podunavac
JMBAG:	0068232426
Akad. godina:	2019./2020.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 18. rujna 2020. godine
Sadržaj rada:	Slika: 1 Tablica: 3 Navoda literature: 9 Stranica: 14

Sažetak:

Cilj ovoga rada bio je utvrditi morfološku varijabilnost listova sivkaste vrbe (*Salix elaeagnos* Scop., Salicaeae) na materijalu iz sedam prirodnih populacija.

Uzorci listova za morfometrijska istraživanja sakupljeni su u submediteranskom i kontinentalnom području Hrvatske. Ispitivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti provedeno je na osnovi deset morfoloških karakteristika listova, pri čemu su u analizi podataka korištene multivarijatne i deskriptivne statističke metode.

Konstatirana je visoka varijabilnost istraživanih morfoloških svojstava listova. Koeficijent varijabilnosti se na razini svih populacija kretao od 21,45 % za dužinu plojke (LL) do 37,78 % za površinu plojke (LA). Analizom varijance potvrđene su razlike na razini populacija i između stabala unutar populacija za sve istraživane značajke lista. Klasterskom analizom utvrđeno je da su međusobno najsličnije populacije Krka i Ormoško jezero, koje su ujedno i geografski najudaljenije populacije. Trend grupiranja populacija može se objasniti po ekološkom principu.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

_____

vlastoručni potpis

Tin Podunavac

U Zagrebu, 14. rujna 2020. godine.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Rod *Salix* L. 1
1.2. Morfologija i biologija sivkaste vrbe 3
1.3. Prirodna rasprostranjenost i ekološke značajke sivkaste vrbe 4
2. CILJ RADA 6
3. MATERIJAL I METODE 7
3.1. Materijal 7
3.2. Morfometrijska analiza listova 7
3.3. Statistička obrada podataka 8
4. REZULTATI 9
4.1. Deskriptivna statistika 9
4.2. Analiza varijance 11
4.3. Klasterska analiza 12
5. ZAKLJUČCI 13
6. LITERATURA 14

1. UVOD

1.1. Rod *Salix* L.

Rod vrbe (*Salix* L.) pripada porodici Salicaceae koja obuhvaća više od 300 vrsta drveća, grmova i polugrmova. Rod uspijeva na širokom području u Europi, Aziji i sjevernoj Africi. Vrlo je bogat vrstama u hladnijem i u umjerenom pojasu sjeverne polutke, neznatno na južnoj polutki, a u Australiji ih uopće nema. U područjima gdje vlada krajnje suha klima visokih planina i Arktika rastu patuljaste vrste vrba. Kvaliteta drva vrba nije velika, ali se koristi zbog brzog prirasta drvne mase. Zbog toga su pojedine svojte relativno česte u kulturama. Neke vrste koriste se za izradu predmeta, a neke imaju hortikulturni značaj. Od kore i listova dobivaju se ljekoviti pripravci koji su poznati još iz staroegipatskih zapisa i antičkih vremena. Osim toga, kora nekih vrsta koristi se i kao izvor tanina (Herman 1971; Nikolić 2013; Žufa 1987).

Vrbe su higrofilne i heliofilne biljke. Otporne su na niske temperature i imaju oskudne stanišne zahtjeve. Naseljavaju dobro prozračna, rahla i svježa tla, s povoljnim fizikalnim sastavom, a nisu sklona teškim kompaktnim zemljištima s ustajalom vlagom. Zahvaljujući navedenim osobinama i obilnom rađanju sjemena koje ima sposobnost širenja na velike udaljenosti, vrbe lako naseljavaju nova, neprerađena zemljišta, a naročito ona uz vodotoke u nizinama i planinama. S tog aspekta vrba je, s topolom i johom, pionirska vrsta koja popravlja zemljišta. Ipak, među vrbama postoje velike razlike u pogledu stanišnih zahtjeva (Herman 1971; Žufa 1987).

Listovi su naizmjenično raspoređeni (kod *S. purpurea* L. ponekad nasuprotni), jednostavni, s kratkom peteljkom ili sjedeći i raznoliki: linearni, ovalni eliptični ili obrnuto jajoliki, više ili manje šiljasti, dlakavi ili goli. Peteljke ponekad imaju žlijezde. Rub lista je cjelovit, nazubljen, ravan, valovit ili podvijen. Cjelovita plojka ima izraženu ili neizraženu perastu nervaturu i žile višega reda. Palistića obično ima i oni su intrapetilaorni, slobodni, češće trajni i dobro razvijeni, ali ponekad i brzo opadaju (Herman 1971; Nikolić 2013; Žufa 1987).

Boja listova je rijetko ista s obje strane, donja strana lista je obično svjetlije boje, često bijelo ili sivkasto dlakava. Pupove pokriva samo jedna ljuska koja nalikuje na kapuljaču. U dugih izbojaka nema vršnoga pupa. Izbojci i grane su okrugloga presjeka, viseće ili uspravne, duge, vitke ili čvornate, razgranate, žilave, elastične i krte, lomljive,

vrlo različito obojene (zeleno, žuto, crveno, sivo, smeđe itd.), više-manje dlakave ili pokrivene voskom, ili su gole i sjajne (Herman 1971; Nikolić 2013; Žufa 1987).

Kora stabla je duboko ispucala ili se ljušti kao u platane, ili lako puca i otpada u tankim pločicama. Korijenje je izuzetno bogato, čupavo, ali raste plitko. Ono je u većine vrsta rasprostranjeno samo u širinu, a ne i u dubinu. Glavni korijen brzo zakržlja i onda ga zamjeni brojno postrano korijenje (Herman 1971; Žufa 1987).

Vrbe svake godine produciraju veliku količinu sjemena, koje je klijavo tek nekoliko dana. Sjeme ne podnosi pokrivanje zemljom. Biljke uzgojene iz sjemena razvijaju se tijekom prve tri godine dosta sporo. S druge strane, vrbove reznice zakorijenjuju se brže i sigurnije negoli u bilo koje druge vrste drveća. Iz tih razloga, u većini slučajeva vrbe razmnožavamo reznicama, a ponekad i kolcima (Herman 1971).

Vrbe imaju jednospolne cvjetove na dvodomnim biljkama i izrazito su jednostavne građe (Herman 1971; Nikolić 2013; Žufa 1987). Neke vrste cvatu prije listanja, druge za vrijeme listanja, a neke neposredno nakon listanja. Cvjetovi su u manje-više uspravnim cvatovima i pojavljuju se češće na postranim izbojcima, a rjeđe na terminalnim. Cvjetovi izgrađuju jednospolne cvatne rese (*amentum*, muške i ženske mace). Rese su smještene na kratkoj stapci ili sjede. Muški cvjetovi su u žutim ili crvenim resama, a ženski u zelenim do zelenkastožutim. Krajnja jedinica cvata je otvorena i cvat je aksilaran. U cvatu su pojedinačni cvjetovi smješteni u pazušcu zaštitne ljuske (brakteje) koja ima cijeli i gladak rub. Pojedinačni cvjetovi imaju obično svilenasto dlakave ili rjeđe gole, cjelovite pricvjetne listove, a predlistića nema.

Slobodni hipantij izostaje, a ocvijeće također većinom izostaje, tj. cvjetovi su u većini slučajeva potpuno ahlamidejski. Pri bazi cvjetova razvijaju se jedna do dvije malene nektarijske ljuske (medne žlijezde). Andrecej se sastoji od 2–12 prašnika i njihov broj je karakterističan za pojedine vrste. Uglavnom budu dva prašnika, rjeđe tri ili više, djelomično jedan prašnik u vrste *S. sitchensis* Sanson ex Bong. Prašnice su bazifiksne i tetrasporangijatne, a otvaraju se longitudinalnim pukotinama cijelom duljinom. Ginecej je sinstiloovarni (plodnice i vratovi su srasli, a njuške su slobodne), cenokarpan, parakarpan i građen od 2 (-4) plodna lista. Pojedinačni tučak ima jedan lokul, broj njuški je 2–4, a plodnica je gola. Plodnica sadrži mnogo sjemenih zametaka (20–100) i oni imaju držak koji postaje svilenasto dlakav. Sjemeni zametci su uspravni, anatropni, krasinucealtni, unitegmički ili bitegmički, a u zadnjem je slučaju unutarnji integument slabo razvijen (Herman 1971; Nikolić 2013; Žufa 1987).

Vrbe se oprašuju pomoću kukaca - entomofilija. Oprašivanje kukcima se pospješuje pomoću pojave više-manje krutih resa prije listanja, jako žutog peluda i s dobro razvijenim nektarijima u bazi muških i ženskih cvjetova. To se naročito događa u rano proljeće kada su drugi izvori nektara većinom oskudni. Osim entomofilije, može doći i do ambofilije - kombinacija oprašivanja vjetrom i kukcima (Nikolić 2013).

Plod vrba je dvodijelni tobolac (Nikolić 2013; Žufa 1987). Plodonošenje je obilno i redovno svake godine. Sjeme je većinom mnogobrojno i vrlo sitno (obično nije duže od 1,5 mm), prilagođeno anemohoriji dugačkim dlakama i vjetar ga lako i daleko raznosi. Obično sazrijeva u svibnju i lipnju. Nema endosperm, testa je tanka, dehidracija brza te je klijavo tek nekoliko dana. Mlade biljčice niču s vrlo sitnim i eliptičnim kotiledonima, iz početka su veoma nježne, ali rastu brzo već tijekom prve godine. Način klijanja je epigejski.

1.2. Morfologija i biologija sivkaste vrbe

Sivkasta vrba raste kao grm visine do 6 m ili kao manje do srednje visoko stablo (Schütt 1997). Uglavnom se grana dihazijski, grane su usmjerene prema gore i relativno su tanke sa žutom do crvenom ili tamno smeđom korom, koja na zasjenjenoj strani zadržava žuto zelenu boju. Kora ostaje dugo glatka i na kraju postaje siva s horizontalnim pukotinama (karakteristika vrste). Na deblu se ne formiraju uzdužne pukotine.

Zimski pupovi su u početku zelenkasti, a kasnije crvenkastosmeđi i imaju spljošten vrh. Bočni pupovi su priklonjeni uz izbojak, dok su vršni pupovi jasno zakrivljeni i gotovo jednake veličine kao i bočni. Isto vrijedi i za cvjetne i lisne pupove (Schütt 1997).

Mladi, pomalo bridasti i dlakavi izbojci razlikuju se u boji ovisno o izloženosti svjetlu. Na zasjenjenoj strani su žutozeleni, a na sunčanoj crvenkastožuti. Zimska boja jednogodišnjih i dvogodišnjih izbojaka izrazito je crvenkasta u mladih biljaka što ih čini prepoznatljivima iz daljine (Schütt 1997; Idžojtić 2006).

Obilježje vrste su njezini kruti, usko linearni, s obje strane sužavajući listovi, koji su s donje strane sivo dlakavi s jako savijenim rubom. Gornja strana lista u početku je tamnozelena i sivo dlakava, a kasnije gola. Lišće na kratkim izbojcima je dugačko od 8 do 10 cm i široko oko 2 cm. Rub lista je prema vrhu sitno napiljen, lisne žile su teško uočljive, a palistići nisu razvijeni (Schütt 1997; Idžojtić 2009).

Sivkasta vrba cvjeta u travnju i svibnju, za vrijeme listanja. Kratka stapka (5 mm) nosi izdužene cilindrične mace koje su većinom jako zakrivljene, a gusta dlakava osnova nosi nekoliko malih, lancetastih, svilenastih, dlakavih listića. U muških i ženskih cvjetova

nalaze se obrnuto jajasti lateralni palistići koji su jednobojno zeleni ili žuti. Samo je njegov vrh obrubljen ljubičastom bojom, a rub je kovrčavo dlakav. Gusti muški cvatovi dugački su otprilike 3 cm (promjer do 1,6 cm). Cvjetovi u donjoj trećini sadrže dva zajedno srasla, u osnovi dlakava prašnika s eliptičnim prašnicama. Relativno tanki ženski cvatovi su 3 do 6 cm dugački (promjera oko 0,6 cm), isprva su gusti, a kasnije rijetki i šire se nakon cvatnje. Stapka je široka na dnu i sužava se prema gore, a gola plodnica nosi relativno kratki vrat tučka (približno 1/3 dužine plodnice) s podijeljenom njuškom (stigmom). Na dnu ženskih i muških cvjetova nalazi se plosnat i relativno širok nektarij (Schütt 1997).

Plodovi sivkaste vrbe su duguljasto stožasti, zeleni do zelenkastožuti, kasnije svjetlosmeđi, goli, višesjemeni, 2-dijelni tobolci; na kratkim stapkama (ginoforu). Dozrijevaju u svibnju (od travnja do lipnja). Otvaraju se i odlobađaju sjemenke koje su valjkaste, tamnozelene, sitne, do 2 mm dugačke, oko 0,5 mm široke; na osnovi imaju čuperak bijelih dlačica; anemohorne i hidrohorne (Idžojtić 2013).

1.3. Prirodna rasprostranjenost i ekološke značajke sivkaste vrbe

Prirodni areal *S. elaeagnos* obuhvaća velike dijelove srednje i južne Europe. Areal zatvara Pirineje i sjeverne španjolske planine, gornju i sjevernu Italiju te sjeverni Balkan, a rasprostire se i na jugoistoku Male Azije. Pojedinačno se pojavljuju i u sjevernoj Africi. Najveća nalazišta ove vrste su u dolinama vapnenačkih Alpa i na riječnom šljunku predalpskog područja (npr. u gornjem toku Rajne, Lecha i Isara). U južnom Tirolu sivkasta vrba pridolazi do 1850 m nadmorske visine na Saiser Alpama, a sjevernu granicu tvore Dunav i Beskidi. U južnonjemačkom alpskom podnožju, na vapnenastim, šljunčanim terasama uz potoke i rijeke (npr. Isar, Inn, Lech, Rajna) koje izviru u planinama raste zajedno s rakitom (*S. purpurea* L.), veleresnom vrbom (*S. daphnoides* Vill.) i bijelom johom (*Alnus incana* (L.) Moench subsp. *incana*). Zastupljena je i na najmlađim šljunčanim obalama u pratnji vrste *Myricaria germanica* (L.) Desv. Uzvodno raste na vapnenačkim vrištinama gdje doseže do 1500 m nadmorske visine s planinskim borom (*Pinus mug*o Turra), osinicom (*Dryas octopetala* L.) i crnjušom (*Erica carnea* L). Pojavu na južnoj strani Alpa karakteriziraju slični položajni uvjeti. Osim toga, ovdje sivkasta vrba raste i na pješčanim, neobrađenim klizištima, a u nižim predjelima je udružena s vučjim trnom, *Hippophae rhamnoides* L. (Schütt 1997).

U kontinentalnom dijelu Hrvatske sivkastu vrbu nalazimo u Gorskom kotaru uz rijeku Kupu i njezine pritoke, zatim na području Žumberka i Samoborskoga gorja, širem

zagrebačkom području te u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske uz rijeku Dravu. Pod utjecajem mediteranske klime sivkasta vrba u Hrvatskoj raste na području Učke i na kninskom području u gornjem toku rijeke Krke.

Sivkasta vrba je poluheliofit s oceanskim klimatskim zahtjevima. Glavno težište njenog pojavljivanja nalazi se u submontanskim umjerenim regijama. Pionirska je biljka, koja raste na otvorenim, šljunčanim i kameno pjeskovitim obalama potoka i rijeka u južnom i sjevernom predalpskom području, a često se pojavljuju i u sastojinama. Preferira izmjeničnu vlagu do umjereno suh, dobro prozračan, vapnenački supstrat (pH 7 do 9) i zahtjeva podzemnu vodu u području korijena. Podnosi poplavu i zatrpavanje nanesenim materijalom kao i opetovano zalijevanje u čemu je dostiže jedino još vrba rakita. Preživljava čak i dugotrajnu poplavnu vodu do 27 % ukupne visine (Schütt 1997).

2. CILJ RADA

Cilj ovoga rada bio je ispitati varijabilnost populacija sivkaste vrbe (*S. elaeagnos*) u Hrvatskoj na materijalu iz sedam prirodnih populacija iz Podravine, Gorskoga kotara, Žumberka, Grobničkoga polja i rijeke Krke.

Morfometrijsko istraživanje populacijske varijabilnosti provedeno je na osnovi deset morfoloških svojstava listova, pri čemu su korištene multivarijatne i deskriptivne statističke metode.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Materijal

U istraživanje je uključeno sedam populacija sivkaste vrbe iz kontinentalnog i mediteranskog dijela Hrvatske (tablica 1). Terenska istraživanja provedena su u srpnju 2019. godine. Terenski rad je obuhvaćao fotografiranje i sakupljanje uzoraka listova za herbariziranje i morfometrijsku analizu. Unutar svake populacije je izabrano po 10 grmova/stabala, a sa svakoga grma/stabla po 20 u potpunosti razvijenih listova s kratkih izbojaka osunčanoga dijela krošnje. Sakupljeni materijal je herbariziran i pohranjen u Zavodu za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku Šumarskoga fakulteta u Zagrebu.

Tablica 1. Opće značajke istraživanih populacija bijele vrbe.

Populacija	Geografska dužina	Geografska širina	Nadmorska visina (m)
Crni Lug	14,703758	45,412818	730
Kupica	14,857479	45,464695	224
Krka	16,181352	44,039069	236
Legrad	16,866667	46,300000	132
Grobnik	14,524369	45,375123	305
Ormoško jezero	16,150000	46,383333	170
Žumberak	15,598564	45,836116	259

3.2. Morfometrijska analiza listova

Listovi su skenirani sa skenerom MICROTEK ScanMaker 4800, pomoću računalnog programa WinFOLIA, dizajniranog posebno za vršenje preciznih morfoloških mjerenja lista. Podaci koji su nastali u programu WinFOLIA pohranjeni su u standardnim ASCII tekstualnim datotekama, koje se lako otvaraju programima za statistiku ili proračunskim tablicama kao što je Microsoft Office Excel.

Na svakome listu su mjereni sljedeći parametri: površina plojke (LA); opseg lista (P); koeficijent oblika (FC); dužina plojke (LL); maksimalna širina plojke (MLW); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMLW); širina plojke na 90 % dužine plojke (LW2); kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); kut

koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2) i dužina peteljke (PL).

3.3. Statistička obrada podataka

Za svaku istraživanu značajku određeni su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV%). Testirana je i normalnost distribucije podataka (Kolmogorov-Smirnov test) i homogenost varijanci (Leveneov test).

Za utvrđivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti korištena je univarijatna analiza varijance (ANOVA). Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, na način da je faktor "stablo" ugniježđen unutar faktora "populacija". Kako bi se dobio uvid u zastupljenost pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci korištena je metoda najveće vjerodostojnosti (*Restricted Maximum Likelihood Method* – REML).

Za utvrđivanje sličnosti, odnosno različitosti između istraživanih populacija korištena je *cluster* analiza. Analiza je rađena hijerarhijskom metodom udruživanja objekata pri čemu je izrađeno horizontalno hijerarhijsko stablo. Za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata korištene su Euklidove udaljenosti, a za udruživanje UPGMA metoda.

Kod statističke obrade podataka korišten je programski paket Statistica for Windows (StatSoft, Inc. 2001).

4. REZULTATI

4.1. Deskriptivna statistika

Rezultati deskriptivne statističke analize prikazani su u tablici 2 po populacijama te ukupno za sve populacije zajedno. Za svaku mjerenu morfološku značajku prikazani su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV). Maksimalne vrijednosti označene su crvenom, a minimalne zelenom bojom.

Prosječna površina plojke (LA) za sve populacije obuhvaćene istraživanjem iznosi 3,42 cm^2, dužina plojke (LL) 6,41 cm, najveća širina plojke (MLW) 0,73 cm, dok je prosječna dužina peteljke (PL) 0,37 cm. Prosječan koeficijent varijacije kretao se od 21,45 % za dužinu plojke (LL) do 37,78 % za površinu plojke (LA), što ju čini najvarijabilnijom morfološkom značajkom lista. Odmah iza nje, s prosječnim koeficijentom varijacije od 29,98 % slijedi širina plojke na 90 % njezine dužine (LW2). Najmanje varijabilnim značajkama pokazale su se sljedeće značajke: dužina plojke (CV=21,45 %), opseg lista (CV=22,05 %), maksimalna širina plojke (CV=22,29 %) i kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (CV=22,13 %) i 25 % dužine plojke (CV=22,28 %).

Najveća prosječna površina plojke (4,29 cm^2), kao i najveći opseg lista (17,26 cm), svojstven je populaciji Žumberak. Najduži listovi (7,49 cm) pripadaju populaciji Kupica, dok najširi (0,85 cm) karakteriziraju populaciju Legrad. Listove prosječno najmanje površine (2,02 cm^2), najmanjeg opsega (12,91 cm) te najmanje dužine (5,27 cm) i širine plojke (0,55 cm) ima populacija Grobnik. Najduže peteljke (0,43 cm) ima populacija Kupica, a najkraće (0,31 cm) populacija Krka.

Populacija Grobnik, osim što ima najmanje prosječne vrijednosti za osam od ukupno deset mjerenih morfoloških značajka lista, ima najveći koeficijent varijacije za njih pet: opseg lista (P); koeficijent oblika (FC); udaljenost od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMLW); širinu lista na 90 % dužine plojke (LW2); i dužinu peteljke (PL). S druge strane populacije Crni lug i Legrad pokazale su se najmanje varijabilnim populacijama. Navedene populacije za četiri od ukupno deset mjerenih značajki imaju najmanje koeficijente varijacije.

Tablica 2. Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Deskriptivni pokazatelj	Značajke									
		LA (cm^2)	P (cm)	FC	LL (cm)	MLW (cm)	PMLW (cm)	LW2 (cm)	LA1 (°)	LA2 (°)	PL (cm)
Crni Lug	M	2,42	13,27	0,17	5,79	0,60	2,86	0,24	14,15	8,59	0,39
	SD	0,55	1,71	0,03	0,75	0,09	0,51	0,07	3,15	1,57	0,14
	CV (%)	22,59	12,85	16,92	12,89	15,20	17,78	26,84	22,29	18,24	36,25
Kupica	M	4,02	17,15	0,17	7,49	0,75	3,85	0,35	13,75	8,36	0,43
	SD	1,17	2,84	0,03	1,24	0,12	0,95	0,10	2,28	1,39	0,12
	CV (%)	29,19	16,55	17,07	16,55	16,61	24,68	27,85	16.61	16,66	27,52
Krka	M	3,74	15,86	0,19	6,89	0,75	3,43	0,36	15,45	9,40	0,31
	SD	0,88	2,79	0,05	1,23	0,12	0,76	0,08	3,47	2,21	0,07
	CV (%)	23,63	17,59	24,00	17,85	16,44	22,11	21,63	22,44	23,52	21,89
Legrad	M	3,53	13,34	0,25	5,79	0,85	2,97	0,38	18,64	11,95	0,32
	SD	1,12	2,50	0,04	1,09	0,12	0,56	0,07	2,77	1,47	0,10
	CV (%)	31,60	18,72	14,43	18,74	13,60	18,97	18,75	14,87	12,31	30,75
Grobnik	M	2,02	12,91	0,17	5,27	0,55	2,79	0,26	12,86	8,14	0,35
	SD	0,56	3,75	0,05	0,99	0,10	0,69	0,08	2,77	1,66	0,16
	CV (%)	27,83	29,83	28,84	18,83	17,90	24,84	31,75	21,56	20,42	45,21
Ormoško jezero	M	3,91	15,92	0,20	6,89	0,80	3,43	0,37	15,77	9,68	0,34
	SD	0,92	2,60	0,04	1,12	0,12	0,71	0,09	2,24	1,71	0,13
	CV (%)	23,57	16,35	21,01	16,32	15,29	20,78	23,98	14,22	17,63	39,42
Žumberak	M	4,29	17,26	0,18	7,43	0,79	3,79	0,38	15,05	8,87	0,40
	SD	1,55	3,27	0,03	1,40	0,18	0,89	0,11	3,15	1,68	0,15
	CV (%)	36,19	18,97	19,51	18,90	22,56	23,49	28,82	20,96	18,95	36,22
Ukupno	M	3,42	15,10	0,19	6,51	0,73	3,30	0,33	15,09	9,28	0,37
	SD	1,29	3,33	0,05	1,40	0,16	0,84	0,10	3,34	2,07	0,13
	CV (%)	37,78	22,05	24,57	21,45	22,29	25,46	29,98	22,13	22,28	35,18

4.2. Analiza varijance

Rezultati provedene hijerarhijske analize varijance prikazani su u tablici 3. Crvenom bojom označene su statistički značajne *p* vrijednosti. Provedenom analizom utvrđeno je da se populacije sivkaste vrbe u Hrvatskoj razlikuju za sva analizirana morfološka svojstva lista. Isto tako, razlike između stabala unutar populacija potvrđene su za sva analizirana svojstva.

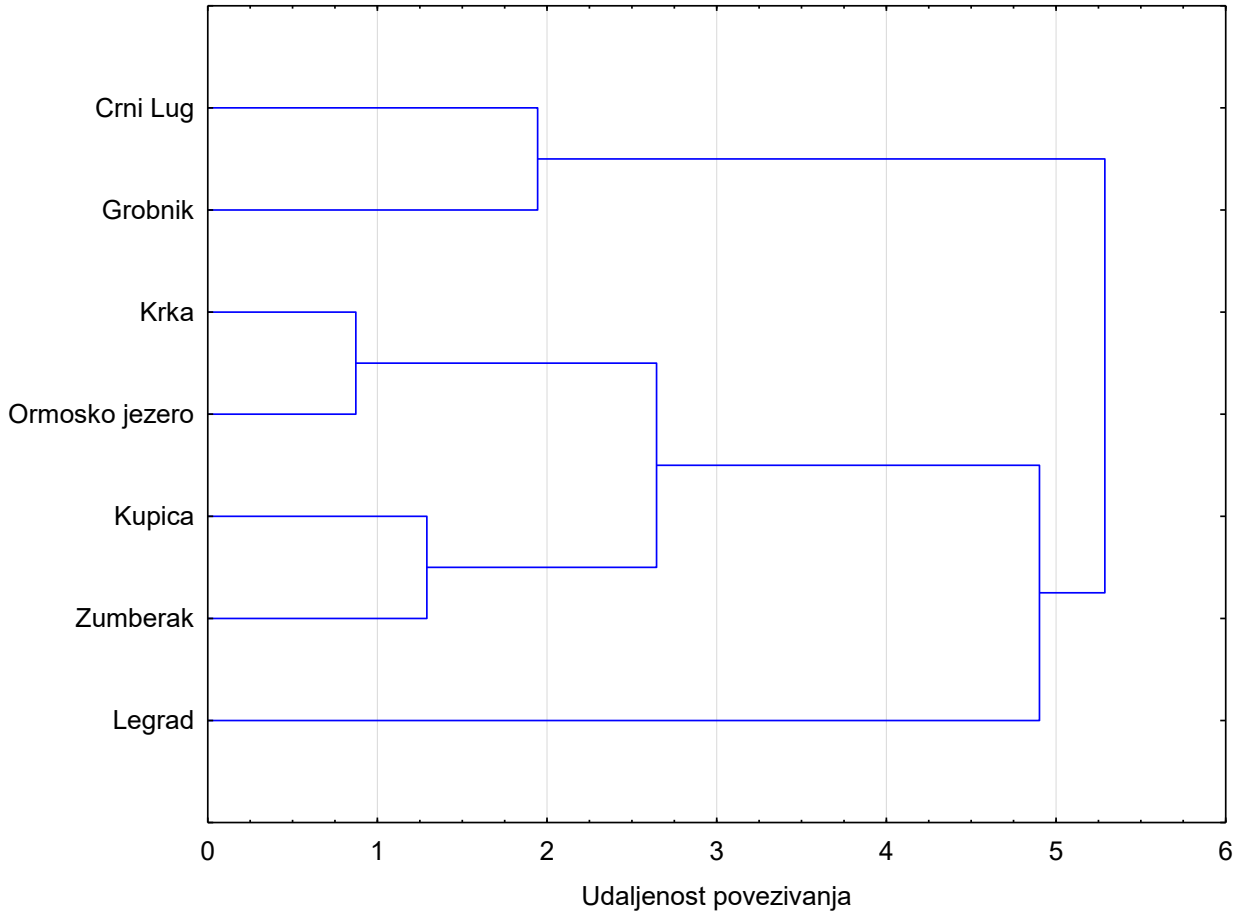
Međupopulacijska varijabilnost veća je od unutarpopulacijske za šest od deset mjerenih značajki lista, dok je unutarpopulacijska veća za sljedeće četiri značajke: opseg lista (P); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMLW); kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); i dužina peteljke (PL).

Tablica 3. Analiza varijance (ANOVA).

Značajka	Sastavnice varijance	df	F	Postotak varijabilnosti	P-vrijednost
LA	Populacija	6	13,31	38,50	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	19,23	29,71	< 0,01
	Ostatak			31,79	
P	Populacija	6	8,53	27,21	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	18,50	34,02	< 0,01
	Ostatak			38,77	
FC	Populacija	6	15,50	33,40	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	10,01	20,70	< 0,01
	Ostatak			45,90	
LL	Populacija	6	11,36	34,59	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	19,60	31,57	< 0,01
	Greška			33,84	
MLW	Populacija	6	21,00	42,59	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	11,20	19,41	< 0,01
	Greška			38,00	
PMLW	Populacija	6	8,83	22,85	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	11,47	26,56	< 0,01
	Greška			50,59	
LW2	Populacija	6	13,47	28,95	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	9,26	20,83	< 0,01
	Greška			50,22	
LA1	Populacija	6	8,29	26,21	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	18,00	33,86	< 0,01
	Greška			39,93	
LA2	Populacija	6	14,97	34,79	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	11,68	22,68	< 0,01
	Greška			42,53	
PL	Populacija	6	7,58	12,35	< 0,01
	Stablo (Populacija)	63	5,14	15,10	< 0,01
	Greška			72,55	

4.3. Klasterska analiza

Rezultati provedene klasterske analize za sedam populacija sivkaste vrbe u Hrvatskoj prikazani su na slici 1. Na dendrogramu su jasno uočljive dvije skupine populacija. Prvu skupinu formiraju populacije Crni Lug i Grobnik, a drugu skupinu populacije Krka, Ormoško jezero, Kupica, Žumberak i Legrad. Unutar druge skupine populacija najviše se razlikuju populacija Legrad. Međusobno najsličnije populacije su Krka i Ormoško jezero, na koje se nadovezuju populacije Kupica i Žumberak.



Slika 1. Horizontalno hijerarhijsko stablo sedam populacija sivkaste vrbe u Hrvatskoj, pri čemu je za udruživanje klastera korištena UPGMA metoda, a za definiranje udaljenosti između istraživanih objekata Euklidova udaljenost.

5. ZAKLJUČCI

Sivkasta vrba je listopadni grm ili manje stablo iz porodice Salicaceae. Radi se o poluheliofitnoj vrsti. Pionirska je vrsta, koja raste na otvorenim šljunčanim i kameno pjeskovitim obalama potoka i rijeka.

Završni rad obuhvatio je sedam prirodnih populacija sivkaste vrbe iz kontinentalnog i submediteranskog područja Hrvatske. Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike u svih mjerenih morfoloških značajka lista na unutarpopulacijskom i međupopulacijskom nivou.

Najvarijabilnijim morfološkim značajkama lista pokazale su se površina plojke (LA) i širina plojke mjerena na 90 % dužine plojke (LW2), a najmanje varijabilnim dužina plojke (LL), opseg lista (P), maksimalna širina plojke (MPW), kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1) i kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2).

Prosječno najveći listovi (LA=4,29 cm2), kao i njihov najveći opseg (P=17,26 cm), zabilježeni su u populacije Žumberak. Najduži listovi (LL=7,49 cm) bili su svojstveni populaciji Kupica, a najširi (MLW=0,85 cm) populaciji Legrad. Listove prosječno najmanje površine (LA=2,02 cm2), najmanjeg opsega (P=12,91 cm) te najmanje dužine (LL=5,27 cm) i širine plojke (MLW=0,55 cm) imala je populacija Grobnik. Najduže peteljke (PL=0,43 cm) karakterizirale su populaciju Kupica, a najkraće (PL=0,31 cm) populaciju Krka.

Klasterskom analizom je utvrđeno da su najsličnije populacije Krka i Ormoško jezero, koje su ujedno i geografski najudaljenije. Istraživanjem nije utvrđena geografska strukturiranost populacija. Iako dobiveni rezultati ne upućuju na odvajanje populacija iz mediteranske i kontinentalne regije dobiveni rezultati mogu se tumačiti po ekološkom principu. Naime populacije Krka, Ormoško jezero, Kupica, Žumberak i Legrad su populacije koje rastu uz vodene površine, dok su populacije Crni Lug i Grobnik značajno udaljene od vodenih tokova.

Ovim istraživanjem dobiven je uvid u raznolikost i strukturiranost populacija sivkaste vrbe u Hrvatskoj. Ovaj rad može poslužiti kao osnova za daljnja morfometrijska i molekularno-biološka istraživanja ove u Hrvatskoj rijetke drvenaste vrste.

6. LITERATURA

Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija, Stanbiro, 470 str., Zagreb.

Idžjotić, M., 2009: Dendrologija list. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 903 str., Zagreb.

Idžjotić, M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski Fakultet, 671 str., Zagreb.

Idžojtić, M., 2006: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 256 str., Zagreb.

Nikolić, T., 2013: Sistematska botanika – Raznolikost i evolucija biljnog svijeta, Alfa d.d., 630., 631., 632. i 633. str., Zagreb.

Žufa, L., 1987: Vrbe. U: Šumarska enciklopedija III.,, Jugoslavenski Leksikografski Zavod »Miroslav Krleža«, 596. str., Zagreb.

Schütt, P., 1997: *Salix elaeagnos*. U: Enzyklopädie der Holzgewächse III-3, 10 Erg. Lfg. 12/97: 1-5., Ludwig-Maximilians-Universität München, München.

StatSoft, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.

WinFolia TM, 2001: Regent Instruments Inc., Quebec, Canada, version PRO 2005b.