

# Populacijska varijabilnost rakite (*Salix purpurea* L.) u Hrvatskoj prema morfološkim obilježjima listova

---

Šantić, Gabrijela

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:400822>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-20**



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**

**GABRIJELA ŠANTIĆ**

**POPULACIJSKA VARIJABILNOST RAKITE (*Salix purpurea* L.)**

**U HRVATSKOJ**

**PREMA MORFOLOŠKIM OBILJEŽJIMA LISTOVA**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB (RUJAN, 2020.)**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
<b>Predmet:</b>	Dendrologija
<b>Mentor:</b>	Doc. dr. sc. Igor Poljak
<b>Asistent – znanstveni novak:</b>	Antonio Vidaković, mag. ing. silv.
<b>Studentica:</b>	Gabrijela Šantić
<b>JMBAG:</b>	0068232265
<b>Akad. godina:</b>	2019./2020.
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	Zagreb, 25. rujna 2020. godine
<b>Sadržaj rada:</b>	Slika: 3 Tablica: 4 Navoda literature: 8 Stranica: 16
<b>Sažetak:</b>	<p>Cilj ovoga rada bio je utvrditi varijabilnost prirodnih populacija rakite (<i>Salix purpurea</i> L.) na temelju morfoloških značajka listova. Rad je obuhvatio ukupno osam prirodnih populacija vrbe rakite iz kontinentalnog i mediteranskog dijela Hrvatske. Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost utvrđena je na osnovi devet morfoloških svojstava listova, pri čemu su korištene multivarijantne i deskriptivne statističke metode. Prosječan koeficijent varijacije kretao se od 23,22 % za 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) do 47,09 % za površinu plojke (LA). Provedenom analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike za sve mjerene značajke listova na unutarpopulacijskoj i međupopulacijskoj razini. Klusterskom analizom utvrđeno je da su međusobno najbližnije populacije Cetina i Perušić te da se trend grupiranja populacija može objasniti ekološko-geografskim principom.</p>



**IZJAVA  
O IZVORNOSTI RADA**

OBŠF 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 koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

---

*vlastoručni potpis*

*Gabrijela Šantić*

*U Zagrebu, 22. rujna 2020. godine.*

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Rod <i>Salix</i> L. ....	1
1.2. Morfologija i biologija vrbe rakite.....	3
1.3. Prirodna rasprostranjenost i ekološke značajke vrbe rakite.....	5
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 .....	13
4.3. Klusterska analiza .....	14
5. ZAKLJUČAK.....	15
6. LITERATURA .....	16

# 1. UVOD

## 1.1. Rod *Salix* L.

*Salix* L., vrbe, rod je koji obuhvaća više od 300 vrsta drveća, grmova i polugrmova, što ga čini izuzetno bogatim rodом u porodici Salicaceae. Najbrojnije su svojte koje rastu u obliku grmova sa šibastim izbojcima, a rijetko i kao niža stabla. Izuzetak čini bijela vrba (*S. alba* L.) koja doseže visinu 25 (30) m. Vrste ovoga roda imaju široko područje rasprostranjenosti, od toplih do hladnih područja, u Europi, Aziji i sjevernoj Africi. Sjeverna Zemljina polutka osobito je bogata vrstama ovoga roda, dok su na južnoj polutki znatno manje rasprostranjene, a u Australiji ih niti nema. U izrazito suhim klimatskim prilikama na visokim planinama i Arktiku rastu kao patuljasti, polugrmoviti i zeljasti oblici, čega je primjer arbor minima ili vrbica, *S. herbacea* L. (Herman 1971; Žufa 1987).

Kroz povijest pronađeni su mnogi fosilni ostatci vrba iz razdoblja gornje krede. U eocenskim naslagama pronađeni su fosilni ostatci listova vrba, dok je u razdoblju oligocena pronađen i njihov pelud. Povlačenjem leda vrbe su se naselile sve do Arktika (Nikolić 2013; Herman 1971; Žufa 1987).

Vrbe se ne odlikuju značajnom kvalitetom drveta, ali imaju dosta drugih bitnih značajki. Koriste se u kulturama zbog izrazito brzog prirasta drvne mase, a neke vrste imaju koru bogatu taninom. Nekada se tvrdi liko, odnosno tkivo sekundarne kore u vrba koristio kao vrtlarski liko u obliku izoliranih vlaknastih traka, ali je u današnje vrijeme zamijenjen sintetičkim proizvodima. Pored navedenog, važnost vrba očituje se i u farmaceutskoj industriji. Naime, zbog prisutnosti različitih ljekovitih kemijskih spojeva u kori i listovima vrba, one imaju antipiretski, antiflogistički i analgetski učinak. Početkom 19. stoljeća iz kore vrbe prvi puta je izolirana poznata salicilna kiselina. Košaračka vrba (*S. viminalis* L.) se zbog svojih savitljivih grana koristi za pletenje različitih predmeta, a neke svojte imaju i osobit hortikulturni značaj (Nikolić 2013).

Sve vrste vrba pripadaju skupini heliofita i higrofitu. Imaju skromne zahtjeve na hranjivost tla te su otporne na niske temperature. Preferiraju povoljan fizikalni sastav tla, osobito dobro prozračena i svježja tla. Teška i kompaktna tla s ustajalom vlagom rijedak su dom vrbama, no u pogledu stanišnih uvjeta postoje znatne razlike između nekih vrsta ovoga roda. Lako naseljavaju otvorena, mlada zemljišta uz vodotoke u nizinama i planinama. Zbog navedenih osobina i obilne proizvodnje sjemena svrstava ih se, zajedno s topolama i johama, u pionirske vrste (Žufa 1987; Herman 1971).

Cvjetovi u vrba su entomofilni i jednospolni. Nalaze se na dvodomnim biljkama i imaju jednostavnu građu. Cvjetovi su pojedinačni sa svilenasto dlakavim, cjelovitim pricvjetnim listovima, dok predlistiće nemaju. Veličina cvjetova varira od 2 mm do 2 cm, a pri njihovoj osnovi razvijaju se jedna do dvije nektarijske ljuske. Oni izgrađuju jednospolne cvatove (rese, *amentum*), muške i ženske mace. Muški cvjetovi su većinom žute ili crvene boje i sadrže dva do 30 fertilnih prašnika koji ponekad međusobno srastu u jednokratni andracej, sraštavanjem prašničkih niti u snopić. Broj prašnika u muškom cvijetu razlikuje se od vrste do vrste. Ženski su cvjetovi zelenkastožuti. Tučak je cenokarpan i parakarpan, građen od dva do četiri plodna lista, sinstilooveran (srasle su plodnice i vratovi, a njuške su slobodne) i nadržao. Sjemenih zametaka ima puno, od 20 do 100. Cvatovi se nalaze u pazušcima listova. Neke vrste vrba cvjetaju prije listanja, druge za vrijeme, a neke odmah nakon listanja (Nikolić 2013; Herman 1971; Žufa 1987).

Oprašivanje vrba vrše kukci – entomofilija. Pojava krutih resa, intenzivnog žutog peluda na prašnicima kao i dobro razvijen nektarij pospješuju ovakav način oprašivanja, osobito u rano proljeće kada je izvor nektara oskudan. Važno je spomenuti i pojavu amfobilije, odnosno kombinacije oprašivanja vjetrom i kukcima u različitom omjeru, uvjetovano ekološkim uvjetima te brojnosti oprašivača (Nikolić 2013).

Plod vrba je suhi pucavac, tobolac, koji se otvara duž linije sraštavanja dvaju plodnih listova. Svake godine vrbe stvaraju obilne količine sjemena, no ono je većinom gluho. Sjeme je sitno, veličine svega do 1,5 mm te sazrijeva u svibnju i lipnju. Opremljeno je dugačkim dlakama vezanim za funikulus te se na taj način prilagodilo anemohoriji. Sjemenke uglavnom rijetko sadrže endosperm, odnosno rezervno hranjivo, a većinom ga uopće i nemaju. Sjemeni lupina dosta je tanka pa je dehidracija sjemena u prirodnim uvjetima dosta brza te zbog toga sjemenke gube klijavost nakon svega nekoliko dana. U optimalnim uvjetima sjeme brzo klije. Razvijaju se dvije ravne do konveksne supke. Embrij je klorofilni, a s obzirom na to da sjeme ne podnosi pokrivanje zemljom, način klijanja je epigejski. Tako uzgojene biljke sporo se razvijaju tijekom prve tri godine razvoja, dok se vrbove reznice zakorjenjuju brže od svih ostalih vrsta drveća. Ispod kore se u vrba, na osnovi pupova, nalaze i zamci korijena koji se u normalnim uvjetima dalje ne razvijaju. Zbog toga se vrbe u pravilu razmnožavaju reznicama, a ponekad i kolcima (Nikolić 2013; Herman 1971; Žufa 1987).

Pupove u vrba pokriva samo jedna ljuska koja nalikuje na kapuljaču. Raspored pupova je naizmjeničan te su često obrasli gustim dlakama. Na dugačkim izbojcima većinom nema vršnog pupa (Herman 1971; Žufa 1987; Nikolić 2013).

Plojka listova je u većine vrba bifacijalna. Raspored listova je naizmjeničan, a izuzetak je vrba rakita (*S. purpurea* L.), u koje su listovi pri vrhu izbojaka nasuprotno raspoređeni. Listovi su jednostavni, imaju kratku peteljku, sjedeći su i raznovrsnih oblika, od linearnih, ovalnih, eliptičnih do obrnuto jajastih. Mogu biti više ili manje šiljasti te dlakavi ili goli. Rub lista u pojedinim vrsta se također razlikuje pa tako nalazimo cijeli, nazubljeni, ravni, valoviti ili pak podvinuti rub. Rijetka je pojava ista boja lista s obje strane. Donja strana lista obično je svjetlije, bijelo ili sivo dlakavo, a nervatura može biti izražena ili ne. Palistići su većinom prisutni, u nekim slučajevima su mali i brzo otpadnu, dok su u drugim dobro razvijeni i postojani (Herman 1971; Žufa 1987; Nikolić 2013).

Grane se u pojedinim vrsta vrba razlikuju. Mogu biti viseće ili uspravne, vitke ili pak čvorave, razgranate, žilave, elastične, krte i lomljive te raznoliko obojene. Nalazimo ih i kao dlakave i pokrivene voskom te gole i sjajne. Grananje je u vrba simpodijalno (Herman 1971; Žufa 1987; Nikolić 2013).

Kora je u nekih vrba duboko ispucala i otpada u velikim trakama, u drugih se ljušti kao što je to slučaj u platana, a u nekih lako puca te otpada u tankim pločicama.

Korijenje je u većine vrsta čupavo i bogato te rasprostranjeno u širinu, ali je veoma plitko. Glavni korijen brzo zakržlja, ali ga zamijeni brojno postrano korijenje.

## 1.2. Morfologija i biologija vrbe rakite

*Salix purpurea* L., rakita, gusto je razgranati uspravni grm, visok do 6 m (slika 1). Kora debla siva je i glatka te takva ostaje dugo vremena. Izbojci su šiboliki, dugi, tanki, okruglasti ili pak slabo bridasti. Odlikuju se savitljivošću, goli su i sjajni. Boja im varira od žućkaste, sivkastocrne, zelenkastosmeđe do purpurne. Posuti su sitnim, pojedinačnim lenticelama, a nalaze se obično ispod pupova (Herman 1971; Idžojtić 2005).

Pupovi su na izbojcima spiralno raspoređeni. U gornjem dijelu izbojka su nasuprotni ili koso nasuprotni. Obično su izduženi, spljošteni te tupo ušiljeni. Na izbojku su tijesno priklonjeni s malo otklonjenim vrhovima. Pokriva ih samo jedna sjajna i gola ljuska, a vršni pup nije razvijen. Boja ljuske varira od tamnogramizne, žućkaste do zelenkastosmeđe. Cvjetni pupovi obično su veći od lisnih pupova. Ožiljak otpalog lista nalazi se na proširenom lisnom jastučiću. Uzak je i sadrži tri traga provodnih snopića (Idžojtić 2005).

Listovi su najširi u gornjoj trećini dužine, jednostavni su i obrnuto kopljasti (slika 2). Imaju kratko šiljasti vrh i klinastu osnovu, a rub im je napiljen samo u gornjoj polovici njegove dužine. Dužina lista kreće se od 5 do 10 cm, a širina od 12 do 20 mm. Peteljka je



duga svega 2 do 5 mm. Boja lista odozgo je zelena, a odozdo sivkastozielena ili plavkastozielena. Na listu se jasno ističe jedna srednja žila koja je zajedno s peteljkom žute boje. Listovi u jesen prije otpadanja poprimaju zagasito purpurnu boju. Nervatura lista je perasto mrežasta, a palistići mu nisu razvijeni. Listovi su listopadni i zeljasti (Idžojić 2009).



**Slika 1.** *Salix purpurea* L. – habitus.



**Slika 2.** *Salix purpurea* L. - listovi.

Rakita je dvodomna vrsta. Cvjetovi su jednospolni i entomofilni te nemaju ocvijeća. Muški cvjetovi imaju dva prašnika koji su dvostruko duži od zaliska. Prašničke niti su bijele. Dlakave su na osnovi te su cijelom dužinom međusobno srasle. Zbog srastanja izgleda kao jedan prašnik s četiri teke. Prašnice su prije otvaranja grimizne, u vrijeme cvjetanja žute, a nakon oprašivanja su crne boje. Nektarij se nalazi na osnovi prašničke niti. Ženski cvjetovi imaju jednogradnu, sjedeću, kratko stožastu, tupu, gusto dlakavu i nadraslu plodnicu. Zalistak je kraći od plodnice, vrat je dosta kratak, a njuška je debela i djelomično razdijeljena. Nektarij se nalazi na osnovi plodnice. Cvjetovi, i muški i ženski, nalaze se u pazušcu obrnuto jajastog, tupog ili pak zaobljenog zaliska koji je dlakav sa svijetlom osnovom i tamnosmeđim do crnim vrhom. Više cvjetova zajedno nalaze se u uspravnim, sjedećim i uskim valjkastim resama. Rese mogu biti ravne ili savijene. Muške rese dugačke su 3 do 5 cm te široke 1 cm, dok su ženske dugačke 2 do 4 cm i široke 5 do 10 mm. Rakita cvjeta u ožujku i travnju, prije listanja (Idžojić 2013).

Plodovi su jajasti, zelenkastožuti, kasnije svijetlosmeđi. Tip ploda je dvodijelni i višesjemeni, sjedeći tobolac. Dozrijeva od travnja do lipnja. Otvara se te oslobađa sjemenke. Sjemenke su valjkaste i sitne, tamnozeleno boje. Dužine su svega 1,1 do 1,3 mm i širine 0,4 do 0,5 mm. Na osnovi sjemenke nalazi se čuperak bijelih dlačica. Anemohorne su i hidrohorne (Idžojić 2013).

### 1.3. Prirodna rasprostranjenost i ekološke značajke vrbe rakite

Vrba rakita široko je rasprostranjena vrsta na području Euroazije. Sjeverna granica prolazi Velikom Britanijom preko sjeverne Njemačke (Holstein), obale Baltičkog mora i područja Ladoškog jezera te Srednje Azije i Kine. Nalazimo je i u europsko mediteranskom području kao i u uskom obalnom pojasu sjeverne Afrike. Južna granica rasprostiranja prolazi kroz Malu Aziju, Perziju, Turkestan i Kinu sve do Japana (Herman 1971; Schütt 1997).

U Alpama (Valais) ova vrsta vrbe raste i do 2300 m nadmorske visine. To je njezina gornja granica rasprostiranja, a najčešće je zastupljena u kolinskoj i subalpskoj razini do oko 1200 m nadmorske visine.

Vrba rakita heliofilna je vrsta suboceanske klime čiji je glavno težište rasprostiranja na submontanskim područjima u srednjoj Europi. Otporna je na mraz i sušu, čvrsta je i vrlo tolerantna pionirska biljka koja svoj optimum pronalazi na vapnenačkim, naizmjenično aluvijalnim tlima, a posebno na obalama rijeka i potoka, kao i na šljunčanim i pješćanim obalama rijeka na sjevernom rubu Alpa (Schütt 1997).

Naročito bujan razvoj rakite zabilježen je u zajednicama s veleresnom vrbom (*S. daphnoides* Vill.), sivkastom vrbom (*S. elaeagnos* Scop.) i bademastom vrbom (*S. triandra* L.). Ona podjednako dobro raste na mulju, pijesku i šljunku te povremeno čak i na kamenitim padinama. Ako je opskrba korijenskog sustava kisikom osigurana i minimalnim kretanjem vode, rakita dobro uspijeva i u močvarama. Dokazano je da je u kulturama rakite njezina tolerancija još veća pa tako nakon sadnje uspijeva u mnogo širem rasponu pH tla (3,5-8,0) nego u prirodnim sastojinama (Schütt 1997).

## 2. CILJ RADA

Cilj ovoga rada bio je ispitati varijabilnost i strukturiranost populacija vrbe rakite (*S. purpurea*) u Hrvatskoj na temelju morfoloških značajka listova iz osam prirodnih populacija iz kontinentalnog i mediteranskog dijela Hrvatske.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Materijal

Uzorci listova za morfometrijsku analizu sakupljeni su iz osam populacija vrbe rakite tijekom 2019. godine (tablica 1). Istraživanjem su obuhvaćene tri populacije iz mediteranskog (Cetina, Grobnik, Mirna) i pet populacija (Jelas Polje, Lonjsko Polje, Perušić, Zagreb Sava, Žumberak) iz kontinentalnog dijela Hrvatske.

Terenski rad je obuhvaćao fotografiranje i sakupljanje uzoraka listova za herbariziranje i morfometrijsku analizu. Unutar svake populaciji je izabrano po 10 grmova, a sa svakoga grma po 20 u potpunosti razvijenih listova s kratkih izbojaka. Sakupljeni materijal je herbariziran i pohranjen u Zavodu za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

**Tablica 1.** Opće značajke istraživanih populacija vrbe rakite.

Populacija	Geografska dužina	Geografska širina	Nadmorska visina (m)
Cetina	16,629497	43,775715	298
Grobnik	14,524369	45,375123	305
Jelas polje	17,866176	45,118970	92
Lonjsko polje	16,838765	45,308766	90
Mirna	13,533741	45,225039	28
Perušić	15,420334	44,654396	554
Zagreb - Sava	15,991727	45,788608	107
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); dužina plojke (LL); maksimalna širina plojke (MLW); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMLW); širina plojke na 50 % dužine plojke (LW1); 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 klastera *Complete Linkage* 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 tablicama 2 i 3 po populacijama te za sve populacije zajedno. Za svaku mjerenu morfološku značajku prikazani su sljedeći deskriptivni pokazatelji: aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV). Maksimalne vrijednosti prikazane su crvenom, a minimalne zelenom bojom.

Prosječna površina plojke (LA) za sve populacije obuhvaćene istraživanjem iznosila je 3,73 cm<sup>2</sup>, prosječna dužina plojke (LL) 5,00 cm, prosječna najveća širina plojke (MLW) 1,02 cm i prosječna dužina peteljke (PL) 0,53 cm.

Visok stupanj varijabilnosti zabilježen je za površinu plojke (LA; CV=47,09 %) i za širinu plojke mjerenu na 90 % njezine dužine (LW2; CV=46,76 %). S druge strane najmanje varijabilnim značajkama pokazale su se sljedeće varijable: 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 (CV=23,22 %) i 10 % dužine plojke (CV=23,96 %).

Najveća prosječna površina plojke (5,52 cm<sup>2</sup>), kao i najširi listovi (1,30 cm) svojstveni su populaciji Lonjsko polje, a najduži listovi (6,32 cm) populaciji Zagreb Sava. Listove prosječno najmanje površine (1,77 cm<sup>2</sup>), najmanje dužine (3,77 cm) i širine (0,67 cm) ima populacija Grobnik. Najduže peteljke (0,78 cm) ima populacija Lonjsko polje, a najkraće (0,40 cm) populacija Mirna.

Populacija Perušić ima najviše koeficijente varijacije za četiri značajke: površinu plojke lista (LA), 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 25 % dužine plojke (LA2) te dužinu peteljke (PL). S druge strane populacija Lonjsko polje pokazala se kao najmanje varijabilna populacija. U navedene populacije najniži koeficijenti varijacije zabilježeni su za sljedeća svojstva: najveća širina plojke (MLW), širina plojke mjerena na 50 % njezine dužine (LW1) 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 (LA1) i 25 % dužine plojke (LA2).

Prosječne vrijednosti za osam od devet mjerenih morfoloških značajki lista veće su u kontinentalnih populacija u odnosu na one iz mediteranskog područja Hrvatske. Tako kontinentalne populacije imaju veće prosječne vrijednosti za sljedeće značajke: površinu plojke (4,50 cm<sup>2</sup>), dužinu plojke (5,48 cm), maksimalnu širinu plojke (1,14 cm), dužinu plojke mjerenu od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (3,34 cm), širinu plojke na 50 % dužine (1,06 cm) i 90 % dužine (0,58 cm), 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 (14,98°) te dužinu peteljke (0,58 cm). Mediteranske populacije imaju veću prosječnu vrijednost za 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 (23,66°).

Mediteranskim populacijama svojstveni su visoki koeficijenti varijacije za varijable koje opisuju oblik lisne plojke te za varijable koje se odnose na širinu lista. S druge strane kontinentalne populacije karakteriziraju visoki koeficijenti varijacije za dužinu plojke (LL) i dužinu peteljke (PL).

**Tablica 2.** Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Deskriptivni pokazatelj	Značajka								
		LA (cm <sup>2</sup> )	LL (cm)	MLW (cm)	PMLW (cm)	LW1 (cm)	LW2 (cm)	LA1 (°)	LA2 (°)	PL (cm)
Cetina	M	2,76	4,33	0,93	2,65	0,87	0,53	29,44	17,67	0,47
	SD	0,72	0,65	0,39	0,43	0,40	0,44	4,07	2,61	0,15
	CV (%)	26,16	15,06	42,01	16,05	45,90	82,82	13,84	14,76	31,47
Grobnik	M	1,77	3,77	0,67	2,08	0,64	0,28	21,08	13,29	0,42
	SD	0,39	0,46	0,10	0,32	0,10	0,06	3,90	2,29	0,13
	CV (%)	22,06	12,33	14,91	15,33	14,98	22,64	18,48	17,25	30,37
Mirna	M	2,24	4,18	0,76	2,57	0,70	0,39	19,68	12,53	0,40
	SD	0,80	0,86	0,14	0,57	0,13	0,10	3,12	2,18	0,09
	CV (%)	35,66	20,59	18,42	22,29	18,41	24,57	15,86	17,36	22,77
Jelas Polje	M	4,24	5,08	1,16	3,09	1,08	0,59	26,01	16,63	0,50
	SD	1,59	1,06	0,26	0,73	0,25	0,18	5,05	3,45	0,21
	CV (%)	37,52	20,95	22,52	23,54	22,93	31,14	19,40	20,74	42,50
Lonjsko Polje	M	5,52	5,74	1,30	3,65	1,19	0,76	23,30	14,83	0,78
	SD	1,51	1,03	0,19	0,72	0,16	0,19	3,04	2,00	0,21
	CV (%)	27,35	17,94	14,52	19,68	13,21	25,15	13,04	13,47	27,48
Perušić	M	2,93	4,17	0,96	2,41	0,91	0,46	28,75	17,83	0,40
	SD	1,12	0,84	0,20	0,55	0,20	0,14	5,86	3,70	0,17
	CV (%)	38,29	20,22	21,20	22,74	21,81	29,77	20,39	20,74	43,13
Zagreb Sava	M	5,16	6,32	1,18	3,80	1,09	0,53	21,30	13,35	0,78
	SD	1,32	0,83	0,21	0,60	0,20	0,15	3,88	2,56	0,29
	CV (%)	25,55	13,09	17,99	15,75	18,46	27,40	18,24	19,21	36,39
Žumberak	M	4,64	6,07	1,11	3,76	1,01	0,54	18,81	12,28	0,44
	SD	1,39	1,05	0,19	0,78	0,18	0,12	3,46	2,15	0,13
	CV (%)	29,91	17,35	17,21	20,68	17,59	22,26	18,40	17,48	28,88

Maksimalne vrijednosti označene su crvenom, a minimalne zelenom bojom.



**Tablica 3.** Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Deskriptivni pokazatelj	Značajka								
		LA (cm <sup>2</sup> )	LL (cm)	MLW (cm)	PMLW (cm)	LW1 (cm)	LW2 (cm)	LA1 (°)	LA2 (°)	PL (cm)
Mediteran	M	2,31	4,13	0,80	2,47	0,75	0,41	23,66	14,63	0,43
	SD	0,79	0,73	0,28	0,52	0,28	0,29	5,80	3,34	0,13
	CV (%)	34,09	17,73	34,91	20,98	37,27	71,01	24,52	22,82	29,48
Kontinent	M	4,50	5,48	1,14	3,34	1,06	0,58	23,63	14,98	0,58
	SD	1,66	1,24	0,24	0,86	0,22	0,19	5,59	3,50	0,27
	CV (%)	36,83	22,60	20,97	25,79	20,77	32,45	23,67	23,39	45,94
Ukupno	M	3,73	5,00	1,02	3,04	0,95	0,52	23,64	14,86	0,53
	SD	1,76	1,26	0,30	0,87	0,28	0,24	5,66	3,45	0,24
	CV (%)	47,09	25,24	29,49	28,50	29,90	46,76	23,96	23,22	45,18

Maksimalne vrijednosti označene su crvenom, a minimalne zelenom bojom.

## 4.2. Analiza varijance

Rezultati provedene hijerarhijske analize varijance prikazani su u tablici 4. Crvenom bojom označene su statistički značajne  $p$  vrijednosti. Provedenom analizom utvrđeno je da se populacije rakite u Hrvatskoj razlikuju za sva analizirana morfološka svojstva lista. Razlike između stabala unutar populacija također su potvrđene za sva analizirana svojstva.

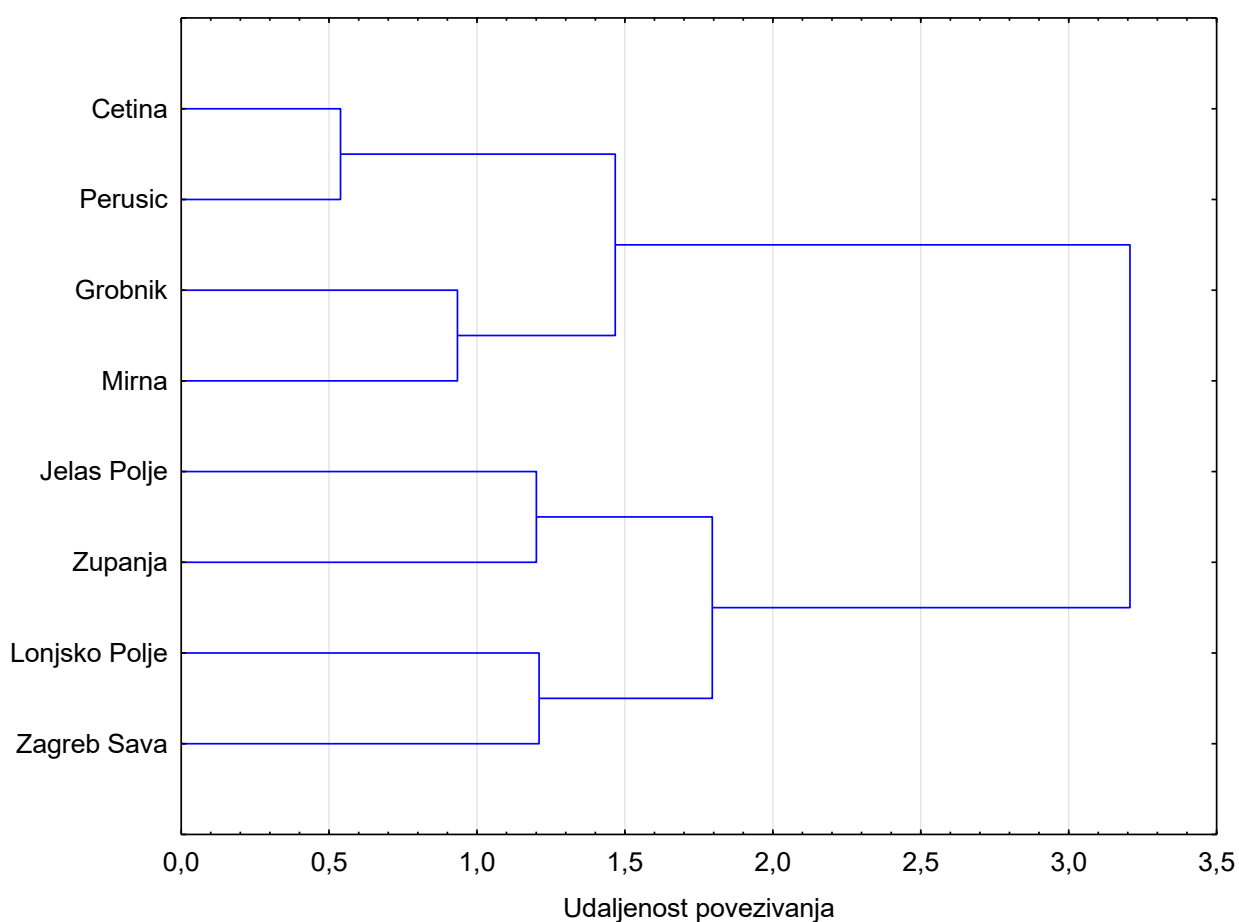
Međupopulacijska varijabilnost veća je od unutarpopulacijske za osam od devet mjerenih značajki lista. Veća unutarpopulacijska varijabilnost u odnosu na međupopulacijsku varijabilnost zabilježena je za značajku LA2 (kut koji zatvara glavna lisna žila s pravcem koji je definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke).

**Tablica 4.** Analiza varijance (ANOVA).

Značajka	Sastavnice varijance	df	F	Postotak varijabilnosti	$p$ -vrijednost
LA	Populacija	7	29,65	56,35	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	13,48	16,72	< 0,01
	Ostatak			26,93	
LL	Populacija	7	23,61	53,01	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	16,58	20,54	< 0,01
	Ostatak			26,45	
MLW	Populacija	7	18,09	44,47	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	13,89	21,82	< 0,01
	Ostatak			33,71	
PMLW	Populacija	7	26,99	52,65	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	12,33	17,10	< 0,01
	Ostatak			30,25	
LW1	Populacija	7	16,06	40,74	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	13,43	22,79	< 0,01
	Ostatak			36,47	
LW2	Populacija	7	10,99	28,94	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	10,91	23,81	< 0,01
	Ostatak			47,25	
LA1	Populacija	7	13,40	45,47	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	37,11	35,11	< 0,01
	Ostatak			19,42	
LA2	Populacija	7	9,82	37,66	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	38,95	40,83	< 0,01
	Ostatak			21,50	
PL	Populacija	7	18,53	41,57	< 0,01
	Stablo (Populacija)	69	12,49	21,21	< 0,01
	Ostatak			37,22	

### 4.3. Klasterska analiza

Rezultati provedene klasterske analize za osam populacija vrbe rakite u Hrvatskoj prikazani su na slici 3. Na dendrogramu su jasno uočljive dvije skupine populacija koje se spajaju na udaljenosti povezivanja 3,20. Prvu skupinu formiraju mediteranske populacije Cetina, Grobnik i Mirna kojima je primiješana lička populacija Perušić. Druga skupina populacija formirana je isključivo od populacija iz kontinentalnog područja Hrvatske: Jelas polje, Županja, Lonjsko polje i Zagreb Sava. Međusobno su najsličnije populacije Cetina i Perušić (udaljenost povezivanja 0,52).



Slika 3. Horizontalno hijerarhijsko stablo (dendrogram) za osam analiziranih populacija vrbe rakite.

## 5. ZAKLJUČAK

Rakita je listopadni, do 6 m visoki i gusto razgranati grm. Heliofilna je i pionirska vrsta, koja svoj optimum pronalazi na vapnenačkim tlima, osobito na obalama rijeka i potoka te na šljunčanim i pješčanim staništima.

Završni rad obuhvatio je osam prirodnih populacija vrbe rakite iz kontinentalnog i mediteranskog područja Hrvatske. Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike u svih mjerenih morfoloških značajka lista na unutarpopulacijskom i međupopulacijskom nivou. Prema rezultatima univarijatne analize varijance i izračunatim komponentama varijance određena je veća međupopulacijsku varijabilnost u odnosu na unutarpopulacijsku.

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

Prosječno najveći (LA=5,52 cm<sup>2</sup>) i najširi (MLW=1,30 cm) listovi zabilježeni su u populaciji Lonjsko polje. Najduži listovi (LL=6,32 cm) karakterizirali su populaciju Zagreb Sava. Listove prosječno najmanje površine (LA=1,77 cm<sup>2</sup>) te najmanje dužine (LL=3,77 cm) i širine (MLW=0,67 cm) imala je populacija Grobnik. Najduže peteljke karakterizirale su populacije Lonjsko polje i Zagreb Sava (PL=0,78 cm), a najkraće populaciju Mirna (PL=0,40 cm).

Primjenom klusterske analize dodatno je pojašnjen uzorak variranja i trend diferencijacije populacija, prethodno dobiven metodama deskriptivne statistike, odnosno analize varijance. Klusterskom analizom utvrđeno je da su najsličnije populacije Cetina i Perušić te da se populacije grupiraju prema ekološko-geografskom principu. Općenito, populacijama iz mediteranske regije bile su svojstvene manje plojke u odnosu na kontinentalne populacije.

Provedenim istraživanjem dobivene su spoznaje o raznolikosti i strukturiranosti autohtonih populacija vrbe rakite u Hrvatskoj. Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao osnova za daljnja morfometrijska i molekularno-biološka istraživanja ove vrste.

## 6. LITERATURA

Herman, J., 1971: Šumarska dendrologija, Stanbiro, 181. 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.

Idžjotić, M., 2005: 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.

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

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

Žufa, L., 1987: Vrbe. U: Šumarska enciklopedija III., Jugoslavenski Leksikografski Zavod »Miroslav Krleža«, Zagreb, 596-600 str.