

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Danijela S. Nikolić

**MORFOLOŠKA I EKOLOŠKA
DIFERENCIJACIJA POPULACIJA
KOMPLEKSA *JOVIBARBA HEUFFELII*
(SCHOTT) A. LÖVE & D. LÖVE
(CRASSULACEAE)**

doktorska disertacija

Beograd, 2015.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Danijela S. Nikolić

**MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL
DIFFERENTIATION OF POPULATIONS
OF *JOVIBARBA HEUFFELII* (SCHOTT)
A. LÖVE & D. LÖVE (CRASSULACEAE)
COMPLEX**

doctoral dissertation

Belgrade, 2015.

Podaci o mentoru i članovima komisije:

Mentor:

dr Dmitar Lakušić

vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

Članovi komisije:

dr Jasmina Šinžar-Sekulić

docent, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

dr Vladimir Randelović

redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet

dr Bojan Zlatković

docent, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet

Datum odbrane:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. FAMILIJA CRASSULACEAE DC.	1
1.2. ROD <i>JOVIBARBA</i> (DC. EMEND. KOCH) OPIZ	7
1.2.1. Infragenerička klasifikacija roda <i>Jovibarba</i> (DC. emend. Koch) Opiz	7
1.2.2. Opravdanost izdavanja roda <i>Jovibarba</i> (DC. emend. Koch) Opiz	11
1.3. KOMPLEKS <i>JOVIBARBA HEUFFELII</i>	14
1.4. RASPROSTRANJENJE KOMPLEKSA <i>J. HEUFFELII</i>	18
2. CILJEVI RADA	20
3. MATERIJALI I METODE	21
3.1. BILJNI MATERIJAL	21
3.2. METODE ANALIZE BILJNOG MATERIJALA	23
3.3. STATISTIČKA OBRADA MORFOMETRIJSKIH PODATAKA	29
3.3.1. Struktura varijabilnosti podataka	29
3.3.2. Morfološka diferencijacija analiziranih populacija	30
3.3.3. Uticaj geografskih, orografskih i bioklimatskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera i diferencijaciju populacija	32
3.3.3.1. Uticaj geografskih i orografskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera	32
3.3.3.2. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju analiziranih populacija	32
3.3.3.3. Uticaj podloge na diferencijaciju analiziranih populacija	33
3.3.3.4. Zavisnost između variranja morfoloških karaktera i osnovnih bioklimatskih i geomorfoloških parametara	33
3. 4. HOROLOŠKI I EKOLOŠKI PODACI	34
3.5. LEKTOTIPIFIKACIJA	35
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	36

4.1. STRUKTURA VARIJABILNOSTI MORFOLOŠKIH KARAKTERA.....	36
4.1.1. Promenljivost pojedinačnih kvantitativnih morfoloških karaktera.....	42
4.1.2. Promenljivost pojedinačnih kvalitativnih morfoloških karaktera	56
4.1.3. Morfološke karakteristike nektarija	60
4.1.4. Varijabilnost pojedinačnih kvantitativnih karaktera nektarija	62
4.1.5. Morfološke karakteristike semena.....	64
4.1.5.1. Varijabilnost kvantitativnih morfoloških karaktera semena	65
4.1.6. Morfološke karakteristike polena	66
4.2. MORFOLOŠKA DIFERENCIJACIJA ANALIZIRANIH POPULACIJA	68
4.3. UTICAJ GEOGRAFSKIH, OROGRAFSKIH I BIOKLIMATSKIH FAKTORA NA VARIJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA I DIFERENCIJACIJU POPULACIJA	83
4.3.1. Uticaj geografskih i orografskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera	83
4.3.2. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju analiziranih populacija	85
4.3.3. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju planinskih populacija.....	89
4.3.4. Uticaj podloge na diferencijaciju analiziranih populacija.....	92
4.3.5. Zavisnost između variranja morfoloških karaktera i osnovnih bioklimatskih i geomorfoloških parametara	93
4.4 TAKSONOMSKA INTERPRETACIJA DOBIJENIH REZULTATA	96
4.5. RASPROSTRANJENJE I EKOLOGIJA KOMPLEKSA <i>J. HEUFFELII</i>	98
4.6. DISTRIBUCIJA INFRASPECIJSKIH TAKSONA <i>J. HEUFFELII</i> KOMPLEKSA.....	111
4.7. LEKTOTIPIFIKACIJA.....	118
5. DISKUSIJA	137
5.1. VARIJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA KOMPLEKSA <i>J. HEUFFELII</i>	137
5.2. MORFOLOŠKA DIFERENCIJACIJA ANALIZIRANIH POPULACIJA KOMPLEKSA <i>J. HEUFFELII</i>	140

5.3. UTICAJ GEOGRAFSKIH, OROGRAFSKIH I BIOKLIMATSKIH FAKTORA NA VARIJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA I DIFERENCIJACIJU POPULACIJA KOMPLEKSA <i>J.</i> <i>HEUFFELII</i>	146
5.4. RASPROSTRANJENJE KOMPLEKSA <i>J. HEUFFELII</i>	153
5.5. TAKSONOMSKI ODNOSI	154
6. ZAKLJUČCI	156
7. LITERATURA	158
8. PRILOZI.....	175

Zahvalnica

Ova doktorska disertacija je realizovana u sklopu projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj pod nazivom: Biodiverzitet biljnog sveta Srbije i Balkanskog poluostrva – procena, održivo korišćenje i zaštita. Br. 173030.

Obrada materijala je urađena u Laboratoriji za sistematiku i ekologiju biljaka na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Nišu.

Najveću zahvalnost dugujem svom mentoru idejnom tvorcu ove doktorske disertacije prof. Dmitru Lakušiću, vanrednom profesoru na Biološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu. Izuzetna je čast bila imati prof. Lakušića za mentora od koga sam mnogo naučila i na tome mu puno hvala!

Svojim preciznim i efikasnim instrukcijama, ažurnom korespondencijom i aktivnim učešćem u svim fazama izrade ove doktorske disertacije učinio je da rad na ovom problemu bude lak i produktivan.

Veliku zahvalnost dugujem i dr Jasmini Šinžar-Sekulić, docentu na Biološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, koja je me je svojom neposrednošću i vedrinom ohrabrila i pomogla mi u rešavanju statističkih problema i obradi podataka. Korisnim sugestijama u završnim fazama izrade doktorske disertacije unapredila je sam izgled i strukturu doktorata.

Neizmernu zahvalnost dugujem prof. Vladimiru Ranđeloviću, redovnom profesoru na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerziteta u Nišu, koji me je uveo u svet Botanike i ukazao mi poverenje i čast da budem asistent na njegovim predmetima. Prilikom rešavanja svih problema kao i u toku terenskih istraživanja on je bio tu da me sasluša i pomogne mi.

*Veliku zahvalnost dugujem i dr Bojanu Zlatkoviću, docentu na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerziteta u Nišu, koji je aktivno učestvovao u horološkom delu obrade podataka kompleksa *J. heuffelii*. Svojim izvrsnim poznavanjem flore Balkanskog poluostrva i horologije unapredio je i poboljšao ovaj deo doktorske disertacije a svojim savetima pomogao mi je i u rešavanju nekih drugih problema koji su se javljali u toku izrade ove doktorske disertacije.*

Dr Jasmini Šinžar-Sekulić, prof. Vladimiru Ranđeloviću i dr Bojanu Zlatkoviću se još jednom zahvaljujem na učinjenoj časti da budu članovi komisije za odbranu ove doktorske disertacije.

Kolegama i prijateljima sa Departmana za biologiju i ekologiju, Univerziteta u Nišu se zahvaljujem od srca na podršci svih ovih godina i na prelepoj saradnji, drago mi je da svi na Odseku funkcionišemo kao jedna velika porodica i nadam se da će tako ostati i ubuduće. Ipak ne mogu a da ne pomenem da su moje drage kolege i prijatelji dr Djuradj Milošević, dr Ana Savić, dr Marija Marković aktivno učestvovali u terenskom delu istraživanja. Dragoj Marijani Ilić-Milošević i dr Zorici Šarac se zahvaljujem na prijateljstvu, druženju i spremnosti da pomognu u svakoj situaciji. Veliku zahvalnost dugujem i dragim kolegama koji su mi na razne načine pomagali u toku izrade doktorske teze: dr Marini Jušković, dr Ljubiši Đorđeviću, Jeleni Rajković, Dragani Jenačković, Milici Stojković Piperac, Andrei Žabar Popović, Ivanu Gnjatoviću, Dragani Stojadinović, Mileni Aleksić i dr Saši Stankoviću.

*Veliku zahvalnost dugujem i dragoj kolegini dr Neveni Kuzmanović iz Botaničke bašte u Beogradu koja me je svojim savetima, kolegijalnošću i pomoći oko lektotipifikacije kompleksa *J. heuffelii* jako zadužila. Dr Snežani Vukojičić se*

zahvaljujem na srdačnoj saradnji prilikom svake moje posete Botaničkoj bašti i Herbarijumu. Dr Maji Lazarević se zahvaljujem na druženju i svim korisnim savetima i pomoći tokom doktorskih studija a i kasnije tokom izrade doktorske disertacije. Svim ostalim zaposlenima u Botaničkoj bašti profesorima i asistentima se zahvaljujem na divnoj saradnji i pomoći u bilo kom smislu u toku izrade ove doktorske disertacije.

Veliko hvala i dragoj Milici Rat sa Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu na druženju svih ovih godina i pomoći oko prikupljanja herbarijumskih podataka iz Herbarijuma W i WU u Beču.

Mojoj dragoj Tijani Ilić se zahvaljujem na druženju i na pomoći u svakoj prilici.

Suzani Komatović koja radi u Nacionalnom parku Kopaonik se zahvaljujem na pomoći oko terenskih istraživanja na području Kopaonika. Dr Vladimiru Jovanoviću sa Instituta za biološka istraživanja Siniša Stanković se zahvaljujem na pomoći oko terenskih istraživanja na području Valjeva (Gradac). Porodici Vasilev se zahvaljujem na gostoprimstvu tokom terenskih istraživanja. Svojoj teta Vuki se zahvaljujem na gostoprimstvu tokom boravka u Beogradu. Porodici Stoevski se zahvaljujem na pomoći tokom terenskih istraživanja u Makedoniji. Porodici Nikolić se zahvaljujem na podršci svih ovih godina i što su uvek tu za mene.

I na kraju svojim najbližima, mami Gordani, tati Svetomiru, bratu Dejanu i mom suprugu Milanu najviše hvala što postoje i što su pored mene i uz mene svakog dana i što mi daju vetar u leđa da istrajem u ostvarivanju svojih ciljeva! I mojoj maloj Ivi što je dala novi smisao mom životu što je tu da me nasmeje ali i naljuti, što postoji, sve ovo ima smisla kada si ti pored mene!

Morfološka i ekološka diferencijacija populacija kompleksa *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae)

Rezime

Kompleks *Jovibarba heuffelii* čini grupa morfološki, horološki i ekološki veoma bliskih taksona koji su izvorno opisani kao zasebne vrste: *Diopogon stramineus*, *S. ciliatum*, *S. heuffelii*, *S. kopaonikense*, *S. patens*, *S. reginae-amaliae* i *S. velenovskyi*, i njihovi infraspecijski taksoni: *S. heuffelii* var. *albanicum*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *glabrum*, *S. heuffelii* var. *vestitum*. Taksoni *J. heuffelii* kompleksa su zabeleženi na području centralnog Balkana i Južnih i Centralnih Karpata, na staništima sa širokim dijapazonom nadmorskih visina od 50-2550 m i na različitim podlogama (silikat, krečnjak, serpentinit). Ovakva heterogenost staništa je rezultirala velikom morfološkom varijabilnošću proučavanog kompleksa.

Analiza morfoloških karaktera ovog kompleksa, kao i pronalaženje karaktera koji bi eventualno mogli da se koriste u taksonomiji je vrlo bitno u rešavanju vrlo komplikovane situacije kod ovog kompleksa.

Osnovni ciljevi ovog istraživanja su bili: utvrđivanje osnovnih karakteristika staništa ispitivanog kompleksa, opisivanje varijabilnosti morfoloških karakteristika vegetativnih i reproduktivnih organa ispitivanih taksona u okviru kompleksa *J. heuffelii*, utvrđivanje korelacija između promenljivosti morfoloških karakteristika i ekoloških uslova staništa i utvrđivanje rasprostranjenja istraživanog kompleksa. Konačan cilj ovog rada je provera do sada predloženih taksonomskih statusa istraživanih taksona i eventualna promena njihovog ranga.

U ovom radu je analizirano 14 populacija kompleksa *J. heuffelii* koje pokrivaju veći deo areala kompleksa. Tri populacije predstavljaju tipske populacije za taksone *S. kopaonikense* Pančić (SR-Treska, SR-Nebeske Stolice) i *S. patens* (RO-Domogled). Morfološka analiza je obuhvatila 299 individua a merenje je izvršeno na 51 karakteru. Podaci o ekologiji i rasprostranjenju kompleksa su prikupljeni terenskim istraživanjima, pregledom herbarijumskih zbirki i literature.

Rezultati ove studije su pokazali veću varijabilnost vegetativnih morfoloških karaktera u odnosu na reproduktivne karaktere vrste *J. heuffelii*. Karakteri koji su dali

najveći doprinos u diferencijaciji populacija su: debljina hrskavičavog oboda na listu rozete, dužina cilije na obodu lista rozete i broj listova u rozeti, dužina čašičnog listića, dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja i dužina semena. Karakteri nektarija se ne mogu koristiti kao sistematski karakteri u taksonomiji *J. heuffelii* kompleksa. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) i klaster analiza (UPGMA) svih kvantitativnih karaktera pokazale su diferencijaciju populacija u 4 morfološke grupe: prvu grupu čini populacija BU-Trojanski prolaz, drugu grupu SR- Gradac, treću grupu populacije RO-Domogled, SR-Suvaja i SR-Studenica dok četvrtu grupu čine sve ostale populacije (SR-Nebeske Stolice, SR-Treska, SR-Radan, SR-Besna Kobilica, MA-Mavrovo, SR-Basarski kamik, SR-Stara planina, SR-Pljačkovica i MA-Treskavec). Multipna korespondentna analiza (MCA) kvalitativnih karaktera je pokazala da se samo populacija BU-Trojanski prolaz diferencira po kvalitativnim karakteristikama u odnosu na ostale populacije.

Korelaciona i regresiona analiza su pokazale da od orografskih faktora nadmorska visina, ekspozicija i nagib terena imaju najveći uticaj na varijabilnost morfoloških karaktera *J. heuffelii* kompleksa. Geografski faktori (geografska dužina i širina) i bioklimatski faktori (BIO8- srednja temperatura najvlažnijeg kvartala i BIO4-temperaturna sezonalnost i BIO15 sezonalnost padavina) ostvaruju uticaj na varijabilnost morfoloških karaktera *J. heuffelii* kompleksa. Primećen je trend promene dimenzije organa pod uticajem nadmorske visine i geografske širine. Skoro svi karakteri pokazuju trend smanjenja veličine sa porastom nadmorske visine. Slično, svi karakteri pokazuju trend povećanja dimenzija od severa ka jugu. Rezultati su pokazali da geološka podloga ne utiče značajno na diferencijaciju populacija. Tipske populacije *S. kopaonikense* sa Kopaonika u Srbiji (SR-Nebeske Stolice i SR-Treska) se jasno morfološki diferenciraju od tipske populacije *S. patens* sa Južnih Karpata u Rumuniji (RO-Domogled).

Registrovana varijabilnost bi se mogla tretirati kao morfološka plastičnost, a u taksonomskom smislu bi se mogla interpretirati na nivou varijeteta. Molekularne studije koje su u toku će možda dati dodatnu argumentaciju da se neka od morfoloških grupa definiše na višem taksonomskom nivou. Najperspektivnija je populacija iz Bugarske

(BU-Trojanski prolaz), koja se i na kvalitativnom morfološkom nivou najjasnije odvaja od ostalih populacija.

Ključne reči: *Jovibarba*, *Jovibarba heuffelii*, morfometrija, ekologija, horologija

Naučna oblast: Biologija

Uža naučna oblast: Ekologija, biogeografija i zaštita životne sredine

UDK broj: [582.711.16 : 57.063.6]:[581.4:57.033]]

Morphological and ecological differentiation of population of *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & Löve (Crassulaceae) complex

Abstract

Complex *Jovibarba heuffelii* represents a group of morphologically, chorologically and ecologically very close taxa that were originally described as separate species: *Diopogon stramineus*, *S. ciliatum*, *S. heuffelii*, *S. kopaonikense*, *S. patens*, *S. reginae-amaliae* and *S. velenovskyi* Cheshm., as well as their infraspecies taxa: *S. heuffelii* var. *albanicum*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *glabrum*, *S. heuffelii* var. *vestitum*. Taxa of *J. heuffelii* complex were recorded in the region of Central Balkans and South and Central Carpathians, in habitats within a wide range of altitudes (50-2550 m) and on various substrates (silicate, limestone, serpentinite). This heterogeneity of habitat resulted in high morphological variability of the studied complex.

Analysis of morphological characters recorded in this complex and determining the characters that might be used in taxonomy are very important for resolving the very complicated situation in this complex.

The main goals of this study were to determine: the main characteristics of habitat inhabited by the studied complex, variability of morphological characteristics of vegetative and reproductive organs of studied taxa within the complex of *J. heuffelii*, correlations between the variability of morphological characteristics and ecological conditions of habitats, and the range of the studied complex. The final goal of this paper is a thorough examination of previously suggested taxonomic statuses of studied taxa and possible changes in their ranking.

This paper includes analysis of 14 population of *J. heuffelii* complex, covering most of the combined range of this complex. Three of these populations are type populations, for taxa *S. kopaonikense* Pančić (SR-Treska, SR-Nebeske Stolice) and *S. patens* (RO-Domogled). The morphological analysis included 299 individuals, and measurements were taken for 51 characters. The data on ecology and distribution of this complex were collected in field studies and reviews of herbarium data and literature.

The results of this study have shown greater variability in the vegetative morphological characters than in the reproductive characters of species *J. heuffelii*. The characters with the greatest contribution to differentiation of populations include: thickness of cartilaginous margin on the rosette leaves, length of cilia at the margin of rosette leaves, length of sepals within the calyx, length of the longest flowering stem during the fruit-bearing phase, and length of seeds. The characters of nectaries may not be used as systematic characters in taxonomy of *J. heuffelii* complex. The canonical discriminant analysis (CDA) and cluster analysis (UPGMA) performed on all quantitative characters have shown differentiation of populations into 4 morphological groups: the first group includes population BU-Trojanski prolaz, the second group includes the population SR-Gradac, the third group includes populations RO-Domogled, SR-Suvaja and SR-Studenica, while the fourth group includes all other populations (SR-Nebeske Stolice, SR-Treska, SR-Radan, SR-Besna Kobila, MA-Mavrovo, SR-Basarski kamik, SR-Stara planina, SR-Pljačkovica and MA-Treskavec). The multiple correspondent analysis (MCA) of qualitative characters has shown that only the population BU-Trojanski prolaz was differentiated from other populations according to its qualitative characteristics.

The correlation and regression analyses have shown that among the orographic factors, altitude, exposition and slope of the terrain have the greatest impact on variability of morphological characters in *J. heuffelii* complex. The geographical factors (longitude and latitude) and bioclimatic factors (BIO8- mean temperature of most humid quarter, BIO4-temperature seasonality and BIO15- precipitation seasonality) have pronounced influence on variability of morphological characters of *J. heuffelii* complex. There was a noticeable trend of changes in organ size under the influence of altitude and latitude. Almost all characters have shown the trend of size decrease with altitude increase. In a similar manner, all characters have shown a trend of size increase from North to South. The results have shown that the geological substrate does not contribute significantly to differentiation of populations. The type populations of *S. kopaonikense* from Kopaonik in Serbia (SR-Nebeske Stolice and SR-Treska) are clearly morphologically differentiated from the type population of *S. patens* from the Southern Carpathians in Romania (RO-Domogled).

The recorded variability might be treated as morphological plasticity, while in the taxonomic sense it may be interpreted at the level of variety. The ongoing molecular studies may provide additional argumentation for defining some of the morphological groups at a higher taxonomic level. The population with the highest probability for change is BU-Trojanski prolaz from Bulgaria, as even on the qualitative morphological level it shows the clearest differentiation from other populations.

Key words: *Jovibarba*, *Jovibarba heuffelii*, morphometry, ecology, chorology.

Scientific field: Biology

Field of scientific specialization: Ecology, biogeography and environmental protection

UDC number: [582.711.16 : 57.063.6]: [581.4:57.033]]

1. UVOD

1.1. FAMILIJA CRASSULACEAE DC.

Familija Crassulaceae obuhvata 33 roda i 1500 vrsta (Berger, 1930). Predstavnici ove familije su uglavnom zeljaste sukulente biljke, najčešće sa petočlanim radijalno simetričnim cvetovima i sa dva kruga prašnika. Familija ima skoro kosmopolitsko rasprostranjenje, retka je samo u južnoj Americi i Australiji. Predstavnici ove familije se mogu naći pretežno u umerenom i subtropskom pojasu Severne hemisfere i Afrike najčešće na aridnim i semiaridnim staništima i stenovitim planinskim staništima. Centri diverziteta se nalaze u Meksiku, Južnoj Africi, Mediteranskoj oblasti i na Himalajima (Ham & 't Hart, 1998).

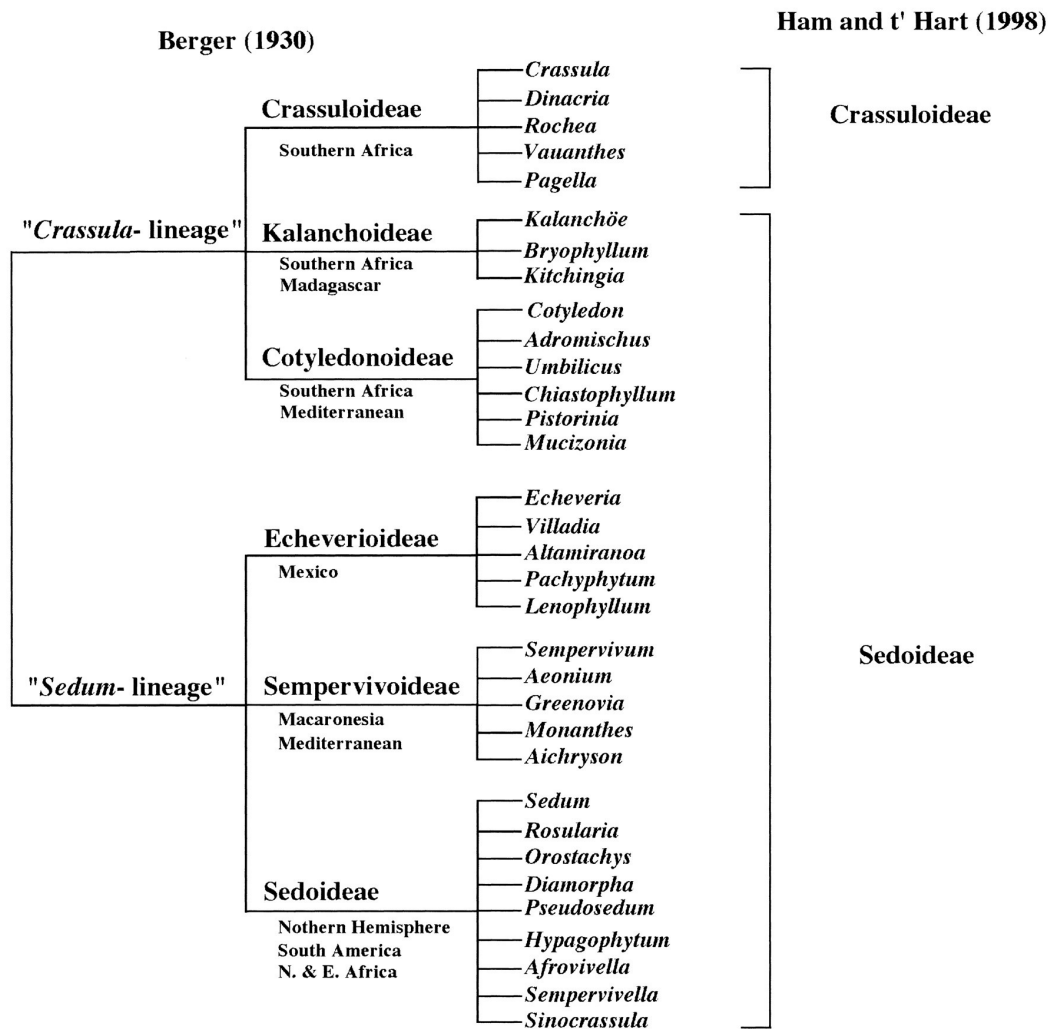
Klasifikacija familije Crassulaceae je predmet debata naučnika poslednjih 200 godina ('t Hart & Eggli, 1995). Većina klasifikacija se oslanja na neke trivijalne setove karaktera kao što su opšti izgled biljke (habitus), raspored listova, broj cvetnih delova, broj prašnika, stepen srastanja kruničnih listića, položaj zrelih folikula. Međutim svi ovi karakteri imaju ograničenu primenu u sistematici zbog izražene homoplazije ('t Hart, 1995; Ham & 't Hart, 1998; Mort et al., 2001). Jedna od najstarijih i najupotrebljavanijih klasifikacija familije Crassulaceae je po Bergeru (1930) (slika 1). Po ovoj klasifikaciji u okviru familije Crassulaceae se izdvajaju 6 podfamilija i 33 roda. Podfamilije su: Sedoideae, Echeverioideae, Crassuloideae, Kalanchoideae, Cotyledonoideae i Sempervivoideae. Klasifikacija je izvršena na osnovu rasporeda i broja cvetnih delova, stepenu srastanja kruničnih listića i rasporeda listova. Međutim, ova klasifikacija, iako vrlo jednostavna i laka za razumevanje, nije u potpunosti primenjiva jer postoje odstupanja kod pojedinih predstavnika podfamilija u karakteristikama koji su korišćeni za klasifikaciju najviše u okviru podfamilije Sedoideae.

Ovih 6 podfamilija su svrstane u dve klade (slika 1), jedna je *Crassula* gde pripadaju podfamilije Crassuloideae, Cotyledonoideae i Kalanchoideae sa najvećim prisustvom u Južnoj Africi, a druga je *Sedum* klada gde pripadaju podfamilije Echeverioideae, Sedoideae i Sempervivoideae sa najvećim rasprostranjenjem na Severnoj hemisferi ('t Hart & Egli, 1995). Podfamilija Crassuloideae uključuje taksone koji imaju četvoročlane cvetove sa kronicama koje nisu srasle i jednim krugom

prašnika, dok predstavnici podfamilija *Kalanchoideae* i *Cotyledonoideae* imaju četvoročlane cvetove sa dva kruga prašnika i sraslom krunicom. Predstavnici podfamilije *Echeverioideae* se karakterišu petočlanim cvetovima sa manje ili više sraslim krunicama, dok su predstavnici podfamilije *Sempervivoideae* jedinstveni po polimernim cvetovima čiji delovi nisu srasli. Za razliku od prethodno pomenutih pet podfamilija koje su morfološki i geografski dobro izdiferencirane klasifikacija podfamilije *Sedoideae* je uvek bila podložna kritikama jer pojedini njeni predstavnici u okviru ove podfamilije nemaju za nju tipične sistematske karakteristike tako da se ova klasifikacija smatra veštačkom.

Krajem prošlog i početkom ovog veka došlo je do promena u klasifikacionom sistemu cvetnica na osnovu fenotipskih karakteristika tako da je redukovan broj subfamilija u okviru familije *Crassulaceae* na 4 (*Echeverioideae*, *Crassuloideae*, *Kalanchoideae* i *Sedoideae*) (Takhtajan, 1987), zatim na 3 (*Crassuloideae*, *Kalanchoideae* i *Sedoideae*) (Takhtajan, 1997) i konačno na 2 (*Crassuloideae* i *Sempervivoideae*) (Thorne, 2000).

Takođe urađena je još podela familije *Crassulaceae* na dve podfamilije *Crassuloideae* i *Sedoideae* na osnovu kombinacije morfoloških karakteristika i rezultata filogenetskih analiza hloroplastne DNK ('t Hart, 1995; Van Ham, 1994) (tabela 1). Ova podela je dobro podržana i studijama embrioloških karaktera (Mauritzon, 1993), morfologije polena (Hideux, 1981), mikromorfoloških karaktera ('t Hart & Berendsen, 1980; Knapp, 1994) i fitohemijskih karakteristika (Stevens, 1995 a, b; Stevens et al., 1995). U okviru podfamilije *Sedoideae* izdvojeni su tribusi *Kalanchoeae* i *Sedae*. U okviru tribusa *Sedae* su subtribusi *Telephiinae* i *Sedinae*. Dve klade se nalaze u okviru subtribusa *Sedinae* i to *Acre*-klada i *Leucosedum*- klada u okviru koje je rod *Jovibarba* (tabela 1), ('t Hart, 1995).



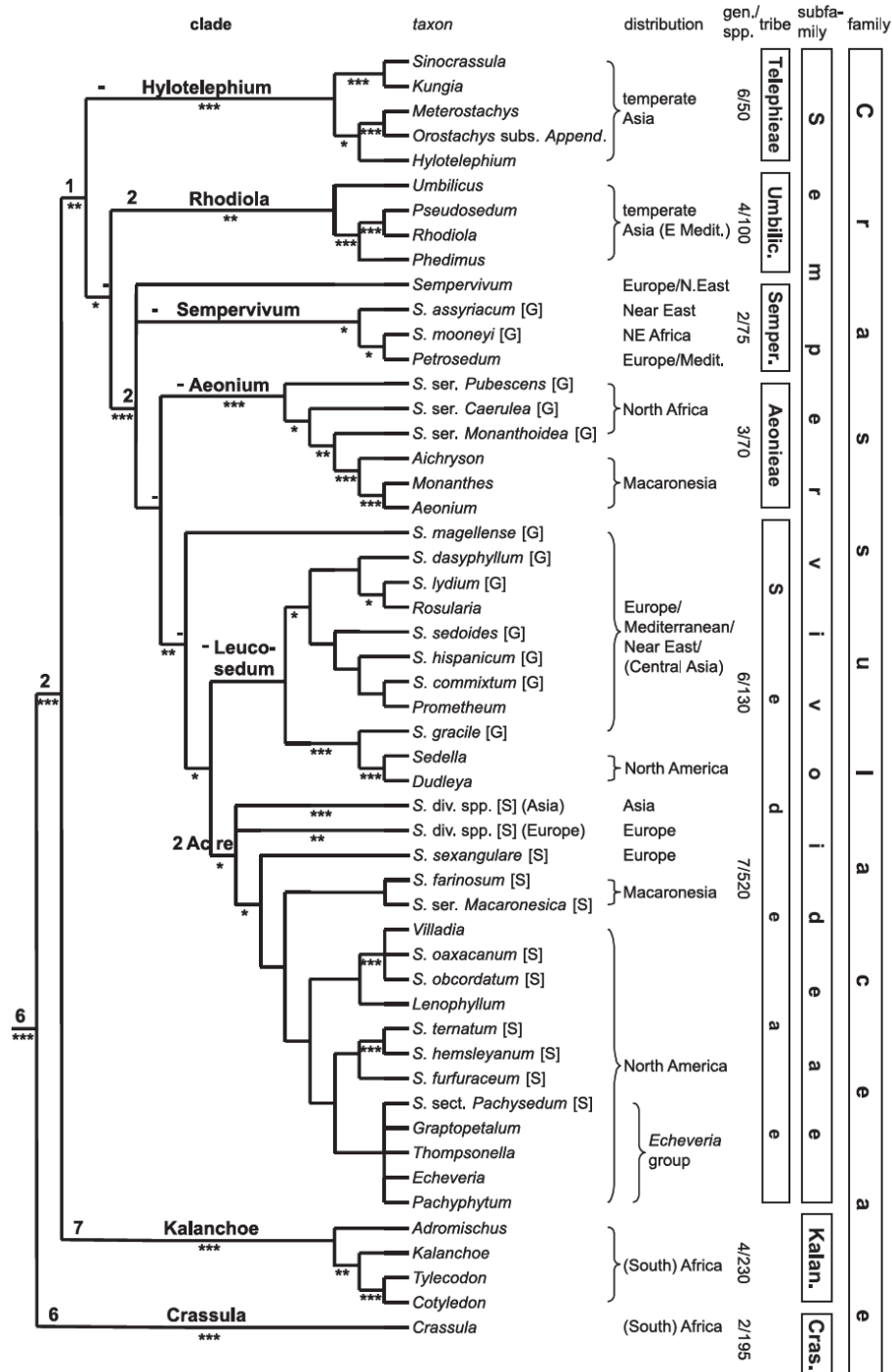
Slika 1. Klasifikacija familije Crassulaceae po Bergeru (1930), modifikovana od strane Ham & t' Hart (1998) (prema Mort et al., 2001).

Tabela 1. Klasifikacija familije Crassulaceae prema 't Hartu (1995)

Podfamilija	Tribus	Subtribus	Genus	Subgenus
Crassuloidea			<i>Tillaea</i> L.	
Sedoideae	Kalanchoeae		<i>Kalanchoe</i> Adan.	
	Sedeae	Telephiinae	<i>Hylotelephium</i> H. Ohba	
			<i>Rhodiola</i> L.	
			<i>Phedimus</i> Rafin	<i>Phedimus</i>
			<i>Umbilicus</i> DC.	
		Sedinae		
		<i>Acre</i> -klada	<i>Sedum</i> L.	
				<i>Sedum</i>
		<i>Leucosedum</i> -klada	<i>Sedum</i> L.	<i>Gormaniana</i> Clausen
			<i>Aeonium</i> Webb & Berth.	
			<i>Jovibarba</i> (DC.) Opiz	
			<i>Prometheum</i> (Berger) H. Ohba	
			<i>Rosularia</i> (DC.) Stapf	
			<i>Pistorinia</i> DC.	
			<i>Sempervivum</i> L.	

Molekularni podaci (cpDNA trn L-*trn*F spacer sequences: 't Hart, 1995; cpDNA RFLPs: Van Ham & 't Hart, 1998; cpDNA matK sequences: Mort et al., 2001) pokazali su da se u okviru familije Crassulaceae izdvaja 7 glavnih klada (*Hylotelephium*, *Rhodiola*, *Aeonium*, *Leucosedum*, *Acre*, *Kalanchoe* i *Crassula*), dok je u skorije vreme prepoznata i osma klada (nuclear ITS and trnL-trnF sequences; Mayuzumi & Ohba 2004) i to *Sempervivum* klada (Thiede & Eggli, 2007). Od 6 prvobitnih podfamilija po Bergeru (1930) samo su Crassuloideae (*Crassula*) i Kalanchoideae (*Kalanchoe* s. l.) monofiletske.

Familija Crassulaceae vodi poreklo sa prostora Afrike, jer najudaljenije bazalne grane na filogenetskom stablu sadrže južnoafričkih taksona (Thiede & Eggli, 2007). Migracija i diverzifikacija familije Crassulaceae je pratila sledeći pravac: Južna Afrika - Azija - Evropa - Mediteran - Severna Amerika. S obzirom da su predstavnici podfamilija Crassuloideae i Kalanchoideae pretežno iz Južne Afrike prva diverzifikacija se desila najverovatnije na tom prostoru. Sledeća grana sa kladama *Telephieae* i *Umbiliceae* obuhvata pretežno azijske taksona sa izuzetkom rodova *Umbilicus* i *Phedimus* koji se šire ka istočnom Mediteranu. Semperviveae zauzimaju prostor od Srednjeg Istoka do Mediterana i Evrope. Aeonieae i Sedeae su većinom evropsko-mediteranske po rasprostranjenju. Aeonieae je najbrojnija u Makaroneziji pa se smatra da je tu bila njena diverzifikacija, dok Sedeae koja obuhvata *Leucosedum* i *Acre* klade ima severnoameričko poreklo (slika 2).



Slika 2. Sumarno filogenetsko stablo familije Crassulaceae gde je prikazano: 8 klada, broj rodova/vrsta (uključujući i *Sedum*), opšte rasprostranjenje i klasifikacija (prema Thiede & Egli, 2007).

1.2. ROD JOVIBARBA (DC. EMEND. KOCH) OPIZ

Prema starom izdanju Flore Evrope u okviru roda *Jovibarba* se nalazi 5 vrsta i to: *J. allionii* (Jordan & Fourr.) D. A. Webb, *J. arenaria* (Koch) Opiz, *J. hirta* (L.) Opiz sa dve podvrste (subsp. *hirta* i subsp. *glabrescens* (Sabr.) Soo & Jav., *J. sobolifera* (J. Sims) Opiz i *J. heuffelii* (Schott) A. & D. Love (Favarger & Zésiger 1964). Novo revidirano izdanje Flore Evrope (Parnell & Favarger, 1993) kao i savremeni radovi i čekliste (Lippert, 1995; Jalas et al., 1999; Marhold, 2011) prepoznaju dve vrste u okviru roda *Jovibarba* Opiz i to: *Jovibarba heuffelii* (Schott) Á. Löve & D. Löve i *J. globifera* (L.) J. Parnell u okviru koje se izdvajaju 4 podvrste (*J. globifera* subsp. *allioni*, *J. globifera* subsp. *arenaria*, *J. globifera* subsp. *globifera* i *J. globifera* subsp. *hirta*).

Areal roda *Jovibarba* obuhvata Alpe, Karpate i Balkansko poluostrvo (Meusel et al., 1965).

1.2.1. Infragenerička klasifikacija roda *Jovibarba* (DC. emend. Koch) Opiz

Sistematski položaj roda *Jovibarba* je dugo bio predmet debate naučnika. Eggli & Nyfeler (1992) daju pregled upotrebe imena *Jovibarba* (*lat.* Jovis - Jupiter, *lat.* Barba - brada, = jupiterova brada). Ime *Jovibarba* je prvi put upotrebljeno kao ime roda od strane Opiz-a (1852) koji je ovom rodu priključio tri vrste roda *Sempervivum*: *Sempervivum hirtum* Linne, *S. soboliferum* Sims i *S. arenarium* Koch. Pošto su u ovom radu samo navođena imena taksona biljaka koje su u to vreme bile prisutne na području Bohemije ili je njihovo prisustvo zabeleženo fosilnim nalazima, bez opisa taksona, sva imena bi na prvi pogled trebalo da budu nevalidno publikovana, na šta su ukazali Holub & Pouzar (1967). U skladu sa navedenim činjenicama u florističkim i drugim radovima široko je korišćen sledeći noviji naziv za rod - *Diopogon* Jordan & Fourreau (Jordan & Fourreau, 1868). Webb (1963) je bio prvi koji je skrenuo pažnju na dostupnost imena *Jovibarba* dok su Holub i Pouzar (1967) uradili detaljnu evaluaciju Opizovog rada iz 1852. godine. Oni su naglasili da se Opiz (1852) u svom radu oslanjao na numeraciju rodova koju je nekoliko godina ranije publikovao Maly (1848). Malyeva numeracija rodova je bila sistematska za razliku od Opizove koja je bila abecedna, a numeracija je išla kontinuirano. Za svako ime Opiz je citirao broj roda koji je dao Maly (1848) i ukoliko je prihvatio status roda koji nije bio prihvaćen od strane Malya on je dodavao malo slovo pored broja roda koji je preuzeo iz Malyevog rada. U slučaju roda

Jovibarba, Opiz (1852) je citirao broj 595a koji se odnosi na rod *Umbilicus* u Malyevom radu tako da se ovaj broj smatra greškom u citiranju kako naglašavaju Holub & Pouzar (1967) jer je broj koji je Maly dao za rod *Jovibarba* 594b i odnosi se na *Sempervivum* sect. 2 *Jovis barba* Koch (1843). Međutim iako je nedvosmisleno da je Maly u svom radu koristio Kochovo ime za sekciju *Jovisbarba* (Koch, 1843) ime sekcije je nevalidno jer je De Candolle (1828) već publikovao ime sec. *Jovibarba* De Candolle (1828) sa drugačijim opisom tako da se ovo, ranije publikovano ime smatra validnim. Zbog toga se Opizov rad u ovom slučaju ne može smatrati validnom nadogradnjom za ime sekcije koju je dao Koch. Prema tome, ime roda *Jovibarba* Opiz treba smatrati novim imenom kako naglašavaju Eggli & Nyfeler (1992) a Opizovu publikaciju iz 1852. godine uprkos pogrešnom citiranju broja roda većina autora smatraju validnom publikacijom za ime ovog roda (Webb, 1963; Holub & Pouzar, 1967; Parnell & Favarger, 1990).

De Candolle (1828) u okviru roda *Sempervivum* navodi sekciju *Jovibarba*, koja obuhvata ne samo predstavnike današnjeg roda *Jovibarba*, već i određene predstavnike roda *Sempervivum*. Mertens & Koch (1831) koriste naziv *Jovisbarba* za sekciju u koju ubrajaju samo predstavnike roda *Jovibarba*. Koch (1837) usvaja naziv *Jovibarba* i smatra je sekcijom u okviru roda *Sempervivum* (tabela 2).

Kao što je već napomenuto, prvi put *Jovibarba* dobija status roda od strane Opiza 1852. godine (Opiz, 1852). Taksonomski status sekcije u okviru roda *Sempervivum*, *Jovibarba* dobija i u kasnijim radovima (Shur, 1866; Nyman, 1879; Berger, 1930; Praeger, 1932). U pojedinim radovima *Jovibarba* dobija status podroda u okviru roda *Sempervivum* (Baker, 1874; Correvo, 1924; Domin, 1932) (tabela 2).

Tabela 2. Taksonomski položaj roda *Jovibarba* po različitim autorima.

Red. br.	Autori	Status (taksoni koji su svrstani u okviru tog taksonomskog ranga)	Karakteristi
1	De Candolle, P.A. (1828)	Sekcija <i>Jovibarba</i> (<i>Sempervivum hirtum</i> , <i>S. globiferum</i>)	cvetovi žučkasti
2	Mertens F.C. & Koch, W. D. J. (1831.)	Sekcija <i>Jovisbarba</i> (<i>S. hirtum</i> , <i>S. soboliferum</i>)	
3	Koch, W.D.J. (1843)	Sekcija <i>Jovisbarba</i> (<i>S. hirtum</i> , <i>S. soboliferum</i> , <i>S. arenarium</i>)	krunica i čašica zvonasta, krunični listići uspravni, sa povijenim vrhovima, čaure uspravne, raspoređene gusto jedna do druge, ispod stilusa se postepeno sužavaju, sa uzdužnom pukotinom
4	Opiz, F.M. (1852)	Rod <i>Jovibarba</i> (<i>S. hirtum</i> , <i>S. soboliferum</i> , <i>S. arenarium</i>)	
5	Lehmann, C.B. & Schnittspahn, G. (1856)	Podrod <i>Jovisbarba</i>	6 čašičnih i kruničnih listića, uspravni, zvonasti
6	Schur, F. (1866)	Sekcija <i>Jovisbarba</i> (<i>S. heuffelii</i> , <i>S. hirtum</i> , <i>S. hirtum</i> , <i>S. ciliatum</i>)	
7	Jordan, A. & Fourreau, J. (1868)	Rod <i>Diopogon</i> Sekcija <i>Jovisbarba</i> (<i>Sempervivum hirtum</i> , <i>Diopogon stramineum</i>)	heksamerni cvetovi, zvonasti, čašični listići uspravni, karpale uspravne
8	Baker J.G. (1874)	Podrod <i>Diopogon</i>	cvetovi 6- člani
9	Nyman, F.C. (1879)	Rod <i>Diopogon</i> Sekcija <i>Jovisbarbae</i> (<i>S. patens</i> = <i>S. heuffelii</i> , <i>S. hirtum</i> , <i>S. globiferum</i> , <i>S. arenarium</i>)	
10	Baker, J.G. (1879)	Podrod <i>Diopogon</i>	žuti cvetovi, heksamerni
11	Domin, K. (1932)	Podrod <i>Jovisbarba</i> (<i>S. heuffelii</i> var. <i>vestitum</i> i <i>S. heuffelii</i> var. <i>glabrum</i>)	prisustvo dlaka na cvastima
12	Preager, L. (1932)	Sekcija <i>Jovibarba</i> (<i>S. heuffelii</i> Schott, <i>S. allionii</i> , <i>S. hirtum</i> , <i>S. soboliferum</i> , <i>S.</i>	karakteristike čašice, broj čašičnih, kruničnih listića, nektarija i plodnika 6-7,

		<i>arenarium</i>)	krunični lističi uspravni, resasti, blede žuti
13	Jacobsen, H. (1954)	Sekcija Jovibarba (<i>S. arenaria</i> , <i>S. glabrum</i> , <i>S. allionii</i> , <i>S. heuffelii</i> , <i>S.</i> <i>kopaonikense</i> , <i>S. hirtum</i> , <i>S.</i> <i>soboliferum</i> , <i>S. stramineum</i>)	
14	Huber, A.J. In: Jacobsen, H. (1960)	Podrod Jovisbarbae Sekcija 1: <i>Heufelia</i> (<i>J.</i> <i>heuffelii</i>) Sekcija 2: <i>Hirta</i>	<i>Heufelia</i> (bez stolona) <i>Hirta</i> (sa mnogo stolona)
15	Tutin, T.G. & al. (1964)	Rod Jovibarba (<i>J. allionii</i> , <i>J. arenaria</i> <i>J.</i> <i>hirta</i> , <i>J. sobolifera</i> , <i>J.</i> <i>heuffelii</i>)	
16	Huber, A.J. In: Jacobsen, H. (1974)	Podrod Jovisbarbae Sekcija 1: Heufelia Sekcija 2: Hirta	<i>Heufelia</i> (bez stolona,) <i>Hirta</i> (sa mnogo stolona)
17	Smith, C.M. (1979)	Rod Jovibarba (<i>J. heuffelii</i> , <i>J. hirta</i> , <i>J.</i> <i>arenaria</i> , <i>J. alioni</i> , <i>J.</i> <i>sobolifera</i>)	
18	Parnell, J. & Farvager, C. (1993)	Rod Jovibarba (<i>J. heuffelii</i> , <i>J. globifera</i>)	
19	't Hart, H., Bleij, B. & Zonneveld, B.J.M. (2003)	Sekcija Jovibarba (<i>J. heuffelii</i> , <i>J. globifera</i>)	
20	Marhold, K. (2011)	Rod Jovibarba (<i>J. globifera</i> , <i>J. heuffelii</i>)	

1.2.2. Opravdanost izdavanja roda *Jovibarba* (DC. emend. Koch)

Opiz

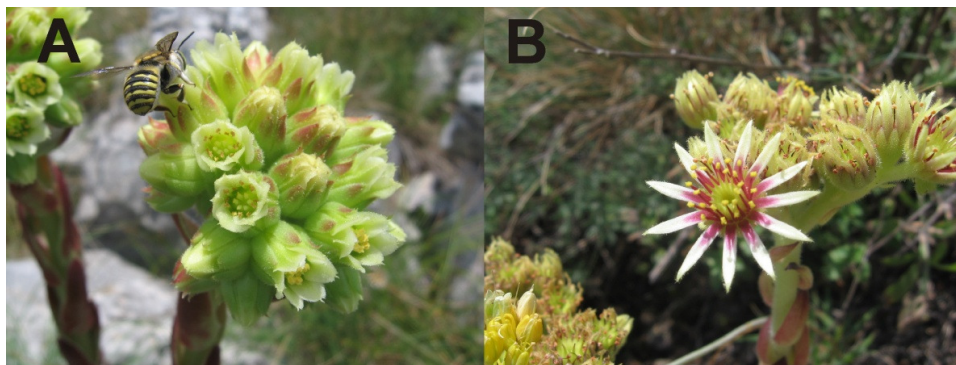
U literaturi se sreću oprečna mišljenja oko pitanja da li *Jovibarba* treba da ima status roda ili je treba svrstati u neki niži rang u okviru roda *Sempervivum*. Neke od glavnih morfoloških, citogenetičkih i molekularnih karakteristika predstavnika roda *Jovibarba* koje opravdavaju izdvajanje ovog roda u zaseban rod su sledeće:

1. Vegetativno razmnožavanje bez prisustva stolona deobom jedne rozete na dve ili više polazeći od centra rozete je karakteristika nekih predstavnika roda *Jovibarba* po kome se oni razlikuju od svih predstavnika roda *Sempervivum* ali i od pojedinih predstavnika roda *Jovibarba*. Po ovakvom načinu vegetativnog razmnožavanja *J. heuffelii* se razlikuje od predstavnika roda *Sempervivum* ali i od *J. globifera* (slika 3).



Slika 3. Izgled rozete *J. heuffelii* u fazi vegetativnog razmnožavanja
Lokalitet Trojanski prolaz (Bugarska) (Photo: V. Randelović, 2011.)

2. Vrste roda *Jovibarba* se odlikuju cvetovima zvonastog oblika sa najčešće 6 kruničnih listića vrlo retko sedam (slika 4A) u odnosu na *Sempervivum* čiji predstavnici imaju cvetove zvezdastog oblika sa 8-20 kruničnih listića (slika 4B). Cvasti kod predstavnika roda *Jovibarba* su kompaktnije sa kraćim cvetnim granama u odnosu na predstavnike roda *Sempervivum*.



Slika 4. Izgled cvetova i cvasti: **A** *Jovibarba heuffelii* (lokalitet Basarski kamik), **B** *Sempervivum zelebori* (lokalitet Radan) (Photo: Nikolić, D. 2011.)

3. Parnell (1991) u svom radu analizira morfologiju polena uz pomoć svetlosnog i elektronskog mikroskopa kod 28 taksona iz roda *Sempervivum* i 4 taksona roda *Jovibarba*, a rezultati njegovog istraživanja podržavaju razdvajanje ova dva roda. Naime, polen kod predstavnika roda *Jovibarba* se razlikuje u nekim morfološkim karakteristikama od polena predstavnika roda *Sempervivum*, a najznačajnije razlike su u obliku i debljini samog omotača polena, kao i ornamentici spoljašnjeg omotača odnosno egzine. Taksoni koji pripadaju rodu *Jovibarba* imaju za 65% tanju egzinu, a površina egzine je glatka bez ikakve ornamentike (Parnell, 1991). Polenova zrna kod predstavnika roda *Jovibarba* su ovalnija, sa oko 13% većim polarnim i ekvatorijalnim delom u odnosu na polenova zrna roda *Sempervivum* koja imaju više elipsoidni oblik.

4. Izvesne razlike u ornamentici omotača semena postoje unutar familije Crassulaceae i ova karakteristika se može koristiti kao sistematska za razlikovanje pojedinih rodova (Knapp, 1994; Hart & Berendsen 1980). Knapp (1994) rod *Jovibarba* svrstava u poseban „*Jovibarba* type” prema ornamentici semena tako da je ovo još jedna karakteristika koja opravdava odvajanje roda *Jovibarba* od roda *Sempervivum*. Najnovije istraživanje morfologije semena vrste *J. heuffelii* na području Karpata (Barca & Niculae, 2008) ukazuje na to da se populacije sa Karpata razlikuju po ornamentici semena od Knapp-ovog *Jovibarba* tipa i da imaju više mrežastu strukturu. Ovakva mrežasta struktura odgovara vrsti *Orostachys japonicas* tako da je glavni zaključak ovog rada da je variranje u ornamentici omotača semena kod roda *Jovibarba* veliko i na intraspecijskom nivou između udaljenih populacija zato se ovaj karakter ne sme zanemariti u taksonomiji (Barca & Niculae, 2008). Osim u ornamentici, razlike postoje i u veličini i obliku semena. Kod predstavnika roda *Jovibarba* semena su veća i

kruškastija u odnosu na semena kod predstavnika roda *Sempervivum* koja su vretenastog oblika (Zonneveld, 2005).

5. Uhl (1961) analizira 68 od ukupno 95 taksona iz subfamilije Sempervivoideae i određuje broj hromozoma za sve ove taksone. Od predstavnika roda *Jovibarba* (koja se ovde vodi kao sekcija *Jovisbarba* Mertens and Koch u okviru roda *Sempervivum*) analizira: *S. allionii* (Jordan & Fourreau) Nyman, *S. arenarium* Koch, *S. heuffelii* Schott (var. *glabrum* Beck & Szysz), *S. hirtum* L. i *S. soboliferum* Sims. Svi navedeni taksoni imaju $n = 19$ hromozoma. Kod taksona iz roda *Sempervivum* se javlja različit broj hromozoma $n = 16-19$. U okviru roda *Jovibarba* su zabeleženi samo slučajevi diploidije, dok su kod ostalih predstavnika roda *Sempervivum* zabeleženi slučajevi poliploidije. Koliki je bio broj hromozoma kod predačkih linija i koja je sekcija primitivnija još uvek nije do kraja poznato, ali se u ovom radu navodi da je kod sekcije *Jovisbarba* taj broj sigurno bio 19, dok se za sekciju *Sempervivum* pretpostavlja da je bio 16 (Uhl, 1961). Na osnovu ovih karakteristika se predlaže i u ovom radu, a i ranije od strane Hubera (1957), da se ove dve sekcije više razlikuju među sobom nego neki taksoni sa Kanarskih ostrva koji su već dobili status posebnog roda i da sekciju *Jovisbarba* treba podići na nivo roda.

6. Molekularna istraživanja sprovedena u novije vreme pokazuju da su *Jovibarba* i *Sempervivum* monofiletske sestrinske klade (Mort et al., 2001, 2002, 2010; Zonneveld, 2005; Topalov et al., 2006; Šinko et al., 2013; Klein & Kadereit, 2015) i da su sa filogenetske tačke gledišta moguće dve opcije:

A) *Jovibarba* i *Sempervivum* su dva odvojena roda i ovu opciju podržava većina autora (Mort et al., 2001, 2002, 2010; Zonneveld, 2005; Topalov et al., 2006; Šinko et al., 2013; Klein & Kadereit, 2015).

B) Druga opcija je iz perspektive filogenetske klasifikacije jednako moguća, a to je da se *Jovibarba* i *Sempervivum* s. str. klasifikuju u niži rang od roda (podrod, sekcija) u okviru roda *Sempervivum* s.l. što je u skladu sa klasifikacijama od strane mnogih autora (tabela 2).

7. Do spontane hibridizacije između predstavnika rodova *Sempervivum* i *Jovibarba* na prirodnim staništima i tokom gajenja ne dolazi (Zonneveld, 2005). Zonneveld (2005) navodi kako je bezuspešno pokušavao da ukrsti *J. heuffelii* sa *S. arachnoideum*, ali mu nije uspelo. Uspešna hibridizacija je sprovedena između *J. hirta* i

predstavnik roda *Sempervivum* ali je hibrid bio sterilan. Favarger et al. (1968) zabeležili su još jedan slučaj hibridizacije, *J. hirta* x *S. montanum*, ali je hibrid takođe bio sterilan što ide u prilog tome da *Jovibarba* zaslužuje status roda.

1.3. KOMPLEKS *JOVIBARBA HEUFFELII*

Kompleks *Jovibarba heuffelii* čini grupa morfološki, horološki i ekološki veoma bliskih taksona koji su izvorno opisani kao zasebne vrste: *Diopogon stramineus* Jord. & Fourr., *S. ciliatum* Schur, *S. heuffelii* Schott, *S. kopaonikense* Pančić, *S. patens* Griseb. & Schenk, *S. reginae-amaliae* Heed. & Sart. ex Baker, i *S. velenovskyi* Cheshm., i njihovi infraspecijski taksoni: *S. heuffelii* var. *albanicum* Kitanov, *S. heuffelii* var. *bulgaricum* Cheshm., *S. heuffelii* var. *glabrum* Beck & Szyszyl., *S. heuffelii* var. *vestitum* Domin, Njihovi taksonomski odnosi nisu razjašnjeni do kraja i danas se uglavnom tretiraju kao sinonimi za široko shvaćenu vrstu *J. heuffelii* (Parnell & Farvager, 1993), u okviru koje Marhold (2011) prepoznaje dve podvrste: *J. heuffelii* (Scott.) A. Löve & D. Löve subsp. *heuffelii* i *J. heuffelii* subsp. *glabra* (Beck & Szyszyl.) Holub.

Taksoni u okviru ovog kompleksa su višegodišnje zeljaste sukulente biljke sa monokarpnim rozetama prečnika od 2-15 cm. Vegetativno se razmnožavaju bez stolona deobom rozete počevši od centra na dve ili više rozeta. Listovi rozete su duguljasto-objajasti na vrhu u obliku trna šiljati sa cilijama i žlezdanim dlakama po obodu listova. Žlezdane dlake mogu biti prisutne i na licu i naličju listova rozete. Broj listova rozete varira od 16-62. Dužina listova rozete se kreće u opsegu od 12-84 mm a širina listova rozete od 6-27 mm. Iz sredine rozete se razvija uspravna cvetna stabljika visine od 5-37cm. Listovi stabla jajasti pri osnovi stabla srcasti malo obuhvataju stabljiku, na gornjem kraju ušiljeni, sa žlezdanim dlakama i cilijama po obodu. Žlezdane dlake mogu biti prisutne na licu i naličju listova cvetne stabljike. Broj listova na stablu varira od 12-37. Cvasti su cimozne sa 3-12 cvetnih grana i brojem cvetova koji varira u opsegu od 6-142. Cvetovi skoro sedeći, šestočlani retko sedmočlani, zvonasti. Čašični listići duguljasto-lancetasti, žlezdasto- dlakavi i žlezdasto-trepljasti po obodu, dužine 4-9 mm, širine 1.5-3.5 mm. Žlezdane dlake mogu biti prisutne na licu i naličju. Krunični listići duguljasto-lancetasti skoro dva puta duži od čašičnih sa tri zuba na vrhu, dužine 7-11

mm, širine 2-5 mm. Po obodu žlezdasto-dlakavi i žlezdasto trepljasti, žlezdane dlake mogu da budu prisutne na licu i naličju kruničnog listića. Karpele na trbušnoj strani žlezdasto dlakave sa stubićem dužine 1-2 mm i plodnikom dužine 3-7 mm. Semena kruškolikog oblika sa izraženom ornamentikom na semenjači u vidu longitudinalnih rebara, dužine 0.7-1 mm, širine 0.3-0.5 mm. Nektarije beličaste u vidu prstena raspoređene u osnovi karpela.

Osnovne razlike po kojima se taksoni kompleksa *J. heuffelii* razlikuju od *J. globifera* kompleksa su: znatno veće rozete, vegetativno razmnožavanje deobom rozete počevši od centra bez prisutva stolona, zvonasti cvetovi i odsustvo fimbrija na kruničnim listićima.

Kompleksa *J. globifera* ima znatno veći areal u odnosu na *J. heuffelii* kompleks i zahvata Alpe, centralnu Evropu i Karpate (Meusel 1965; Jalas *et al.* 1999)

Centralni takson ovog kompleksa je *J. heuffelii*. koju je opisao Schott 1852. i posvetio mađarskom botaničaru Johanu Heuffelu (1800-1857) koji je istraživao floru Južnih Karpata.

Karakteristični koji se najčešće uzimaju za razdvajanje taksona u okviru *J. heuffelii* kompleksa su prisustvo žlezdanih dlaka na listovima rozete i stabla, dlakavost cvasti, dlakavost karpele, odnos dužine čašice i krunice, kao i položaj i oblik nektarija (Müssel, 1977; Domin, 1932; Pančić, 1874; Kitanov, 1948; Cheshmedjiev, 1969; Gajić, 1972; Micevski, 1998; Jordanov, 1970).

S. patens Griseb. & Schenk. nema žlezdane dlake na listovima rozete, dok su žlezdane dlake i cilije prisutne po obodu listova i na cvetnim stablima i cvastima i on se smatra sinonimom *J. heuffelii* (Grisebach & Schenk, 1852).

Za takson *S. kopaonikense* Pančić, opisan na teritoriji Srbije (Pančić, 1867), navode se različiti statusi. Tako Praeger smatra ovaj takson formom vrste *J. heuffelii* (Praeger, 1932), dok Müssel ubraja ovaj takson u varijetete vrste *J. heuffelii* (Müssel, 1977). Morfološki karakteri koji su uzeti za razdvajanje ovog taksona od *S. patens* Gris. obuhvataju dlakavost karpele, oblik i položaj nektarija, odnos dužine čašice i krunice, debljinu stabla, veličinu rozete (Pančić, 1874). Pored *J. heuffelii* var. *kopaonikense* Müssel u svom radu u okviru sekcije Heuffelia navodi i sledeće varijetete: *J. heuffelii* var. *glabra*, *J. heuffelii* var. *heuffelii*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *reginae-amaliae* i *J. heuffelii* var. *stramineus*. Karakteri koje uzima za njihovo odvajanje

obuhvataju dlakavost listova rozete, prisustvo bodlje na vrhu listova i sama boja listova koja varira od sivozelene (*J. heuffelii* var. *kopaonikense*), preko zelene sa crvenkastim delom na vrhovima listova (*J. heuffelii* var. *reginae-amaliae*) do sjajno zelene (*J. heuffelii* var. *stramineus*) (Müssel, 1977).

U Flori Srbije se navode dva varijeteta vrste, *S. heuffelii*: *S. heuffelii* var. *heuffelii* i *S. heuffelii* var. *glabrum*. Razlika koja je navedena između ova dva varijeteta je u tome što *J. heuffelii* var. *heuffelii* poseduje žlezdane dlake na licu i naličju listova, dok *J. heuffelii* var. *glabrum* ima glatke listove bez žlezdanih dlaka na licu i naličju. Prisustvo žlezdanih dlaka i cilija je zabeleženo i kod jednog i kod drugog varijeteta po obodu listova (Gajić, 1972). Što se tiče rasprostranjenja, za *J. heuffelii* var. *heuffelii* se navodi široko rasprostranjenje, dok je *J. heuffelii* var. *glabrum* ograničen na Kosovu na krečnjaku (Žljeb).

Flora Bugarske navodi dva varijeteta, *J. heuffelii* var. *heuffelii* za koji su karakteristični žlezdasto dlakavi listovi rozete sa lica i naličja i za koji se navodi da je široko rasprostranjen i *J. heuffelii* var. *patens* čiji listovi rozete nemaju žlezdane dlake na licu i naličju već samo po obodu i čije rasprostranjenje je „Sredna Stara planina, Sredni Rodopi, Zapadni granični planini (Osogovo)“ (Jordanov, 1970).

Na teritoriji Bugarske Cheshmedjiev (1969) opisuje sledeće taksone: *S. velenovskyi* Cheshm. (syn. *S. patens* Griseb. & Schenk, *S. hirtum* subsp. *patens* Stoj. & Stef), *S. heuffelii* var. *heuffelii* i *S. heuffelii* var. *bulgarica* Cheshm. Varijetet *S. heuffelii* var. *heuffelii* ima dlakave listove rozete dok *S. velenovskyi* Cheshm. i *S. heuffelii* var. *bulgarica* Cheshm. imaju gole listove rozete a međusobno se razlikuju po tome što *S. velenovskyi* Cheshm. ima sivo-zelene do zelene listove sa cilijama koje su osnovama srasle u beličasti hrskavičavi obod dok *S. heuffelii* var. *bulgarica* Cheshm. ima sjajno zelene listove rozete sa cilijama po obodu koje su slobodne.

Pančić (1874) navodi da se *S. patens* razlikuje od *S. kopaonikense* po odnosu dužine čašice i krunice, staminodijama i karpidijama. Naime, za *S. patens* navodi da je čašica više od dva puta manja od krunice, da su staminodije ljuspaste upravljene ka vrhu, pravo odsečene ili plitko urezane i da su karpele (karpidija) samo sa ventralne strane žlezdasto dlakave, dok za *S. kopaonikense* navodi da je čašica upola manja od krunice da su staminodije „u pravom uglu“ razvedene na vrhu zaokružene ili trozube i da su karpele dlakave sa obe strane. Kasnije Petrović za floru okoline Niša navodi vrstu

S. patens (Petrović, 1882). Adamović (1911) za jugoistočnu Srbiju navodi *S. patens*, po njegovim rečima on ovu vrstu razlikuje od ostalih predstavnika koji su tada svrstavani u rod *Sempervivum* po žutim cvetovima, uspravljenim i zvonasto sakupljenim čašičnim i kruničnim listićima i uspravljenim čahurama. On sam navodi da se verovatno u Pirotskoj okolini nalazi još koja čuvarkuća, ali da je ovaj rod malo istraživani. Domin (1932) navodi dva varijeteta, *S. heuffelii* var. *vestitum* Domin i *S. heuffelii* var. *glabrum* Beck. & Szysz. koji se međusobno razlikuju po tome što *S. heuffelii* var. *vestitum* ima dlakave listove rozete i cvasti na kojima su prisutne žlezdane dlake, dok je *S. heuffelii* var. *glabrum* sa golim listovima rozete i cvastima.

Na teritoriji Albanije (Mt. Jablanica), Kitanov (1948) opisuje *S. heuffelii* Shott. var. *albanicum* Kitan., koji nema žlezdane dlake na licu i naličju listova rozete ali su obodi listova gusto obrasli žlezdanim dlakama i cilijama, cvasti su takođe sa žlezdanim dlakama.

U Makedoniji je vrsta *J. heuffelii* široko rasprostranjena, prisutna su dva varijeteta, *J. heuffelii* var. *heuffelii* i *J. heuffelii* var. *patens* sa dve forme, *J. heuffelii* var. *patens* f. *patens* i *J. heuffelii* var. *patens* f. *glabra*. Forme se razlikuju po prisustvu žlezdanih dlaka na cvetnom stablu i cvastima. Kod *J. heuffelii* var. *patens* f. *patens* su prisutne žlezdane dlake dok *J. heuffelii* var. *patens* f. *glabra* nema žlezdane dlake (Micevski, 1998).

Za floru Rumunije se navodi samo vrsta *J. heuffelii* (Shott.) A. & D. Löve (Ciocarlan, 2009).

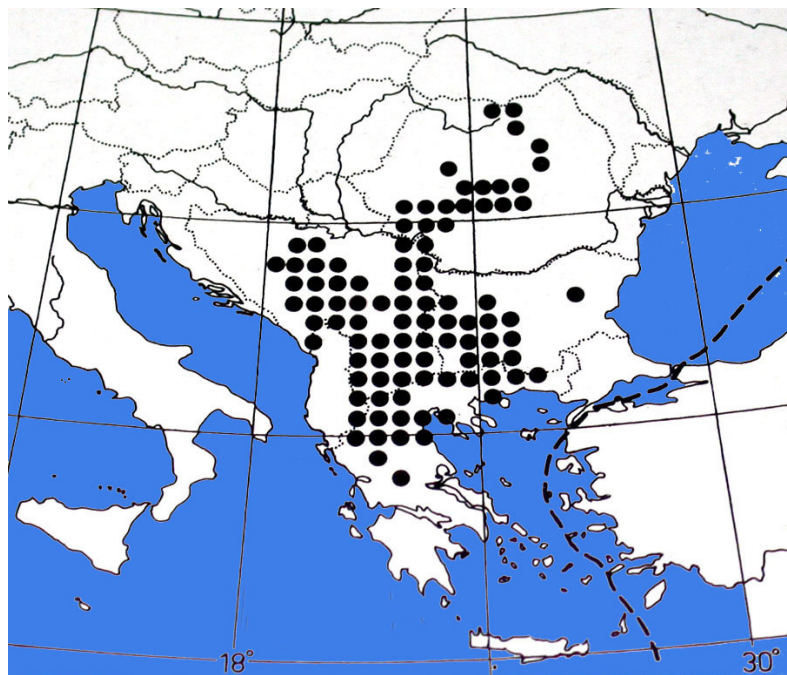
Neki autori su morfološkim osobinama nektarija, pridavali izuzetno veliki značaj, tako da su na osnovu njih izdvajali posebne taksone (Pančić, 1874; Preager, 1932). Tako na osnovu položaja i oblika nektarija (staminodija) Pančić diferencira već pomenuti takson *S. kopaonikense* sa planine Kopaonik u Srbiji, od taksona *S. patens* sa južnih Karpata. Preager, takodje smatra da su nektarije značajna osobina kopaoničke populacije, koju tretira kao formu vrste *J. heuffelii*. On navodi da se *S. kopaonikensis* od tipičnih oblika razlikuje po podcvetnim ljuspama (nektarijama) koje su raširene, pre nego uspravne, što odgovara ispupčenju u osnovi čašice, odnosno krunice, dajući cvetu proširen izgled (Preager, 1932).

1.4. RASPROSTRANJENJE KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

Areal *J. heuffelii* je ograničen na područje centralnog Balkana i Centralnih i Južnih Karpata (Parnell & Favarger, 1993; J alas, 1999).

Populacije vrste *J. heuffelii* su prisutne u Srbiji, Makedoniji, Bugarskoj, Crnoj Gori, Albaniji, Bosni i Hercegovini, Grčkoj i Rumuniji (slika 5).

Koncept kompleksa *J. heuffelii* koji smo definisali u prethodnom poglavlju, se uklapa u koncept široko shvaćene vrste čije rasprostranjenje u svojim radovima prikazali Meusel (1965) i J alas (1999).



Slika 5. Karta distribucije *J. heuffelii* prema J alas et al., 1999.

Karta po J alasu (1999) pokazuje prisustvo vrste *J. heuffelii* na području Istočnih Karpata što nije potvrđeno herbarskim podacima i terenskim istraživanjem (Nikolić et al., 2014). Da se radi o pogrešnim literaturnim podacima navedeno je i u radu Nikolić et al. (2014) koji se bavi lektotipifikacijom imena u okviru *J. heuffelii* grupe. Naime, za takson *Sempervivum brassaii* Schur, koji je greškom naveden od strane J alas et al. (1999) i Hart et al. (2003) kao validni sinonim za *J. heuffelii*, se navodi da je prisutan na

Rodna planini (Istočni Karpati). Ovo ime nije sinonim za *J. heuffelii* već se odnosi na takson iz *J. globifera* grupe koji je validno opisan sa ovog lokaliteta, *S. hirtum* var. *transilvanicum* Andrae (1853), čije rasprostranjenje jeste na području Istočnih Karpata. Takodje Schur (1866) navodi da je Mt. Ecem lokalitet gde se mogu naći neki taksoni koji su greškom pripisani *J. heuffelii*.

Meusel (1965) daje malo drugačiju kartu rasprostranjenja vrste *J. heuffelii*. Prema ovom autoru areal zahvata područje centralnog Balkana i ne zalazi u područje Južnih Karpata (slika 6).



Slika 6. Karta distribucije *J. heuffelii* po Meusel et al., 1965.

2. CILJEVI RADA

Nerazjašnjeni statusi pojedinih taksona u okviru kompleksa *J. heuffelii* i različiti pristupi od strane različitih autora predstavljaju jedan od povoda da se ovaj kompleks detaljno morfološki prouči. Različiti autori u literaturi različito tretiraju takson *S. kopaonikense*. Neki autori ovom taksonu daju status vrste (Pančić, 1874; Adamović, 1898; Jacobsen, 1954), dok ga neki vode kao formu ili varijetet (Preager, 1932; Müssel, 1977). Berger (1930) taksonu *Sempervivum heuffelii* var. *glabrum* dodeljuje status vrste, dok se u savremenim bazama navodi kao podvrsta (Marhold, 2011). Ostali taksoni opisani u okviru ovog kompleksa (*Diopogon stramineus*, *Sempervivum brassaii*, *S. ciliatum*, *S. heuffelii*, *S. heuffelii* var. *albanicum*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *vestitum*, *S. patens*, *S. reginae-amaliae*, *S. transylvanicum*, *S. velenovskyi*) se smatraju sinonimima za široko shvaćenu vrstu *J. heuffelii*. Analiza morfoloških karaktera ovog kompleksa, kao i pronalaženje karaktera koji bi eventualno mogli da se koriste u taksonomiji je vrlo bitno u rešavanju vrlo komplikovane situacije kod ovog kompleksa.

Vrlo malo podataka je prisutno o rasprostranjenju taksona koji čine kompleks *J. heuffelii* kao i o staništima na kojima se javlja tako da su osnovni ciljevi ovog istraživanja:

- Utvrđivanje osnovnih karakteristika staništa ispitivanog kompleksa uključujući podatke o tipu vegetacije i/ili zajednice, nadmorskoj visini, nagibu terena geološkoj podlozi i klimi.
- Utvrđivanje stepena varijabilnosti morfoloških karakteristika vegetativnih i reproduktivnih organa ispitivanih taksona u okviru kompleksa *J. heuffelii*
- Utvrđivanje korelacija između promenljivosti morfoloških karakteristika i ekoloških uslova staništa.
- Utvrđivanje rasprostranjenja istraživaniog kompleksa.
- Na osnovu dobijenih rezultata proveriti do sada predloženih taksonomskih statusa istraživanih taksona i eventualna promena njihovog ranga.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. BILJNI MATERIJAL

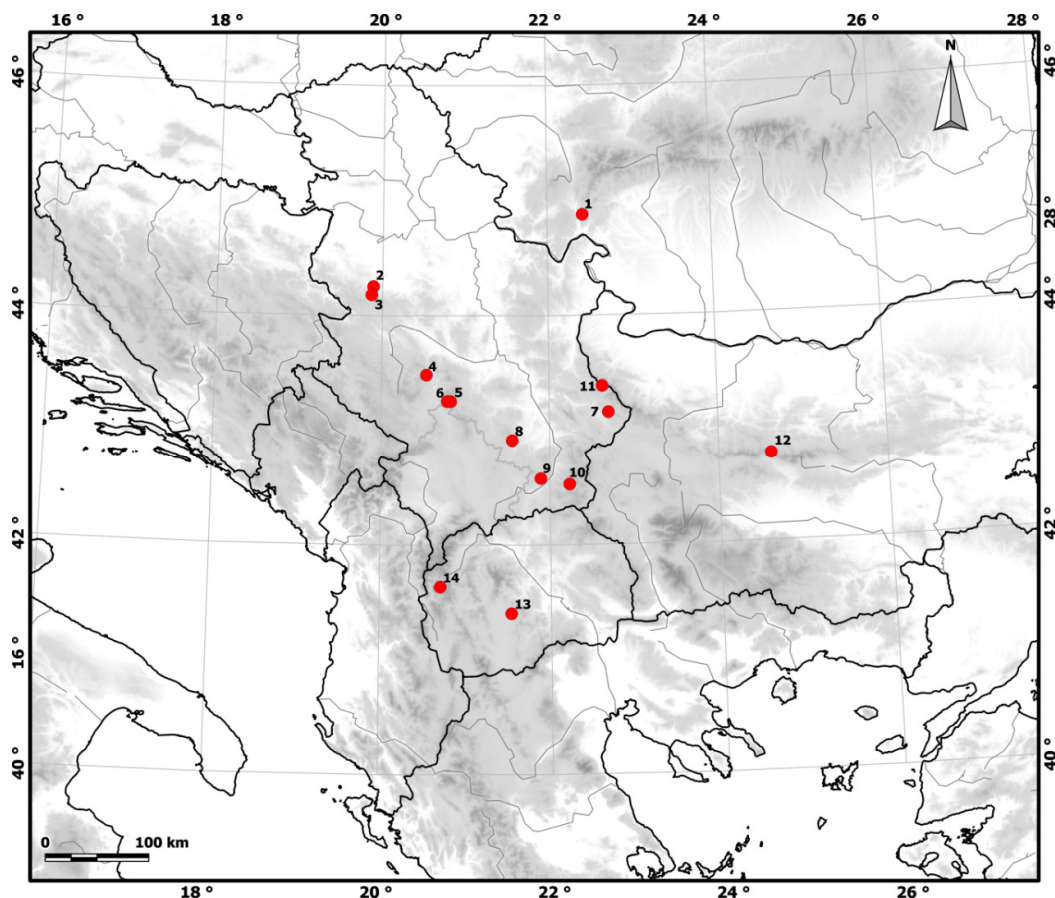
Za potrebe izrade ove doktorske disertacije prikupljeni su uzorci iz 14 populacija *J. heuffelii* na teritoriji Srbije (10), Makedonije (2), Bugarske (1) i Rumunije (1). Sakupljanje je urađeno u toku vegetacionih sezona 2010. i 2011. godine na prirodnim staništima (slika 7, tabela 3).

Uzorkovanje je urađeno u dva navrata: u fazi punog cvetanja vrste (kraj jula-prva polovina avgusta) da bi se sakupili reprezentativni primerci cvetova za potrebe morfološke analize i u fazi plodonošenja vrste (kraj septembra početak oktobra) kako bi se uradila morfološka analiza plodova i semena.

Prilikom uzorkovanja vodilo se računa da se obuhvate staništa sa različitim podlogama i da se obuhvati veliki dijapazon nadmorskih visina na kojima se populacije *J. heuffelii* javljaju kako bi utvrdili kako ekološki faktori utiču na morfološku varijabilnost ovih populacija. Uzorkovanjem su obuhvaćena dva taksona sa svojih klasičnih nalazišta *S. kopaonikense* (Kopaonik, Srbija) i *S. patens* (Domogled, Rumunija). U svakoj populaciji prikupljeno je 20-30 individua, s tim što se vodilo računa da razmak između sakupljenih individua bude oko 10 m da bi se povećala verovatnoća identifikacije varijabilnosti između individua i smanjila verovatnoća sakupljanja klonova jedne individue. Osim toga, sa svakog lokaliteta sakupljane su i individue za herbarizovanje i gajenje. Herbarizovani primerci se čuvaju u Herbarijumu Instituta za botaniku Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu (BEOU) (Thiers,, 2014) kao i u Herbarijumu Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu (HMN). Gajeni primerci se nalaze jednim delom u Botaničkoj bašti Jevremovac u Beogradu a drugim delom u privatnoj kolekciji Danijele Nikolić.

Tabela 3. Populacije u kojima su sakupljeni uzorci za morfološka istraživanja

Populacija	Lokalitet	Koordinate	Geološka podloga	Nadmorska visina	Voučer (BEOU)	Broj individua
1	Rumunija - Domogled	44°52'41.70"N 22°25'54.11"E	krečnjak	1300 m	16510	20
2	Srbija - Gradac	44°15'17.98"N 19°53'23.00"E	krečnjak	490 m	16458	21
3	Srbija - Suvaja	44°10'54.98"N 19°52'11.08"E	krečnjak	417 m	16457	20
4	Srbija - Studenica	43°29'20.56"N 20°32'7.74"E	serpentinit	486 m	16461	20
5	Srbija - Nebeske stolice	43°15'34.14"N 20°49'33.59"E	serpentinit	1907 m	16468	22
6	Srbija - Treska	43°15'36.31"N 20°47'6.40"E	serpentinit	1628 m	16462	20
7	Srbija - Basarski kamik	43° 9'37.29"N 22°42'9.57"E	krečnjak	1350 m	16460	25
8	Srbija - Radan	42°55'4.99"N 21°33'25.74"E	silikat	1300 m	16456	20
9	Srbija- Pljačkovica	42°34'47.20"N 21°53'31.09"E	silikat	674 m	16465	21
10	Srbija - BesnaKobila	42°31'45.08"N 22°13'51.10"E	silikat	1900 m	16463	30
11	Srbija - Stara planina	43°23'23.41"N 22°38'1.98"E	silikat	1840 m	16459	20
12	Bugarska -Trojanski prolaz	42°46'1.62"N 24°37'2.30"E	silikat	1400 m	16509	20
13	Makedonija - Treskavec	41°24'14.73"N 21°32'14.44"E	silikat	1250 m	16511	20
14	Makedonija - Mavrovo	41°38'14.33"N 20°42'29.90"E	krečnjak	1300 m	16512	20



Slika 7. Distribucija analiziranih populacija *J. heuffelii*. Redni brojevi populacija odgovaraju rednim brojevima datim u Tabeli 3.

3.2. METODE ANALIZE BILJNOG MATERIJALA

Morfometrijska analiza je urađena na svežem materijalu odmah nakon sakupljanja ili kasnije posle fiksacije u smeši glicerol-etanola (1:1, v/v) (cvasti i listovi). Ovakva fiksacija je omogućila da se očuvaju sve elastične strukture biljnog tkiva kako bi se olakšalo kasnije pravljenje preparata.

Morfološka analiza je uključila 51 karakter (30 kvantitativnih, 4 meristička, 8 semikvantitativnih i 9 kvalitativnih morfoloških karakterata) (tabela 4, slika 8). Karakteri prečnik rozete, dužina cvetnog stabla i broj listova u rozeti i na stablu su odmah analizirani i mereni nakon sakupljanja materijala. Prilikom merenja uvek je uziman najveći mogući prečnik rozete, kao i najduži list iz rozete i srednji najbolje razvijen list sa stabla. Ovi listovi su postavljeni na papir na kom su zatim iscrtane njihove konture (slika 9A), papir je skeniran, a zatim je merenje izvršeno u programu Digimizer Image

Analysis softvera (MedCalc Software, Belgium). Ovakav način merenja listova predstavnika iz roda *Sempervivum* su koristili Letz & Marhold (1998) u svom radu. Nakon iscrtavanja kontura listovi su pakovani i fiksirani u smeši glicerola i alkohola (1:1, v/v) i čuvani radi daljeg analiziranja i merenja ostalih karaktera. Cvasti su takođe fiksirane u glicerol-alkoholu. Preparati za merenje cvetnih delova pravljani su tako što su svi cvetni delovi od 5 različitih cvetova iz jedne cvasti odvajani, stavljeni na predmetnu mikroskopsku pločicu i pokriveni drugom predmetnom mikroskopskom pločicom koje su spajane lepljivom trakom (slika 9B). Tako dobijeni trajni preparati su skenirani, a zatim su svi karakteri mereni uz pomoć softvera Digimizer. Za merenje sitnih delova cvetova kao što su zubići na kruničnim listićima preparati su slikani na mikroskopu LEICA DM 1000 a zatim mereni.

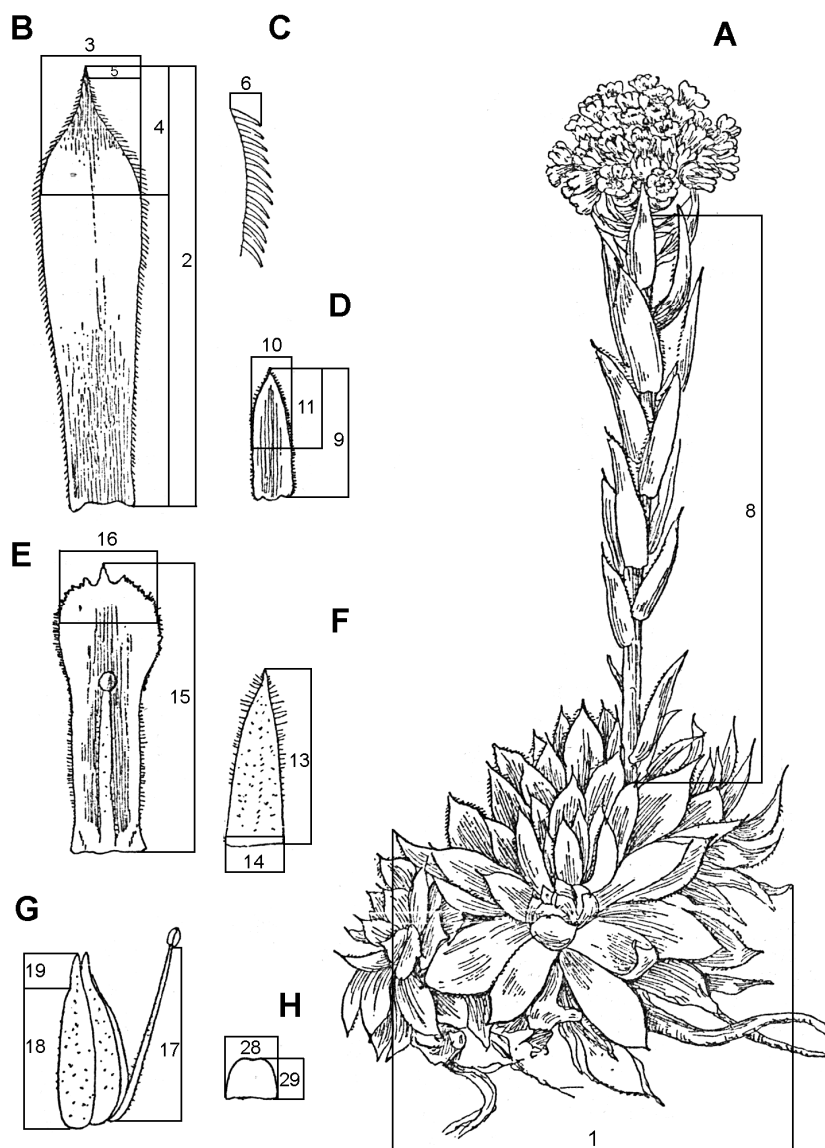
Plodovi su takođe lepljeni na belom papiru (po 5 plodova iz jedne cvasti), skenirani, a zatim mereni. Iz cvasti je izdvajano po 5 semena i slikano uz pomoć lupe LEICA MZ16 A, a zatim mereno u programu Digimizer (slika 9C). Za merenje karaktera nektarija iz cvasti su izvađene po 4 nektarije, stavljene na mikroskopsku pločicu i slikane na mikroskopu LEICA DM 1000. Sve nektarije na kojima su vršena merenja su fiksirane u smeši glicerol-etanola.

Za analizu semikvantitativnih karaktera: dužina cilijatnog oboda na listu rozete, stabla na čašičnom listiću i kruničnom listiću (CilEdg_Ros, CilEdg_Ste, CilEdg_Sep, Cil Edg_Pet) korišćena je sledeća skala: **0**, obod listova je bez cilija; **1**, ceo obod listova je prekriven cilijama; **2**, $\frac{3}{4}$ oboda je prekriveno cilijama; **3**, $\frac{1}{2}$ oboda je prekrivena cilijama; **4**, $\frac{1}{4}$ oboda listova je prekriveno cilijama.

Za analizu semikvantitativnih karaktera karpela (GlaD_Carp, GlaV_Carp) koristili smo skalu: **r**, prisutne pojedinačne dlake, **1**, žlezdane dlake pokrivaju 1-10% dužine karpele; **2**, žlezdane dlake pokrivaju 10-25% dužine karpele; **3**, žlezdane dlake pokrivaju 25-50% dužine karpele; **4**, žlezdane dlake pokrivaju 50-75% dužine karpele; **5**, žlezdane dlake pokrivaju 75-100% dužine karpele.

Semikvantitativni karakter razmak između dve nektarije (Dist_Nect) je analiziran uz pomoć sledeće skale: **1**, nema prostora između nektarija; **2**, prostor između nektarija je manji nego širina same nektarije; **3**, prostor između nektarije veći ili jednak širini nektarije.

Za karakter oblik nektarije (Shape_Nect) koristili smo sledeću skalu: **1**, ravna površina nektarije; **2**, konveksna površina nektarije; **3**, dva zubca na površini nektarije, **4**, tri zubca na površini nektarije.

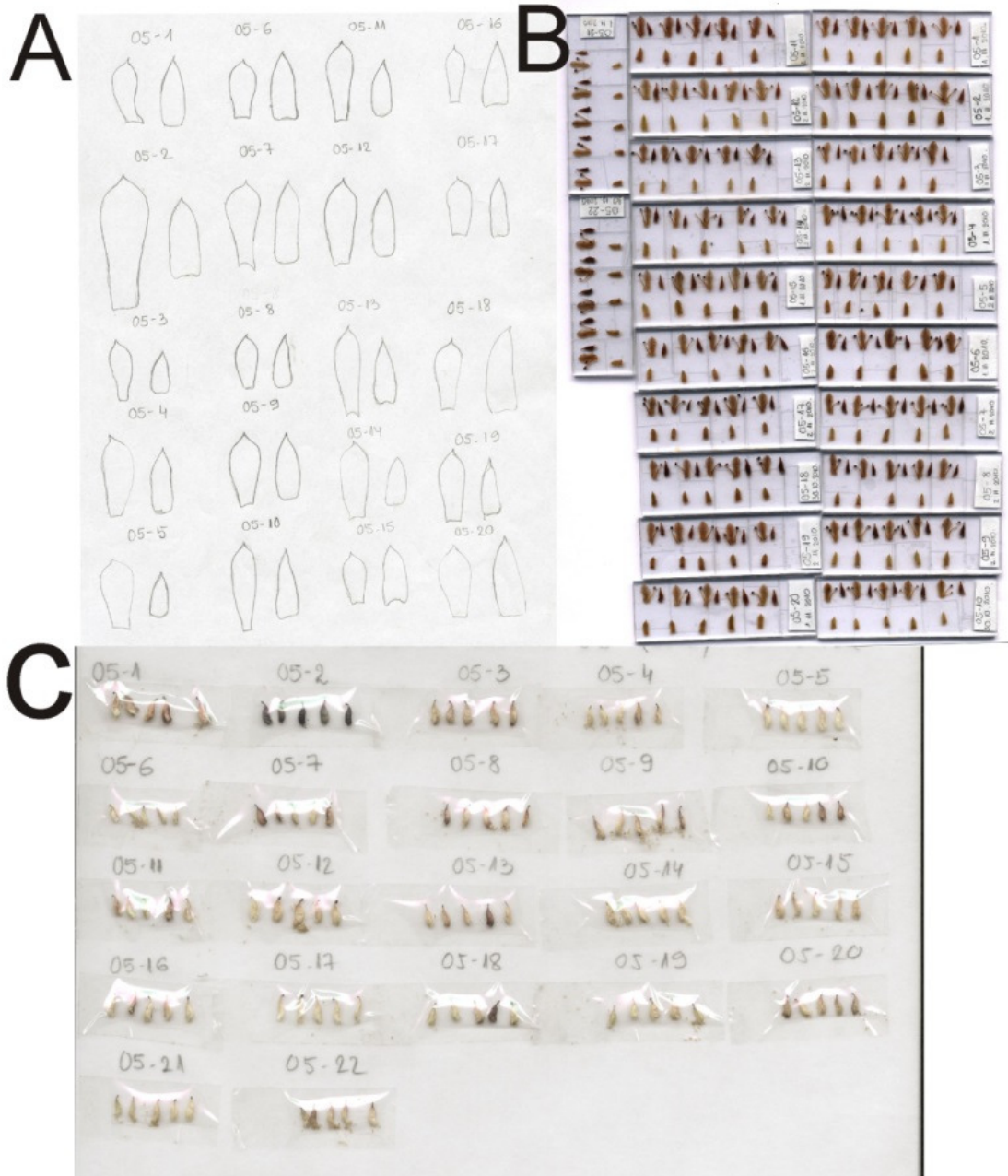


Slika 8. Kvantitativni karakteri koji su mereni. Brojevi odgovaraju brojevima u Tabeli 4. A- opšti izgled biljke, B- list rozete, C- cilije na listu rozete, D- list stabla, E- krunični listić, F- čašični listić, G- plodnik sa prašnikom, H- nektarija (Slika prema Praegeru, 1932, modifikovana)

Tabela 4. Morfološki karakteri mereni u okviru morfološke analize.

	KVANTITATIVNI KARAKTERI	AKRONIM
1	Prečnik rozete (mm)	Ros_D
2	Dužina najvećeg lista rozete (mm)	LeRos_L max
3	Širina najvećeg lista rozete (mm)	LeRos_W max
4	Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista (mm)	Apex_D_Ros
5	Dužina bodlje na vrhu lista rozete (mm)	LeRos_Sp_L
6	Dužina cilije po obodu lista rozete (mm)	LeRos_Ci_L
7	Debljina hrskavičavog oboda lista rozete (mm)	LeRos_Ed_W
8	Visina stabla do najniže cvetne grane (mm)	Ste_H
9	Dužina srednjeg lista stabla (mm)	MidLeSte_L
10	Širina srednjeg lista stabla (mm)	MidLeSte_W
11	Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista (mm)	Apex_D_Ste
12	Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	FloBra_L
13	Dužina čašičnog listića (mm)	Sep_L
14	Širina čašičnog listića (mm)	Sep_W
15	Dužina kruničnog listića (mm)	Pet_L
16	Širina kruničnog listića (mm)	Pet_W
17	Dužina najdužeg prašničkog konca (mm)	Fil_L max
18	Visina plodnika (mm)	Ova_H
19	Visina stubića (mm)	Sty_H
20	Visina centralnog zubića (mm)	CenToo_H
21	Visina bočnog zubića (mm)	LatToo_H
22	Visina ploda (mm)	Fru_H
23	Širina ploda (mm)	Fru_W
24	Dužina kljuna (mm)	Rost_L
25	Dužina semena (mm)	See_L
26	Širina semena (mm)	See_W
27	Širina centralnog rebra (mm)	Cos_W
28	Širina nektarije (mm)	Nect_W
29	Visina nektarije (mm)	Nect_H
30	Ugao između nektarije i karpele (stepen)	Nect-Ang

	MERISTIČKI KARAKTERI	AKRONIM
1	Broj listova u rozeti	LeRos_N
2	Broj listova na stablu	LeSte_N
3	Broj cvetnih grana	FloBra_N
4	Broj cvetova u fazi plodonošenja	Flo_N
	SEMIKVANTITATIVNI KARAKTERI	
1	Dužina cilijatnog oboda na listu rozete	CilEdg_Ros
2	Dužina cilijatnog oboda na listu stabla	CilEdg_Ste
3	Dužina cilijatnog oboda na čašičnom listiću	CilEdg_Sep
4	Dužina cilijatnog oboda na kruničnom listiću	CilEdg_Pet
5	Prisustvo žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani karpele	GlaD_Carp
6	Prisustvo žlezdanih dlaka na ventralnoj strani karpele	GlaV_Carp
7	Razmak između dve nektarije	Dist_Nect
8	Oblik nektarije	Shape_Nect
	KVALITATIVNI KARAKTERI	
1	Prisustvo žlezdanih dlaka na obodu lista rozete	GlaEdg_Ros
2	Prisustvo žlezdanih dlaka na licu lista rozete	GlaAdax_Ros
3	Prisustvo žlezdanih dlaka na obodu lista stabla	GlaEdg_Ste
4	Prisustvo žlezdanih dlaka na licu lista stabla	GlaAdax_Ste
5	Prisustvo žlezdanih dlaka na obodu čašičnog listića	GlaEdg_Sep
6	Prisustvo žlezdanih dlaka na naličju čašičnog listića	GlaAbax_Sep
7	Prisustvo žlezdanih dlaka na licu čašičnog listića	GlaAdax_Sep
8	Prisustvo žlezdanih dlaka na obodu kruničnog listića	GlaEdg_Pet
9	Prisustvo žlezdanih dlaka na naličju kruničnog listića	GlaAbax_Pet



Slika 9. Priprava materiala za obradu: A- konture listova stabla i rozete, B- preparati sa delovima cvetova, C- plodovi.

3.3. STATISTIČKA OBRADA MORFOMETRIJSKIH PODATAKA

Svi kvantitativni morfološki karakteri su obrađeni metodama univarijantne i multivarijantne statistike (Sokal & Rolph, 1995; Fowler et al., 1998; Legendre & Legendre, 1998; Timischl, 2000; McGarigal et al., 2000; Quinn & Keough, 2002) uz pomoć programskog paketa Statistica 5.1 (StatSoft, 1996).

3.3.1. Struktura varijabilnosti podataka

Testiranje normalne raspodele podataka. S obzirom na to da je normalna distribucija podataka preduslov za mnoge parametarske statističke tehnike, normalnost raspodele morfometrijskih podataka je testirana standardnim testovima (Kolmogorov-Smirnov (K-S), Lilliefors i Shapiro-Wilk test) čiji su rezultati prikazani tabelarno.

Deskriptivna statistika. Za sve kvantitativne karaktere urađena je osnovna deskriptivna statistika (srednja vrednost, medijana, maksimum, minimum, standardna devijacija i koeficijent varijacije) na osnovu koje je urađena analiza varijabilnosti pojedinačnih morfoloških karaktera i njihovo poređenje po populacijama. Ovi rezultati su grafički prikazani uz pomoć whisker box plotova gde je za svaki kvantitativni karakter prikazana njegova morfološka varijabilnost po populacijama odnosno lokalitetima. Sumarni prikaz deskriptivne statistike je prikazan tabelarno za svaku populaciju posebno i za sve populacije.

Koeficijent varijacije (CV%) je korišćen za opisivanje morfološke varijabilnosti karaktera i u odnosu na njegove vrednosti morfološki karakteri su okarakterisani kao nisko varijabilni ($CV\% < 10$), umereno varijabilni ($10 < CV\% < 30$), visoko varijabilni morfološki karakteri ($CV\% > 30$), oni karakteri kod kojih je $CV\% > 50$ su okarakterisani kao jako visoko varijabilni.

Korelaciona analiza. U ovom radu urađena je i korelaciona analiza svih kvantitativnih karaktera koja je pokazala u kojoj meri su morfološki karakteri međusobno korelisani. Parovi karaktera čiji je koeficijent korelacije bio u opsegu od 0.1 - 0.3 su okarakterisani kao slabo korelisani, oni parovi čiji je koeficijent korelacije bio u opsegu od 0.3 – 0.7 su umereno korelisani dok parovi karaktera čiji je koeficijent korelacije iznad 0.7 su okarakterisani kao visoko korelisani. Rezultati su prikazani tabelarno.

Jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA) je urađena da bi se utvrdilo da li postoji statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima analiziranih karaktera

između populacija. Osnovni postupak na kome se zasniva ova tehnika jeste izvođenje dve različite ocene varijanse populacija iz podataka, za koje se zatim računa količnik. Jedna od ovih ocena (varijansa između grupa) predstavlja meru efekata nezavisne promenljive udružene sa varijansom greške. Druga ocena (varijansa unutar grupa) je mera samo varijanse greške. Količnik varijansi između i unutar grupa označava se kao F-vrednost ili F-količnik. Statistički značajan F-količnik ukazuje da su prosečne vrednosti posmatranog karaktera za date populacije veoma različite.

Pošto je, pored normalne raspodele, i homogenost varijanse preduslov za ANOVU, pretpostavka o njenoj homogenosti testirana je Levene testom, ukoliko je p manje od 0.05 odbacuje se nulta hipoteza i prihvata se alternativna hipoteza u kojoj se tvrdi da postoji razlika u varijansama. Da bi se izbegla greška I vrste (tj. da se proglasi razlika značajnom kada ona to realno nije) koja se vrlo često javlja kada se vrše višestruka poređenja potrebno je korigovati α nivo, a to je urađeno Bonferroni testom odnosno α nivo značajnosti od 0.05 se deli ukupnim brojem poređenja. Rezultati su prikazani tabelarno.

3.3.2. Morfološka diferencijacija analiziranih populacija

Analiza glavnih komponenti (PCA) je urađena na kompletnom uzorku, odnosno korelacionoj matrici individualnih vrednosti svih kvantitativnih morfoloških karaktera (299 individua, 34 karaktera), kao i za posebno vegetativne (299 individua, 13 karaktera) i posebno reproduktivne karaktere (299 individua, 21 karakter). Još jedna analiza glavnih komponenti je urađena na bazi korelacione matrice srednjih vrednosti svih morfoloških kvantitativnih karaktera za svaku od analiziranih populacija (14 populacija, 34 karaktera) (Lihova et al., 2010). Ova tehnika je primenjena da bi se utvrdilo koliko koji morfološki karakter doprinosi ukupnoj varijabilnosti uzorka. kao i da bi se utvrdio odnos između pojedinih grupa jedinki, odnosno populacija u multidimenzionalnom morfološkom prostoru. PCA ima za cilj da smanji dimenzionalnost izvornih podataka prevodeći ih u skup novih promenljivih koje se nazivaju glavne komponente. Glavne komponente nisu korelisane među sobom i sukcesivno opisuju najveći moguć procenat varijabilnosti. Rezultati su prikazani grafički scatterplotovima u prostoru koji je definisan prvom i drugom glavnom komponentom koje opisuju najveći procenat varijabilnosti uzorka, dok su PCA skorovi za prve tri ose i vrednosti sopstvenih vektora prikazani tabelarno.

Kanonijska diskriminantna analiza (CDA). Da bi se utvrdilo da li postoji morfološka diferencijacija populacija na osnovu analiziranih karaktera urađena je kanonijska diskriminantna analiza sa populacijama koje su uzete kao *a priori* grupna varijabla. Ova analiza ima za cilj da utvrdi koliko se prethodno definisane grupe (populacije) međusobno razlikuju i koji karakteri najviše doprinose diskriminaciji populacija.

Kanonijska diskriminantna analiza je urađena na svim morfološkim karakterima, kao i na karakterima koji su se pokazali kao značajni u PCA analizi (faktorsko opterećenje >0.07). CDA je rađena na setovima podataka koji su obuhvatili sve karaktere vegetativnih organa, zatim karaktere reproduktivnih organa, kao i sve analizirane morfološke karaktere. Posebno su obrađeni i kvantitativni karakteri nektarija gde su kao *a priori* grupe prvo uzete sve populacije, a zatim samo populacije koje pripadaju taksonima sa klasičnih nalazišta (*S. kopaonikense* i *S. patens*). Pored toga, CDA je urađena sa svim karakterima koji su se pokazali kao značajni u PCA analizi koja je urađena na bazi korelacione matrice srednjih vrednosti svih morfoloških kvantitativnih karaktera za svaku od analiziranih populacija. Kanonijski skorovi za svaki karakter su izračunati da bi se utvrdila distanca između individua, a scatterplotovi su korišćeni da bi se utvrdio odnos između grupa. Sumarna statistika CDA analize je prikazana tabelarno i grafički uz pomoć scatterplotova.

U CDA analizirane su i klasifikacione matrice da bi se utvrdio procenat tačno klasifikovanih individua u okviru *a priori* definisanih grupa (populacija). Rezultati su prikazani tabelarno.

Klaster analiza (UPGMA). Klaster analiza bazirana na matrici Mahalanobisovih distanci koje su izračunate u CDA, a za koju je korišćen Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) metod hijerarhijskog klasterovanja je urađena za sve grupe karaktera i rezultati su prikazani grafički uz pomoć dendrograma. Ova analiza je korišćena da bi se utvrdila udaljenost između prvobitno neklasifikovanih objekata tj. populacijama u ovom slučaju.

Multipna korespodentna analiza (MCA). Kvalitativni morfološki karakteri su analizirani uz pomoć multipne korespodentne analize (MCA). Prvo su analizirani svi kvalitativni morfološki karakteri obuhvaćeni u studiji, a zatim posebno kvalitativni

karakteri nektarija. Rezultati su prikazani uz pomoć skaterplotova i dendrogramima konstruisanim UPGMA klaster metodom.

3.3.3. Uticaj geografskih, orografskih i bioklimatskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera i diferencijaciju populacija

3.3.3.1. Uticaj geografskih i orografskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera

Spirmanova korelacija je urađena sa ciljem da se utvrdi veza između nezavisnih promenljivih geografskih i orografskih parametara i 34 kvantitativnih morfoloških karaktera. Geografski položaj populacija je određen uz pomoć GPS uređaja (GPS Garmin eTrex Vista® C). Orografske karakteristike staništa pre svega nadmorska visina, nagib terena i ekspozicija su preuzeti iz SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) (Reuter et al. 2007) digitalnog elevacionog modela rezolucije 90 x 90 m (Farr et al., 2007) pomoću softvera ArcGIS 10 (ESRI, 2011). Rezultati su prikazani tabelarno.

3.3.3.2. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju analiziranih populacija

Da bi se utvrdilo u kojoj meri bioklimatski parametri utiču na diferencijaciju analiziranih populacija urađena je klaster analiza bazirana na matrici bioklimatskih parametara. Dobijen klaster je poređen sa klasterom baziranim na morfološkim karakteristikama. Kako bi utvrdili da li postoji veza između bioklimatskih parametara i morfološke varijabilnosti populacija a izbegao uticaj specifičnosti mikroreljefa na bioklimatske parametre urađena je i klaster analiza iz koje su isključene populacije iz kanjona (SR-Gradac) i klisura (SR-Suvaja, SR-Studenica). U analizu su uključene samo populacije čije individue naseljavaju otvorene travnjačke zajednice klase *Festuco-Brometea* i *Elyno-Seslerietea*, koje nisu pod uticajem specifičnih mikroklimatskih i orografskih faktora.

Bioklimatski parametri za lokalitete su preuzeti iz WorldClimove baze globalnih klimatskih podataka pomoću softvera DIVA-GIS 7.5. (Hijmans *et al.*, 2005, 2012). Dobijene grupe su poređene sa grupama koje su dobijene u klaster analizi morfoloških karaktera. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički uz pomoć dendrograma.

3.3.3.3. Uticaj podloge na diferencijaciju analiziranih populacija

Da bi se utvrdilo u kojoj meri podloga (sreptinit, silikat i krečnjak) utiče na diferencijaciju analiziranih populacija urađena je kanonijska diskriminantna analiza (CDA) gde je kao grupna varijabla uzeta podloga. Rezultati su prikazani grafički uz pomoć scatterplota.

3.3.3.4. Zavisnost između variranja morfoloških karaktera i osnovnih bioklimatskih i geomorfoloških parametara

Regresiona analiza (linearna regresija) je urađena sa ciljem da se utvrdi međusobna zavisnost između variranja morfoloških karaktera *J. heuffelii* i osnovnih bioklimatskih i geomorfoloških parametara. Podaci korišćeni u regresionoj analizi su prethodno log-transformisani. Geografski položaj lokaliteta analiziranih populacija je određen uz pomoć GPS uređaja (GPS Garmin eTrex Vista® C). Podaci o nadmorskoj visini, nagibu terena i ekspoziciji za istraživane lokalitete su preuzeti iz SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) digitalnog elevacionog modela rezolucije 90 x 90 m (Farr et al., 2007) pomoću softvera ArcGIS 10 (ESRI, 2011). Ekstrakcija 19 bioklimatskih parametara rezolucije 1 km² iz WorlClimovog seta globalnih klimatskih podataka pomoću softvera DIVA-GIS 7.5. (Hijmans et al., 2005, 2012). Svi orografski i bioklimatski parametri korišćeni u analizi su prvo testirani na multikolinearnost i oni koji su pokazali međusobno visoki koeficijent korelacije nisu uključeni u analizu. Rezultati su prikazani tabelarno.

Statistička obrada podataka je rađena u statističkom programu *Statistica*, version 5.1 (StatSoft Inc., 1996, Tulsa, OK, USA).

3. 4. HOROLOŠKI I EKOLOŠKI PODACI

Podaci o rasprostranjenju kompleksa *J. heuffelii* su prikupljeni na osnovu literaturnih podataka, revizijom herbarijumskih zbirki kao i na osnovu sopstvenih terenskih istraživanja. Herbarijumski materijal koji je pregledan i revidiran za potrebe ove doktorske disertacije deponovan je u sledećim zbirkama: Generalni herbarijum Balkanskog poluostrva (BEO), Herbarijum Instituta za Botaniku Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu (BEOU), Herbarijum prirodnjačkog muzeja u Beču (W) i Herbarijum Univerziteta u Beču (WU) (akronimi prema Thiers, 2014) kao i Herbarijum Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu (HMN).

Veliki broj literaturnih podataka o rasprostranjenju *J. heuffelii* na teritoriji Rumunije (prostor Južnih Karpata) je preuzet iz rada Barca & Niculae (2005). Svi prikupljeni horološki i ekološki podaci su inkorporirani u specijalizovanu elektronsku bazu podataka. Lokaliteti koji su pronadjeni iz literature i revizijom herbarskog materijala su georeferencirani uz pomoć softvera OziExplorer 3.95 4s, ili uz pomoć Google Earth-a dok su za horološke podatke dobijene terenskim istraživanjima koordinate utvrđene pomoću GPS uređaja (GPS Garmin eTrex Vista® C). Vektorske karte na kojima je prikazano rasprostranjenje taksona na istraživanom području urađene su pomoću softvera ArcGIS 10 (ESRI, 2011). Kartiranje je izvršeno na mapama u grid UTM sistemu (UTM Zona 34T). Pripadnost vrste *J. heuffelii* odgovarajućoj životnoj formi određena je prema sistemu Raunkiera (1934), koji je dopunjen od strane Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), a za taksone na nivou Srbije razrađen od strane Stevanovića (1992a). Za definisanje areal tipa, areal grupe i flornog elementa vrste *J. heuffelii* korišćena je metoda prema Meusel et al. (1965, 1978) i Meusel & Jager (1992), koja je prema Stevanoviću (1992b) modifikovana za teritoriju Srbije. Podaci o rasprostranjenju taksona u Srbiji grupisani su po geografskim regionima prema Markoviću (1970) uz neznatu modifikaciju koja je primenjena radi potrebe izrade Crvene knjige flore Srbije 1 (Stevanović et al., 1999). Regionalizacija Grčke je prikazana po administrativnim regionima kao i regionalizacija Rumunije. Literatura korišćena za horološka istraživanja je data u tabeli 20. u Prilozima. Podaci o ekologiji vrste su dobijeni obradom literaturnih podataka.

3.5. LEKTOTIPIFIKACIJA

Kao preduslov za rešavanje taksonomskih problema u okviru *J. heuffelii* kompleksa urađena je lektotipifikacija sledećih taksona: *Diopogon stramineus*, *Sempervivum brassaii*, *S. ciliatum*, *S. heuffelii*, *S. heuffelii* var. *albanicum*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *glabrum*, *S. heuffelii* var. *vestitum*, *S. kopaonikense*, *S. patens*, *S. reginae-amaliae*, *S. transylvanicum* i *S. velenovskyi*. Da bi se sakupili svi neophodni podaci i materijal za lektotipifikaciju taksona u okviru kompleksa *J. heuffelii* konsultovani su sledeći evropski Herbarijumi: Generalni herbarijum Balkanskog poluostrva (BEO), Herbarijum Instituta za Botaniku Biološkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu (BEOU), Herbarijum Prirodnjačkog muzeja u Beču (W) i Herbarijum Univerziteta u Beču (WU), Botanička bašta i Botanički muzej Berlin –Dahlem (B), Mađarski Prirodnjački muzej, Budimpešta (BP), Univerzitet u Getingenu, Nemačka (GOET), Ivan Franko Nacionalni univerzitet u Lvivu, Ukrajina (LW), Univerzitet Claude Bernard, Lion, Francuska (LY), Karlov univerzitet u Pragu, Češka (PRC), Univerzitet u Sofiji, Bugarska (SO), Poljoprivredni univerzitet u Plovdivu, Bugarska (SOA) i Bugarska Akademija Nauka, Bugarska (SOM), (akronimi prema Thiers, 2014). Osim herbarijumskih zbirki pregledana je i obimna floristička literatura u potrazi za originalnim opisima navedenih taksona.

Rezultati su publikovani u radu Nikolić et al. (2014).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. STRUKTURA VARIJABILNOSTI MORFOLOŠKIH KARAKTERA

Distribucija podataka. Normalna raspodela podataka je ispitana standardnim testovima Kolmogorov-Smirnov (K-S), Lilliefors i Shapiro-Wilk W test (tabela 1, Prilozi). Kolmogorov-Smirnov test je pokazao da većina kvantitativnih karaktera ima normalnu raspodelu. Karakteri koji po ovom testu ne pokazuju normalnu raspodelu su: broj cvetnih grana (FloBra_N), broj cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), širina centralnog rebra (Cos_W), ugao između nektarije i karpela (Nect_Ang). S obzirom na to da analizirani uzorak obuhvata više od 200 analiziranih slučajeva (individua) i da u takvom uzorku asimetričnost raspodele podataka nema znatnijeg uticaja na rezultate analize (Tabachnik & Fidell, 2007) ovakav rezultat omogućio je da se pristupi daljoj parametarskoj analizi podataka.

Koeficijent varijacije (CV%). Vrednosti koeficijenta varijacije kod vegetativnih karaktera variraju u opsegu od 20.29% do 55.31% (tabela 5). Jako visok koeficijent varijacije $CV\% > 50$ pokazuje samo karakter debljina hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W). Karakteri koji pokazuju visok nivo koeficijenta varijacije ($CV\% > 30$) su prečnik rozete (Ros_D), dužina najvećeg lista rozete (LeRos_L max), distanca najšireg dela lista rozete od vrha (Apex_D_Ros), dužina bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L), dužina cilije po obodu lista rozete (LeRos_Ci_L) i visina stabla do najniže cvetne grane (Ste_H). Ostali karakteri vegetativnih organa pokazuju umeren nivo koeficijenta varijacije (tabela 5). Najniži koeficijent varijabilnosti karaktera vegetativnih organa pokazuje karakter broj listova na stablu (LeSte_N) (20.29%).

Od karaktera reproduktivnih organa samo dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L) pokazuje jako visok koeficijent varijacije (74.6%).

Broj cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N) i ugao koji nektarija zaklapa sa karpelom (Nect_Ang) pokazuju visok koeficijent varijabilnosti, dok su ostali karakteri umereno ili slabo varijabilni. Karakteri reproduktivnih organa koji su pokazali nizak nivo morfološke varijabilnosti ($CV\% < 10$) su: dužina kruničnog listića (Pet_L) i dužina semena (See_L) ($CV\% < 10$).

Analiza morfoloških karaktera svake od populacija ponaosob je pokazala znatno manji koeficijent varijacije za sve morfološke karaktere. Karakteri koji pokazuju morfološku stabilnost i nizak koeficijent varijabilnosti kod svih populacija su: dužina kruničnog listića (Pet_L) i visina ploda (Fru_H) (tabele 2-15, Prilozi).

Analiza varijansi (ANOVA). Rezultati analize varijanse pokazuju da se svi kvantitativni karakteri statistički značajno razlikuju između ispitivanih populacija (tabela 5). Statistički najznačajniji karakteri, sa najvišim F vrednostima su: debljina hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W), dužina kljuna (Rost_L) i dužina najduže cvetne grane (FloBra_L) (tabela 5).

Koeficijent korelacije. Korelaciona analiza je pokazala da većina analiziranih karaktera pokazuje statistički značajnu korelisanost (tabela 6).

Visok koeficijent korelacije (> 0.7) pokazuju sledeći parovi karaktera: širina najvećeg lista u rozeti (LeRos_L max) - dužina najvećeg lista u rozeti (LeRos_W max); širina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_W) - dužina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_L); distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista (Apex_D_Ros) – dužina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_L); visina ploda (Fru_H) - dužina kruničnog listića (Pet_L), visina ploda (Fru_H) - dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max); širina ploda (Fru_W) - dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max); visina ploda (Fru_H) - visina plodnika (Ova_H); širina ploda (Fru_W) - visina plodnika (Ova_H) i širina ploda (Fru_W) - visina ploda (Fru_H). Ostali karakteri pokazuju umeren do nizak nivo korelacije ili nisu statistički značajno korelisani.

Tabela 5. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera i ANOVE (Avg - srednja vrednost, Med - medijana, Min - minimalna vrednost, Max - maksimalna vrednost, St.Dev - standardna devijacija, CV - koeficijent varijacije, F količnik, p - statistička značajnost, $p < 0.05$)

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV	F	p
Prečnik rozete	58,99	57,5	17,00	147,00	22,31	37,82	11,58	0,00
Broj listova u rozeti	35,46	35,00	16,00	62,00	8,78	24,76	17,39	0,00
Dužina najvećeg lista rozete	36,48	34,60	11,72	84,20	12,64	34,63	16,29	0,00
Širina najvećeg lista rozete	12,63	11,90	6,30	26,90	3,36	26,62	17,35	0,00
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	10,86	10,20	5,69	46,40	3,62	33,33	3,30	0,00
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,30	1,27	0,03	3,27	0,41	31,80	9,93	0,00
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,44	0,42	0,03	1,00	0,17	37,93	22,70	0,00
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,18	0,17	0,01	0,52	0,10	55,31	55,97	0,00
Visina stabla do najniže cvetne grane	182,56	180,00	50,00	370,00	56,69	31,05	10,56	0,00
Broj listova na stablu	23,91	24,00	12,00	37,00	4,85	20,29	17,39	0,00
Dužina srednjeg lista stabla	27,05	26,55	12,59	51,20	6,49	24,00	11,49	0,00
Širina srednjeg lista stabla	9,04	8,97	2,93	16,10	2,28	25,18	15,31	0,00
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	18,96	18,50	7,76	36,80	5,64	29,76	8,79	0,00
Dužina čašičnog listića	6,02	5,90	4,02	9,06	0,99	16,41	23,18	0,00
Širina čašičnog listića	2,27	2,28	1,49	3,33	0,31	13,68	11,45	0,00
Dužina kruničnog listića	9,14	9,07	6,67	11,36	0,87	9,56	14,38	0,00
Širina kruničnog listića	3,20	3,24	2,15	4,56	0,45	14,21	19,04	0,00
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,73	5,74	4,09	7,87	0,60	10,42	16,60	0,00
Visina plodnika	4,17	4,17	2,64	6,92	0,53	12,77	19,27	0,00
Visina stubića	1,63	1,63	1,05	2,46	0,25	15,13	16,65	0,00
Visina centralnog zubića	0,62	0,61	0,21	1,15	0,16	26,15	17,56	0,00
Visina bočnog zubića	0,32	0,33	0,02	0,62	0,08	25,65	12,45	0,00
Visina ploda	2,50	2,49	1,81	3,37	0,25	10,11	24,66	0,00

Širina ploda	1,85	1,83	1,33	2,60	0,20	10,93	25,33	0,00
Dužina kljuna	1,38	1,34	0,63	2,38	0,33	23,90	45,28	0,00
Broj cvetnih grana	5,20	5,00	2,00	12,00	1,06	20,44	9,32	0,00
Broj cvetova u fazi plodonošenja	37,93	36,00	6,00	142,00	16,02	42,23	11,27	0,00
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	18,59	15,00	0,30	70,00	13,77	74,06	44,18	0,00
Dužina semena	0,90	0,90	0,70	1,20	0,09	9,86	19,43	0,00
Širina semena	0,45	0,45	0,30	0,59	0,05	12,14	9,76	0,00
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,12	0,01	28,80	20,59	0,00
Širina nektarije	0,72	0,71	0,39	1,16	0,14	19,72	11,96	0,00
Visina nektarije	0,48	0,49	0,23	0,71	0,09	18,32	8,99	0,00
Ugao između nektarije i karpele	37,76	35,48	11,53	92,70	14,36	38,03	4,52	0,00

Tabela 6. Rezultati korelacione analize kvantitativnih karaktera (akronimi karaktera navedeni u tabeli 4). Boldirane vrednosti su statistički značajne, $p < 0.05$.

	Karakter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Ros_D	1,00	0,07	0,61	0,54	0,43	0,03	-0,08	0,23	0,57	0,39	0,39	0,43	0,42	0,27	0,35	0,43	0,27
2	LeRos_N	0,07	1,00	-0,16	-0,11	-0,16	0,23	-0,19	0,08	-0,09	0,32	0,05	0,08	0,04	0,21	0,15	-0,10	0,29
3	LeRos_L max	0,61	-0,16	1,00	0,76	0,65	0,00	0,27	-0,19	0,58	0,21	0,64	0,58	0,48	0,10	0,23	0,36	0,02
4	LeRos_W max	0,54	-0,11	0,76	1,00	0,56	-0,07	0,19	-0,18	0,50	0,24	0,50	0,62	0,43	0,05	0,13	0,39	0,11
5	Apex_D1	0,43	-0,16	0,65	0,56	1,00	-0,01	0,09	-0,10	0,42	0,15	0,39	0,37	0,35	0,07	0,12	0,26	0,00
6	LeRos_Sp_L	0,03	0,23	0,00	-0,07	-0,01	1,00	-0,01	0,23	0,04	0,15	0,03	-0,05	0,08	0,26	0,12	0,02	0,11
7	LeRos_Ci_L	-0,08	-0,19	0,27	0,19	0,09	-0,01	1,00	-0,38	0,06	-0,10	0,11	0,16	0,04	-0,13	0,01	0,02	-0,12
8	LeRos_Ed_W	0,23	0,08	-0,19	-0,18	-0,10	0,23	-0,38	1,00	0,16	0,20	-0,25	-0,20	-0,05	0,35	0,19	0,26	0,28
9	Ste_H	0,57	-0,09	0,58	0,50	0,42	0,04	0,06	0,16	1,00	0,62	0,57	0,59	0,57	0,28	0,29	0,46	0,29
10	LeSte_N	0,39	0,32	0,21	0,24	0,15	0,15	-0,10	0,20	0,62	1,00	0,31	0,50	0,40	0,38	0,29	0,32	0,50
11	MidLeSte_L	0,39	0,05	0,64	0,50	0,39	0,03	0,11	-0,25	0,57	0,31	1,00	0,76	0,73	0,29	0,32	0,33	0,14
12	MidLeSte_W	0,43	0,08	0,58	0,62	0,37	-0,05	0,16	-0,20	0,59	0,50	0,76	1,00	0,62	0,22	0,30	0,42	0,33
13	Apex_D2	0,42	0,04	0,48	0,43	0,35	0,08	0,04	-0,05	0,57	0,40	0,73	0,62	1,00	0,34	0,27	0,43	0,18
14	Sep_L	0,27	0,21	0,10	0,05	0,07	0,26	-0,13	0,35	0,28	0,38	0,29	0,22	0,34	1,00	0,65	0,55	0,51
15	Sep_W	0,35	0,15	0,23	0,13	0,12	0,12	0,01	0,19	0,29	0,29	0,32	0,30	0,27	0,65	1,00	0,44	0,57
16	Pet_L	0,43	-0,10	0,36	0,39	0,26	0,02	0,02	0,26	0,46	0,32	0,33	0,42	0,43	0,55	0,44	1,00	0,40
17	Pet_W	0,27	0,29	0,02	0,11	0,00	0,11	-0,12	0,28	0,29	0,50	0,14	0,33	0,18	0,51	0,57	0,40	1,00

Tabela 6. Rezultati korelacione analize kvantitativnih karaktera (akronimi karaktera navedeni u tabeli 4). Boldirane vrednosti su statistički značajne, $p < 0.05$.

	Karakter	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
18	Fil_L max	1,00	0,69	0,54	0,21	0,08	0,90	0,76	0,26	0,24	0,24	0,39	0,28	0,32	0,31	0,07	-0,05	0,00
19	Ova_H	0,69	1,00	0,43	0,28	0,11	0,87	0,90	0,26	0,20	0,19	0,28	0,26	0,30	0,38	0,14	0,02	0,02
20	Sty_H	0,54	0,43	1,00	0,17	0,02	0,65	0,66	0,42	0,20	0,31	0,42	0,27	0,28	0,18	-0,10	-0,20	0,08
21	CenToo_H	0,21	0,28	0,17	1,00	0,65	0,43	0,51	-0,08	-0,13	-0,20	0,11	-0,16	0,04	0,12	-0,14	0,05	-0,01
22	LatToo_H	0,08	0,11	0,02	0,65	1,00	0,24	0,31	-0,27	-0,11	-0,25	0,06	-0,30	-0,08	0,12	-0,16	0,05	0,00
23	Fru_H	0,90	0,87	0,65	0,43	0,24	1,00	0,97	0,29	0,20	0,20	0,39	0,25	0,34	0,36	0,02	-0,04	0,03
24	Fru_W	0,76	0,90	0,66	0,51	0,31	0,97	1,00	0,29	0,17	0,16	0,36	0,22	0,32	0,36	0,01	-0,03	0,03
25	Rost_L	0,26	0,26	0,42	-0,08	-0,27	0,29	0,29	1,00	0,12	0,27	0,20	0,29	0,17	-0,14	-0,03	-0,19	0,04
26	FloBra_N	0,24	0,20	0,20	-0,13	-0,11	0,20	0,17	0,12	1,00	0,66	0,44	0,27	0,24	0,19	0,08	-0,02	0,04
27	Flo_N	0,24	0,19	0,31	-0,20	-0,25	0,20	0,16	0,27	0,66	1,00	0,60	0,45	0,33	0,07	0,06	-0,04	-0,02
28	FloBra_L	0,39	0,28	0,42	0,11	0,06	0,39	0,36	0,20	0,44	0,60	1,00	0,33	0,38	0,27	-0,12	-0,17	-0,09
29	See_L	0,28	0,26	0,27	-0,16	-0,30	0,25	0,22	0,29	0,27	0,45	0,33	1,00	0,70	0,18	0,12	-0,03	-0,09
30	See_W	0,32	0,30	0,28	0,04	-0,08	0,34	0,32	0,17	0,24	0,33	0,38	0,70	1,00	0,29	-0,04	-0,09	-0,09
31	Cos_W	0,31	0,38	0,18	0,12	0,12	0,36	0,36	-0,14	0,19	0,07	0,27	0,18	0,29	1,00	-0,22	-0,19	-0,07
32	Nect_W	0,07	0,14	-0,10	-0,14	-0,16	0,02	0,01	-0,03	0,08	0,06	-0,12	0,12	-0,04	-0,22	1,00	0,34	0,09
33	Nect_H	-0,05	0,02	-0,20	0,05	0,05	-0,04	-0,03	-0,19	-0,02	-0,04	-0,17	-0,03	-0,09	-0,19	0,34	1,00	-0,11
34	Nect-Ang	0,00	0,02	0,08	-0,01	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	-0,02	-0,09	-0,09	-0,09	-0,07	0,09	-0,11	1,00

4.1.1. Promenljivost pojedinačnih kvantitativnih morfoloških karaktera

1. Prečnik rozete (Ros_D) varira u opsegu od 17 do 147 mm. Najniže vrednosti ovog karaktera su zabeležene u populaciji MA-Treskavec (17 mm), a najviše u populaciji SR-Gradac (147 mm). Prečnik rozete spada u karaktere sa visokom morfološkom varijabilnošću ($CV\% = 37.82$) (tabela 5). Ros_D pokazuje nisku do umerenu korelisanost sa skoro svim drugim morfološkim karakteristikama koji su analizirani, osim sa dužinom bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L), dužinom cilije po obodu lista rozete (LeRos_Ci_L), visinom nektarije (Nect_H) i uglom između nektarije i karpele (Nect-Ang) gde ne postoji značajna korelacija. Nisku korelaciju (0.1-0.3) prečnik rozete pokazuje sa debljinom hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W), dužinom čašičnog listića (Sep_L), širinom kruničnog listića (Pet_W), visinom centralnog zubića (CenToo_H), dužinom kljuna (Rost_L), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), širinom nektarije (Nect_W), širinom semena (See_W), dužinom semena (See_L). Umerenu korelisanost (0.3-0.7) prečnik rozete pokazuje sa karakteristikama dimenzije i oblika listova rozete i stabla i karakteristikama reproduktivnih organa: širinom čašičnog listića (Sep_W), dužinom kruničnog listića (Pet_L), dužinom najdužeg prašničkog konca (Fil_L max), visinom plodnika (Ova_H), visinom stubića (Sty_H), visinom ploda (Fru_H), širinom ploda (Fru_W), širinom centralnog rebra (Cos_W) (tabela 6).

Opseg variranja Ros_D je najveći kod populacija SR-Gradac, SR-Suvaja i SR-Nebeske stolice, nešto manji kod populacija RO-Domogled, SR-Studenica, SR-Treska, SR-Basarski kamik, SR-Pljačkovica, SR-Stara planina, SR-Radan i Bu-Trojanski prolaz, dok najmanji opseg variranja ovog karaktera imaju populacije iz Makedonije (MA-Treskavec i MA-Mavrovo) i SR-Besna Kobila (slika 10).

2. Broj listova u rozeti (LeRos_N) varira u opsegu od 16 do 62 i pripada umereno varijabilnim karakteristikama ($CV\% = 24.76$) (tabela 5). Ovaj karakter pokazuje umerenu do slabu korelaciju sa drugim morfološkim kvantitativnim karakteristikama. Broj listova u rozeti pokazuje slabu korelaciju sa dužinom kljuna (Rost_L), dok sa distancom najšireg dela lista rozete od vrha (Apex_D_Ros), dužinom bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L), dužinom cilije po obodu lista rozete (LeRos_Cil_L), dužinom čašičnog listića (Sep_L), širinom čašičnog listića (Sep_W), dužinom kruničnog listića (Pet_L),

dužinom najdužeg prašničkog konca (Fil_L_max), visinom stubića (Sty_H), visinom bočnog zubića (LatToo_H), visinom ploda (Fru_H), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L), dužinom semena (See_L), širinom semena (See_W), širinom nektarije (Nect_W), visinom nektarije (Nect_H) pokazuje umereni koeficijent korelacije. Sa ostalim karakteristikama ne pokazuje statistički značajan koeficijent korelacije (tabela 6).

Populacije SR-Nebeske stolice, SR-Treska, SR-Basarski kamik, MA-Treskavec i MA-Mavrovo pokazuju veću varijabilnost ovog karaktera, dok su nešto manja variranja u populacijama RO-Domogled, SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Studenica, SR-Radan, SR-Pljačkovica, SR-Stara planina i BU-Trojanski prolaz (slika 10).

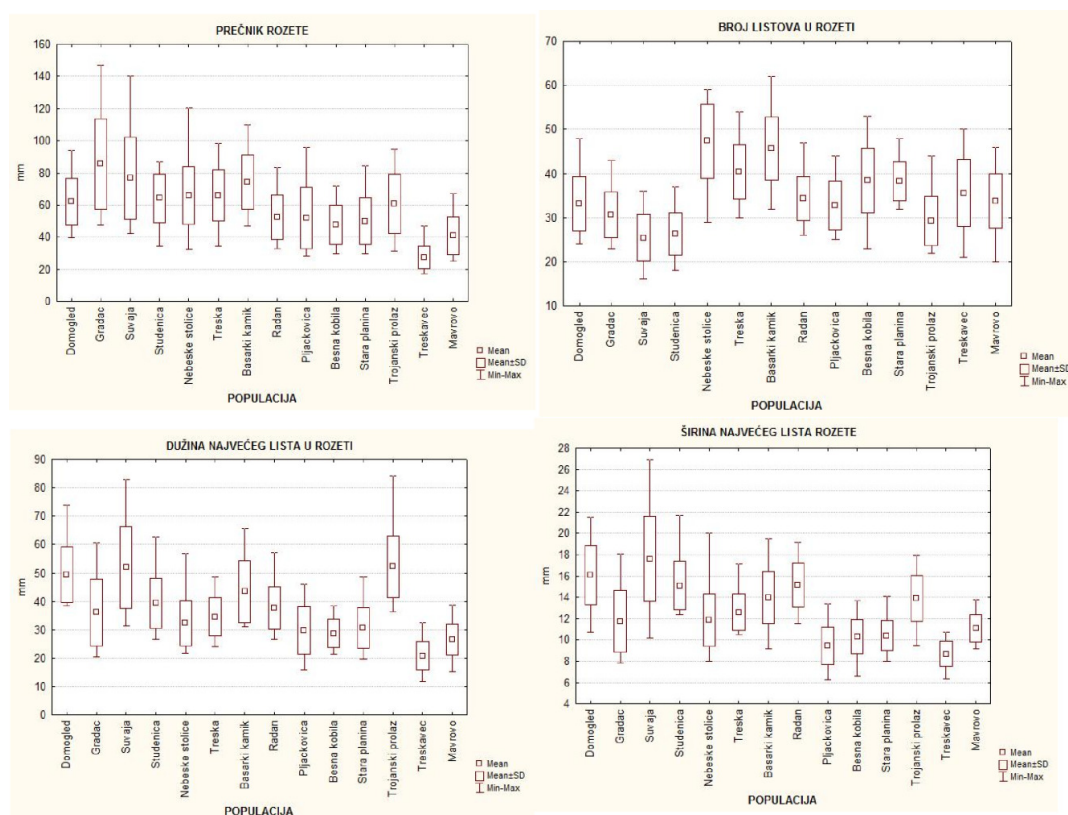
3. Dužina najvećeg lista u rozeti (LeRos_L max) varira u opsegu od 11.7 do 84.2 mm. Ovaj karakter spada u visoko varijabilne karaktere ($CV\% = 34.63$) (tabela 5). Korelacija je pokazala da je dužina najvećeg lista u rozeti umereno do slabo korelisana sa skoro svim drugim karakteristikama, osim sa dužinom bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L), dužinom čašičnog listića (Sep_L), dužinom kruničnog listića (Pet_W), visinom centralnog zubića (CenToo_H), visinom nektarije (Nect_H) i uglom između nektarije i karpela (Nect_Ang) gde ne pokazuje statistički značajnu korelaciju (tabela 6).

Opseg variranja ovog karaktera je najveći kod populacija SR-Suvaja i BU-Trojanski prolaz, a ove populacije pokazuju i njegove najveće vrednosti. Najmanji opseg variranja imaju populacije SR-Besna Kobilica, MA-Mavrovo i MA-Treskavec. Populacije iz Makedonije se odvajaju po najnižim srednjim vrednostima ovog karaktera (slika 10). Individue sa najmanjim listovima su zabeležene u populaciji MA-Treskavac.

4. Širina najvećeg lista u rozeti (LeRos_W max) varira u opsegu od 6.3 do 26.9 mm, pripada umereno varijabilnim karakteristikama ($CV\% = 26.62$) (tabela 5) i pokazuje slabu do umerenu korelaciju sa većinom karaktera. Širina najvećeg lista u rozeti slabu korelisanost pokazuje sa dužinom cilije po obodu lista rozete (LeRos_Ci_L), debljinom hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W), brojem listova na stablu (LeSte_N), širinom čašičnog listića (Sep_W), visinom bočnog zubića (LatToo_H), dužinom kljuna (Rost_L), brojem cvetnih grana (FloBra_N), širinom semena (See_W), širinom centralnog rebra (Cos_W), širinom nektarije (Nect_W) i visinom nektarije (Nect_H). Umerenu korelisanost pokazuje sa karakteristikama rozete (Apex_D_Ros), stabla (Ste_H, MidLe_Ste_L, MidLe_Ste_H, Apex_D_Ste), kao i sa

dužinom kruničnog listića (Pet_L), dužinom najdužeg prašničkog konca (Fil_Lmax), visinom stubića (Sty_H), visinom i širinom ploda (Fru_H, Fru_W), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L) i dužinom semena (See_L) (tabela 6).

Veću varijabilnost ovaj karakter pokazuje kod populacija RO-Domogled, SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Studenica, SR-Nebeske stolice i SR-Basarski kamik, dok su ostale populacije sa znatno manjim opsegom variranja. Kao i kod dužine najvećeg lista u rozeti, tako i kod ovog karaktera populacija MA-Treskavac pokazuje najniže vrednosti i odvađa se od ostalih populacija (slika 10).



Slika 10. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: prečnik rozete, broj listova rozete, dužina najvećeg lista rozete i širina najvećeg lista rozete.

5. Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista (Apex_D_Ros) varira u opsegu od 5.7 do 46.4 mm i spada u visoko varijabilne karaktere ($CV\% = 33.33$) (tabela 5). Nizak koeficijent korelacije ovaj karakter pokazuje sa brojem listova na stablu (LeSte_N), širinom čašičnog listića (Sep_W), dužinom kruničnog listića (Pet_L), dužinom najdužeg prašničkog konca (Fil_L max), visinom plodnika (Ova_H), visinom stubića (Sty_H), visinom i širinom ploda (Fru_H, Fru_W), dužinom kljuna (Rost_L), brojem cvetnih grana (FloBra_N), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom najduže cvetne grane u fazi plodnošenja (FloBra_L), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), širinom centralnog rebra (Cos_W) i širinom nektarije (Nect_W). Umeren koeficijent korelacije ovaj karakter pokazuje sa visinom stabla (Ste_H), širinom srednjeg lista stabla (MidLe_Ste_W) i distancom najšireg dela lista stabla od vrha (Apex_D_Ste) (tabela 6). Ako izuzmemo ekstremnu vrednost kod jedne individue u populaciji SR-Basarski kamik, ostale populacije nemaju veliki opseg variranja ovog karaktera. Generalno veća varijabilnost distance najšireg dela lista rozete od vrha lista je uočena kod populacija iz klisura i kanjona reka (SR-Suvaja, SR-Gradac, SR-Studenica) nego kod visokoplaninskih populacija (slika 11).

6. Dužina bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L) varira u opsegu od 0.03 do 3.27 mm i pripada visoko varijabilnim karakterima ($CV\% = 31.80$) (tabela 5). Ovaj karakter pokazuje slabu korelisanost sa debljinom hrskavičavog oboda (LeRos_Ed_W), brojem listova na stablu (LeSte_N), dužinom i širinom čašičnog listića (Sep_L, Sep_W), visinom centralnog zubića (CenToo_H), brojem cvetnih grana (FloBra_N), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N) i dužinom semena (See_L), dok sa ostalim karakterima ne pokazuje statistički značajan nivo korelacije (Tabela 6). U odnosu na populacije SR-Suvaja, SR-Basarski kamik, SR-Pljačkovica i MA- Treskavec koje pokazuju nešto veći opseg variranja dužine bodlje na vrhu lista rozete, ostale populacije se odlikuju manjom varijabilnošću ovog karaktera (slika 11).

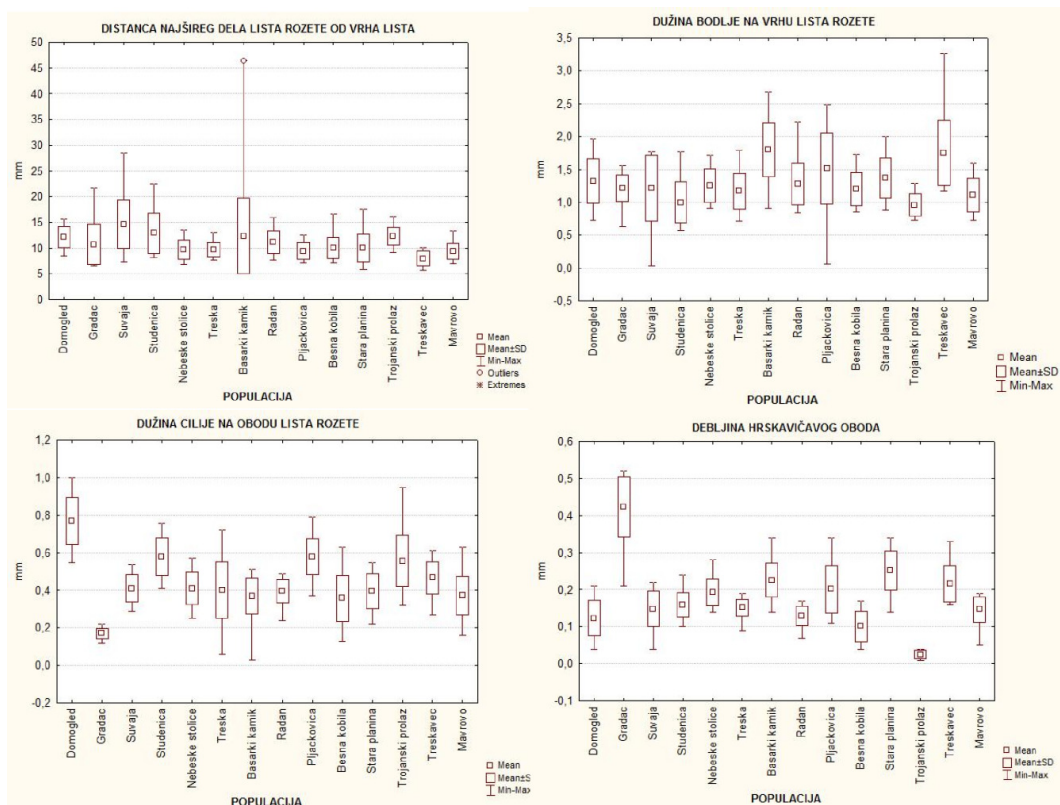
7. Dužina cilije na obodu lista rozete (LeRos_Cil_L) je karakter čije se vrednosti kreću u opsegu od 0.03 do 1 mm. Koeficijent varijacije pokazuje da je ovaj karakter visoko varijabilan ($CV\% = 37.93$) (tabela 5). Dužina cilije na obodu lista rozete pokazuje negativnu umerenu korelisanost sa debljinom hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W), dok sa dužinom i širinom srednjeg lista stabla (MidLe_Ste_L,

MidlLe_Ste_W), dužinom čašičnog listića (Sep_L), širinom kruničnog listića (Pet_W), visinom centralnog i bočnog zubića (CenToo_H, LatToo_H), dužinom kljuna (Rost_L), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), širinom centralnog rebra (Cos_W), visinom nektarije (Nect_H), uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) pokazuje slabu korelisanost (tabela 6). Najmanji opseg variranja ovog karaktera ima populacija SR-Gradac koja se i po samim vrednostima izdvaja od ostalih populacija (slika 11).

8. Debljina hrskavičavog oboda na listu rozete (LeRos_Ed_W) varira u opsegu od 0.01 do 0.52 mm i spada u visoko varijabilne karaktere ($CV\% = 55.31$) (tabela 5). Umereno do slabo je korelisan sa većinom drugih karaktera osim sa distancom najšireg dela lista stabla od vrha (Apex_D_Ste), dužinom kljuna (Rost_L), dužinom semena (See_L), visinom nektarije (Nect_H) i uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) sa kojima ne pokazuje statistički značajan nivo korelacije (tabela 6). Po ovom karakteru se najviše razlikuju populacije SR-Gradac koja ima najdeblji hrskavičavi obod i veliki opseg variranja ovog karaktera i BU- Trojanski prolaz kod koje je hrskavičavi obod jako slabo izražen (slika 11).

9. Visina stabla do najniže cvetne grane (Ste_H) varira u opsegu od 50 do 370 mm. Spada u visoko varijabilne karaktere ($CV\% = 31.05$) (tabela 5). Pokazuje nisku do umerenu korelisanost sa svim karakterima osim sa visinom bočnog zubića (LatToo_H), visinom nektarije (Nect_H) i uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) sa kojima nije statistički značajno korelisan (tabela 6). Najveće vrednosti ovog karaktera su zabeležene u klisurskim i kanjonskim populacijama (SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Studenica) a najmanje u visokoplaninskim populacijama (MA-Treskavec, SR-Besna Kobilica, SR-Stara planina, MA-Mavrovo) (slika 12).

10. Broj listova na stablu (LeSte_N) varira u opsegu od 12 do 37 i spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 20.29$) (tabela 5). Pokazuje umerenu do slabu korelaciju sa skoro svim merenim karakterima osim sa visinom stubića (Sty_H), brojem cvetnih grana (FloBra_N), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), visinom nektarije (Nect_H) i uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) sa kojima ne pokazuje statistički značajan koeficijent korelacije (tabela 6).



Slika 11. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista, dužina bodlje na vrhu lista rozete, dužina cilije na obodu lista rozete i debljina hrskavičavog oboda.

11. Dužina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_L) varira u opsegu od 12.6 do 51.2 mm i pokazuje umerenu varijabilnost ($CV\% = 24$) (tabela 5). Visoki koeficijent korelacije ovaj karakter pokazuje sa širinom srednjeg lista na stablu (MidLeSte_W) i distancom najšireg dela lista stabla od vrha (Apex_D_Ste) (>0.7), dok umerenu korelaciju pokazuje sa širinom čašičnog listića (Sep_W), dužinom kruničnog listića (Pet_L) i širinom nektarije (Nect_W) (Tabela 6). Najveći opseg variranja ovog karaktera imaju populacije SR-Suvaja, gde je zabeležena i najveća vrednost ovog karaktera, zatim populacije SR-Besna Kobilja, BU-Trojanski prolaz, SR-Studenica, SR-Treska dok je znatno manji opseg variranja ovog karaktera zabeležen kod populacija SR-Gradac, SR-Stara planina, MA-Treskavec i MA-Mavrovo. Najmanje vrednosti ovog karaktera su zabeležene u populaciji iz Makedonije MA-Treskavec (slika 12).

12. Širina srednjeg lista na stablu (MidlLeSte_W) varira u opsegu 2.93 do 16.1 mm. i spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 25.18$) (tabela 5). Osim sa visinom centralnog i bočnog zubića (CenToo_H, LatToo_H) i visinom nektarije (Nect_H) sa kojima ne pokazuje značajan nivo korelacije sa ostalim karakteristikama pokazuje umerenu do slabu korelisanost (tabela 6). Kao i kod dužine srednjeg lista na stablu tako je i kod ovog karaktera zabeležena najveća vrednost u populaciji SR-Suvaja, dok su najmanje vrednosti zabeležene u populaciji MA-Treskavec (slika 12).

13. Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista (Apex_D2) varira u opsegu 7.76 do 36.8 mm. Spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 29.76\%$) (tabela 5). Pokazuje umeren do nizak nivo korelacije sa skoro svim morfološkim karakteristikama osim sa visinom bočnog zubića (LatToo_H), dužinom kljuna (Rost_L), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), visinom nektarije (Nect_H), uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) (Tabela 6). Najmanji opseg variranja ovog karaktera pokazuje populacija MA-Mavrovo gde su zabeležene i najmanje vrednosti ovog karaktera (slika 12).

14. Dužina čašičnog listića (Sep_L) varira u opsegu od 4.02 do 9.06 mm i spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 16.41$) (tabela 5). Dužina čašičnog listića pokazuje umerenu do slabu korelisanost sa većinom morfoloških karaktera osim sa dužinom kljuna (Rost-L), brojem cvetnih grana (FloBra_N), dužinom najduže cvetne grane (FloBra_L), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) sa kojima ne pokazuje statistički značajnu korelisanost (tabela 6). Populacija SR-Basarski kamik se izdvaja kao populacija sa najvećim vrednostima ovog parametra (slika 13).

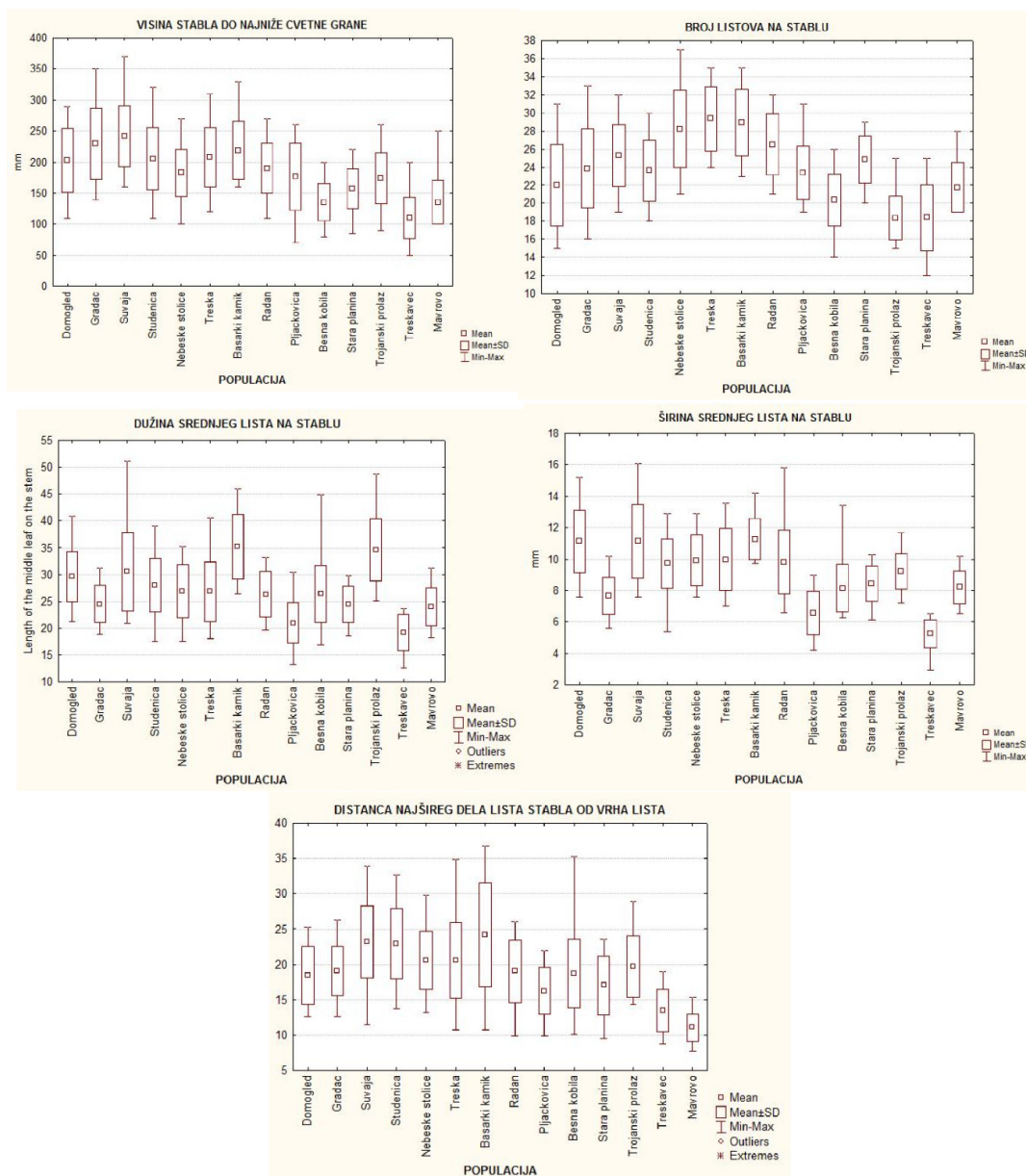
15. Širina čašičnog listića (Sep_W) varira u opsegu od 1.49 do 3.33 mm i spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 13.68$) (tabela 5). Najveće vrednosti ovog karaktera su zabeležene u populaciji SR-Basarski kamik, a najniže u populaciji MA-Treskavec. Ovaj karakter pokazuje umerenu do slabu korelaciju sa većinom drugih morfometrijskih karaktera koji su analizirani osim sa brojem cvetnih grana (FloBra_N), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L), dužinom i širinom semena (See_L, See_W), širinom centralnog rebra (Cos_W) i uglom između nektarije i karpele (Nect_Ang) sa kojima ne pokazuje statistički značajan koeficijent korelacije (Tabela 6). Populacija RO-

Domogled se izdvaja po najmanjem opsegu variranja ovog karaktera, dok ostale populacije pokazuju približno isti opseg variranja ovog karaktera (slika 13).

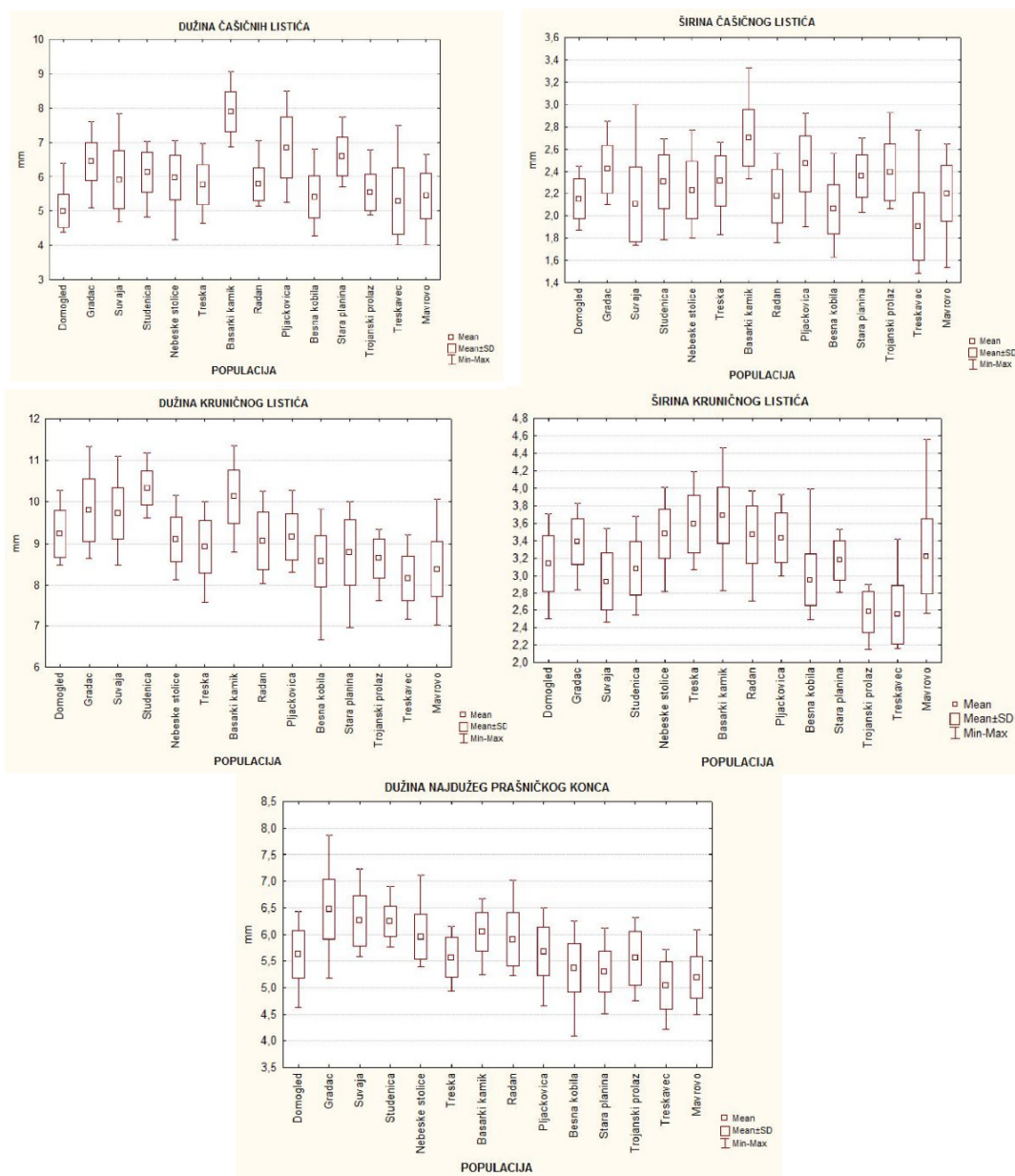
16. Dužina kruničnog listića (Pet_L) pokazuje varijabilnost u opsegu od 6.67 do 11.36 mm. Ovaj karakter spada u slabo varijabilne i kod njega je zabeležena najmanja vrednost koeficijenta varijacije ($CV\% = 9.56$) (tabela 5). Visoku korelisanost (0.72) ovaj karakter pokazuje sa širinom semena (Fru_W), dok je sa ostalim karakteristikama umereno do slabo korelisan (tabela 6). Populacija SR-Studenica pokazuje najmanji opseg variranja dužine kruničnog listića i sa populacijom SR-Basarski kamik izdvaja se po najvišim srednjim vrednostima ovog karaktera u odnosu na ostale populacije (slika 13).

17. Širina kruničnog listića (Pet_W) varira u opsegu od 2.15 do 4.56 mm i spada u umereno varijabilne karaktere sa koeficijentom varijacije $CV\% = 14.21\%$ (tabela 5). Širina kruničnog listića pokazuje umerenu do slabu korelisanost sa većinom drugih analiziranih karaktera, dok sa visinom plodnika (Sty_H), brojem cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužinom najduže cvetne grane (FloBra_L), širinom semena (See_W), uglom između nektarije i karpela (Nect_Ang) ne pokazuje statistički značajni nivo korelacije (tabela 6). Populacije MA-Treskavec i BU-Trojanski prolaz pokazuju nešto niže srednje vrednosti ovog karaktera i po tome se odvajaju od ostalih populacija (slika 13)

18. Dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max) varira u opsegu od 4.09 do 7.87 mm i pripada umereno varijabilnim karakteristikama ($CV\% = 10.42$) (tabela 5). Vrlo visok koeficijent korelacije ovaj karakter pokazuje sa visinom i širinom ploda (Fru_H, Fru_W) (0.90; 0.76). (tabela 6). Najveći opseg variranja ovog karaktera pokazuju individue populacija SR-Gradac i SR-Besna Kobilica (slika 13).



Slika 12. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: visina stabla do najniže cvetne grane, broj listova na stablu, dužina srednjeg lista na stablu, širina srednjeg lista na stablu, distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista



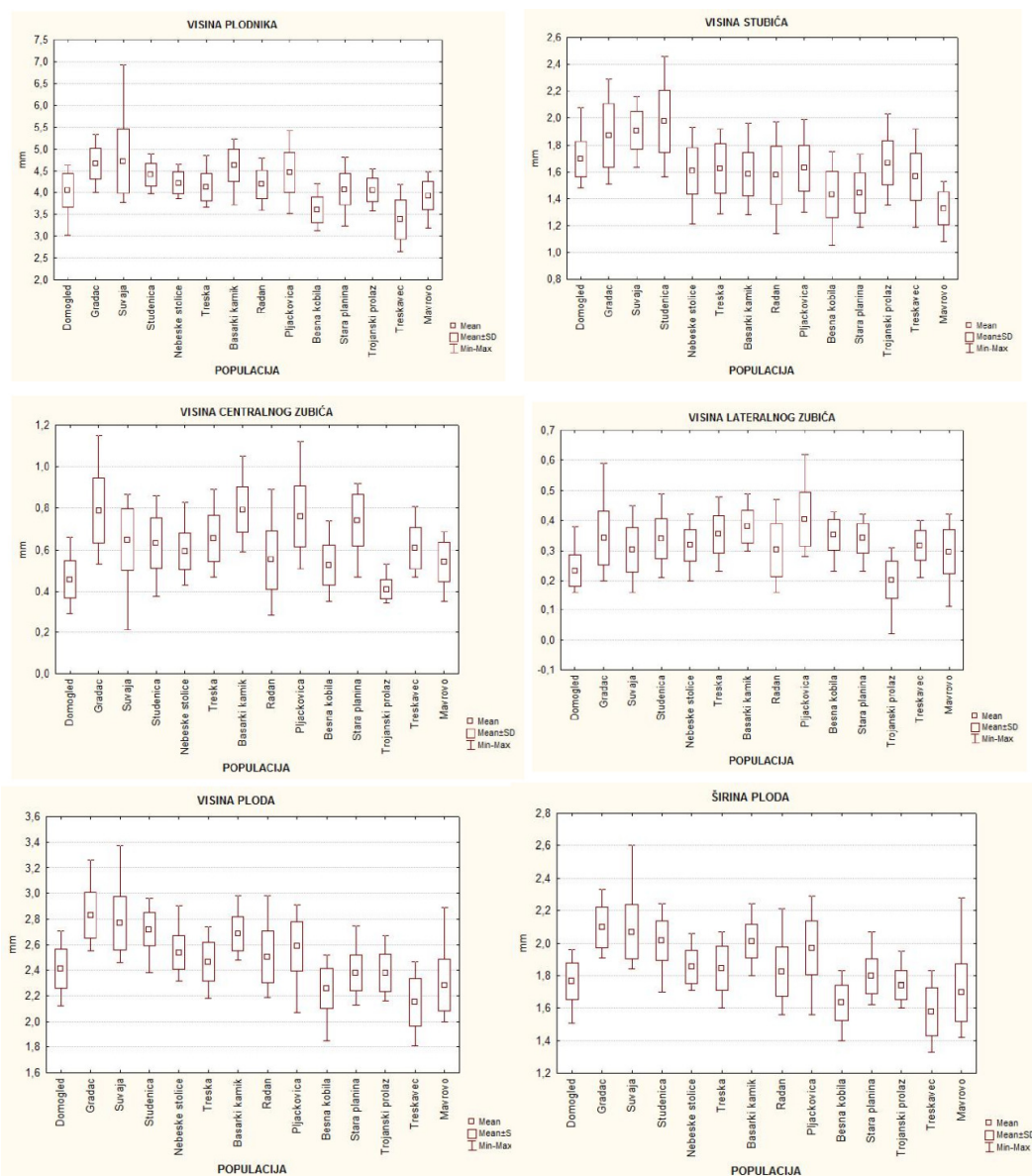
Slika 13. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: dužina čašičnog listića, širina čašičnog listića, dužina kruničnog listića, širina kruničnog listića i dužina najdužeg prašničkog konca.

19. Visina plodnika (Ova_H) varira u opsegu od 2.64 do 6.92 mm i pripada umereno varijabilnim karakteristikama ($CV\% = 12.77$) (tabela 5). Najveći opseg variranja visine plodnika pokazuje populacija SR-Suvaja, dok ostale populacije pokazuju umereno variranje ovog karaktera (slika 14).

20. Visina stubića (Sty_H) varira u opsegu od 1.05 do 2.46 mm i spada u umereno varijabilne karaktere sa koeficijentom varijabilnosti od 15.13%. Osim sa visinom i širinom ploda (Fru_H, Fru_W) gde pokazuje relativno visok nivo korelacije (0.65; 0.66), sa ostalim karakteristikama je slabo do umereno korelisan ili ne pokazuje statistički značajan nivo korelacije (tabele 5, 6).

21. Visina centralnog zubića na kruničnom listiću (CenToo_H) varira u opsegu od 0.21 do 1.15 mm, spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 26.15\%$) i pokazuje umeren do nizak nivo korelacije sa većinom drugih analiziranih karaktera (tabele 5, 6). Najmanji opseg variranja ovog karaktera je zabeležen u populaciji BU-Trojanski prolaz, dok su najveći opsezi variranja zabeleženi u populacijama SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Radan i SR-Pljačkovica (slika 14).

22. Visina bočnog zubića na kruničnom listiću (LatToo_H) varira u opsegu od 0.02 do 0.62 mm i spada u umereno varijabilne karaktere ($CV\% = 25.65$) (tabela 5). Pokazuje nizak koeficijent korelacije sa većinom karaktera koji su analizirani, osim sa dužinom najduže cvetne grane (FloBra_L), širinom semena (See_W), visinom nektarije (Nect_H), uglom između nektarije i karpela (Nect_Ang) sa kojima ne pokazuje statistički značajan nivo korelacije (tabela 6). Najniže vrednosti ovog karaktera su zabeležene u populaciji BU-Trojanski prolaz koja se izdvaja i po najnižim srednjim vrednostima ovog karaktera, dok su najviše vrednosti zabeležene u populaciji SR-Pljačkovica (slika 14).



Slika 14. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: visina plodnika, visina stubića, visina centralnog zubića, visina bočnog zubića, visina ploda i širina ploda.

23. Visina ploda (Fru_H) varira u opsegu od 1.81 do 3.37 mm i pokazuje umerenu varijabilnost ($CV\% = 10.11$) (tabela 5). Jako visok koeficijent korelacije pokazuje sa širinom ploda (Fru_W) (0.97), dok sa ostalim karakteristikama pokazuje slab do umeren nivo korelacije (tabela 6). Populacije koje imaju najniže srednje vrednosti ovog karaktera su SR-Besna Kobilica i MA-Treskavec, dok su najviše srednje vrednosti zabeležene kod populacija SR-Gradac i SR-Suvaja. Najveći opseg variranja ovog karaktera pokazuju individue populacija SR-Suvaja, SR-Radan, SR-Pljačkovica i MA-Mavrovo (slika 14).

24. Širina ploda (Fru_W) varira u opsegu od 1.33 do 2.6 mm i spada u morfološke karaktere koji pokazuju umeren nivo varijabilnosti ($CV\% = 10.93$) (tabela 5). Kao i kod visine ploda, populacije SR-Besna Kobilica i MA-Treskavec pokazuju najniže srednje vrednosti ovog karaktera, dok populacije SR-Gradac i SR-Suvaja pokazuju najviše srednje vrednosti. Populacije SR-Suvaja, SR-Radan, SR-Pljačkovica i MA-Mavrovo imaju veći opseg variranja u odnosu na ostale populacije (slika 14).

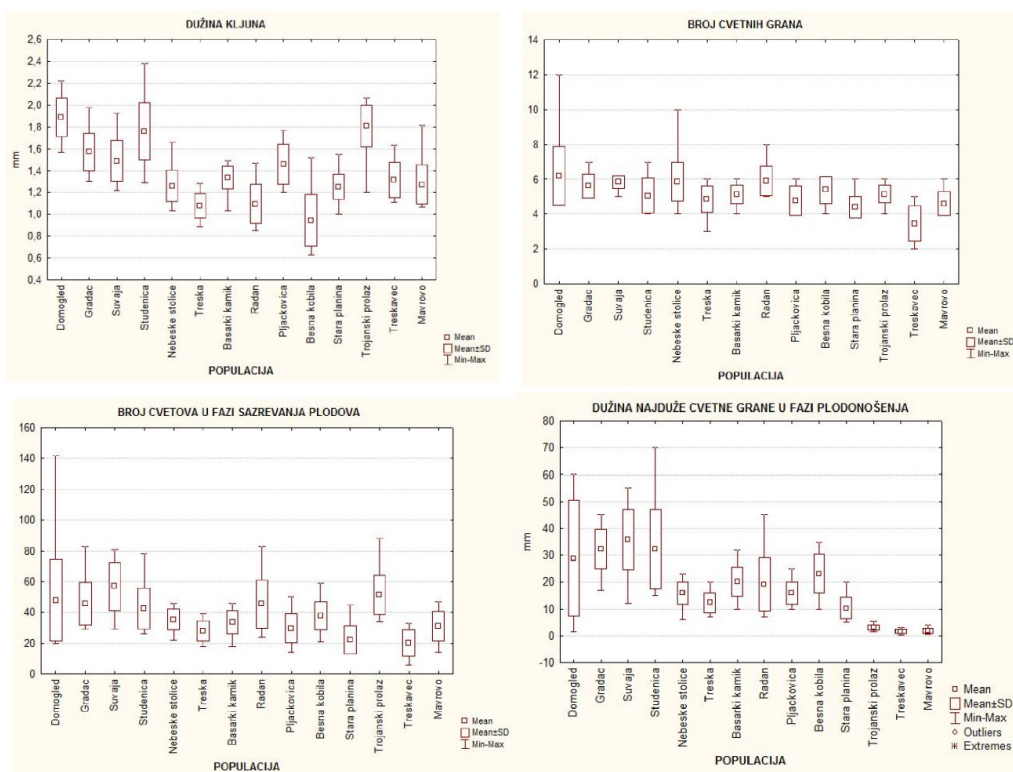
25. Dužina kljuna (Rost_L) varira u opsegu od 0.63 do 2.38 mm i pokazuje umeren nivo morfološke varijabilnosti ($CV\% = 23.90$) (tabela 5). Populacije RO-Domogled, SR-Studenica i BU-Trojanski prolaz pokazuju najviše srednje vrednosti ovog karaktera. Ostale populacije pokazuju mali opseg variranja ovog karaktera (slika 15).

26. Broj cvetnih grana (FloBra_N) varira od 2 do 12. Koeficijent varijacije iznosi 20.44 % što ukazuje da je ovaj karakter umereno varijabilan (tabela 5). Osim sa karakteristikama nektarija Nect_W, Nect_H i Nect_Ang sa kojima ne pokazuje statistički značajan nivo korelacije, sa ostalim analiziranim karakteristikama broj cvetnih grana pokazuje nizak do umeren nivo korelacije (tabela 6). Osim nekih pojedinačnih jedinki iz populacije RO-Domogled i populacije SR-Neveske stolice kod kojih je zabeležen najveći broj cvetnih grana (12, odnosno 10), ostale populacije imaju približno isti opseg variranja ovog karaktera i najčešći broj cvetnih grana je 6 (slika 15).

27. Broj cvetova u fazi sazrevanja plodova (Flo_N) varira u opsegu od 6 do 142 i pokazuje visok nivo morfološke varijabilnosti sa koeficijentom varijacije od 42.23% (tabela 5). Ovaj karakter pokazuje umeren do slab nivo korelacije sa većinom analiziranih karaktera (tabela 6). Jako veliki opseg variranja ovog karaktera konstatovan

je u populaciji RO-Domogled u kojoj su zabeležene i najveće vrednosti, dok su u populaciji Ma-Treskavec zabeležene najmanje vrednosti ovog karaktera (slika 15).

28. Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L) varira u opsegu od 0.3 do 70 mm. Ovaj karakter pokazuje jako visok nivo morfološke varijabilnosti (CV = 74.06%) (tabela 5). Najveći opseg variranja pokazuju populacije RO-Domogled i SR-Studenica. Populacije MA-Mavrovo, MA-Treskavec i BU-Trojanski prolaz se odlikuju jako malim opsegom variranja ovog karaktera i u ovim populacijama su zabeležene najniže vrednosti dužine cvetne grane (slika 15).



Slika 15. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: dužina kljuna, broj cvetnih grana, broj cvetova u fazi plodonošenja, dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja

4.1.2. Promenljivost pojedinačnih kvalitativnih morfoloških karaktera

Kvalitativni morfološki karakteri koji su korišćeni u taksonomiji na subspecijskom nivou u okviru kompleksa *J. heuffelii* su: prisustvo žlezdanih dlaka na listovima rozete i stabla, prisustvo žlezdanih dlaka na cvastima, odnos dužine čašice i krunice, prisustvo žlezdanih dlaka na licu i naličju kruničnih i čašičnih listića, dlakavost karpidije, položaj nektarija kao i njihov izgled (Pančić, 1874; Praeger, 1932; Jordanov, 1970; Gajić, 1972; Micevski, 1998). Svi ovi karakteri su posmatrani kod analiziranih populacija i na njih je obraćena veća pažnja.

Osim karaktera nektarija koje su posebno obrađene u ovom radu, ostali kvalitativni karakteri koji su ovde analizirani su: dužina cilijatnog oboda od vrha lista rozete, stabla, čašičnih i kruničnih listića (CilEdg_Ros, CilEdg_Ste, CilEdg_Sep, CilEdg_Pet), prisutnost žlezdanih dlaka na obodu listova rozete, listova stabla, čašičnih i kruničnih listića (GlaEdg_Ros, GlaEdg_Ste, GlaEdg_Sep, GlaEdg_Pet), prisutnost žlezdanih dlaka na licu listova rozete, listova stabla kao i prisustvo žlezdanih dlaka na licu i naličju čašičnih i kruničnih listića (GlaAdax_Ros, GlaAdax_Ste, GlaAdax_Sep, GlaAbax_Sep, GlaAdax_Pet, GlaAbax_Pet) i prisustvo žlezdanih dlaka na dorzalnoj i ventralnoj strani karpele (GlaD_Carp, GlaV_Carp) (tabela 7).

Dužina cilijatnog oboda listova rozete, stabla, čašičnih i kruničnih listića (CilEdg_Ros, CilEdg_Ste, CilEdg_Sep, CilEdg_Pet) su karakteri koji su se pokazali kao najmanje varijabilni jer sve individue analiziranih populacija imaju listove rozeta i stabla sa cilijama duž čitavog oboda. Cilije su najizraženije u gornjem delu oboda lista, povijene su nadole, a što se ide ka sredini i osnovi lista one su sve ređe i smenjuju se sa žlezdanim dlakama koje polako preovladavaju i najgušće su oko osnove lista gde cilija skoro da nema. Žlezdane dlake su glavičaste na sredini oboda najduže i najkrupnije, dok se oko osnove lista njihove dimenzije smanjuju, odnosno skraćuju se pa vire samo glavice na kratkim drškama. Cilije nisu prisutne po obodu čašičnih i kruničnih listića.

Prisustvo žlezdanih dlaka po obodu listova rozete, stabla kruničnih i čašičnih listića (GlaEdg_Ros, GlaEdg_Ste, GlaEdg_Sep, GlaEdg_Pet) su takođe karakteri koji ne pokazuju morfološku varijabilnost, odnosno sve individue analiziranih populacija imaju prisutne žlezdane dlake po obodu listova rozete i stabla, kao i po obodu čašičnih i kruničnih listića.

Prisustvo žlezdanih dlaka na licu listova rozete (GlaAdax_Ros) - po ovom karakteru se izdvojila populacija BU-Trojanski prolaz čije sve analizirane jedinke imaju žlezdane dlake na licu i naličju listova rozete. U populacija RO-Domogled, od ukupno 20 analiziranih jedinki iz populacije, kod tri jedinke su zabeleženi listovi sa žlezdanim dlakama na licu i naličju. Kod ostalih populacije nije zabeležen ni jedan slučaj prisustva žlezdanih dlaka na listovima rozete.

Prisustvo žlezdanih dlaka na licu lista stabla (GlaAdax_Ste) - populacije čije individue imaju žlezdane dlake na licu listova stabla su SR-Besna Kobila, MA-Treskavec, MA-Mavrovo, RO-Domogled i BU-Trojanski prolaz. Kod ostalih populacija nije zabeleženo prisustvo žlezdanih dlaka na licu listova stabla.

Prisustvo žlezdanih dlaka na licu čašičnih listića (GlaAdax_Sep) - po ovom karakteru su se izdvojile populacije SR-Studenica, SR-Nebeske stolice i SR-Treska, sve analizirane jedinke ovih populacija imaju prisutne žlezdane dlake na licu čašičnih listića, dok se kod ostalih jedinki koje pripadaju drugim populacijama ne pojavljuju žlezdane dlake na licu čašičnih listića.

Prisustvo žlezdanih dlaka na naličju čašičnih listića (GlaAbax_Pet) - zabeleženo je kod individua iz populacija RO-Domogled, SR-Treska i SR-Nebeske stolice. Kod ostalih populacija nisu zabeležene jedinke koje na naličju čašičnih listića imaju žlezdane dlake.

Prisustvo žlezdanih dlaka na licu i naličju kruničnih listića (GlaAdax_Pet, GlaAbax_Pet) - ova dva karaktera nisu pokazala varijabilnost jer je kod svih individua zabeleženo prisustvo žlezdanih dlaka na licu i naličju kruničnih listića.

Prisustvo žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani karpele (GlaD_Carp) - ovaj karakter je pokazao izvesnu varijabilnost u smislu prisustva i brojnosti žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani karpele. Opseg variranja ovog karaktera ide od odsustva žlezdanih dlaka do prisustva žlezdanih dlaka koje pokrivaju do 25% dužine karpele (ocena 2). Populacija u kojoj je zabeležena samo jedna individua sa prisustvom pojedinačnih dlaka na dorzalnoj strani karpele je SR-Pljačkovica. Kod ostalih populacija je zabeleženo više individua sa prisustvom pojedinačnih žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani karpele, tako je u populaciji SR-Gradac 11 takvih individua, u populaciji SR-Suvaja 4, u populaciji SR-Studenica 12, populacija SR-Nebeske stolice ima 7 takvih individua, populacija SR-Treska 9, SR-Basarski kamik 17, SR-Besna Kobila 3, SR-Stara planina 7, MA-

Treskavec 8, MA-Mavrovo 13, BU-Trojanski prolaz 13, RO-Domogled 16. U nekim populacijama su zabeležene individue sa prisustvom žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani koje pokrivaju do 10% od dužine karpele i to su populacije SR-Suvaja, gde je zabeleženo 8 takvih individua, SR-Treska sa 2 individue, MA-Mavrovo 1 individua i BU-Trojanski prolaz 1 individua. Jedino je u populaciji SR-Studenica zabeležena jedna individua sa prisustvom žlezdanih dlaka na dorzalnoj strani karpele koje pokrivaju do 25% od dužine karpele.

Prisustvo žlezdanih dlaka na ventralnoj strani karpele (GlaV_Carp) - dlakavost trbušne, odnosno ventralne strane karpele je znatno izraženija i tu je prisustvo žlezdanih dlaka lako uočljivo. Opseg variranja se kreće od prisustva žlezdanih dlaka koje zauzimaju 50-75% dužine karpele (ocena 4), do prisustva žlezdanih dlaka koje zauzimaju od 75-100% dužine karpele (ocena 5). Kod svih populacija većina individua je sa izraženim prisustvom žlezdanih dlaka na ventralnoj strani. Jedino se po ovom karakteru i specifičnom javljanju žlezdanih dlaka i na bočnim medijalnim stranama karpele izdvaja populacija iz Bugarske (BU-Trojanski prolaz), ova pojava nije primećena kod individua ostalih analiziranih populacija.

Tabela 7. Sumarni pregled kvalitativnih morfoloških karaktera po populacijama (1, prisutne žlezdane dlake; 2, odsutne; *r, pojedinačne dlake; 1, ž. dlake zauzimaju od 1- 10% dužine karpele; 4, ž. dlake zauzimaju od 50-75%; 5, ž. dlake zauzimaju od 75-100% dužine karpele).

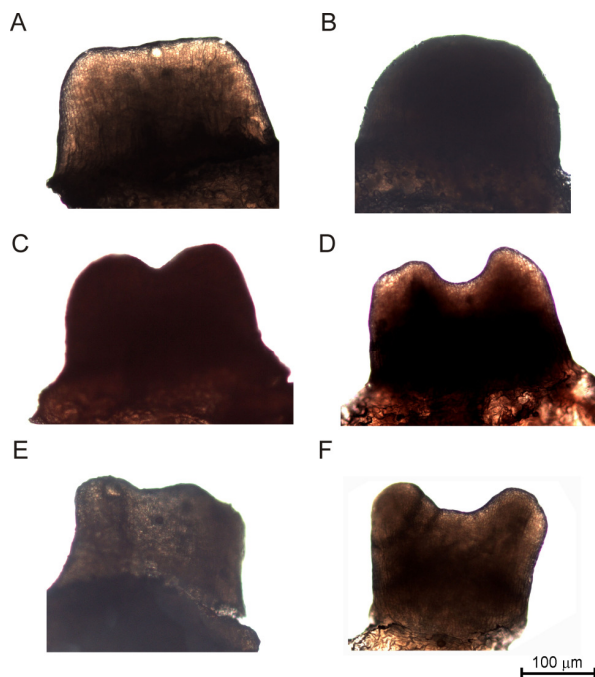
Populacija	GlaAdax_Ros	GlaAdax_Ste	GLAAdax_Sep	GlaAbax_Pet	GlaD_Carp*	GlaV_Carp*
RO-Domogled	0	1	1	0	r	5
SR-Gradac	0	0	1	1	r	5
SR-Suvaja	0	0	1	1	1	5
SR-Studenica	0	0	0	1	r	5
SR-Nebeske Stolice	0	0	0	0	r	4
SR-Treska	0	0	0	0	r	5
SR-Basarski kamik	0	0	1	1	r	5
SR-Radan	0	0	1	1	0	5
SR-Pljačkovica	0	0	1	1	r	5
SR-Besna Kobila	0	1	1	1	r	4
SR-Stara planina	0	0	1	1	r	5
BU-Trojanski prolaz	1	1	1	1	r	5
MA-Treskavec	0	1	1	1	r	5
MA-Mavrovo	0	1	1	1	r	5

4.1.3. Morfološke karakteristike nektarija

Detaljnomo morfološkom analizom uočeno je da su nektarije kod individua analiziranih populacija beličaste, nešto svetlije boje u odnosu na boju karpele i da su smeštene u njenoj osnovi sa dorzalne strane. Njihova gornja površina varira od ravne preko konveksne do udubljene kada se mogu razlikovati dva zubca (slika 16 ABC)

Dva zubca mogu biti simetrična ili jedan veći od drugog, kod nekih jedinki su zubci blago zaobljeni i blizu jedan drugog pa gornja površina nektarije poprima srcast oblik (slika 16C). Kod drugih jedinki zubci se pri vrhu sužavaju pa imaju kljunasti izgled (slika 16D). Neke individue imaju nektarije sa zubcima dosta razmaknutim jedan od drugog i blago zaobljenim (slika 16F).

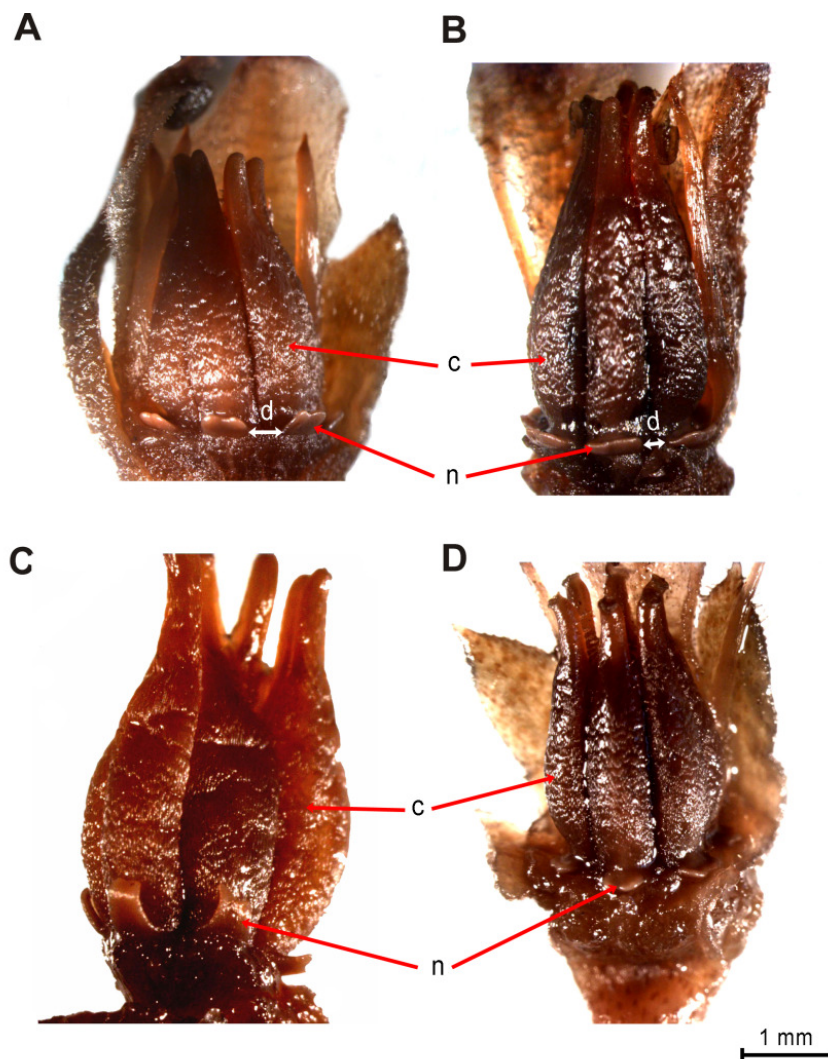
Pojedine individue u populacijama imaju gornju površinu nektarija sa tri zubca koji su slabije ili jače izraženi (slika 16E). Tako je u populacijama MA-Mavrovo, RO-Domogled i SR-Treska zabeležena samo jedna individua sa takvim nektarijama, zatim SR-Basarski kamik gde su zabeležene 2 jedinke, BU-Trojanski prolaz sa 3 jedinke i MA-Treskavec sa 4 jedinke koje imaju tri zubca na površini nektarije.



Slika 16. Oblik nektarija: A- ravna površina nektarije (MA-Mavrovo), B- konveksna površina nektarije (SR-Basarski kamik), C- srcast oblik (SR-Besna Kobilica), D kljunast oblik (MA-Mavrovo), E- tri zubića na površini nektarije (SR-Suvaja), F- razmaknuti blago zaobljeni zubići (MA-Treskavec), x50.

Razmak između nektarija takođe značajno varira. On može biti veći od širine same nektarije (slika 17A), ili manji od širine same nektarije (slika 17B).

Uočena je pojava povijanja gornjeg dela nektarije ka unutrašnjoj strani, prema karpeli (slika 17C). Rezultati su pokazali da najveći broj individua ima dva zubca na gornjem delu nektarije, ali se u pojedinim populacijama javljaju i jedinke sa ravnim površinama nektarija ili sa po tri zubca.



Slika 17. Opšti izgled nektarija: A- Razmak između nektarija veći ili jednak širini nektarije (SR-Besna Kobila), B- razmak između nektarije manji nego širina same nektarije (SR-Stara planina), C- povijene nektarije ka karpeli (SR-Pljačkovica), D- položaj nektarija pod uglom od 90 stepeni (SR-Nebeske stolice) (c-karpela; n-nektarija, d-distanca), x8.

4.1.4. Varijabilnost pojedinačnih kvantitativnih karaktera nektarija

Širina nektarije (Nect_W) varira u opsegu od 0.39 do 1.16 mm. Maksimalna vrednost ovog karaktera je zabeležena u populaciji SR-Basarski kamik. Minimalna vrednost širine nektarije je zabeležena kod individua populacije MA-Treskavec. Ovaj karakter je pokazao umeren nivo morfološke varijabilnosti sa koeficijentom varijacije koji se kreće u opsegu od 11.12 do 17.18 % (tabela 8).

Visina nektarije (Nect_H) varira u opsegu od 0.23 do 0.85 mm. Minimalna vrednost ovog karaktera je zabeležena u populacijama RO-Domogled i SR-Studenica, dok je maksimalna vrednost zabeležena kod individua populacije SR-Nebeske stolice. Koeficijent varijabilnosti za ovaj karakter se kreće od 11.38 do 22.87% što ukazuje na to da i ovaj karakter, slično kao i širina nektarije, pripada umereno varijabilnim morfološkim karakteristikama (tabela 8).

Ugao između nektarije i karpele (Nect_Ang) je karakter koji pokazuje najveći opseg variranja (11.53° - 92.70°) (tabela 8).

Najveći ugao je zabeležen kod individua populacije SR-Gradac. Koeficijent varijabilnosti za ovaj karakter se kreće u opsegu od 17.77 do 50.17%. Veoma visok nivo morfološke varijabilnosti pokazuju individue populacije SR-Suvaja gde je i zabeležen najveći koeficijent varijabilnosti (50.17%). Značajno je uočiti da populacije u kojima je registrovan najveći ugao ujedno pokazuju i najveći koeficijent varijacije za ovaj karakter. Skoro pravi ugao između nektarije i karpele je zabeležen kod populacije SR-Nebeske stolice (slika 17D).

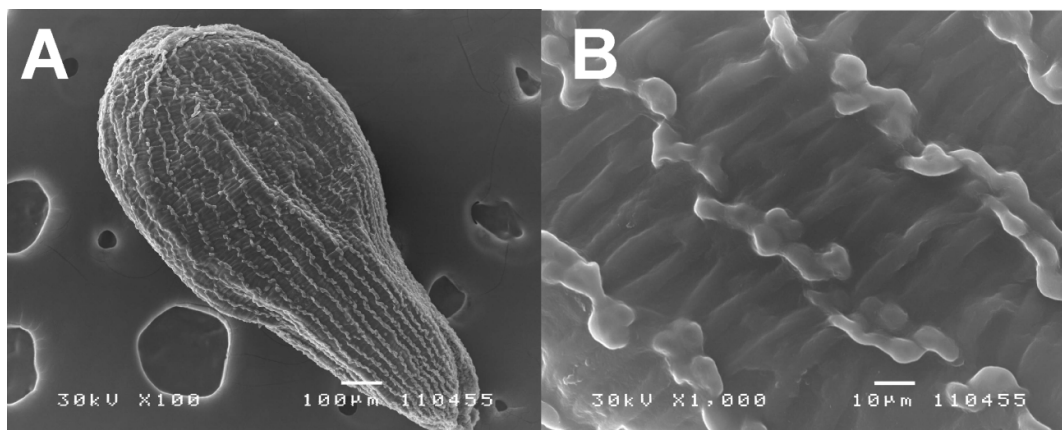
Tabela 8. Rezultati deskriptivne statistike za karaktere širina nektarije (W), visina nektarije (H) i ugao između karpele i nektarije (A) za sve populacije.

Populacija	Acr.	Valid N	Mean	Min	Max	Std. Dev.	St. Er.	CV %
SR-Pljačkovica	W	21.0	0.5	0.4	0.8	0.1	0.0	15.4
	H	21.0	0.5	0.4	0.6	0.1	0.0	16.9
	A	19.0	29.3	14.7	44.8	7.0	1.6	23.9
SR-Gradac	W	21.0	0.7	0.5	0.9	0.1	0.0	15.4
	H	21.0	0.5	0.3	0.6	0.1	0.0	19.3
	A	15.0	21.3	11.5	36.3	7.3	1.9	34.3
SR-Suvaja	W	19.0	0.6	0.4	0.8	0.1	0.0	14.2
	H	19.0	0.4	0.3	0.6	0.1	0.0	16.9
	A	12.0	44.4	21.8	92.7	22.3	6.4	50.2
SR-Studenica	W	20.0	0.6	0.5	0.8	0.1	0.0	15.4
	H	20.0	0.4	0.2	0.4	0.1	0.0	15.0
	A	16.0	49.1	22.3	76.6	15.2	3.8	31.0
SR-Nebeske stolice	W	22.0	0.7	0.6	0.9	0.1	0.0	11.1
	H	22.0	0.5	0.3	0.9	0.1	0.0	22.9
	A	21.0	42.4	18.6	80.1	14.5	3.2	34.2
SR-Treska	W	20.0	0.9	0.7	1.0	0.1	0.0	11.8
	H	20.0	0.5	0.3	0.7	0.1	0.0	16.0
	A	20.0	42.3	24.8	60.0	9.2	2.1	21.8
SR-Basarski kamik	W	25.0	0.8	0.6	1.2	0.1	0.0	17.2
	H	25.0	0.6	0.5	0.7	0.1	0.0	12.0
	A	25.0	38.8	17.9	60.6	10.7	2.1	27.5
SR-Radan	W	20.0	0.7	0.6	0.9	0.1	0.0	11.6
	H	20.0	0.5	0.3	0.63	0.1	0.0	15.7
	A	13.0	30.9	22.1	53.4	9.1	2.5	29.4
SR-Besna Kobila	W	20.0	0.7	0.6	0.9	0.1	0.0	14.6
	H	20.0	0.5	0.4	0.6	0.1	0.0	11.4
	A	20.0	32.9	21.3	50.9	7.16	1.60	21.77
SR-Stara planina	W	20.0	0.7	0.6	1.0	0.1	0.0	14.7
	H	20.0	0.5	0.4	0.6	0.1	0.0	13.3
	A	20.0	42.9	15.0	85.0	17.1	3.8	40.0
MA-Treskavec	W	20.0	0.5	0.4	0.6	0.1	0.0	14.0
	H	20.0	0.5	0.3	0.6	0.1	0.0	16.5
	A	20.0	37.5	13.1	64.4	16.1	3.6	42.9
MA-Mavrovo	W	20.0	0.8	0.6	1.05	0.1	0.0	17.2
	H	20.0	0.5	0.4	0.6	0.1	0.0	15.7
	A	17.0	36.4	18.1	86.9	16.5	4.0	45.5

RO-Domogled	W	20.0	0.8	0.5	1.0	0.1	0.0	14.8
	H	20.0	0.4	0.2	0.6	0.1	0.0	19.6
	A	20.0	34.9	26.8	51.2	6.2	1.4	17.8
BU-Trojanski prolaz	W	20.0	0.9	0.7	1.1	0.1	0.0	12.4
	H	20.0	0.5	0.4	0.7	0.1	0.0	15.5
	A	20.0	40.3	20.7	70.5	13.3	3.0	33.1

4.1.5. Morfološke karakteristike semena

Ornamentika semena ima veliki značaj u taksonomiji familije Crassulaceae naročito kod rodova *Sedum* i *Sempervivum* (Hart & Berendsen, 1980; Knapp, 1994). Novija istraživanja ukazuju na to da je ornamentika semena kod *Jovibarba* jako varijabilna i na infraspecijskom nivou i da ovaj karakter ne treba zanemariti u sistematici (Barca & Nuculae, 2008). SEM mikrografija semena na jednom uzorku populacije SR-Basarski kamik je urađena da bi se što bolje opisale morfološke karakteristike semena. Semena kod *J. heuffelii* imaju kruškolik oblik sa dobro izraženom ornamentikom na semenjači. Na semenjači su izražena rebra odnosno uzdužne brazde koje se protežu longitudinalno celom dužinom semena od mikropile do halaze. Rebra su povezana paralelnim naborima (slika 18AB). Dok su semena mlada rastojanje između rebra su mala, kako semena rastu tako se rastojanje između rebra povećava. Ovakav tip ornamentacije semenjače (costate type) je zabeležen kod vrste *Sedum hirsutum* (Hart & Berendsen, 1980).



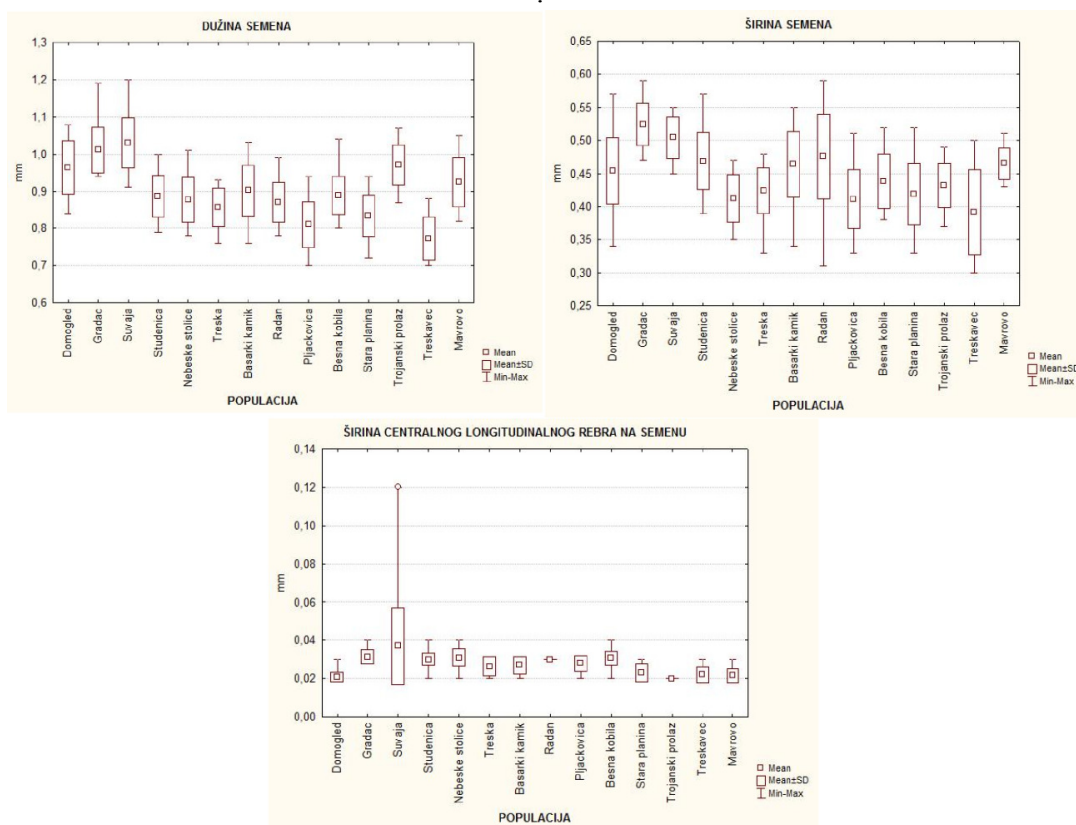
Slika 18. SEM mikrografija A -opšti izgled semena, B- izgled ornamentike – uzorak populacije SR-Basarski kamik (Photo: Rajković, J., 2011)

4.1.5.1. Varijabilnost kvantitativnih morfoloških karaktera semena

Dužina semena (See_L) varira u opsegu od 0.7 do 1.2 mm i spada u stabilne morfološke karaktere sa niskim koeficijentom varijacije od 9.86% (tabela 5). Visoki koeficijent korelacije pokazuje sa širinom semena (See_W), dok sa ostalim morfološkim karakterima pokazuje umeren do nizak koeficijent korelacije (tabela 6). Maksimalne vrednosti ovog karaktera su izmerene u populacijama SR-Gradac i SR-Suvaja koje pokazuju i nešto veće srednje vrednosti u odnosu na ostale analizirane populacije (slika 19).

Širina semena (See_W) varira u opsegu od 0.3 do 0.59 mm. Koeficijent varijacije za ovaj karakter iznosi 12.14% što ga ubraja u umereno varijabilne morfološke karaktere (tabela 5). Populacije SR-Gradac i SR-Suvaja pokazuju nešto veće srednje vrednosti ovog karaktera (> 0.50) u odnosu na sve ostale populacije. Najveći opseg variranja širine semena pokazuju populacije SR-Domogled, SR-Basarski kamik, SR-Radan i MA-Treskavec (slika 19).

Širina centralnog longitudinalnog rebra na semenu (Cos_W) je karakter koji varira u opsegu od 0.02 do 0.12 mm i pokazuje umeren nivo varijabilnosti ($CV\% = 28.80$) (tabela 5). Maksimalna vrednost je zabeležena u populaciji SR-Suvaja i to kao ekstremna vrednost jedne od individua koje su merene, dok se kod većine populacija opseg variranja ovog karaktera kreće od 0.02 do 0.04 mm (slika 19).

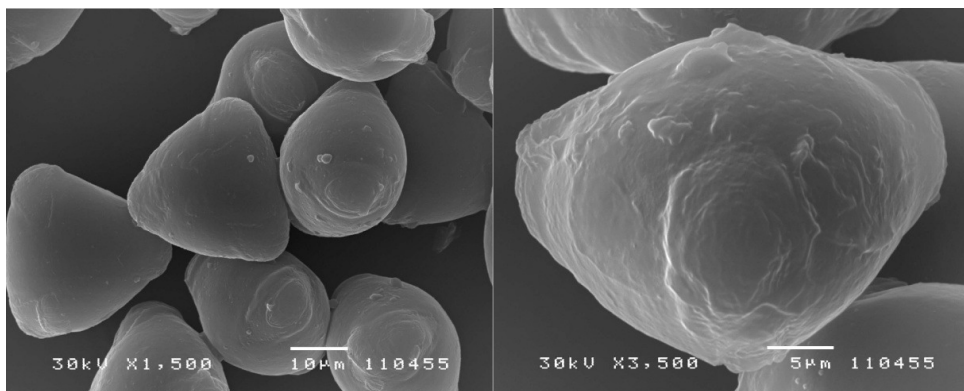


Slika 19. Rezultati deskriptivne statistike. Box plotovi za karaktere: dužina semena, širina semena i širina centralnog rebra

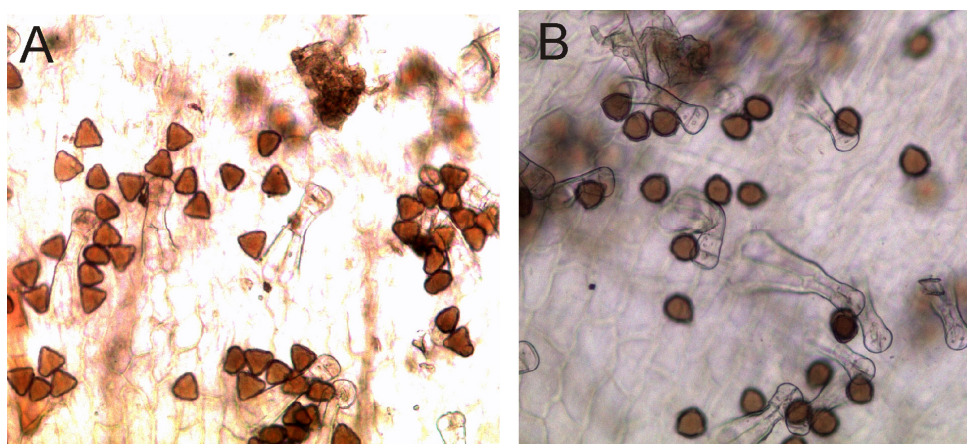
4.1.6. Morfološke karakteristike polena

Na crtežima polena mnogih vrsta roda *Sempervivum* i *Jovibarba* koje je uradila Didona (1963), se može videti prisustvo ornamentike na egzini kao i prisustvo malih tačkica i linija. Hideux (1979) sa druge strane navodi da se na samo jednoj slici *J. heuffelii* urađenoj svetlosnim mikroskopom mogu videti linije dok na ostalim slikama urađenim svetlosnim i elektronskim mikroskopom nema nikakve ornamentike. U Parnellovoj studiji polena vrsta rodova *Sempervivum* i *Jovibarba* je utvrđeno da su polenova zrna kod roda *Jovibarba* sa glatkom egzinom bez ornamentike i da ne postoje razlike između taksona u okviru roda *Jovibarba* dok su polenova zrna kod predstavnika roda *Sempervivum* sa izraženom ornamentikom na egzini (Parnell, 1991). SEM mikrografija na jednom uzorku polenovih zrna individue iz populacije SR-Besna Kobilja pokazuje da polenova zrna imaju trouglasti oblik sa krivim linijama i ispupčenjima na površini polenovog zrna (slika 20). Primećeno je variranje u obliku polenovih zrna

između populacija. Tako individue populacije SR-Besna Kobila imaju polenova zrna trouglastog oblika (slika 21A), dok se kod individua u okviru populacije SR-Stara planina javlja skoro ovalni oblik polenovih zrna (slika 21B). Ovakvi rezultati nisu u skladu sa onim koje je prikazao Parnell (1991). S obzirom na to da su urađene SEM mikrografije za samo jednu populaciju (SR-Besna Kobila) ostaje da se utvrdi da li ornamentika egzine varira na interpopulacionom nivou.



Slika 20. SEM mikrografija polenovih zrna pod elektronskim mikroskopom (uzorak populacije SR-Besna Kobila) (Photo: Rajković, J., 2011)



Slika 21. Izgled polenovih zrna pod svetlosnim mikroskopom (LEICA DM 1000, x5),
A- uzorak populacije SR-Besna Kobila; B- uzorak populacije SR-Stara planina

4.2. MORFOLOŠKA DIFERENCIJACIJA ANALIZIRANIH POPULACIJA

Analiza glavnih komponenti (PCA) morfoloških karaktera vegetativnih organa koja je bazirana na korelacionoj matrici individualnih vrednosti je pokazala da prve tri glavne komponente opisuju 64.03% ukupne varijabilnosti uzorka (tabela 16, prilozi). Prva glavna komponenta (PC1) opisuje 38.97% od ukupne varijabilnosti, druga (PC2) 15.30%, a treća (PC3) 9.76%. Karakteri koji najviše doprinose ukupnoj varijabilnosti na prvoj glavnoj komponenti su: dužina najvećeg lista u rozeti (LeRos_max_L), širina najvećeg lista u rozeti (LeRos_max_W), visina stabla do najniže cvetne grane (Ste_H), dužina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_L), širina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_W), distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista (Apex_D2). Na drugoj glavnoj komponenti varijabilnosti najviše doprinosi debljina hrskavičavog oboda na listu rozete (LeRos_Ed_W) (tabela 16, prilozi).

Rezultati ove analize pokazuju blagu diferencijaciju populacija što ukazuje da je morfološka varijabilnost *J. heuffelii* složena (slika 22A). Disperzija jedinki u koordinatnom prostoru definisanom glavnim komponentama ukazuje da postoji diferencijacija pojedinih populacija, ali je ta diferencijacija slabo uočljiva na prvoj i drugoj glavnoj komponenti, dok se na trećoj glavnoj komponenti može videti da se populacija SR-Gradac po morfološkim karakteristikama vegetativnih organa izdvojila od ostalih populacija.

Nivo opisane varijabilnosti morfoloških karaktera reproduktivnih organa je nešto niži, prve tri glavne komponente opisuju 55.47% ukupne varijabilnosti uzorka. PC1 opisuje 30.51%, PC2 15.69% a PC3 svega 9.27%. Karakteri koji najviše doprinose varijabilnosti po prvoj glavnoj komponenti su: dužina kruničnog listića (Pet_L), dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max), visina plodnika (Ova_H), visina ploda (Fru_H) i širina ploda (Fru_W). Na drugoj glavnoj komponenti se ne izdvaja ni jedan karakter po svojoj značajnosti, dok se na trećoj glavnoj komponenti po svom doprinosu ukupnoj varijabilnosti izdvaja širina nektarije (Nect_W) (tabela 16, prilozi).

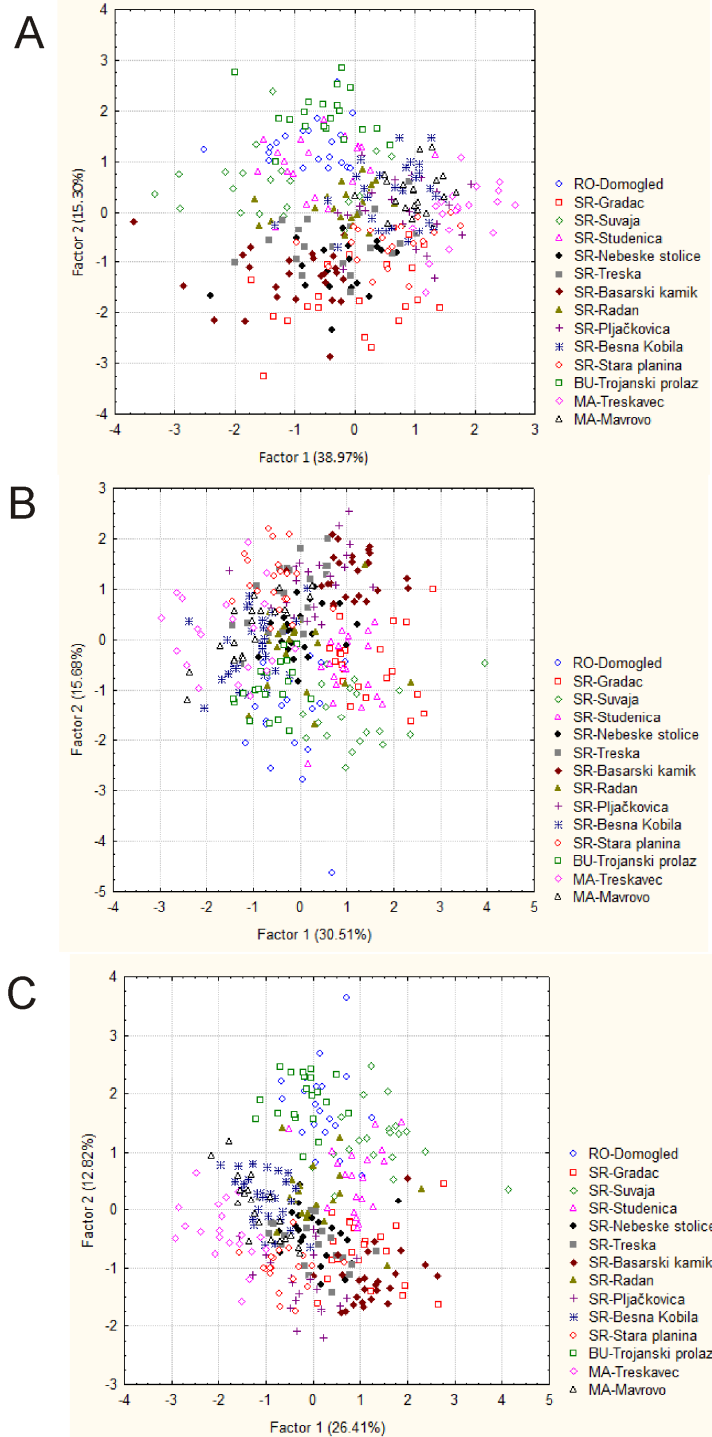
Analiza glavnih komponenti morfoloških karaktera reproduktivnih organa je pokazala da nema diferencijacije populacija po prvoj, drugoj i trećoj glavnoj komponenti. U prostoru koji definišu glavne komponente jedinke svih populacija se međusobno preklapaju čineći homogenu celinu (slika 22B).

PCA svih kvantitativnih karaktera koja je bazirana na korelacionoj matrici individualnih vrednosti je pokazala najmanje ukupne vrednosti varijabilnosti odnosno prve tri glavne komponente u ovoj analizi opisuju 48.98% od ukupne varijabilnosti uzorka. Najveći deo varijabilnosti je opisan na prvoj glavnoj komponenti (26.41%), dok je na drugoj i trećoj opisano 12.82% i 9.75% od ukupne varijabilnosti uzorka. Karakteri koji doprinose varijabilnosti po PC1 su: prečnik rozete (Ros_D), visina stabla do najniže cvetne grane (Ste_H), dužina kruničnog listića (Pet_H), dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max), visina plodnika (Ova_H), visina ploda (Fru_H) i širina ploda (Fru_W) (tabela 16- prilozi). Poređenjem vrednosti sopstvenih vektora i kumulativnog efekta varijabilnosti na prve tri glavne komponente se može uočiti da najveći doprinos ukupnoj varijabilnosti uzorka daju morfometrijski karakteri vegetativnih organa (tabela 9).

PCA svih morfoloških kvantitativnih karaktera je pokazala blagu diferencijaciju nekih populacija. Populacije koje se su izdvojile po prvoj i drugoj glavnoj komponenti su BU-Trojanski prolaz i RO-Domogled koje se najviše odvajaju, a zatim i populacije SR-Studenica i SR-Suvaja. Od ostalih populacija možemo reći da se blago izdvojila populacija MA-Treskavec i vidimo da SR-Basarski kamik ima tendenciju grupisanja i odvajanja (slika 22C).

Tabela 9. Vrednosti sopstvenih vektora i procenti varijabilnosti opisani na prve tri glavne komponente

Vegetativni organi	<i>Sopstveni vektori</i>	<i>% ukupne varijanse</i>	<i>kumulativne vrednosti</i>	<i>kumulativni efekat (%)</i>
PCA 1	5,07	38,97	5,07	38,97
PCA 2	1,99	15,30	7,06	54,27
PCA 3	1,27	9,76	8,32	64,03
Reproduktivni organi				
PCA 1	6,41	30,51	6,41	30,51
PCA 2	3,29	15,69	9,70	46,20
PCA 3	1,95	9,27	11,65	55,47
Svi karakteri				
PCA 1	8,98	26,41	8,98	26,41
PCA 2	4,36	12,82	13,34	39,23
PCA 3	3,31	9,75	16,65	48,98

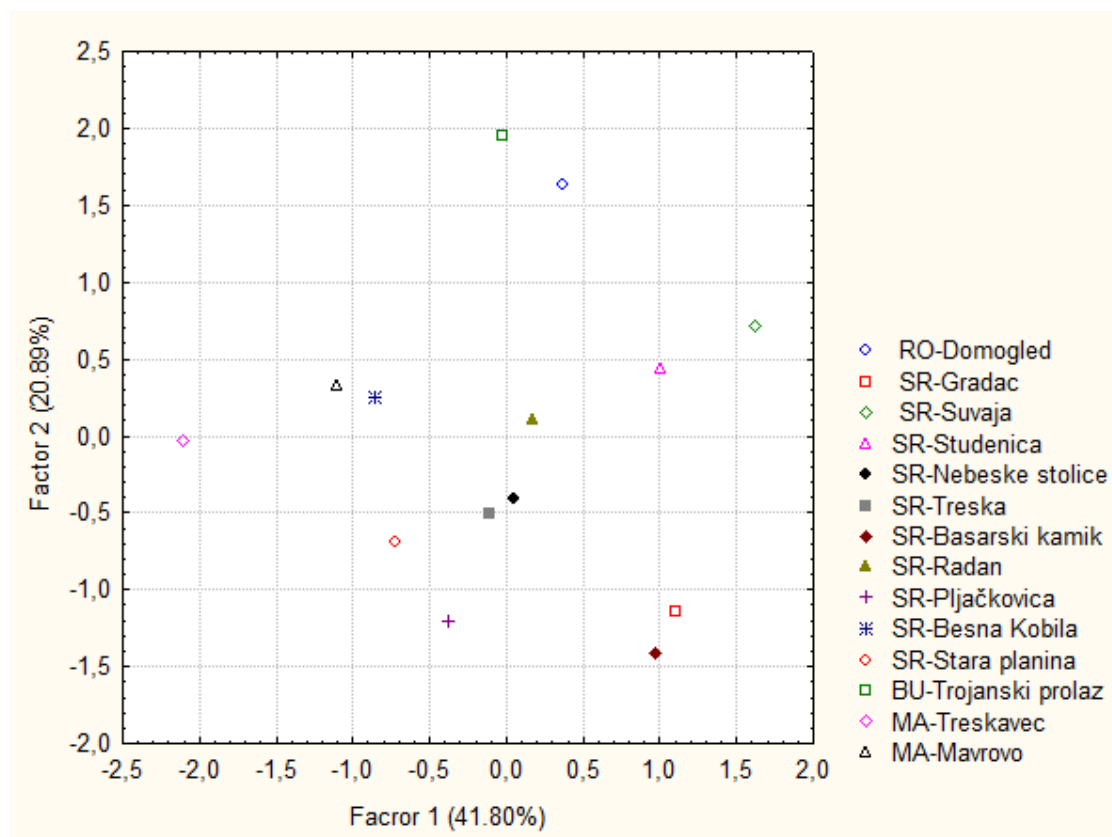


Slika 22. Rezultati PCA analize: A- karakteri vegetativnih organa B- karakteri reproduktivnih organa i C- svi kvantitativni karakteri.

PCA analiza urađena na osnovu matriksa srednjih vrednosti morfoloških karaktera za populacije je pokazala da prva glavna komponenta opisuje 41.80% ukupne varijabilnosti uzorka, druga 20.89%, a treća 11.18% ukupne varijabilnosti (tabela 17, prilozi).

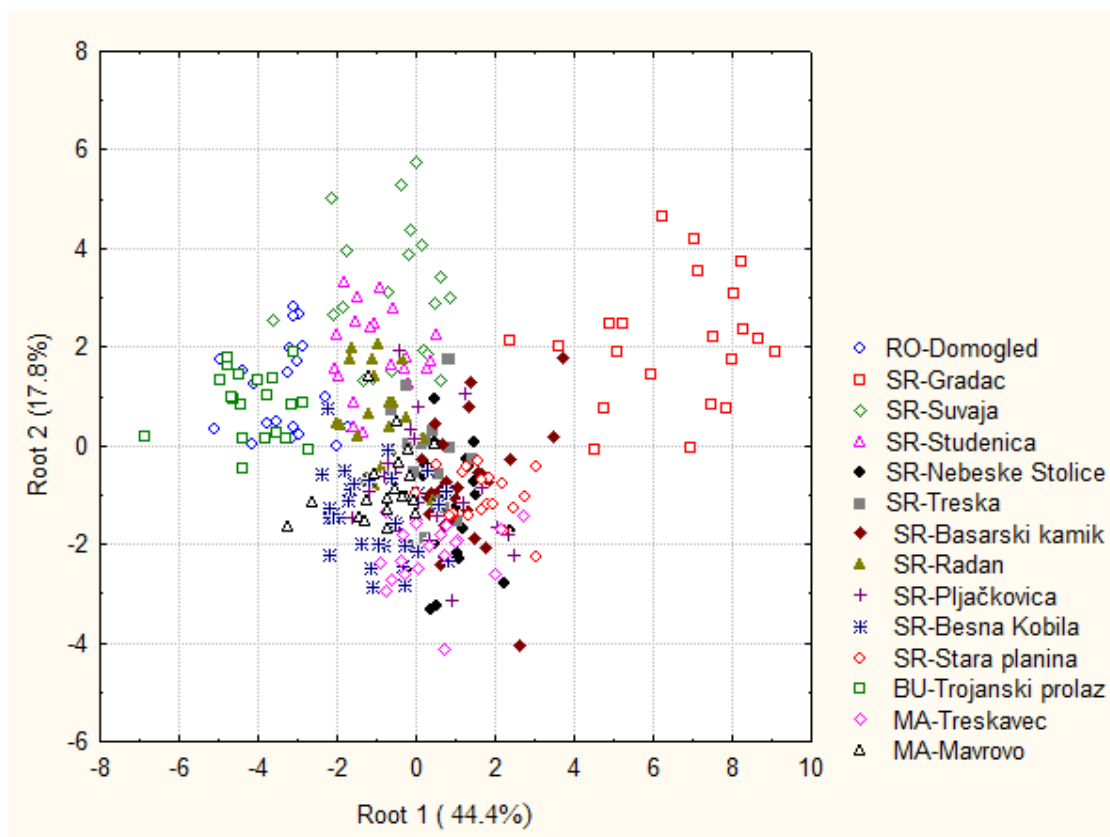
Kao što se može videti i iz tabele 17 u prilogima karakteri koji najviše doprinose varijabilnosti po prvoj glavnoj komponenti su: prečnik rozete (Ros_D), dužina najvećeg lista rozete (LeRos_L max), širina najvećeg lista rozete (LeRos_W max), distanca najšireg dela lista rozete (Apex_D_Ros), visina stabla do najniže cvetne grane (Ste_H), dužina srednjeg lista na stablu (MidLeSte_W), distance najšireg dela lista stabla od vrha lista (Apex_D_Ste), dužina kruničnog listića (Pet_L), dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L max), visina plodnika (Ova_H), visina stilusa (Sty_H), visina ploda (Fru_H), širina ploda (Fru_W), broj cvetnih grana (FloBra_N), broj cvetova u fazi plodonošenja (Flo_N), dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L), dužina semena (See_L), širina semena (See_W). Karakteri koji najviše doprinose varijabilnosti po drugoj glavnoj komponenti su: debljina hrskavičavog oboda lista (LeRos_Ed_W), dužina čašičnog listića (Sep_L), visina centralnog zubića na kruničnom listiću (CenToo_H) i visina bočnog zubića (LatToo_H). Jedini karakter koji statistički značajno doprinosi varijabilnosti po trećoj glavnoj komponenti je širina nektarije (Nect_W).

PCA ordinacioni dijagram pokazuje slabu diferencijaciju nekih populacija (slika 23). U centralnom delu PCA dijagrama su grupisane populacije: MA-Mavrovo, SR-Besna Kobila, SR-Radan, SR-Nebeske stolice, SR-Treska and SR-Stara planina. U pozitivnom delu prve i druge glavne komponente parovi populacija RO-Domogled/BU-Trojanski prolaz i SR-Suvaja/SR-Studenica formiraju dve odvojene grupe. U pozitivnom delu prve i negativnom delu druge komponente par populacija SR-Gradac/SR-Basarski kamik formiraju odvojenu grupu, dok su populacije SR-Pljačkovica i MA-Treskavec izolovane u negativnom delu prve i druge glavne komponente.



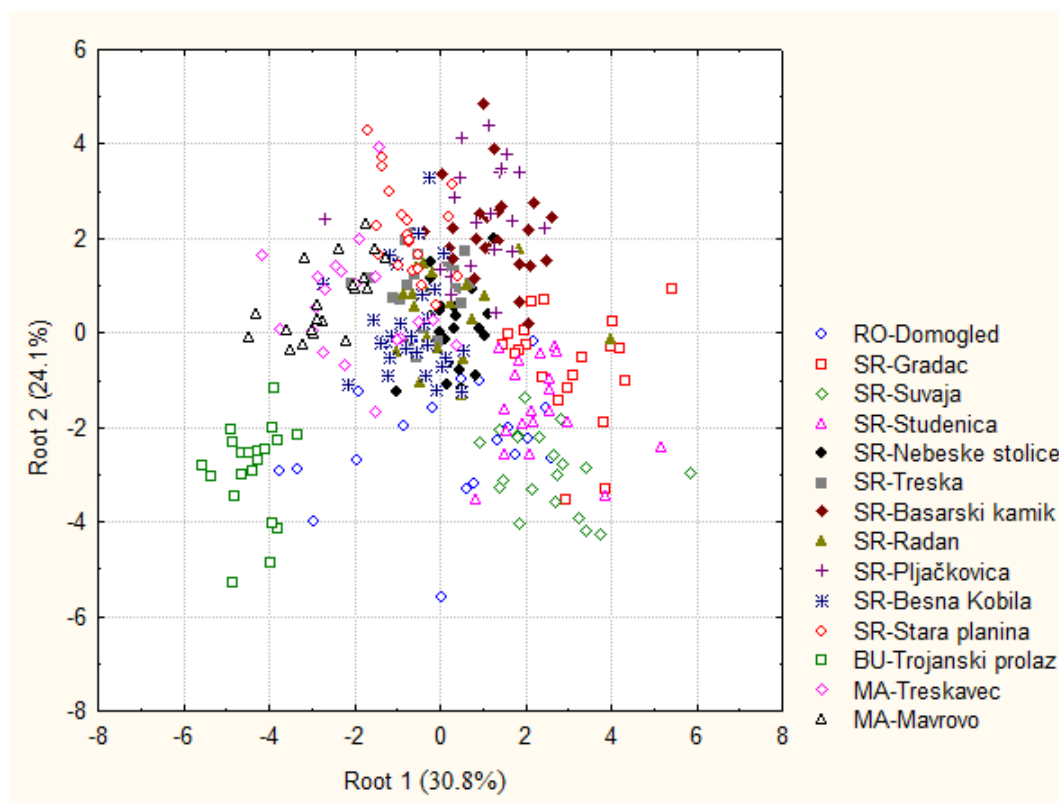
Slika 23. PCA analiza bazirana na srednjim vrednostima karaktera po populaciji

Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) za koju je korišćeno svih 13 karaktera vegetativnih organa je pokazala da se populacija SR-Gradac po prvoj kanonijskoj osi koja opisuje 44.4% varijabilnosti razdvaja od ostalih populacija. Ovom odvajanju najviše doprinose debljina hrskavičavog oboda na listu rozete (LeRos_Ed_W), koja je u ovoj populaciji najveća i dužina cilije (LeRos_Ci_L), koja je najmanja u odnosu na ostale populacije. Ova populacija se nalazi u pozitivnom delu prve kanonijske ose. Ostale populacije čine homogenu celinu sa blagim odvajanjem populacija BU-Trojanski prolaz i RO-Domogled u negativnom delu prve kanonijske ose i populacije SR-Suvaja koja se izdvaja po drugoj kanonijskoj osi koja opisuje 17.8% varijabilnosti. Odvajanju populacije SR-Suvaja pre svega doprinosi broj listova u rozeti (LeRos_N) koji je u ovoj populaciji najmanji (slika 24, tabela 18 u prilozi). Procenat korektne klasifikacije u *a priori* definisane grupe u ovoj analizi iznosi 83.61% (tabela 19, prilozi).



Slika 24. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) vegetativnih organa

CDA analiza gde je korišćeno 18 karaktera reproduktivnih organa je pokazala diferencijaciju populacije BU-Trojanski prolaz u negativnom delu prve i druge diskriminantne ose i blagu diferencijaciju populacija SR-Studenica, SR-Suvaja i SR-Gradac u pozitivnom delu prve i negativnom delu druge CDA ose (slika 25). Iz ove analize su isključeni nevarijabilni karakteri visina ploda (Fru_H), širina ploda (Fru_W) i dužina kljuna (Rost_L). Karakter reproduktivnih organa koji najviše doprinosi diferencijaciji populacija po prvoj kanonijskoj osi koja nosi 30.8% varijabilnosti je dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L). Ona je najmanja u populaciji BU-Trojanski prolaz, a najveća u populacijama SR-Studenica, SR-Suvaja i SR-Gradac. Najveći doprinos diferencijaciji po drugoj kanonijskoj osi koja nosi 24.1% varijabilnosti daju dužina čašičnog listića (Sep_L) i dužina semena (See_L) (tabela 18, prilozi). Upravo ovi karakteri su doprineli blagoj diferencijaciji populacija SR-Basarski kamik, SR-Pljačkovica i SR-Stara planina u pozitivnom delu druge CDA ose. U slučaju ove analize procenat korektne klasifikacije iznosi 88.63% (tabela 19, prilozi).



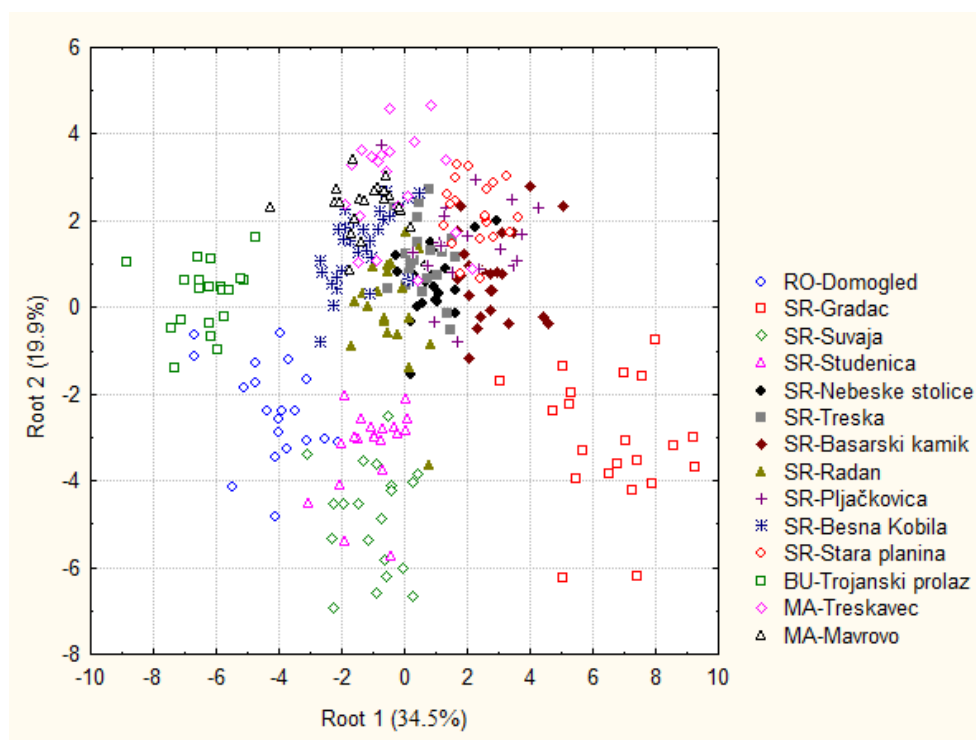
Slika 25. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) reproduktivnih organa

CDA analiza gde su korišćeni svi kvantitativni karakteri (13 vegetativnih i 18 reproduktivnih) je pokazala nešto bolju diferencijaciju populacija. Ovde možemo uočiti odvajanje 4 morfološke grupe populacija (slika 26). Prvu grupu (G1) čini populacija BU-Trojanski prolaz, drugu grupu (G2) čini populacija SR-Gradac, treću morfološku grupu (G3) čine populacije SR-Suvaja, SR-Studenica i RO-Domogled, dok četvrtu grupu (G4) čine populacije: SR-Nebeske Stolice, SR-Treska, SR-Radan, SR-Besna Kobila, MA-Mavrovo, SR-Basarski kamik, SR-Stara planina, SR-Pljačkovica i MA-Treskavec. U pozitivnom delu prve kanonijske ose koja opisuje 34.5% varijabilnosti odvojene su grupe G2 i G4, a u negativnom delu su smeštene grupe G1 i G3. Najveći doprinos diskriminaciji analiziranih populacija po prvoj kanonijskoj osi ostvaruju debljina hrskavičavog oboda na listu rozete ($LeRos_Ed_W$) i dužina cilije ($LeRos_Ci_L$). Kod individua iz populacije SR-Gradac hrskavičavi obod na listu rozete je najdeblji, a dužina cilije najmanja, dok je kod individua iz populacije BU-Trojanski prolaz debljina hrskavičavog oboda najmanja. Zbog toga su se ove dve populacije najviše odvojile u

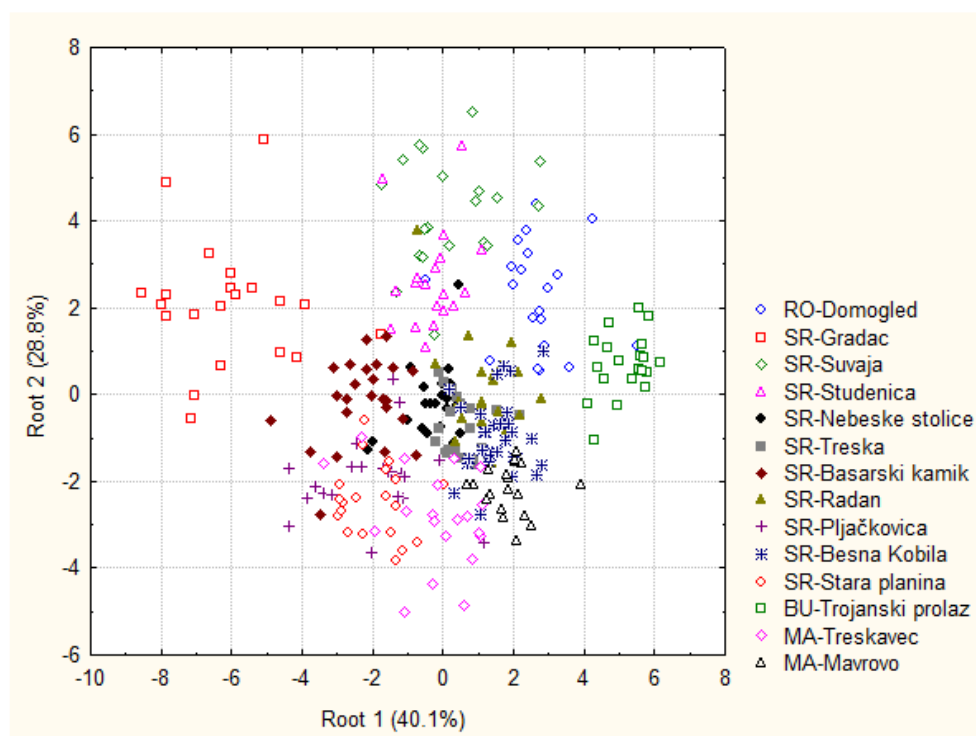
koordinatnom CDA prostoru. Populacija RO-Domogled kod koje je dužina cilijske najveća je vrlo blizu populacija SR-Studenica i SR-Suvaja koje se međusobno dodiruju i preklapaju. Sve ostale populacije su kao posebna grupa odvojene od već spomenutih populacija i međusobno se preklapaju (slika 26). Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja (FloBra_L), broj listova u rozeti (LeRos_N) i dužina semena (See_L) daju najveći doprinos diferenciranju po drugoj kanonijskoj osi koja nosi 19.9% varijabilnosti (tabela 18, prilozi). Procenat korektne klasifikacije u *a priori* definisane grupe u ovoj analizi iznosi čak 98.66%(tabela 19, prilozi). Postoje pojedinačna odstupanja u kojima su neke individue klasifikovane tako da pripadaju nekim drugim populacijama što govori o morfološkoj bliskosti tih populacija. Tako je jedna individua iz populacije SR-Treska po svojim morfološkim karakteristikama bliska populaciji SR-Nebeske stolice, takođe jedna individua iz populacije SR-Nebeske stolice je klasifikovana tako da pripada populaciji SR-Treska što govori o morfološkoj bliskosti ove dve populacije. Takav odnos postoji i kod populacija SR-Stara planina i SR-Basarski kamik. Ova analiza je takođe pokazala da je populacija SR-Radan bliska populaciji SR-Nebeske stolice.

Još jedna kanonijska diskriminantna analiza je urađena na morfološkim kvantitativnim karakteristikama koji su se pokazali kao značajni u PCA analizi baziranoj na srednjim vrednostima karaktera po populacijama (tabela 18, prilozi). Ova analiza je pokazala diferencijaciju populacije SR-Gradac u negativnom i populacije BU-Trojanski prolaz u pozitivnom delu prve kanonijske ose koja nosi 40.1% varijabilnosti (slika 27). Kao i u slučaju CDA gde su korišćeni svi kvantitativni karakteri, najveći doprinos diskriminaciji daje debljina hrskavičavog oboda lista rozete (LeRos_Ed_W) (tabela 18, prilozi).

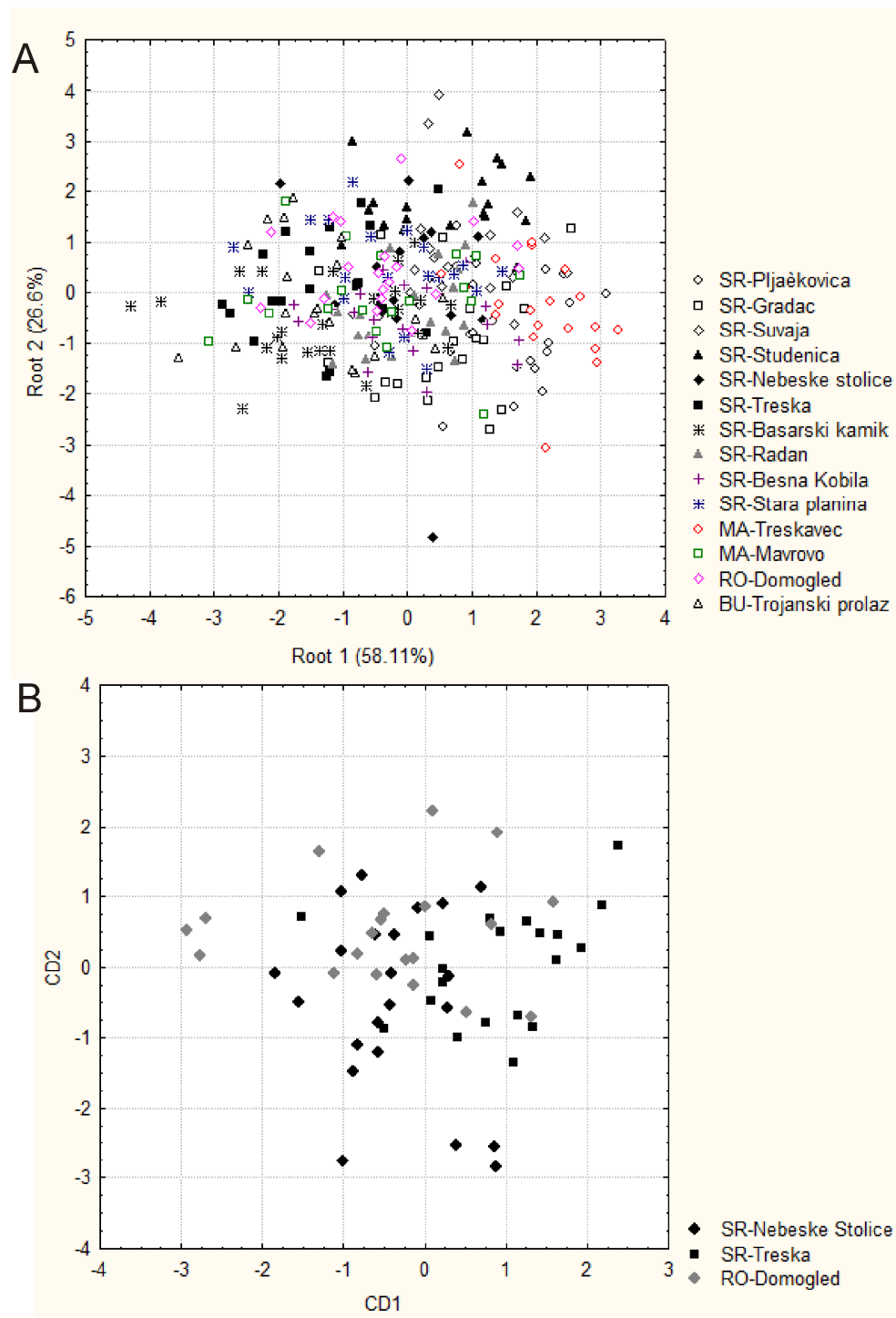
CDA analiza kvantitativnih karaktera nektarija gde su analizirane sve populacije i tipske populacije za taksone *S. kopaonikense* (SR-Treska, SR-Nebeske Stolice) i *S. patens* (RO-Domogled) nije pokazala diferencijaciju populacija (slika 28AB).



Slika 26. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) svih kvantitativnih karaktera



Slika 27. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) PCA značajnih karaktera



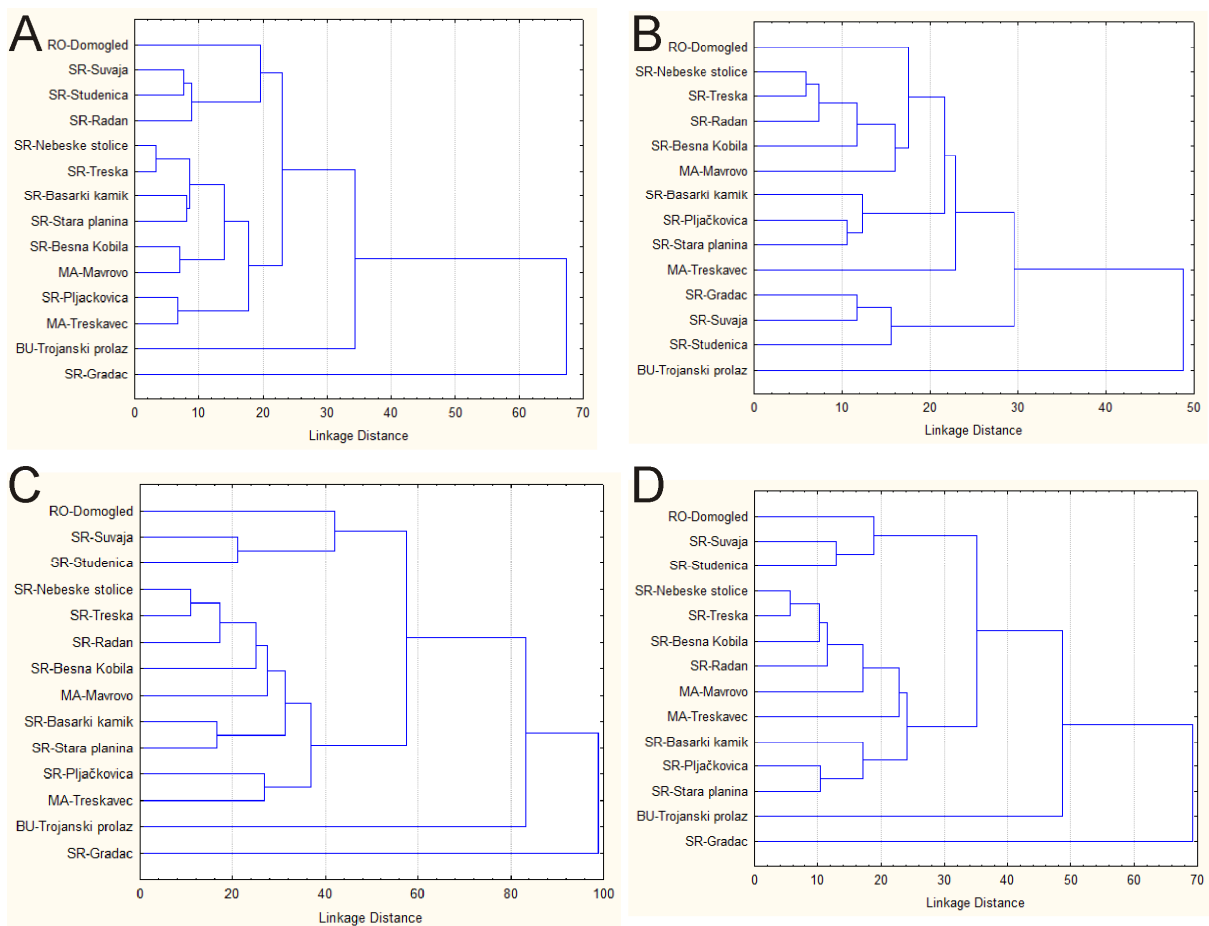
Slika 28. Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) kvantitativnih karaktera nektarija A- za sve populacije; B- za populacije SR-Nebeske Stolice i SR-Treska (*S. kopaonikense*) i RO-Domogled (*S. patens*)

Klaster analiza (UPGMA) bazirana na matrici Mahalanobisovih distanci koje su izračunate u kanonijskoj diskriminantnoj analizi vegetativnih karaktera je pokazala izdvajanje populacija SR-Gradac i BU-Trojanski prolaz kao posebnih klastera, dok sve ostale populacije čine treći klaster u okviru koga se izdvajaju dve grupe. Prvu grupu čine populacije RO-Domogled, SR-Suvaja, SR-Studenica i SR-Radan, dok se u drugoj grupi nalaze sve ostale populacije. U drugoj grupi se kao parovi najbližnjih populacija grupišu populacije SR-Nebeske stolice/SR-Treska; SR-Basarski kamik/SR-Stara planina; SR-Besna Kobilica/MA-Mavrovo; SR-Pljačkovica/MA-Treskavec (slika 29A)

Klaster analiza reproduktivnih karaktera je pokazala izdvajanje tri grupe. Populacija BU-Trojanski prolaz se izdvaja kao posebna klada. U drugoj grupi su populacije SR-Gradac i SR-Suvaja kao par sličnih populacija i njima se pridružuje populacija SR-Studenica kao posebna klada. U trećoj grupi su sve ostale populacije. U okviru treće grupe kao parovi najbližnjih populacija se javljaju populacije SR-Nebeske stolice/SR-Treska i SR-Stara planina/SR-Pljačkovica dok im se ostale populacije pridružuju kao posebne klade (slika 29B)

Kao i u samoj CDA analizi svih karaktera, tako je i klaster analiza za sve kvantitativne morfološke karaktere pokazala izdvajanje 4 grupa (slika 29B). Ova analiza je pokazala izdvajanje populacija SR-Gradac i BU-Trojanski prolaz kao posebnih klastera. Ostale populacije formiraju dve grupe, prva je sačinjena od populacija RO-Domogled, SR-Suvaja i SR-Studenica, dok drugu grupu čine sve ostale populacije. U drugoj grupi kao najbližnije su se izdvojile populacije sa Kopaonika (SR-Nebeske stolice i SR-Treska. Ovom paru se kao posebne klade pridružuju SR-Radan, SR-Besna Kobilica i MA-Mavrovo. Drugi par najbližnjih u ovoj grupi su populacije SR-Basarski kamik i SR-Stara planina obe populacije su iz istočne Srbije. Njima se pridružuju populacije SR-Pljačkovica i MA-Treskavac (slika 29C).

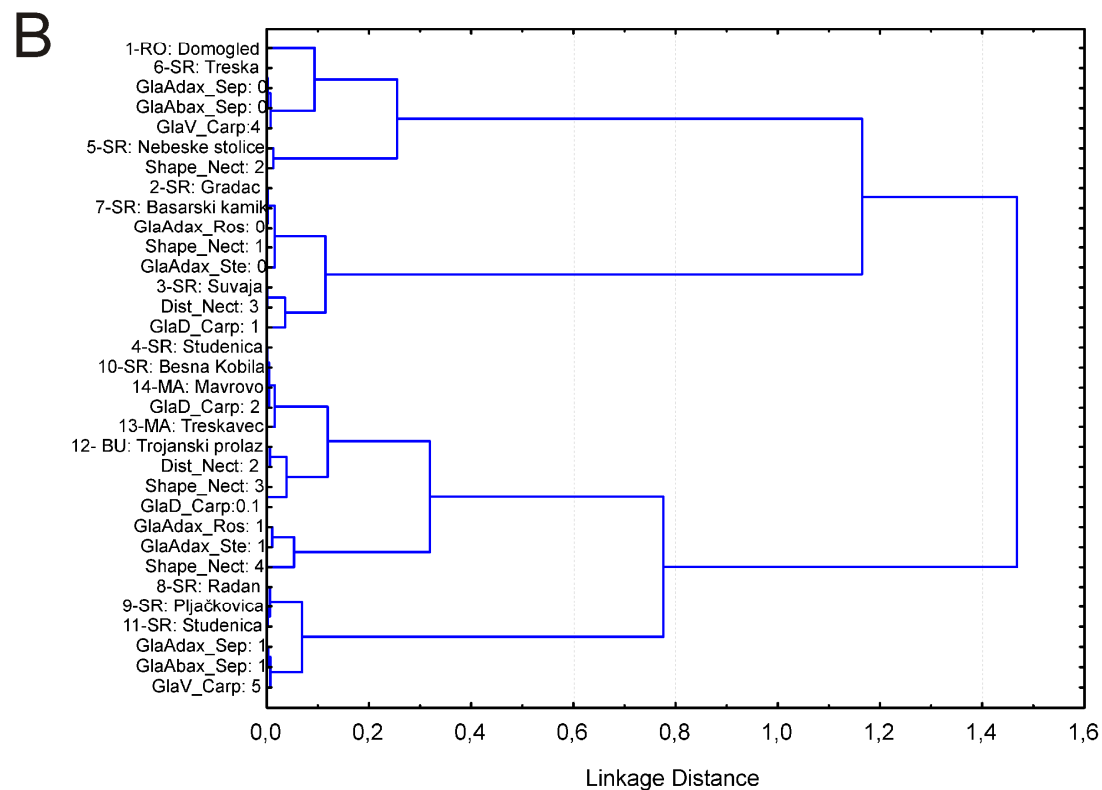
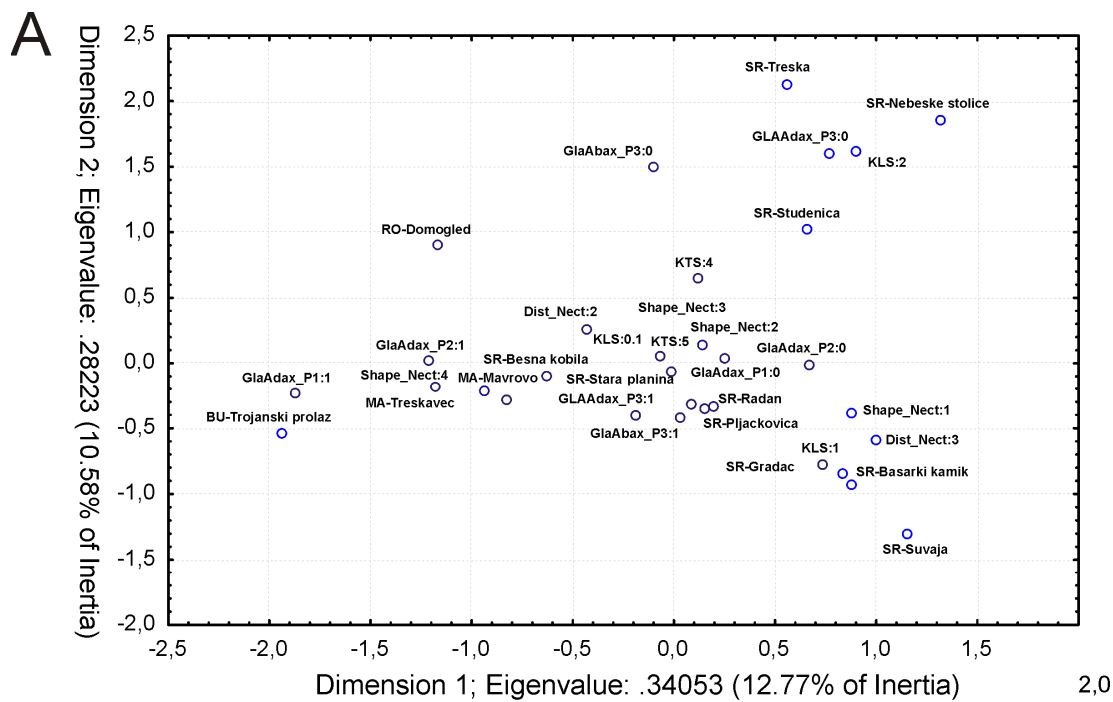
Klaster analiza bazirana na karakteristikama koji su se pokazala kao značajni u PCA analizi dala je istovetne rezultate kao i klaster analiza bazirana na svim kvantitativnim karakteristikama (slika 29D).



Slika 29. Rezultati klaster analize A- karaktera vegetativnih organa; B-karaktera reproduktivnih organa; C-svih karaktera; D-PCA značajnih karaktera

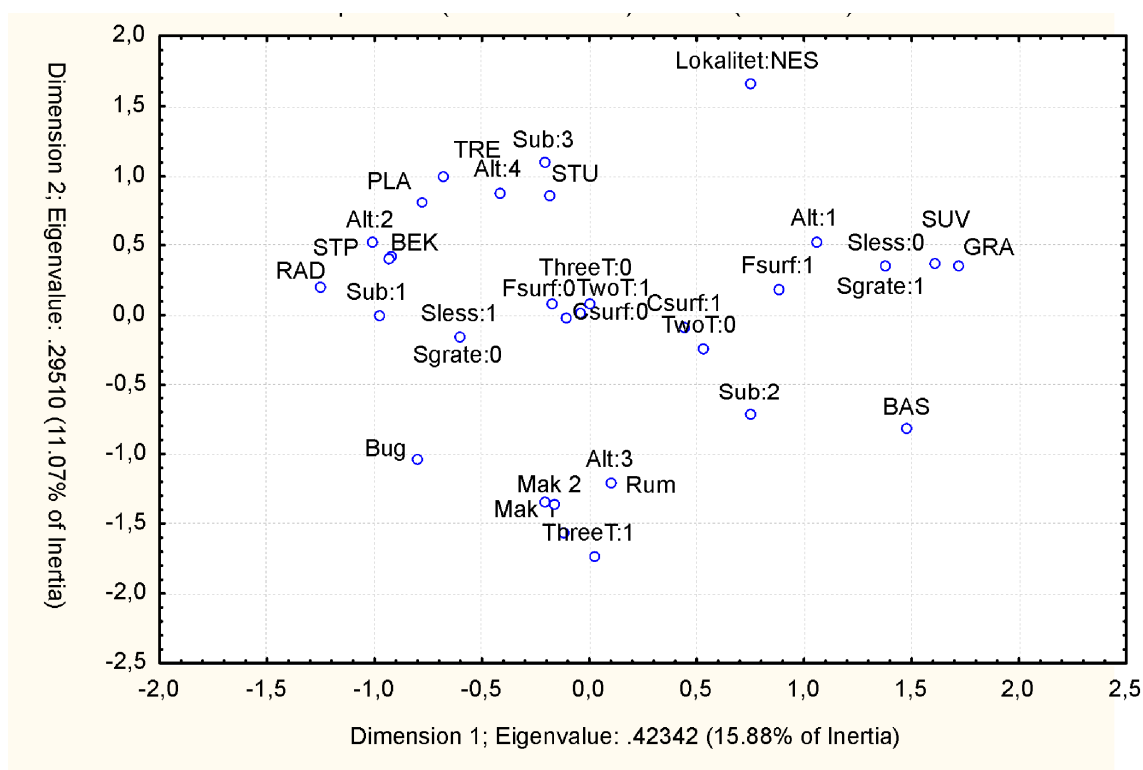
Multipna korespondentna analiza (MCA) je uključila sve kvalitativne karaktere koji su korišćeni za opisivanje i razlikovanje taksona u okviru *J. heuffelii* kompleksa: prisustvo dlaka na licu i naličju listova rozete i listova stabla, prisustvo žlezdanih dlaka na čašičnim i kruničnim listićima, prisustvo žlezdanih dlaka na leđnoj i trbušnoj strani karpele, oblik nektarija i razmak između dve nektarije. Morfološki kvalitativni karakteri na osnovu kojih su se grupisale populacije SR-Nebeske stolice, SR-Treska i SR-Studenica su odsustvo žlezdanih dlaka na licu i naličju čašičnih listića (GlaAdax_P3, GlaAbax_P3:0), prisustvo žlezdanih dlaka na leđnoj strani karpele koje pokrivaju 10-25% dužine karpele (KLS: 2) (slika 30A). Populacije SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Basarski kamik su se grupisale na osnovu ravne površine nektarija

(Shape_Nect: 1), razmaku nektarija koji je jednak ili veći od širine same nektarije (Dist_Nect: 3) i prisutnosti žlezdanih dlaka na leđnoj strani karpele (KLS: 1). Žlezdane dlake pokrivaju 1-10% od dužine karpele. Populacija BU-Trojanski prolaz je pokazala najveće odvajanje, a karakter po kome se diferencira je prisustvo žlezdanih dlaka na listovima rozete (GlaAdax_P1: 1). Populacija SR-Besna Kobila i populacije iz Makedonije (MA-Treskavec i MA-Mavrovo) su grupisane oko karaktera prisustvo žlezdanih dlaka na licu lista stabla (GlaAdaxP2: 1) i nektarijama koje imaju 3 ili više zubaca (Shape_Nect: 4). Populacije SR-Radan, SR-Pljačkovica and SR-Stara planina su okarakterisane prisustvom žlezdanih dlaka na licu i naličju čašičnih listića (GlaAdax_P3, Gla Adax_P4) i prisustvom žlezdanih dlaka na trbušnoj strani karpele koje zauzimaju 50-100% dužine same karpele (KTS: 4, KTS: 5). Na grafiku gde su prikazane samo populacije, bez karaktera (slika 30B) se može uočiti da su populacije SR-Nebeske Stolice i SR-Treska koje predstavljaju tipske populacije za takson *S. kopaonikense* dosta udaljene u odnosu na populaciju RO-Domogled, tipsku populaciju za takson *S. patens*. Populacija BU-Trojanski prolaz koja predstavlja takson *J. heuffelii* var. *heuffelii* smeštena u negativnom delu prve i druge MCA ose ukazuje na to da se ova populacija razlikuje po kvalitativnim morfološkim karakteristikama od svih ostalih populacija.



Slika 30. Rezultati MCA analize za sve kvaliatativne karaktere: A- skaterplot sa populacijama i analiziranim karakterima B- skaterplot sa populacijama

Multipna korespodentna analiza kvalitativnih karaktera nektarija. Multipna korespodentna analiza je pokazala da je varijabilnost na prvoj osi 15.88%, dok je na drugoj osi 11.07% (slika 31). U odnosu na karakter razmak između dve nektarije grupisale su se populacije SR-Suvaja, SR-Nebeske stolice, SR-Gradac i SR-Basarski kamik. Nektarije kod ovih populacija su sa razmakom većim od širine same nektarije (slika 17A). Dodatni karakteri koji grupišu ove populacije su konveksna površina nektarije (Csurf: 1) i ravna površina nektarije (Fsurf: 1), jer se pojedinačne individue ovih populacija odlikuju ili ravnom ili konveksnom površinom bez prisustva zubaca. Sve ostale populacije su grupisane oko karaktera dva zuba na površini nektarije (TwoT: 1) i razmakom manjim od širine nektarije (Sless: 1) u negativnom delu prve MCA ose. Individue ovih populacija se odlikuju prisustvom dva zuba na površini nektarije (TwoT: 1) i razmakom između dve nektarije koji je manji od širine nektarije (Sless: 1).



Slika 31. Rezultati multipne korespodentne analize kvalitativnih karaktera nektarija

4.3. UTICAJ GEOGRAFSKIH, OROGRAFSKIH I BIOKLIMATSKIH FAKTORA NA VARIJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA I DIFERENCIJACIJU POPULACIJA

4.3.1. Uticaj geografskih i orografskih faktora na varijabilnost pojedinačnih morfoloških karaktera

Rezultati korelacione analize su publikovani pokazali da geografski (geografska širina i dužina) i orografski (nadmorska visina, ekspozicija i nagib) faktori imaju veći ili manji uticaj na variranje individualnih morfoloških karaktera analiziranih populacija (tabela 10). Najveći uticaj na variranje individualnih karaktera ima geografska širina, a najmanji uticaj ima ekspozicija. Nadmorska visina ostvaruje umereni uticaj na varijabilnost individualnih karaktera.

Karakteristi dužina bodlje na vrhu lista rozete (LeRos_Sp_L) i dužina cilije po obodu lista rozete (LeRos_Ci_L) su pod jakim uticajem orografskih faktora, dok su karakteri prečnik rozete (Ros_D), broj listova na stablu (LeSte_N), dimenzije i oblik najvećeg lista rozete (LeRos_L max, LeRos_W max, Apex_D_Ros), visina stabla (Ste_H), dužina kruničnog listića (Pet_L), visina plodnika i stubića (Ova_H, Sty_H), visina i širina ploda (Fru_H, Fru_W), dužina kljuna (Ros_L) i širina nektarije (Nect_W) pod kombinovanim uticajem orografskih i geografskih faktora.

Ova analiza je pokazala generalni trend promene dimenzije organa pod uticajem nadmorske visine i geografske širine. Skoro svi karakteri pokazuju trend smanjenja veličine sa porastom nadmorske visine. Slično, svi karakteri pokazuju trend povećanja dimenzija od severa ka jugu.

Tabela 10. Sumarna statistika korelacije (Sperman r_s) za nezavisne geografske i orografske varijable. LAT – geografska širina, LONG – geografska dužina, ELEV- nadmorska visina, ASP- ekspozicija, SLO-nagib, * $p < 0.05$, ** $p < 0.005$

Karakter	Speraman R				
	LAT	LONG	ELEV	ASP	SLO
Prečnik rozete	0.48**	0.23**	0.00	-0.06	-0.09
Broj listova u rozeti	0.19**	-0.08	0.29**	-0.14*	-0.27**
Dužina najvećeg lista rozete	0.47**	0.48**	-0.24**	0.02	0.14*
Širina najvećeg lista rozete	0.45**	0.24**	-0.26**	-0.06	0.11
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	0.28**	0.38**	-0.12	-0.02	0.10
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	-0.01	0.08	-0.23**	0.10	0.31**
Dužina cilije po obodu lista rozete	0.13*	0.19**	-0.40**	0.47**	0.36**
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0.14*	-0.09	-0.06	0.19*	0.16*
Visina stabla do najniže cvetne grane	0.48**	0.17*	-0.23**	-0.02	0.10
Broj listova na stablu	0.47**	-0.14*	-0.04	-0.17**	-0.07
Dužina srednjeg lista stabla	0.33**	0.44**	0.05	-0.14	-0.09
Širina srednjeg lista stabla	0.56**	0.23**	-0.01	-0.09	-0.06
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	0.37**	0.29**	0.03	-0.19**	-0.14*
Dužina čašičnog listića	0.17**	0.21**	-0.07	-0.10	0.14*
Širina čašičnog listića	0.24**	0.28**	-0.13	-0.05	0.13*
Dužina krunicnog listića	0.38**	0.24**	-0.18**	0.01	0.19**
Širina krunicnog listića	0.37**	-0.17*	-0.14*	-0.10	0.09
Dužina najdužeg prašničkog konca	0.28**	0.14*	-0.16*	0.02	0.10
Visina plodnika	0.35**	0.16*	-0.27**	0.10	0.24**
Visina stubića	0.26**	0.15*	-0.29**	0.18**	0.12
Visina centralnog zubića	0.12	-0.02	-0.08	-0.10	0.13*
Visina bočnog zubića	-0.08	-0.09	0.09	-0.27**	-0.01
Visina ploda	0.33**	0.13*	-0.27**	0.07	0.20**
Širina ploda	0.36**	0.13*	-0.29**	0.07	0.22**
Dužina kljuna	0.19**	0.40**	-0.38**	0.60**	0.42**
Broj cvetnih grana	0.22**	0.07	-0.01	0.01	-0.02
Broj cvetova u fazi plodonošenja	0.02	0.22**	-0.07	0.01	0.03
Dužina najduže cvetne grane	0.28**	0.19**	0.01	-0.17*	0.09
Dužina semena	0.04	0.21**	0.06	0.06	-0.05
Širina semena	-0.03	0.03	-0.13	-0.10	0.17*
Širina centralnog rebra	-0.05	-0.18**	0.13	-0.28**	-0.14*
Širina nektarije	0.33**	0.20**	0.18**	-0.29**	-0.28**
Visina nektarije	-0.13	0.13*	0.04	-0.23**	-0.05
Ugao između nektarije i karpele	0.18**	0.03	0.16*	-0.07	-0.23**

4.3.2. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju analiziranih populacija

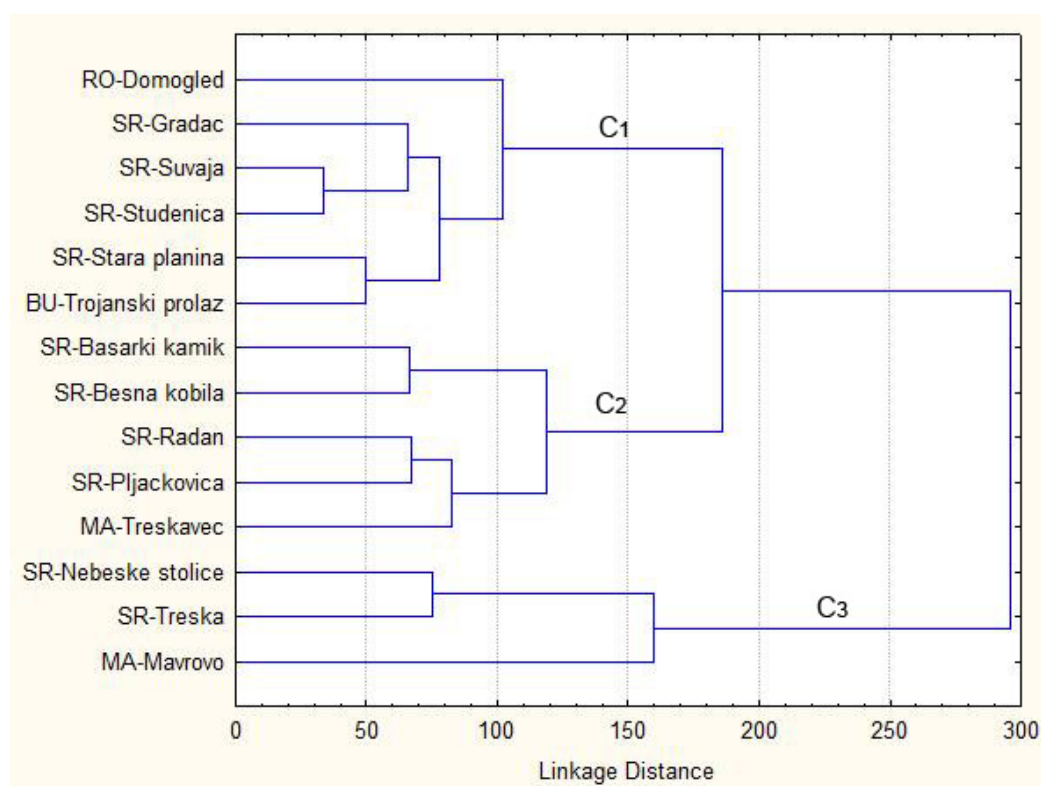
Na osnovu klimatske podele jugoistočne Evrope (Horvat et al., 1974) i podele na osnovne tipove klime i bioma koju su dali Walter & Leith (1964) na području areala *J. heuffelii* kompleksa su zastupljena dva osnovna tipa klime: umereno-kontinentalna klima (tip VI) i planinska klima (tip X). U okviru umereno-kontinentalne klime je zastupljen podtip VI 3 semiaridna umereno kontinentalna klima (mezijsko-karpatska varijanta). U okviru planinske klime se javljaju dva podtipa: X 2- humidna planinska klima alpskog tipa (ilirska varijanta) i X 3- kontinentalna planinska klima (mezijsko-karpatska varijanta).

Klaster analiza bazirana na bioklimatskim faktorima je pokazala da su analizirane populacije pod uticajem 3 tipa klime (slika 32). Prvi tip klime (C1) ostvaruje svoj uticaj na populacije koje se nalaze u klisurama i kanjonima reka. Na tim staništima vlada umereno-kontinentalna klima ili subkontinentalna klima koja je pod jakim uticajem mediterana koji menja tipične uslove klimatskog područja i daje specifične oblike mezoklime. To su populacije SR-Suvaja, SR-Gradac i SR-Studenica. Ovaj tip utiče i na populaciju sa Stare planine (SR-Stara planina) u Srbiji, kao i populaciju iz Bugarske (BU-Trojanski prolaz) gde klima u velikoj meri zavisi od nadmorske visine i položaja i ima lokalni karakter pa može da da prelazne oblike klime koji su vrlo često pod uticajem nekog drugog klimatskog pojasa u ovom konkretnom slučaju mediterana (Stevanović et al., 2009). Odlike ovog podtipa klime su relativno hladne i umereno vlažne zime, dok su leta topla i suva (polusušna). Srednje godišnje temperature variraju između 9.5-11.5°C, a srednje januarske između 0.7-1.9°C. Ukupna godišnja količina padavina je između 620-760 mm, sa optimumom u maju i junu: letnje-jeseni period je bogatiji padavinama u odnosu na zimsko-prolećni period godine. Sušni period odsustvuje dok polusušni traje dva do tri meseca.

Drugi tip klime (C2) je kontinentalna planinska klima koja je zastupljena na loalitetima populacija SR-Besna Kobilica, SR-Radan, SR-Basarski kamik, SR-Pljačkovica i MA-Treskavec. Ovaj podtip se odlikuje nešto manjom količinom padavina (850-1400 mm) u odnosu na humidni podtip planinske klime sa sumom padavina između 1100-2000 mm.

Treći tip klime (C3) je humidna planinska klima prisutna na većim nadmorskim visinama 1200-1500 m. Pod uticajem ovog tipa klime su populacije sa Kopaonika (SR-Treska, SR-Nebeske stolice) i populacija iz Makedonije (MA-Mavrovo) (slika 32).

Planinski tip klime se odlikuje srednjim godišnjim temperaturama između 0.5-5 °C, srednjim januarskim temperaturama između -8 i -6 °C i dugim periodom od 3 do 6 meseci sa negativnim srednjim mesečnim temperaturama. Srednja godišnja količina padavina varira između 850-1300 mm i povezana je sa nadmorskom visinom: sa povećanjem nadmorske visine povećava se i količina padavina. Količina prolećno-letnjih padavina je znatno veća u odnosu na zimsko-prolećne atmosferske taloge.



Slika 32. Rezultati klaster analize bioklimatskih parametara za sve analizirane populacije (C1, C2 i C3 klimatski tipovi)

Ako analiziramo tri klastera po vrednostima bioklimatskih parametara možemo videti da se C1 tip odlikuje najvišim vrednostima srednje godišnje temperature (BIO1) koja se kreće u rasponu od 3.37 do 11.33 °C. C2 tip pokazuje opseg variranja ovog parametra

od 3.30 do 9.72 °C, dok su kod C3 tipa klime zabeležene najniže vrednosti ovog parametra 2.87 - 4.98 °C (tabela 11). Sličan trend prate i bioklimatski parametri: maksimalna temperatura najtoplijeg meseca (BIO5), minimalna temperatura najhladnijeg meseca (BIO6), srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (BIO8), srednja temperatura najtoplijeg kvartala (BIO10) i srednja temperatura najhladnijeg kvartala (BIO11). S druge strane kod bioklimatskog parametra BIO9 (srednja temperatura najsušnijeg kvartala) najveće vrednosti zabeležene kod drugog tipa klime C2 (1.8-16.52 °C) zatim kod trećeg C3 (-2.75 -12.63 °C), a najniže vrednosti su zabeležene kod prvog tipa klime C1 (-0.92 –9.58 °C).

Što se tiče bioklimatskih parametara koji se odnose na količinu padavina (godišnja količina padavina (BIO12), padavine najvlažnijeg meseca (BIO13), padavine najsušnijeg meseca (BIO14), padavine najvlažnijeg kvartala (BIO16) padavine najsušnijeg kvartala (BIO17), padavine najtoplijeg kvartala (BIO18), padavine najhladnijeg kvartala (BIO19) najveće maksimalne vrednosti su zabeležene u trećem tipu (C3) odnosno klasteru, a najmanje u drugom tipu (C2) klime (tabela 11).

Bioklimatski parametar BIO15 (sezonalnost padavina) najveću srednju vrednost ima u C1 tipu klime dok je najmanja vrednost zabeležena u C3 tipu klime.

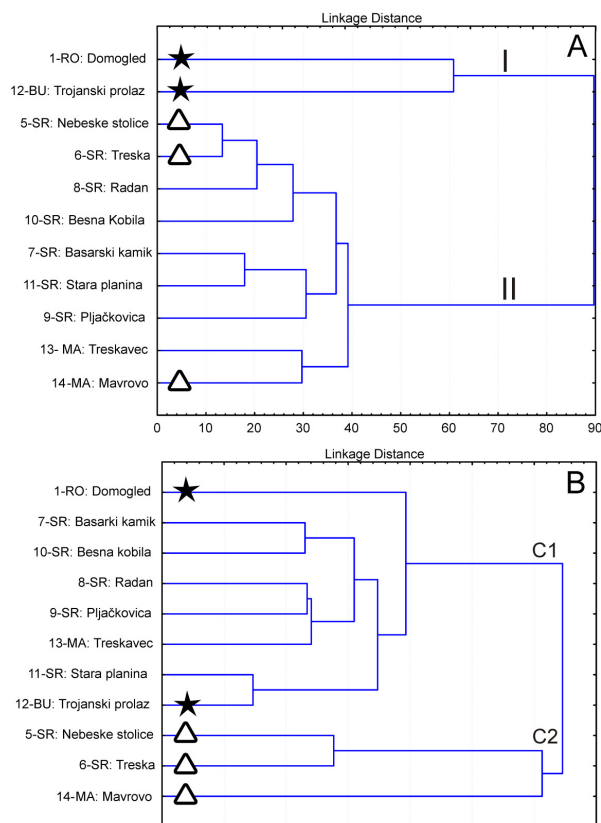
Tabela 11 . Bioklimatske karakteristike analiziranih lokaliteta. Klimatski tipovi C1, C2 i C3 odgovaraju grupama koje su dobijene u klaster analizi bioklimatskih karaktera (Slika 37)

Bioklimatski parametri	C1			C2			C3		
	semi –aridna umereno kontinentalna klima			kontinentalna planinska klima			humidna planinska klima		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
Srednja godišnja temperatura (BIO 1)	3.37	7.71	11.33	3.30	7.74	9.72	2.87	4.23	4.98
Opseg srednjih mesečnih temperatura (BIO 2)	7.98	9.1	10.1	8.73	9.1	10.36	7.48	8.16	9.04
Izotermalnost (2 / 7) (* 100) (BIO 3)	29.49	31.74	33.67	31.64	33.30	34.64	29.34	30.88	33.49
Temperaturna sezonalnost (STD * 100) (BIO 4)	676.60	724.84	755.92	661.08	721.52	750.39	645.84	668.49	691.64
Maksimalna temperatura najtoplijeg meseca (BIO 5)	17.2	22.65	26.8	17.6	23.48	24.1	16.4	18.3	19.6
Minimalna temperatura najhladnijeg meseca (BIO 6)	-3.2	-5.97	-8.9	-4.4	-5.93	-9	-7.4	-8.1	-9.1
Godišnji temperaturni opseg (5-6) (BIO 7)	26.1	28.62	30.2	26.6	29.4	30.4	25.5	26.4	27
Srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (BIO 8)	9.6	14.61	18.45	3.93	10.29	13.55	-1.3	6.36	11.32
Srednja temperatura najsušnijeg kvartala (BIO 9)	-0.92	3.45	9.58	1.8	11.27	16.52	-2.75	6.06	12.63
Srednja temperatura najtoplijeg kvartala (BIO 10)	11.48	16.36	20.17	11.25	16.35	18.58	10.85	12.26	13.12
Srednja temperatura najhladnijeg kvartala (BIO 11)	-4.95	-1.42	2.01	-3.3	-1.34	0.17	-5.38	-4.02	-2.9
Godišnja količina padavina (BIO 12)	778	815.17	849	606	665.75	742	950	1001.67	1045
Padavine najvlažnijeg meseca (BIO 13)	87	100.33	121	68	76.75	84	104	113.67	127
Padavine najsušnijeg meseca (BIO 14)	42	50	55	40	42.75	46	56	62.67	69
Sezonalnost padavina (CV) (BIO 15)	17.57	23.13	34.40	16.67	19.10	21.29	15.13	18.9	26.24
Padavine najvlažnijeg kvartala (BIO 16)	255	269.13	310	172	200.75	231	285	312.33	348
Padavine najsušnijeg kvartala (BIO 17)	147	162.17	175	127	136.25	147	178	202	222
Padavine najtoplijeg kvartala (BIO 18)	220	245.17	291	136	161.75	204	179	235	272
Padavine najhladnijeg kvartala (BIO 19)	158	177.5	187	147	160	194	218	255	310

4.3.3. Uticaj bioklimatskih parametara na diferencijaciju planinskih populacija

Da bi se izbegao uticaj mikroreljefa na bioklimatske parametre koji je najviše izražen u specifičnim staništima kao što su kanjoni i klisure reka, urađena je još jedna klaster analiza gde su izostavljene populacije SR-Gradac, SR-Suvaja i SR-Studenica, a uključene su sve ostale populacije koje naseljavaju otvorena travnjačka staništa klase Festuco-Brometea i Elyno-Seslerietea. Analiza bioklimatskih parametara 11 planinskih populacija je pokazala da su ove populacije pod uticajem dve vrlo različite varijante planinske klime: C1-semi-aridna kontinentalna planinska klima (RO-Domogled, SR-Stara planina, BU-Trojanski prolaz, SR-Basarski kamik, SR-Besna Kobila, SR-Radan, SR-Pljačkovica, MA-Treskavec) i C2-humidna planinska klima (SR-Nebeske stolice, SR-Treska and MA-Mavrovo) (slika 32B). Najveće razlike koje postoje između ove dve varijante planinske klime se tiču bioklimatskih parametara koji se odnose na temperaturu (BIO1-BIO11). Srednja godišnja temperatura (BIO1) za C1 tip klime se kreće u opsegu 3.30-9.72 °C dok je za C2 tip taj opseg 2.87-4.85 °C. Najveće razlike se uočavaju u maksimalnim temperaturama najtoplijeg meseca (BIO5) gde je za C1 tip zabeležena maksimalna temperatura najtoplijeg meseca od 26°C, dok je u drugom tipu klime (C2) zabeležena maksimalna temperatura 18.90°C. Skoro dvostruko veće maksimalne vrednosti za BIO9 (srednja temperatura najsušnijeg kvartala) su zabeležene u prvoj varijanti planinske klime C1 (16.52 °C) u odnosu na drugu varijantu (C2) gde je zabeležena vrednost od 8.30 °C. Odstupanja postoje i u bioklimatskim parametrima koji se tiču padavina (BIO12-BIO19). Humidna planinska klima se odlikuje većim srednjim vrednostima za skoro sve bioklimatske parametre koji se tiču padavina osim sezonalnosti padavina (BIO15) gde su veće vrednosti zabeležene u prvoj varijanti planinske klime. Jako veliki opseg variranja u godišnjoj količini padavina pokazuje semi-aridna kontinentalna planinska klima (C1) (60-1045 mm) u odnosu na humidnu planinsku klimu (C2) (950-1100 mm). Ova klima pokazuje niže minimalne vrednosti za parametre: padavine najvlažnijeg kvartala (BIO16), padavine najsušnijeg kvartala (BIO17), padavine najtoplijeg kvartala (BIO18) i padavine najhladnijeg kvartala (BIO19) u odnosu na C2 tip klime a veće maksimalne vrednosti parametara: padavine najvlažnijeg kvartala (BIO16), padavine najtoplijeg kvartala (BIO18) i padavine najhladnijeg kvartala (BIO19) u odnosu na humidnu planinsku klimu (tabela 12).

Klaster analiza morfoloških karaktera za planinske populacije je pokazala diferencijaciju svih populacija u dve grupe (klastera) (slika 33A). Prvoj grupi pripadaju populacije RO-Domogled i BU-Trojanski prolaz, dok drugoj grupi pripadaju sve ostale populacije. Međutim, položaj populacija na dendrogramu nije u saglasnosti sa položajem populacija koje su dobijene u klaster analizi bioklimatskih parametara. Populacije RO-Domogled i BU-Trojanski prolaz koje na klasteru sa morfološkim karakteristikama čine I grupu (slika 33A) u drugom bioklimatskom klasteru su dosta udaljene (slika 33B). Sa druge strane, populacije SR-Treska, SR-Nebeske Stolice i MA-Mavrovo na bioklimatskom klasteru pripadaju drugom C2 tipu klime i zajedno se grupišu (slika 33B), dok se na morfološkom klasteru može videti da se populacija MA-Mavrovo odvađa od ovih populacija i zauzima periferan položaj na dendrogramu (slika 33A).



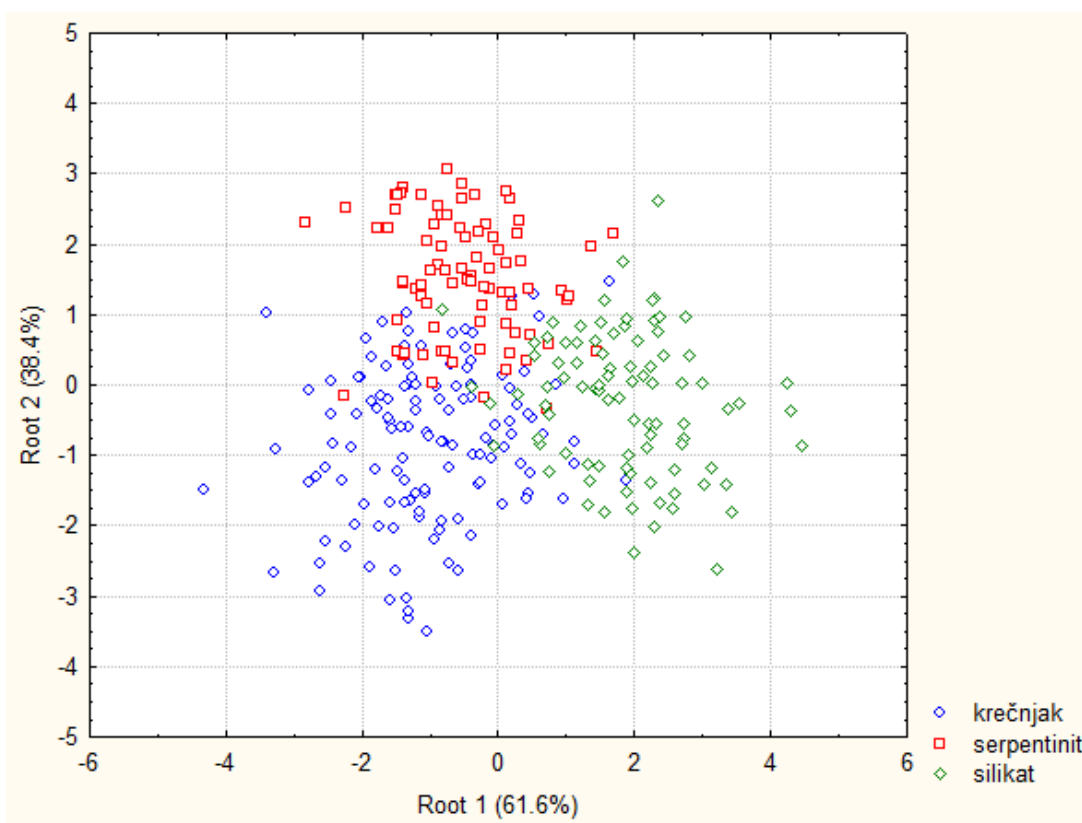
Slika 33. Klaster analiza 11 planinskih populacija *J. heuffelii* bazirana na: A- 34 morfološka karaktera i B- 19 bioklimatskih parametara. Zvezdice označavaju poziciju morfološki bliskih populacija na oba dijagrama dok trouglovi pokazuju položaj bioklimatski bliskih populacija na oba dijagrama.

Tabela 12. Bioklimatske karakteristike analiziranih lokaliteta. Klimatski tipovi C1 i C2 odgovaraju grupama koje su dobijene u klaster analizi bioklimatskih karaktera (Slika 38)

Bioklimatski parametri	C1			C2		
	semi -aridna umereno kontinentalna klima			humidna planinska klima		
	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max
Srednja godišnja temperatura (BIO 1)	3.30	5.89	9.72	2.87	3.81	4.85
Opseg srednjih mesečnih temperatura (BIO 2)	7.98	9.10	10.36	7.48	7.71	7.96
Izotermalnost (2 / 7) (* 100) (BIO 3)	29.49	32.40	34.64	29.35	29.57	29.81
Temperaturna sezonalnost (STD * 100) (BIO 4)	645.84	700.60	755.92	668.00	679.26	691.64
Maksimalna temperatura najtoplijeg meseca (BIO 5)	17.20	20.88	26.00	16.40	17.59	18.90
Minimalna temperatura najhladnijeg meseca (BIO 6)	- 9.00	-7.19	-4.40	-9.10	-8.48	-7.80
Godišnji temperaturni opseg (5-6) (BIO 7)	26.10	28.07	30.40	25.50	26.07	26.70
Srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (BIO 8)	-1.30	8.96	14.80	9.07	10.14	11.32
Srednja temperatura najsušnijeg kvartala (BIO 9)	-0.92	8.94	16.52	-2.75	3.04	8.30
Srednja temperatura najtoplijeg kvartala (BIO 10)	11.25	14.29	18.58	10.85	11.93	13.12
Srednja temperatura najhladnijeg kvartala (BIO 11)	-4.95	-2.83	0.17	-5.38	-4.62	-3.78
Godišnja količina padavina (BIO 12)	60.00	759.52	1045.00	950.00	981.43	1010.00
Padavine najvlažnijeg meseca (BIO 13)	68.00	92.18	127.00	104.00	107.14	110.00
Padavine najsušnijeg meseca (BIO 14)	40.00	45.31	56.00	63.00	66.14	69.00
Sezonalnost padavina (CV) (BIO 15)	16.67	22.54	34.40	15.13	15.23	15.33
Padavine najvlažnijeg kvartala (BIO 16)	172.00	243.25	348.00	285.00	294.95	304.00
Padavine najsušnijeg kvartala (BIO 17)	127.00	148.29	178.00	206.00	214.38	222.00
Padavine najtoplijeg kvartala (BIO 18)	136.00	197.16	291.00	254.00	263.43	272.00
Padavine najhladnijeg kvartala (BIO 19)	147.00	183.35	310.00	218.00	227.95	237.00

4.3.4. Uticaj podloge na diferencijaciju analiziranih populacija

Kanonijska diskriminantna analiza (CDA) gde je podloga uzeta kao grupni karakter je pokazala da postoji odvajanje populacija po prvoj i drugoj kanonijskoj osi. Po prvoj kanonijskoj osi koja opisuje 61.6% varijabilnosti se diferenciraju populacije sa silikata, dok je po drugoj kanonijskoj osi koja nosi preostalih 38.4% varijabilnosti došlo do odvajanja serpentinitskih od krečnjačkih populacija (slika 34). Kod ove analize procenat korektno klasifikacije u *a priori* definisane grupe iznosi 86.96%.



Slika 34. Rezultati diskriminantne analize 34 morfološka kvantitativna karaktera gde je podloga uzeta kao grupna varijabla.

4.3.5. Zavisnost između variranja morfoloških karaktera i osnovnih bioklimatskih i geomorfoloških parametara.

Regresiona analiza (linearna regresija). - Regresiona analiza je pokazala da orografski faktori nadmorska visina, ekspozicija i nagib terena imaju najveći uticaj na morfološke karaktere vrste *J. heuffelii*. Geološka podloga nije analizirana jer je ovaj faktor pokazao veliku korelisanost sa ostalim ispitivanim promenljivama. Od 19 bioklimatskih parametara 12 bioklimatskih parametara je analizirano i to: BIO2- opseg srednjih mesečnih temperatura, BIO3- izotermalnost, BIO4- temperaturna sezonalnost, BIO7- godišnji temperaturni opseg, BIO8- srednja temperatura najvlažnijeg kvartala, BIO9- srednja temperatura najsušnijeg kvartala, BIO12- godišnja količina padavina, BIO13- padavine najvlažnijeg meseca, BIO14- padavine najsušnijeg meseca, BIO15- sezonalnost padavina, BIO18- padavine najtoplijeg kvartala i BIO19- padavine najhladnijeg kvartala, dok su ostali pokazali veliku multikolinearnost i isključeni su iz analize.

Od orografskih faktora nadmorska visina ima najveći uticaj na sledeće morfološke karaktere: visina ploda (Fru_H), širina ploda (Fru_W), visina stubića (Sty_H), dužina kljuna (Rost_L), broj listova u rozeti (LeRos_N), dužina najduže cvetne grane (FloBra_L) i dužina najdužeg prašničkog konca (Fil_L-max) (tabela 14). Ekspozicija je takođe jako važan orografski faktor koji najveći uticaj ostvaruje na morfološke karaktere reproduktivnih organa i to na dužinu kljuna (Rost_L), visinu i širinu ploda (Fru_H, Fru_W), visinu stubića (Sty_H), visinu plodnika (Ova_H), dužinu najdužeg prašničkog konca (Fil_L_max), dužinu semena (See_L), širinu nektarije (Nect_W), a od karaktera vegetativnih organa ostvaruje uticaj samo na broj listova u rozeti (LeRos_N). Nagib terena ima najmanji uticaj na varijabilnost karaktera. Ovaj orografski faktor je korelisan sa samo dva morfološka karaktera sa dužinom čašičnih listića (Sep_L) i dužinom kljuna (Rost_L) (tabela 13).

Na morfološku diferencijaciju analiziranih populacija veliki uticaj imaju i bioklimatski parametri. Najveću korelaciju sa najvećim brojem analiziranih karaktera pokazuje bioklimatski parametar BIO8- srednja temperatura najvlažnijeg kvartala i BIO4- temperaturna sezonalnost.

Ova dva bioklimatska parametra najveći uticaj imaju na već pomenute karaktere na koje ima najveći uticaj i nadmorska visina. Nešto manji ali isto značajan uticaj ima i

bioklimatski parametar BIO15 sezonalnost padavina koji najviše utiče na karaktere: dužina kruničnog listića (Pet_L), visina plodnika (Ova_H) visina stabla (Ste_H), širina nektarije (Nect_H), širina srednjeg lista na stablu (MidlLeSte_W), širina najvećeg lista rozete (LeRos_W_max), dužina najvećeg lista rozete (LeRos_L_max), širina centralnog rebra (Cos_W). Bioklimatski faktori BIO18-padavine najtoplijeg kvartala i BIO9- srednja temperatura najsušnijeg kvartala ostvaruju nešto slabiji uticaj na morfološke karaktere *J. heuffelii*.

Ovde je uočljivo to da na morfološke karakteristike veći uticaj ima sezonska dinamika temperature i količine padavina nego što to ima ukupna količina padavina ili srednja godišnja temperatura koji su i najčešće analizirani klimatski faktori geografskih područja.

Od ostalih analiziranih bioklimatskih parametara najmanji uticaj na morfološke karaktere imaju sledeći parametri: BIO 7 godišnji temperaturni opseg (ostvaruje uticaj na 14 morfoloških karaktera), BIO3 izotermalnost i BIO13 padavine najvlažnijeg meseca (korelisanost sa 7 morfoloških karaktera), BIO2 - opseg srednjih mesečnih temperature, BIO14- padavine najsušnijeg meseca, BIO19- padavine najhladnijeg kvartala (korelisanost sa 4 morfološka karaktera), i na kraju BIO12- godišnja količina padavina koji ne pokazuje korelisanost ni sa jednim morfološkim karakterom (tabela 13).

Tabela 13 . Rezultati regresione analize (R^2) za analizirane bioklimatske i orografske parametre. Orografski parametri (ALT-nadmorska visina, ASP- ekspozicija, SLO-nagib) BIO- bioklimatski parametri, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Karakter	ALT	ASP	SLO	BIO2	BIO3	BIO4	BIO7	BIO8	BIO9	BIO12	BIO13	BIO14	BIO15	BIO18	BIO19
Ros D	0.07**	0.02	0.01	0.02	0.07**	0.05	0.00	0.26*	0.11	0.01	0.00	0.05	0.01	0.16	0.02
LeRos N	0.26*	0.13*	0.02	0.25*	0.13*	0.19*	0.28*	0.08**	0.01	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.02
LeRos L max	0.09*	0.02	0.01	0.00	0.05	0.13*	0.02	0.22*	0.01*	0.00	0.03	0.00	0.09*	0.16*	0.09*
LeRos W max	0.12*	0.02	0.00	0.00	0.04	0.16*	0.04	0.20*	0.19*	0.01	0.05	0.02	0.03	0.14*	0.02
Apex D Ros	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.10*	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.04
LeRos Sp L	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02
LeRos Ci L	0.00	0.01	0.07	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.10*	0.00	0.02
LeRos Ed W	0.03	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03	0.07**	0.14*	0.01	0.01
Ste H	0.17*	0.04	0.01	0.00	0.04	0.17*	0.05	0.30*	0.12*	0.00	0.00	0.04	0.01	0.08**	0.05
LeSte N	0.00	0.01	0.00	0.06	0.12*	0.00	0.01	0.05	0.07**	0.03	0.00	0.16*	0.13*	0.03	0.00
MidLeSte L	0.00	0.01	0.00	0.03	0.05	0.00	0.01	0.04	0.03	0.00	0.02	0.00	0.04	0.10*	0.02
MidLeSte W	0.00	0.00	0.01	0.09*	0.19*	0.02	0.02	0.10*	0.20*	0.06	0.07**	0.09*	0.00	0.22*	0.00
Apex D Ste	0.05	0.00	0.01	0.00	0.05	0.07**	0.01	0.23*	0.08**	0.01	0.02	0.01	0.04	0.07**	0.10*
Sep L	0.03	0.00	0.09*	0.00	0.00	0.01	0.00	0.08**	0.02	0.06	0.10*	0.00	0.06	0.00	0.06
Sep W	0.02	0.00	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.07**	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
Pet L	0.22*	0.06	0.04	0.02	0.01	0.19*	0.09*	0.31*	0.05	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.06
Pet W	0.01	0.01	0.04	0.03	0.08**	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01	0.00	0.11*	0.09*	0.01	0.00
Fil L max	0.23*	0.11*	0.00	0.02	0.00	0.17*	0.08**	0.34*	0.08**	0.00	0.01	0.05	0.05	0.06	0.03
Ova H	0.23*	0.13*	0.04	0.01	0.01	0.15*	0.07**	0.31*	0.04	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.03
Sty H	0.29*	0.15*	0.00	0.04	0.00	0.29*	0.16*	0.36*	0.10*	0.00	0.00	0.02	0.01	0.09*	0.07**
CenToo H	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09*	0.00	0.12*	0.03	0.01
LatToo H	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.09*	0.00	0.17*	0.08**	0.00
Fru H	0.31*	0.14*	0.02	0.03	0.00	0.22*	0.12*	0.42*	0.06	0.00	0.02	0.05	0.07	0.04	0.05
Fru W	0.31*	0.14*	0.04	0.03	0.00	0.21*	0.12*	0.40*	0.05	0.00	0.02	0.04	0.07	0.03	0.05
Rost L	0.25*	0.37*	0.08**	0.04	0.00	0.26*	0.13*	0.19*	0.00	0.00	0.07**	0.00	0.21*	0.11*	0.06
FloBra N	0.03	0.02	0.00	0.01	0.05	0.03	0.00	0.11*	0.07**	0.01	0.01	0.03	0.00	0.09*	0.00
Flo N	0.09	0.05	0.00	0.01	0.00	0.06	0.03	0.10*	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.01
FloBra L	0.11	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13*	0.02	0.38*	0.20*	0.02	0.07	0.02	0.11*	0.06	0.10*
See L	0.07**	0.08**	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.07**	0.06	0.02	0.06	0.00	0.06	0.09*	0.00
See W	0.13*	0.03	0.00	0.05	0.02	0.05	0.06	0.08**	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cos W	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01	0.17*	0.03	0.41*	0.01	0.00
Nect W	0.08**	0.10*	0.03	0.17*	0.13*	0.05	0.14*	0.00	0.06	0.06	0.11*	0.02	0.04	0.12*	0.02
Nect H	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.07**	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.00	0.04	0.00
Nect-Ang	0.04	0.01	0.03	0.08**	0.08**	0.01	0.05	0.00	0.01	0.05	0.04	0.04	0.00	0.05	0.01

4.4 TAKSONOMSKA INTERPRETACIJA DOBIJENIH REZULTATA

I pored velike morfološke varijabilnosti analiziranih populacija, kanonijska diskriminantna analiza (CDA) bazirana na 34 kvantitativna morfološka karaktera (slika 26) je pokazala izdvajanje 4 grupe populacija koje se morfološki razlikuju. Iako naši rezultati ukazuju na značajan uticaj ekoloških faktora, ostaje da se utvrdi da li je morfološka diferencijacija populacija rezultat fenotipske plastičnosti ili genetički uslovljenih karaktera. PCA i CDA analize su pokazale da grupisanje populacija nije u skladu sa njihovim geografskim položajem i sa ekološkim faktorima staništa na kome se nalaze. Iako neke geografski i ekološki bliske populacije u klaster analizi grade zajedničke klade (slika 29C SR-Nebeske stolice, SR-Treska i SR-Radan), opšti izgled dendrogram nije u saglasnosti sa geografskim i ekološkim karakteristikama staništa. Tako, terminalne klastere grade populacije koje su geografski i ekološki jako udaljene (slika 29C, SR-Suvaja, SR-Studenica i RO-Domogled), dok sa druge strane geografski i ekološki bliske populacije zauzimaju udaljeni položaj na dendrogramu formirajući potpuno odvojene bazalne klastere (slika 29C, SR-Gradac i SR-Suvaja). Ovakvi rezultati sugerišu da ne postoji univerzalna korelacija između analiziranih parametara i da u tom smislu ne postoji ni jasan geografski ili ekološki obrazac po kome bi opisali varijabilnost kod populacija *J. heuffelii*. Samim tim morfološka diferencijacija populacija se ne može objasniti samo uticajem sredinskih faktora.

U isto vreme je veoma važno napomenuti da ni jedna od morfoloških grupa koje smo dobili u ovoj studiji ne odgovara u potpunosti opisanim taksonima u okviru kompleksa *J. heuffelii*. U tom smislu pitanje taksonomskog statusa ovih taksona ostaje nerešeno.

Ipak, na osnovu originalnih opisa analiziranih taksona, morfološku varijabilnost istraživanih populacija, u ovom trenutku možemo tretirati kao infraspecijsku varijabilnost na nivou varijeteta, tako da predlažemo sledeći taksonomski koncept:

Jovibarba heuffelii (Schott 1852: 18) Á. Löve & D. Löve (1961: 39)

Basionym: ***Sempervivum heuffelii*** Schott (1852: 18)

Jovibarba heuffelii (Schott) Á. Löve & D. Löve var. *heuffelii*

Jovibarba heuffelii var. *patens* (Grisebach & Schenk 1852: 315) Válev (1970: 643-644)

Basionym: ***Sempervivum patens*** Grisebach & Schenk (1852: 315)

Jovibarba heuffelii var. *kopaonikense* (Pančić 1867: 173) Müssel (1977: 18)

Basionym: ***Sempervivum kopaonikense*** Pančić (1867: 173)

Jovibarba heuffelii var. *glabra* (Beck & Szyszyl. 1888: 85) Müssel (1977: 18)

Basionym: ***Sempervivum heuffelii*** var. ***glabrum*** Beck & Szyszylowicz (1888: 85)

4.5. RASPROSTRANJENJE I EKOLOGIJA KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

Kompleks *J. heuffelii* je zabeležena na nadmorskim visinama u opsegu od 417 m (Bukovi Suvaja) do 2500 m (Šar planina - Ljuboten) na serpentinitu, silikatu i krečnjaku.

J. heuffelii ima životnu formu hamefita (fo dec Mi-Mes Ch herb ros succ). Kao tipična sukulentna kserofita sa zadebljalim i voluminoznim listovima, ova vrsta naseljava pretežno suva, stenovita staništa.

Staništa na kojima se javljaju taksoni u okviru *J. heuffelii* kompleksa su pukotine stena (*Asplenietea trichomanis* Br.- Bll. 1934. corr. Oberd. 1977), otvoreni alpski i subalpski visokoplaninski pašnjaci (*Festuco-Seslerietea Barbero et Bonim* 1971), brdski kamenjari (*Festuco-Brometea* Br. Bl. Et R. Tx. 1943), alpske rudine (*Juncetea trifidi* Hadač 1944). Nešto ređe se javlja u tamnim listopadnim šumama klase *Quercio- Fagetea* Br.- Bl. Et Vileg. 1937 i svetlim četinarskim šumama klase *Erico-Pinetea* Horv. 1959 (tabela 14).

Prisustvo taksona *J. heuffelii* kompleksa je zabeleženo u okviru 21 asocijacije i subasocijacije, svrstane u 13 sveza, 9 redova i 6 klasa. Po najvećoj zastupljenosti se izdvaja red *Seslerietalia Juncifoliae* Horv. 1930., odnosno kamenjarska vegetacija na visokoplaninskim položajima, sa asocijacijama: *Carex laevis- Helianthemum alpestre* Horv. 1930., *Carici laevis- Poetum molinierii* L. Rajev. 1990., *Seslerietum filifoliae* Zolyomi 1939 *scabioetosum fumarioides* Niketić et Lakušić 1988, *Jovibarbo-Festucetum pancicianae* D. Lakušić 1990, *Luzulo-Seslerietum rigidae* D. Lakušić 1987 i *Sileneto multicaulis-Stipetum pulcherimae* R. Jovanović.

U Srbiji taksoni *J. heuffelii* kompleksa su rasprostranjeni južno od Save i Dunava, najseverniji lokalitet je Krupanjska planina (BEOU Herb. Gen.), dok je najjužnije zabeležena na Koritniku (Randelović & Rexhepi, 1984; Tatić et al., 1994). Distribucija prati prostiranje planinskih venaca tako da je najveći broj podataka pronađen za naše najviše i najveće masive kao što su Stara planina, Besna Kobila, Kopaonik, Šar planina i Tara. Izolovane populacije se nalaze i u kanjonima i klisurama reka Studenice, Gradac, Lazareve reke (slika 35).

Tabela 14. Pregled vegetacijskih jedinica u okviru kojih se javljaju taksoni *J. heuffelii* kompleksa

Klasa	Red	Asocijacija/subasocijacija	Nadmorska v.	Podloga
ASPLENIETEA TRICHOMANIS Br.- Bil. 1934. corr. Oberd. 1977.	ASPLENIETALIA SEPTENTRIONALIS Lkšć. 1968.	<i>Jovibarbo-Minuartietum bulgaricae</i> (N.Randj. 1980) N. et V.Randj 1996	1650-1850 m	silikat
		<i>Campanulo-Silenetum lerchenfeldianae</i> V. Randj. et B. Zlat. 1996		silikat
	AMPHORICARPETALIA Lkšć 1968.	<i>Edraiantho-Festucetum pancicianae</i> D. Lakušić 1989	1620-1790 m	serpentinit
		<i>Silenetum serbicae</i> D. Lakušić 1987	1620-1790 m	serpentinit
	ASPLENIETALIA SEPTENTRIONALIS Lkšć. 1968.	<i>Saxifragetum cymosae</i> L. Amidžić & V. Stevanović 1996	2320-2350 m	silikat
		<i>Asplenietum septentrionalis dinaricum</i> Lakušić 1966		silikat
FESTUCO-SESLERIETEA Barbero et Bonim 1971	SESLERIETALIA JUNCIFOLIAE Horv. 1930.	<i>Carex laevis</i> - <i>Helianthemum alpestre</i> Horv. 1930.	1800-2200	krečnjak
		<i>Carici laevis</i> - <i>Poetum molinierii</i> L. Rajev. 1990.		krečnjak
		<i>Seslerietum filifoliae</i> Zolyomi 1939 <i>scabiosetosum fumarioides</i> Niketić et Lakušić 1988		krečnjak
		<i>Jovibarbo-Festucetum pancicianae</i> D. Lakušić 1990	1890 m	serpentinit
		<i>Luzulo-Seslerietum rigidae</i> D. Lakušić 1987	1620 m	serpentinit
		<i>Sileneto multicaulis-Stipetum pulcherimae</i> R. Jovanović 1978	1750 m	serpentinit
	ONOBRYCHIDO-SESLERIETALIA Horvat 1950	<i>Gentiano-Dryadetum octopetalae</i> Rexhepi et Randjelović 1985	2000-2300 m	
JUNCETEA TRIFIDI Hadač 1944.	SESLERIETALIA COMOSAE (Simon 1957) Lakušić 1964	<i>Juncetum trifidii saxatilis</i> prov. D.Lakušić 1996		serpentinit
		<i>Poo violaceae-Geranium subcaulescens</i> Ht. 1935	2000 m	
		<i>Poo violaceae-Geranium subcaulescens</i> Ht. 1935	2000 m	
		<i>Alopecuro-Plantaginetum</i> Horv. 1949 <i>achilleetosum chrysocomae</i> N. Randjelović 1980	1690 m	silikat
		<i>Seslerietum coerulantis</i> R. Jov. 1978	1960 m (1750-2000 m)	silikat
FESTUCO- BROMETEA Br. Bl. Et R. Tx. 1943.	HALASCYETALIA SENDTNERI H. Ritter- Studnička 1970	<i>Sedo-Dianthetum serbici</i> Z. Pavlović 1967	700-850 m	serpentinit
QUERCO- FAGETEA Br.- Bl. Et Vileg. 1937.	QUERCETALIA PUBESCENTIS Br. - Bl. 1932.	<i>Orno-Ostryetum</i> Aichinger 1933	900-950m	krečnjak
		<i>Orno-Ostryetum</i> Aichinger 1933 <i>pinetosum nigrae</i> <i>erco-Ostryetum carpinifoliae</i>	1400 m	krečnjak
		<i>Quercu-Ostryetum carpinifoliae</i> Ht. 1938 <i>genistetum radiatae</i>	850-1400 m	krečnjak
		<i>Quercu-Ostryetum carpinifoliae</i> Ht. 1938 <i>seslerietosum autumnalis</i>	850-1400 m	krečnjak
ERICO-PINETEA Horv. 1959.	ERICO- PINETALIA Oberd. 1949. em. Horv. 1959.	<i>Pinetum nigrae</i> Pavl.	850 m	serpentinit

J. heuffelii var. *glabra* i *J. heuffelii* var. *heuffelii* su zabeleženi u Makedoniji na Šar planini, Jakupici, Karađžici, Galičici, Pelisteru, Stogovu, Kozjaku kao i u dolini reke Pčinje, u Skopskoj Crnoj Gori oko Gostivara i Prilepa. Javlja se pretežno na karbonatnoj podlozi, ali je ima i na silikatu, a njene populacije su zabeležene na nadmorskim visinama od 900 do 2500 m.

U Bugarskoj taksoni *J. heuffelii* kompleksa (*J. heuffelii* var. *heuffelii*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *bulgarica* i *S. velenovskyi*) su prisutni pre svega na planinskim masivima Centralne Stare planine, Rodopa, Rile, Pirina, Vitoše i Osogovskih planina, dok se izolovane populacije nalaze i u Čustendilskom okrugu oko Velikog Trnova i Stare Zagore. Silikat je podloga koja dominira na lokalitetima gde se nalazi *J. heuffelii*, ali se može naći i na karbonatima, a raspon nadmorskih visina koji je zabeležen je 880-2200 m.

U Crnoj Gori *J. heuffelii* var. *glabrum* i *J. heuffelii* var. *patens* su zabeleženi na Prokletijama, Durmitoru, Bjelasici, kao i u kanjonima Pive i Tare. Pojedine populacije su zabeležene kod Kolašina i Brštevca. Raspon nadmorskih visina se kreće od 1000 do 2448 m, najčešće se javlja na karbonatima, ali su zabeležene populacije i na silikatnoj podlozi (Bjelasica).

Za Bosnu i Hercegovinu je prikupljeno samo nekoliko literaturnih podataka o prisustvu *J. heuffelii* na području Zvornika i Višegrada-Pijavice (Fritsch & Ritter 1911; Ritter-Studnička, 1963), kao i jedan herbarijumski podatak za područje Šipova (Babići selo) (BEOU KEGB 14084). Raspon nadmorskih visina je od 650 do 1050 m, a podloga na kojoj je zabeležena vrsta su serpentiniti.

Na području Albanije *J. heuffelii* var. *patens* je zabeležen na karbonatnoj podlozi, na nadmorskim visinama u rasponu od 650 do 2400 m.

Prisustvo ovog varijeteta je zabeleženo na Prokletijama (Maja, Dragobi), Korabu i Đalici, kao i u klisurama Sesi i Šija.

Najveći broj lokaliteta *J. heuffelii* var. *glabrum* i *J. heuffelii* var. *patens* u Grčkoj je zabeležen za administrativnu oblast Makedonije, zatim za Epir (Pind) i Tesaliju (Olimp), dok su za područje Zapadne Trakije i centralne Grčke zabeležena po dva literaturna podatka o prisustvu *J. heuffelii* var. *patens*. Populacije navedenih taksona su zabeležene na karbonatnoj i serpentinitskoj podlozi, na nadmorskim visinama od 1400 do 2400 m. U Rumuniji najveći broj lokaliteta je zabeležen na području Južnih Karpata, na karbonatnoj podlozi i rasponu nadmorskih visina od 400 do 1900 m (slika 35).

Taksoni *J. heuffelii* kompleksa su registrovani na sledećim lokalitetima:

SRBIJA

KOSOVO: (GajiM972: 220); **Šar planina:** Ljuboten (JankM982: 107; RajeL990: tab. 7; BEO; BEOU Herb. Gen.); Ošljak (ZlatB995: 23); **Mokra planina:** Stubica (RudsI949: 7), **Đeravica** (AmidL996: tab. 1); **Oštro koplje** (BEOU- Herb. Gen.).

METOHIIJA: Prokletije (AmidL003: 215); Kodža Balkan (TomiZ980: tab.); **Rogozna:** Velika Sokolovina (PavlZ967: 191); Mala Sokolovina (PavlZ967: 191); Kula (PavlZ967: 191); **Lumbardska planina** (AmidL995: 27); **Koritnik, Paštrik** (BEOU KEGB-1104).

CENTRALNA: Kopaonik: (PančJ874: 255; LakuD991: 192; LakuD996: 17; LakuD991: 192; LakuD996: 6; BEOU KEGB- 3933, 3917); Treska (LakuD987: tab., LakuD988: 49, PančJ867: 166; BEOU KEGB-16462); Nebeske Stolice (LakuD987: tab; LakuD996: 6; LakuD988: 49; BEO, BEOU KEGB- 16468, 16468), Suvo rudište (LakuD996: 6; PančJ867: 166-173; ĐordP890: 236), Milanov vrh (BEOU Herb. Gen.), Vlaška ravan (BEOU Herb. Gen.); Kopaoničke kule (PančJ867: 166-173); Glavnik (BEOU Herb. Gen.; BEO); **Studena planina-** Borovita kosa (TatiB969: tab.); **Željin**-Gokčanica (BEOU Herb. Gen.), **Studenica** -kod Manastira Studenice (BEOU Herb. Gen.; KEGB- 16461).

ZAPADNA: Tara (TomiZ000: Tab. 1; BEOU- Herb. Gen.); **Zaovine**, kanjon Dervente, Stolac (BEOU KEGB-17381); Veliki kraj (BEOU KEGB -17303); **Mokra Gora** (PančJ874: 255; BEOU KEGB -3911); Zabučje (PančJ874: 255), **Kablar** (GajiM972: 220; BEOU- Herb. Gen. ; KEGB-3910, 3914), Iznad manastira Blagovesti (GajiM972: 220); **Čajetina** (BEOU- Herb. Gen.), **Krupanjska planina** (BEOU- Herb. Gen.), **Arilje** (BEOU Herb. Gen), **Djetinja** (NovaF927: 120), Bioska (NovaF927: 120), **Zaovine:** Rujanova kosa (BEOU- Herb. Gen.), **Janjač** (BEOU Herb. Gen.); **Čemerno** (BEOU Herb. Gen.).

JUGOISTOČNA: Besna Kobila (RandV996: 13; BEOU KEGB - 16463); Šuplja padina (RandN980: Tab. 1; RandN980a: tab. 2); Poganovo (LetzR988: 184); **Dukat**

(RandV996: 13), **Gornja Ljubata** (UrumK935: 94), **Musuljska planina** (UrumK935: 94) **Ćustendilski okrug** (UrumK935: 94).

ISTOČNA: Stara planina: Martinova čuka (GrebO950a: tab. 5); Topli Do (uz Krivu više Toplog Dola) (AdamL911: 150); Miđžor (ČoliD960: 79; BEOU Herb. Gen.); Orlova čuka (BEOU Herb. Gen.); Vražja glava (ČoliD960: 79); Tri čuke (ČoliD960: 79); Martinova čuka (ČoliD960: 79); Kopren (BEOU KEGB -3904); Babin zub (BEOU KEGB -3920); Žarkova čuka (BEOU KEGB- 16459); Rasovati kamen (BEOU KEGB- 3915, 3931); **Suva planina** (PetrS882: 341); **Vidlič** (AdamL911: 150); **Basara** (AdamL911: 150; AdamL898: 171); Basarski kamik (BEOU KEGB -16460, 16464); Belava (AdamL911: 150), Rakoš (AdamL911: 150), **Boljevac** (BEOU Herb. Gen.); **Pirot:** Ržana (BEOU- Herb. Gen.); klisura Visočice (BEOU KEGB-2686/91); **Babušnica:** Stol (AdamL898: 171).

SEVEROISTOČNA: Kazan (NikeM988: tab. 4; WU), **Zlot** (BEOU Herb. Gen.); Kanjon Lazareve reke (NikeM988: tab. 4; LakuD996: 54; BEOU KEGB -3913), Malinik (PančJ874: 255; LakuD996: 54), **Zaječar:** Tupižnica (AdamL898: 171); **Boljevac** (BEOU Herb. Gen.); **Rtanj** (BEOU KEGB- 10284).

SEVEROZAPADNA: Medvednik (GajiM972: 220), **Valjevo:** Gradac-kanjon reke (BEOU KEGB- 16458, 16466), **Suvaja** (BEOU KEGB- 16457, 16467).

JUŽNA: Vranje- Devotin: Srednja čuka (BEOU Herb. Gen.); Krstilovica (FritK911: 166; BEOU Herb. Gen; WU), Sveti Nikola (BEOU KEGB- 3919); **Vranjska banja:** Prvonek (BEOU Herb. Gen.), **Pljačkovica** (GajiM972: 220; NičiD894: 33-78), Markovo kale (BEOU KEGB- 3918, 16465), Manastir Prohor Pčinjski (BEOU herb. Gen); **Radan** (AdamL898: 171); Sokolov kamen (BEOU KEGB-16456).

JUGOZAPADNA: Čemerno (BEOU Herb. Gen.); **Javor:** Ciganska ravan-Vasiljev vrh (TomoG997: 37; BEOU KEGB-1961/96).

LOKALITETI KOJI NISU KARTIRANI: Rajin kamen (BEOU Herb. Gen.); Stara planina- Vis (ČoliD960: 79); Zaovine- Rujanova kosa (BEOU Herb. Gen.), Leskovac (Lasovska planina) (BEOU Herb. Gen.); Velika Peštera (BEOU Herb. Gen.); Javor-

Kljuna (BEOU KEGB-1963/96), Božidarica (=Božica ?) (UrumK935: 94); Popova livada (UrumK935: 94);

MAKEDONIJA

SEVERNA: Skopska Crna Gora (MiceK998: 1048); **Kozjak** (BEO); **Skakavica** (LetzR988: 184); **Pčinja** (BEOU Herb. Gen.)

SEVEROZAPADNA: Šar planina (MiceK998: 1048); Kobilica (BornJ928: 46-47); **Korab** -Kobilino polje (BEOU Herb. Gen.; KEGB- 2170/96); **Gostivar** (WU).

JUŽNA: Bitola: Manastir (BEO); **Gradešnica,** Porice (LetzR988: 184); **Prilep:** Treskavec (BornJ928: 46-47); **Pelister** (MiceK998: 1048; BEO), Baba pl. (ZonnBJM982: 117-120; VandC909: 215); **Kožuf**-Dve uši (MiceK998: 1048). **Bistra-**selo Lazaropolje (MiceK998: 1048); **Kajmakčalan** (W).

JUGOZAPADNA: Galičica (ZonnBJM982: 117-120).

ZAPADNA: Stogovo (WaleRS940: 200-218); Pusta reka (VandC909: 215); Karataš (VandC909: 215); **Mavrovo:** Galičnik (BEOU KEGB- 16512).

CENTRALNA: Jakupica- Golešnica (BornJ928: 46-47); Pesjak (BEOU Herb. Gen.); **Karadžica** -Pepeljak (BEOU Herb. Gen.).

ISTOČNA: Veljusa (BEO)

LOKALITETI KOJI NISU KARTIRANI: Selakovo (BEO), Varlak (LetzR988: 184); Ljubatrin? (BornJ928: 46-47); Ljuben (VandC909: 215); Suho polje (VandC909: 215); Veljusa (BEO); Selakovo (BEO); Bitola Manastir ? (BEO)

BUGARSKA

CENTRALNA: Stara planina (JordD970: 643; ChesIV969: 474); **Sredna Gora** (JordD970: 643); Kalofer (W No 21496); **Trojanska planina** (LetzR988: 184); Trojanski prolaz (BEOU KEGB-16510); **Karlovo** (LetzR988: 184; ChesIV969: 474) **Kupena** (BEOU Herb. Gen.)

ZAPADNA: Vitoša (JordD970: 643; ChesIV969: 474; W- No 5530) Aleko (LetzR988: 184); **Ruj** (JordD970: 643); **Pirin** (JordD970: 643; LetzR988: 184); Vihren (ZonnBJM982: 117-120); **Popovo jezero** (LetzR988: 184); **Rila** (JordD970: 643; ZonnBJM982: 117-120; ChesIV969: 474); Manastir Rila (ZonnBJM982: 117-120); **Dragoman** (LetzR988: 184); Crvena jabuka (UrumK935: 94);

JUŽNA: Belasica (JordD970: 643); **Rodopi** (JordD970: 643; ChesIV969: 474; BEOU Herb. Gen.); Backovo (PoluO980: 982); Cepelarska reka (LetzR988: 184); **Asenovgrad** (ChesIV969: 474; SOA- 47199); Koru-Dere (LetzR988: 184; ChesIV969: 474); **Dobrulačka planina** (LetzR988: 184); Narečen banja (BEOU Herb. Gen.);

JUGOZAPADNA: Slavjanka (JordD970: 643); **Osogovske planine-** Rujen (JordD970: 643; UrumK935: 94; BEOU Herb. Gen.);

SEVERNA: Bela crkva (LetzR988: 184);

LOKALITETI KOJI NISU KARTIRANI: Rila -Ponierski Poljana (ZonnBJM982: 117-120); Rodopi-Sebirge (BEOU Herb. Gen.)

CRNA GORA

JUGOISTOČNA: Prokletije –Komovi (BlečV959a: 7); Bjelasica (LakuD992: 192); Rupa konska (BeckD888: 85; W 1886-0011628); Vila (BeckD888: 85); Debeza (BeckD888: 85; W 1886-0011629); Hum orahovski (BeckD888: 85; W 1886-0011627).

SEVEROZAPADNA: Orahovo (BeckD888: 85; W 1886-0011626); **Durmitor** (BEOU KEGB-3928); Lojanik (BEOU Herb. Gen.); Kanjon Sušice –od Jezera do Razmlina (BEOU KEGB-815/94); Lomni Do - Stožina (BEOU Valoviti Do (BEOU Herb. Gen.); kanjon Nevidio (BEOU KEGB -635/93); Ćurevac (BEOU KEGB-15346); Medjed, Velika kalica- Velika previja (BEOU KEGB-914/93); kanjon Tare (BEOU KEGB-1991,9)

ISTOČNA: Prokletije: Ćaf bor (BEOU KEGB-20094); Kom Vasojevički (W No 5165)

ZAPADNA: Brštevaca (BEO)

SEVERNA: Piva (BEO); **kanjon Tare** (BEOU- Herb. Gen.)

CENTRALNA: Veliki krš (WU-3162)

SEVEROISTOČNA: Kolašin: Pivljan (WU), Pej (WU).

GRČKA

OBLAST MAKEDONIJA: Gramos (HageI986: 339-341); **Pieria** (HageI986: 339-341); **Vermion** (HageI986: 339-341); **Voras** (HageI986: 339-341); **Kajmakčalan** (VandC909: 214-215); **Siniatsikon** (HageI986: 339-341); **Mt. Pinovon** (HageI986: 339-341); **Mt. Tzena** (HageI986: 339-341); **Halkidiki** (VoliDT983: 582-585); **Khortiatiss** (GrisA843: 329-330); **Athos** (CorrH924: 134); **Zyghos (Katara pas)** (W 2007-17016).

EPIR: Smolikas (HageI986: 339-341); **Morava près de Samarina** (LetzR998: 184); **Milea** (HageI986: 339-341); **Aftia** (HageI986: 339-341); **Mts. Lakmos -Trapos** (HageI986: 339-341); **Mts. Ori Athamanon: Mt Kourouna** (HageI986: 339-341); **Mt Katarrachias** (HageI986: 339-341); **Mt Koziakas** (HageI986: 339-341);

TESALIJA: Olimp (HageI986: 339-341; PoluO980; LetzR998: 184; W No 00242; No 19001; WU); **vale Xerolakki** (W No 7096); **Mavri petra** (HageI986: 339-341).

ZAPADNA TRAKIJA: Belles (HageI986: 339-341); **Mt Pangheon** (HageI986: 339-341);

CENTRALNA GRČKA: Mt Timfristos (HageI986: 339-341); **Spilia** (FormE891: 63-76)

ALBANIJA

SEVERNA: Mons Hekurave (LetzR998: 184); **Pejasi - Klisura Sesi** (BEO); **Prokletije:** Maja (W No 14292)

SEVEROZAPADNA: Klisura Šije- Bidžan (BEOU).

ISTOČNA: Gjalica e Lumes (WaleRS940: 200-214); **Mt. Korab** (LetzR998: 184)

LOKALITETI KOJI NISU KARTIRANI: Mt Sterbec (WaleRS938: 97-105);

BOSNA I HERCEGOVINA

ISTOČNA: Varda (RittH963: 91-204); **Pijavice** (RittH963: 91-204); **Višegrad Suha Gora** (WU)

ZAPADNA: Šipovo Babići selo kanjon Vaganska reka (BEOU 14084).

LOKALITETI KOJI NISU KARTIRANI: Panos (RittH963: 91-204); **Bjela brda** (RittH963: 91-204).

RUMUNIJA

Neamț County (NC): Mt Piatra Glodului (LetzR998: 184); **Mts. Banat: Defileul Cazanelor** (LetzR998: 184)

Caras-Severin County (CS): Baile Herculane (BoscN971: 92; GOET- 002328); **Mehadia** (LetzR998: 184; BoscN971: 92); Schwitzhöhle (LetzR998: 184); **Domogled** (LetzR998: 184; DegeA901: 22); Ciorci (LetzR998: 184); **Mt Arjana** (BoscN971: 92); **Mt Strajut** (BoscN971: 92); **Coronini** (BarcV005: 27); **Cheile Nerei** (LetzR998: 184; SchrL968); **Valea Ciclovei** (SchrL968); Cozla (Defileul Dunării) (BarcV005: 27); Drencova (Defileul Dunării) (BarcV005: 27); Plavișevița (BarcV005: 27); Cheile Carașului (SchrL984); Doman (BarcV005: 28); Globurău (BarcV005: 28); Ciorici near Băile Herculane (BarcV005: 28); Pecinișca near Băile Herculane (BarcV005: 28); Cheile Rudăriei (W of Baile Herculane) (BarcV005: 28); Cornereva (BarcV005: 28); Jidoștița (BarcV005: 28); Gornenți (BarcV005: 28)

Sibiu county (SB): Sibiu (LetzR998: 184); Valea Sadului (LetzR998: 184); **Falkenstein-Raül Sadului** (LetzR998: 184; LW); Dl Dersan (LetzR998: 184); Stînca Biliana (BoscN971: 92); Dealul Derșan (RavaM953); **Mt. Sibiu-Piatra Șoimului** (RavaM953: 71-72); **Mrea-Bistrița și Arnota** (RavaM953: 71-72); **Făgăraș-Vidraru Dam** (BarcV005: 29).

Prahova county (PH): Muntii Bucegi-vallée de Horoabei (BeldA967: 102); **Mt. Zanoaga** (BeldA967: 102); **Lespezi** (BeldA967: 102); V. Ialomiței (RavaM953: 71-72); **Bucegi- Babele** (RavaM953: 71-72); Piatra Arsă (RavaM953: 71-72); Poiana Stînii (RavaM953: 71-72); Vf. Omu (RavaM953: 71-72); **Sinaia- Sf. Anna rock** (RavaM953: 71-72).

Hunedoara county (HD):_Mt. Batrina_(BeldA967: 102); **Muntii Retezatului: Mt. Tomiasa** (LetzR998: 184; BoscN971: 92; RavaM953: 71-72); **Retezat- Riul Mare** (W No 7622), Gura Zlata (LetzR998: 184; BoscN971: 92-93); Valea Lapusnicului (BoscN971: 92-93); Valle Rosia (LetzR998: 184); Valea Butei (LetzR998: 184); Valea Jiului (GrecD898: 156-157); **Munții Țarcu- Mt Petrei** (BoscN971: 92-93); **Boița** (RavaM953: 71-72); **Deva** (RavaM953: 71-72).

Dambo-Vita county (DB):_Piatra Craiului (LetzR998: 184); Cheile Dâmbovicioarei (BarcV005: 28); Curmătura Ghimbavului (DiacF973: 465-474); Culmea Zacotelor (DiacF973: 465-474);

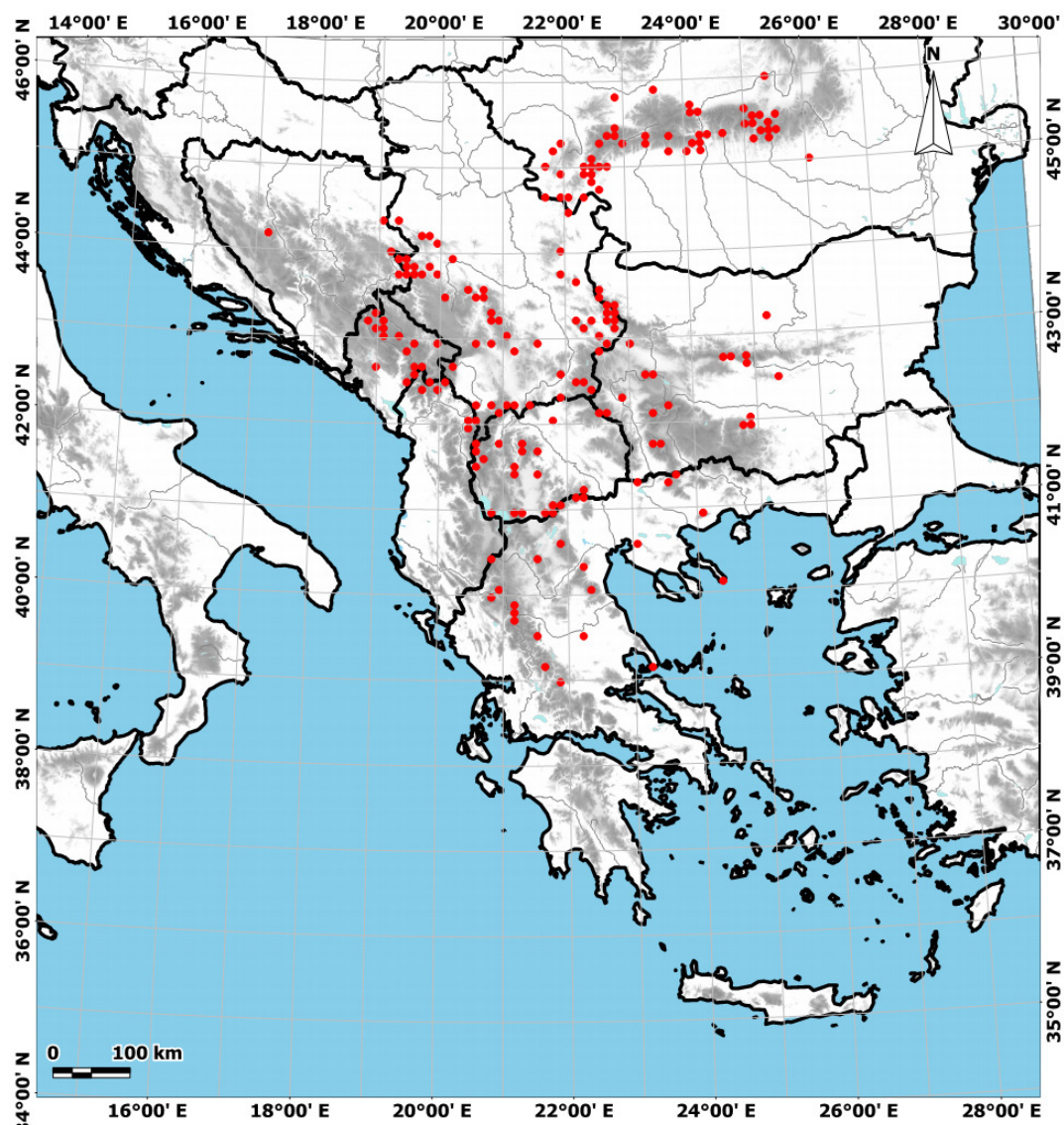
Arges county (AG): Piatra Craiului Cheile Dâmbovicioarei (GrecD898: 156-157; BarcV005: 27); Arefu- Cheia Argeșului (RomaN974); Câmpulung-Mt. Mateiaș (BarcV005: 27); Rucăr-Pasul Giuvala (BarcV005: 27).

Brașov county (BV): Piatra Craiului: Zarnesti (LetzR998: 184; W 0009355; No. 20233); **Făgăraș Mts.** (LetzR998: 184); **Râșnov** (BarcV005: 27); **Racoșu de Jos** (RomaN974); **Postăvaru Mt.** (RomaN974); **Orașul Brașov on Tîmpa** (RomaN974);

Vâlcea county (VL): Valcea (LetzR998: 184); **Valea Oltului** (BarcV005: 29): Mt. Cozia (GrecD898: 156-157); Stanisoara (GrecD898: 156-157); Mt Naratu (GrecD898: 156-157; Masa-lui-Traian (GrecD898: 156-157; **Buila Mts.:** Claia Strâmbă-Livada cu Mesteceni (BarcV005: 29); **Băile Olănesti** (BarcV005: 29); **Pleașa** (BarcV005: 29); **Valea Cheii** (DiacF973: 465-474); **Comanca** (BarcV005: 29); **Gurguiata Mt.** (BarcV005: 29); **Foarfecă** (RavaM953: 71-72); **Turnu Monastery** (BarcV005: 29).

Gorj county (GJ): Mts Parîngului: Mt Papusa (LetzR998: 184); vallée de Surduc à Pietrele Albe (LetzR998: 184); **Szurduk:** Petrosani (LetzR998: 184); Lainici (GrecD898: 156-157); Pesterea-Polovragi (GrecD898: 156-157; BarcV005: 28); Cloșani (GrecD898: 156); Mehedinți (RavaM953: 71-72); Mts Cheile Oltețului (BarcV005: 28).

Mehedinți county (MH): Svinița (BarcV005: 28); Balta Cerbului (BarcV005: 28); Ineț (BarcV005: 28); **Mții Cernei- Țesna Valley** (RavaM953: 71-72).



Slika 35. Karta distribucije kompleksa *J. heuffelii* (UTM, Zona 34T)

4.6. DISTRIBUCIJA INFRASPECIJSKIH TAKSONA *J. HEUFFELII* KOMPLEKSA

U okviru horološke analize prikupljeni su podaci o rasprostranjenju infraspecijskih taksona u okviru *J. heuffelii* kompleksa i to za *J. heuffelii* var. *kopaonikense* Pančić, *J. heuffelii* var. *heuffelii*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *glabrum* i *J. heuffelii* var. *bulgarica*.

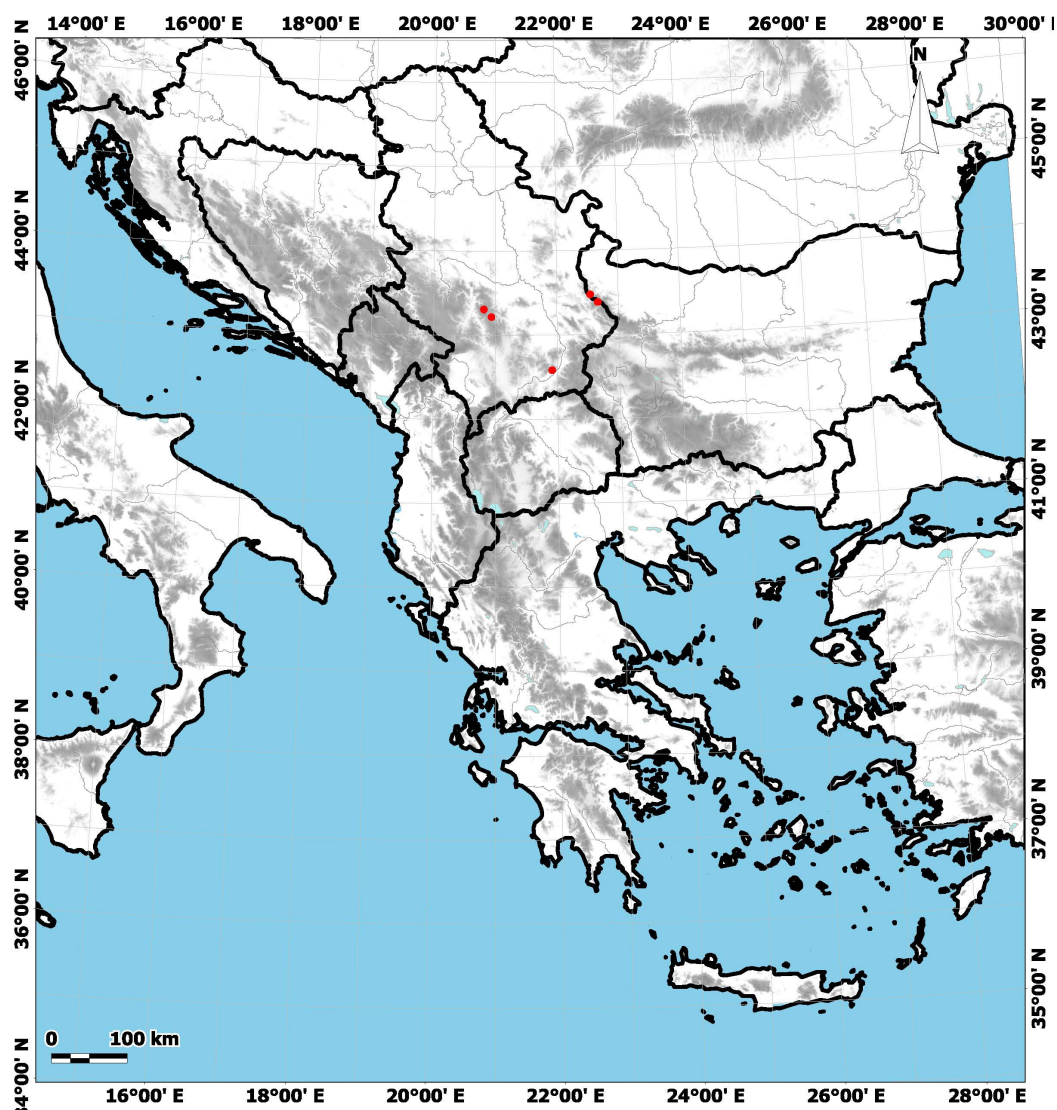
Na osnovu literaturnih i herbarskih podataka kao i terenskih istraživanja *J. heuffelii* var. *kopaonikense* je zabeležen samo na području Srbije (slika 36).

Prisustvo ovog taksona na planini Kopaonik se navodi od strane Pančića (1867) i Đorđevića (1890), a ovi literaturni navodi su potkrepljeni i herbarijumskim primercima. Lokaliteta gde se može naći ovaj takson na Kopaoniku su: Neveske Stalice, Treska, Suvo Rudište, Vlaška Ravan i Kopaoničke kule. Herbarijumski primerci sakupljeni od strane Pančića i Adamovića potvrđuju prisustvo ovog taksona i na Staroj planini (Orlova čuka, Babin zub, Sveti Nikola), kao i na Pljačkovici (Markovo kale) (slika 36).

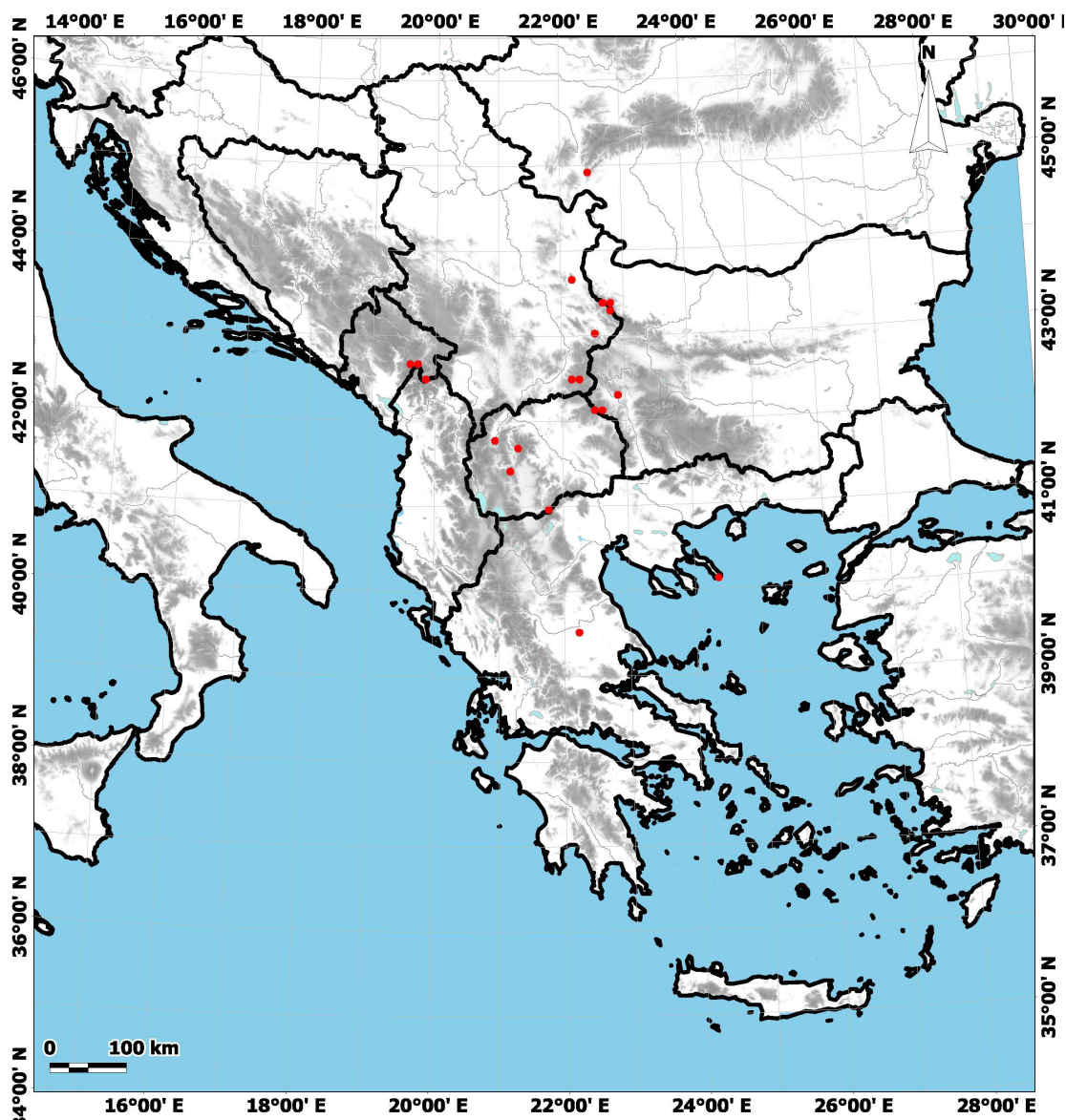
Prisustvo *J. heuffelii* var. *patens* je zabeleženo na prostoru Srbije, Bugarske, Makedonije, Grčke, Crne Gore, Albanije i Rumunije (slika 37).

U Srbiji, Ničić (1894), Adamović (1898) i Čolić (1960) navode da je ovaj takson prisutan na lokalitetima: Stara planina, Pljačkovica, Krstilovica kod Vranja, Basara kod Pirota, Tupižnica kod Zaječara i Babušnica. Urumov (1935) za ovaj takson navodi da je prisutan i na području Gornje Ljubate i Musuljske planine. U Bugarskoj je ovaj takson zabeležen od strane Urumova (1935) i Jordanova (1970) za područje Centralne Stare planine, Rodopa, Vitoše, Osogovskih planina i Konjevske planine. U Crnoj Gori je zabeleženo prisustvo ovog taksona kako u literaturi od strane Becka & Szyszyłowicza (1888) i Blečića (1959), tako i herbarijumskim primercima za područje Durmitora i Prokletija. Za Makedoniju Vandas (1909) daje informaciju o lokalitetima gde se ovaj varijetet može naći, a to su Pelister, Baba pl., Kajmakčalan, Pusta reka, Momena čuka, Karataš, dok Micevski (1998) navodi da je ovaj varijetet široko rasprostranjen. Za Grčku je zabeleženo prisustvo *J. heuffelii* var. *patens* na Spili, Kajmakčalanu i Atosu od strane Formaneka (1891), Vandas (1909), i Correvona (1924). Za teritoriju Albanije je pronađen samo jedan herbarijumski podatak o prisustvu ovog taksona na Prokletijama (Maja planina) (W No 14292). U Rumuniji je zabeleženo prisustvo ovog taksona na

lokalitetu Băile Herculane (Grisebach & Schenk, 1852; GOET No 002328) koji predstavlja *locus classicus* za *J. heuffelii* var. *patens* Griseb. & Schenk (Nikolić et al., 2014). Osim na ovom lokalitetu ovaj varijetet je zabeležen i na Domogledu (Degen, 1901) kao i na planini Mts. Piatra Craiului (W No. 20233) blizu grada Zarnesti.



Slika 36. Karta distribucije *J. heuffelii* var. *kopaonikense* (UTM, zona 34T)



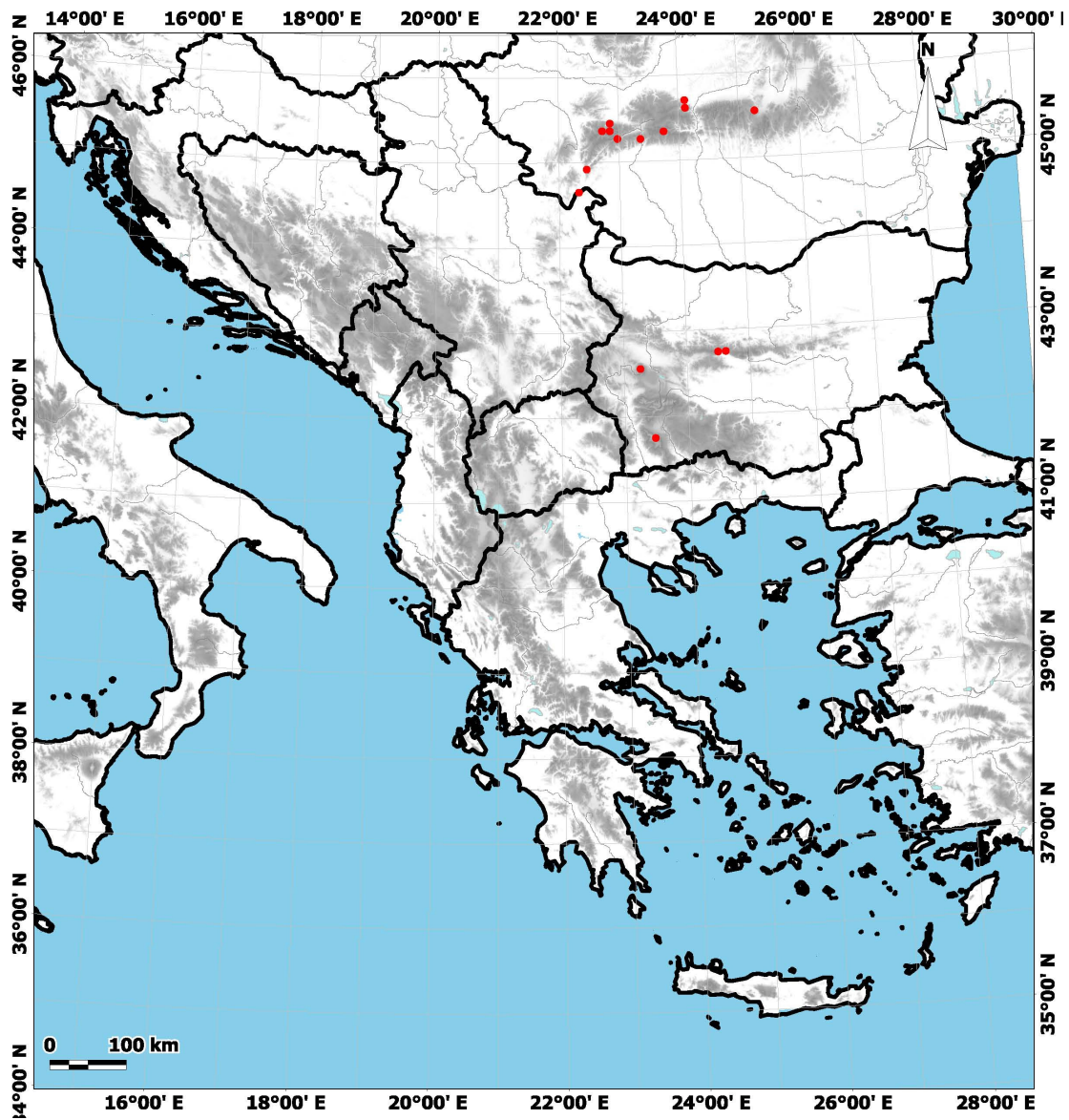
Slika 37. Karta distribucije *J. heuffelii* var. *patens* (UTM, zona 34T)

Za *J. heuffelii* var. *heuffelii* se navodi da je široko rasprostranjen na teritoriji Srbije i Bugarske bez navodjenja tačnih lokaliteta (Jordanov, 1970; Gajić, 1972). Za područje Makedonije Micevski (1998) navodi da je ovaj varijetet registrovan samo za Pelister. Ostali lokaliteti se nalaze u Bugarskoj (Pirin, Osogovske planine, Stara planina, Trojanska planina) i Rumuniji (Južni Karpati) (slika 38).

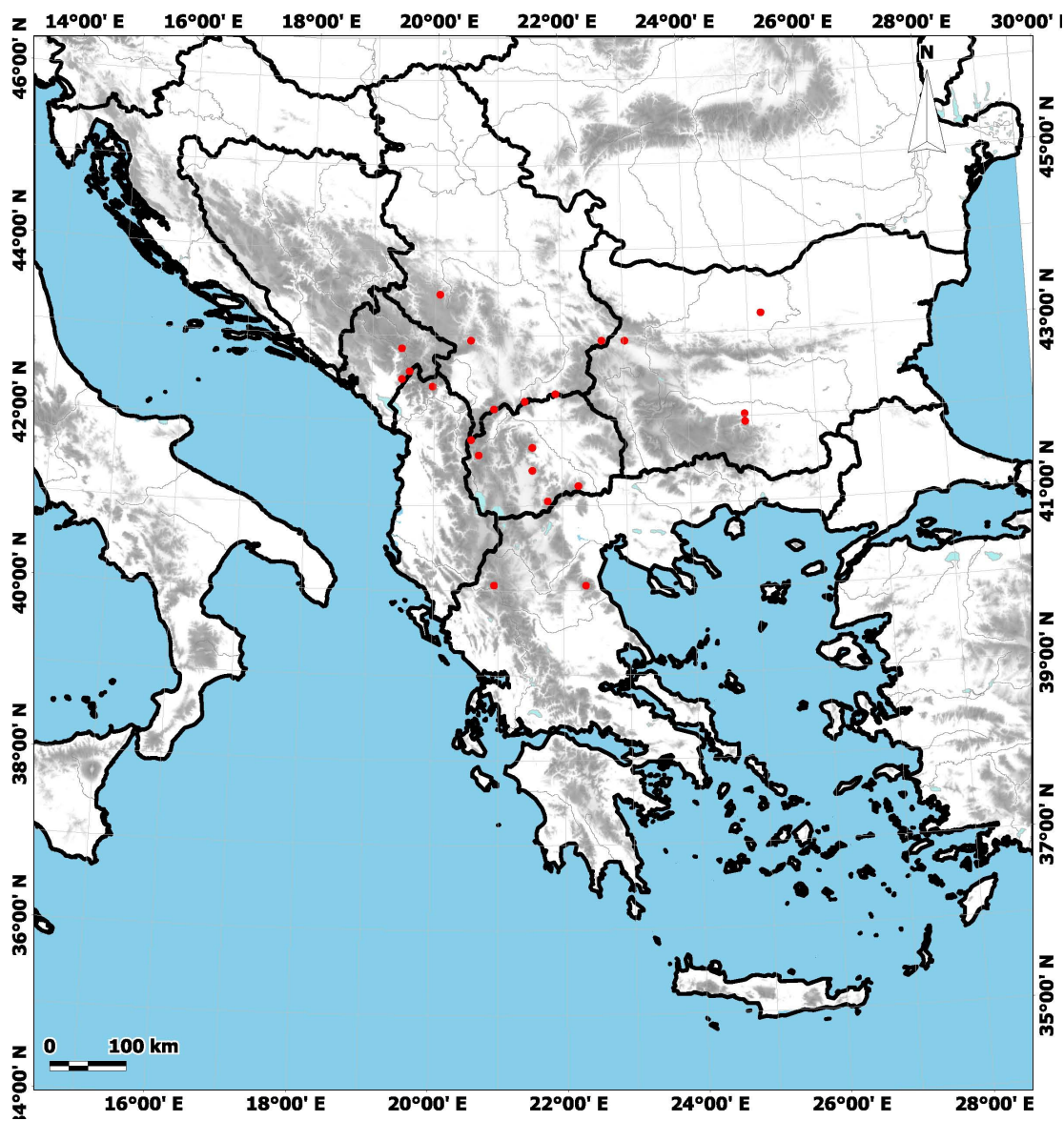
J. heuffelii var. *glabra* je registrovan na teritoriji Srbije, Bugarske, Makedonije, Grčke, Crne Gore i Albanije (slika 39).

Na teritoriji Srbije populacije ovog taksona su registrovane na Kopaoniku (Lakušić & Niketić, 1988), Besnoj Kobili, Javoru i Mokroj planini (Rudski, 1949; Randelović, 1980; Tomović & Vukojičić, 1997), na Kosovu (Gajić, 1972), kao i kod sela Poganovo (Letz, 1998). Na teritoriji Bugarske ovaj takson je prisutan na teritoriji Rodopa (Koru-Dere, Backovo, Dobrulačka planina), Rile, Dragoman i Bele Crkve (Letz, 1998). Na teritoriji Crne Gore takson *J. heuffelii* var. *glabra* je zabeležen na Prokletijama (Rupa Konska, Vila, Debeza, Hum Orahovski, Orahovo) i oko Kolašina (Beck & Szyszylowicz, 1888). Za ove lokalitete postoje i herbarijumski podaci (W 0011626, 0011627, 0011628, 0011629, WU). U Makedoniji, Micevski (1998) navodi da je ovaj takson prisutan u Skopskoj Crnoj Gori, na Šar planini, Kožufu i kod sela Lazaropole. Bornmüller (1928) navodi Šar planinu, Kobelicu i okolinu Prilepa (Manastir Treskavec) kao lokalitete gde se ovaj takson može naći, dok je Letz (1998) zabeležio prisustvo populacija ovog taksona na planini Skakavici i Rujenu. Terenska istraživanja su potvrdila prisustvo ovog taksona kod Manastira Treskavec, a pronađen je i na Mavrovu (Galičnik) (BEOU KEGB -16511, 16512). U Grčkoj ovaj takson je prisutan na Pindu i Olimpu, dok je u Albaniji zabeležen na Korabu i Mons Hekurave (Letz, 1998).

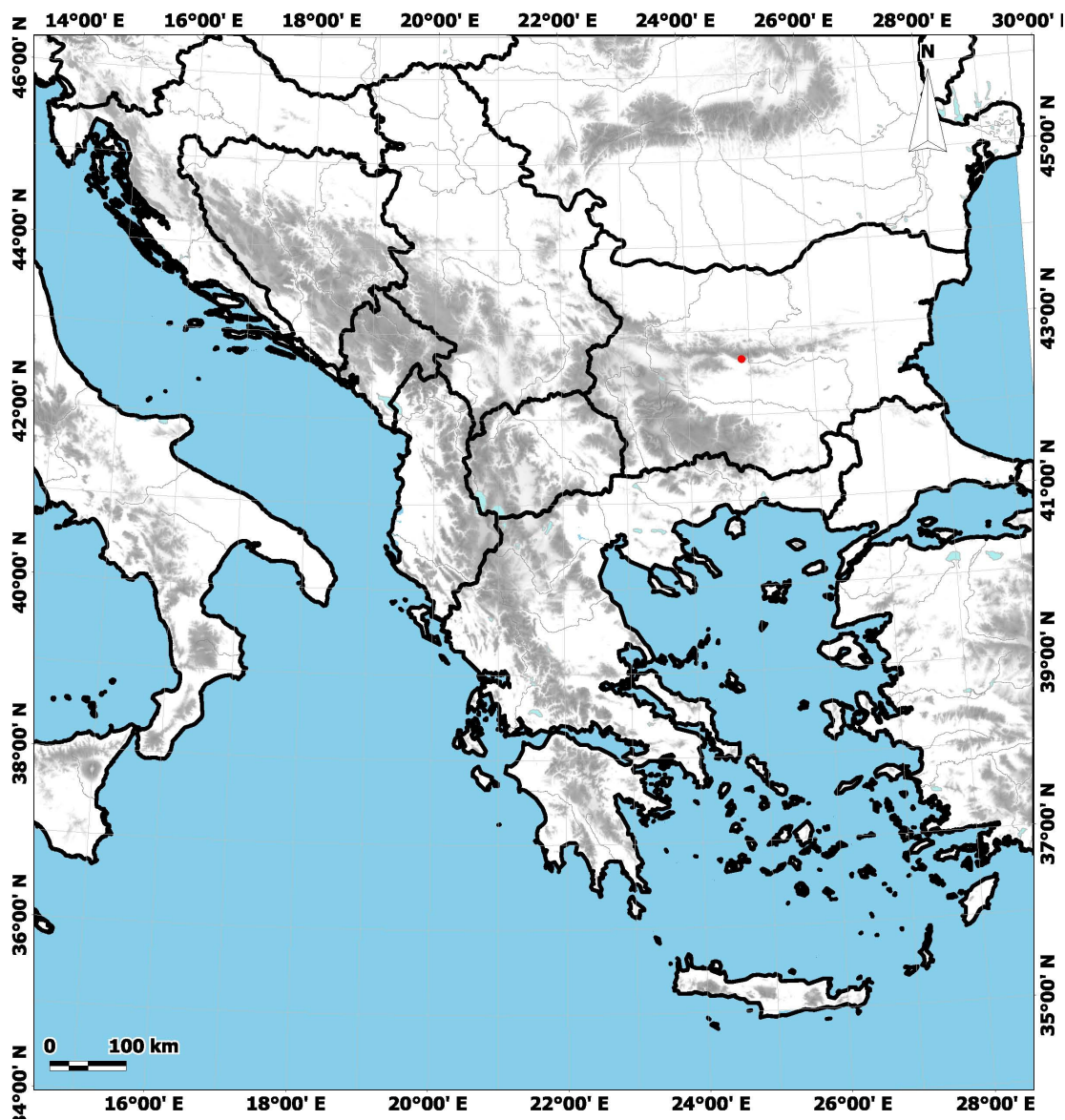
J. heuffelii var. *bulgarica* je zabeležen na teritoriji Bugarske na klasičnom nalazištu iznad grada Karlova (centralni deo Stare planine) gde je od strane Cheshmedjjeva (1969) i opisan ovaj takson (slika 40).



Slika 38. Karta distribucije *J. heuffelii* var. *heuffelii* (UTM, zona 34T)



Slika 39. Karta distribucije *J. heuffelii* var. *glabra* (UTM, zona 34T)



Slika 40. Karta distribucije *J. heuffelii* var. *bulgarica* (UTM, zona 34T)

4.7. LEKTOTIFIKACIJA

U cilju rešavanja taksonomskih problema u okviru kompleksa *J. heuffelii* urađena je lektotipifikacija nekih imena taksona unutar ovog kompleksa.

***Diopogon stramineus* Jord. & Fourr. (1868)**

Lektotip (određen u Nikolić et al., 2014):—RUMUNIJA. “*Diopogon stramineus* J. et F., *Sempervivum heuffelii* Schott, de Hongrie, M. Verlot 1863, 217 sin, 73 pot 1 (2 pots), inf. 16 Août 1866” (LY, Herbar Jordan, gornji primerak) (slika 41).

U protologu nije naveden konkretan lokalitet, već samo uopštena konstatacija da ova vrsta postoji u Mađarskoj (Jordan & Fourreau, 1868: 47). Na osnovu podataka koje su dali Stafleu & Cowan (1979: 460), glavni herbarijum Alexisa Jordana (1814–1897) je deponovan u LY. Primerak deponovan u LY koji je određen kao lektotip je sakupljen od strane M. Verlota na teritoriji Južnih Karpata, teritoriji nekadašnje Mađarske a danas Rumunije. Ova biljka je sakupljena 1863. godine, i gajena 3 godine u Jordan-ovoj botaničkoj bašti u Lionu. Stoga pretpostavljamo da je opis vrste *Diopogon stramineus* dat upravo na osnovu ove kultivisane biljke, koja je dobijena iz bašte „*hortus botanicus wibercensis*“ pod imenom *Sempervivum heuffelii* Schott. Brojevi na etiketi se najverovatnije odnose na mesto u bašti gde je biljka gajena ili kolektorski broj. Primerak (gornji od dve individue) je određen kao lektotip (slika 41). Dodatno, ilustracija ove vrste publikovana od strane istih autora i iste godine u *Icones ad floram Europae* (Jordan & Fourreau, 1868), može se takođe smatrati originalnim materijalom.

***Sempervivum ciliatum* Schur (1853), nom. illeg., non Willdenow (1809: 508)**

Lektotip (određen u Nikolić et al., 2014):—RUMUNIJA. Sibiu : “*Sempervivum campaniforme* Schur = *S. ciliatum* Schur olim. Auf Kalkfelsen den Falkenstein in Zoodthale [Valea Sadului], hinter Riuszaduluj [Râu Sadului]. August 1847 Dr. Schur.” (LW) (slika 42).

Ime *Sempervivum ciliatum* se prvi put pojavljuje u Schur-ovoj čeklisti flore Transilvanije (Schur, 1853) kao “*spec. incerta flaviflora rupestris affinis S. soboliferi Sims., sed propagines desunt*”, bez pominjanja lokaliteta. Ovaj opis kasnije proširuje sam Schur (1866), kada publikuje i nekoliko konkretnih lokaliteta (1866: 229–230). Sva tri primerka deponovana u LW, koja su pobrojana u nastavku, sakupljena su od strane Schur-a, etikete su ispisane njegovom rukom a biljke određene kao „*Sempervivum*

campaniforme Schur = *S. ciliatum* Schur“. Lokaliteti na ovim primercima su identični onim publikovanim od strane Schur-a 1866. godine:

(1) “*Auf Kalkfelsen den Falkenstein in Zoodthale hinter Riuszaduluj* [na krečnjačkim stenama *Falkenstein* u dolini Valea Sadului iza Râu Sadului] *Avgust 1847*

(2) “*Auf Gneisfelsen auf dem Burgberge bei Michelsberg* [na gnajsnim stenama *Burgberge* blizu Cisnădioara] *Jul 28. 1848*”

(3) “*Auf der Kirchhofmauer in Grossau bei Hermannstadt* [na zidinama crkvene porte Cristian blizu Sibiu] *August 1849*”

Svi gore navedeni primerci predstavljaju originalni materijal, a primerak (1) – samo primerak sa leve strane, je selektovan kao lektotip za ime *S. ciliatum* (slika 42).

Ime *S. ciliatum* Schur je nelegitimno, jer je stariji homonim imena *S. ciliatum* Willdenow (1809) koje se sada vodi kao *Aeonium ciliatum* (Willdenow 1809: 508) Webb & Berthelot (1841).



Slika 41. Lektotip za *Diopogon stramineus* (LY, herb. Jordan, gornja individua)



Slika 42. Lektotip za *Sempervivum ciliatum* Schur (LW, individua sa leve strane).

Sempervivum heuffelii Schott (Jan. 1852)

≡ *Jovibarba heuffelii* (Schott) Á. Löve & D. Löve (1961: 39)

Lektotip (**određen u Nikolić et al., 2014**) Rumunija. Braşov: “*Plantae Transylvaniae Herbarii Schott. 310. Sempervivum heuffelii* Schott. *In australi alpium tractu, alt. 3000 ped. [ca 915 m] Die 12 Aug 1850, legit Th. Kotschy in monte Krajuluj [Piatra Craiului Mts]*” (W 0009355!) (slika 43).

Najveći deo herbarijumskog materijala kojeg je sakupio H. W. Schott (1794–1865) je deponovan u W (Stafleu & Cowan, 1985). Međutim, pretpostavlja se da je određeni deo njegove zbirke, posebno herbarski primerci predstavnika familije Araceae (1379 primeraka), uništen tokom Drugog svetskog rata (Riedl, 1965; Riedl & Riedl-Dorn, 1988; Stafleu & Cowan, 1985). Veći deo njegove kolekcije, uključujući i neke vrste iz familije Araceae, je otkriven u BP. Posle Schott-ove smrti njegovu privatnu zbirku je kupio meksički car Maksimilijan, a nakon njegove smrti 1867. godine Th. Bilmek je uspeo da sačuva zbirku i prenese je u herbarijum u Budimpešti (BP). Zbirku je nasledio L. Haynald (1816–1891) i ona je inkorporirana u BP (Riedl & Riedl-Dorn 1988, Szujkó-Lacza 1975: 58). Parnell je tipifikovao mnoga imena vrsta iz roda *Sempervivum* koja su opisana od strane Schott-a na osnovu materijala deponovanog u BP, ali za *S. heuffelii* nije mogao da pronade tipski primerak.

Naša istraživanja su potvrdila da u herbarijumu W postoji dobro očuvan primerak *S. heuffelii* koji pripada originalnom materijalu i pogodan je za tipifikaciju.

Kao *Sempervivum assimile* Schott (1853) i *S. blandum* Schott, i *S. heuffelii* je opisan od strane direktora Botaničke bašte Schönbrunn u Beču - H. W. Schott-a, na osnovu materijala kojeg je sakupio T. Kotschy tokom svog putovanja po Transilvaniji 1846. i 1850., a za potrebe Schönbrunn kolekcije kultivisanih biljaka. U protologu Schott (1852) ne navodi precizan lokalitet, već samo da *S. heuffelii* raste na krečnjačkim stenama u Banatu-Transilvanija “*Workommen auf Kalfelsen im Banat und Siebenbürgen*”. Kasnije Kotschy (1853: 65, 68) daje precizne podatke o sakupljenom materijalu *S. heuffelii*: “*in den Felsspalten neben der Räuberhöhle über den Herkulesbädern bei Mehadia ... im Jahre 1846 auf Kalk*” [u pukotinama krečnjačkih stena blizu pećine Grota iznad Băile Herculane pored Mehadia...1846 godine], i “*in der Schlucht Ryu am Fusse der Piatra Krajuluj 1850*” [u klisuri Prăpăstiile Zărneştiului (Cheile Zărneştilor) u podnožju Piatra Craiului Mts, 1850 godine]. Drugi pomenuti

lokalitet je potvrđen i od strane Fuss-a (1857): “*Schlucht unter dem Königstein bei Zernescht*” [klisura u podnožju Piatra Craiului blizui grada Zărnești]. Ovaj lokalitet se podudara sa lokalitetom na herbarskoj etiketi tipskog primerka *S. heuffelii* iz W (n. 0009355). Na osnovu ostalih detalja sa etikete možemo bez sumnje reći da ovaj herbarski primerak predstavlja originalni materijal na osnovu kojeg je Schott opisao takson *S. heuffelii*. Cela biljka sa leve strane, iako je delimično oštećena, predstavlja lektotip za ime *S. heuffelii* (slika 43).

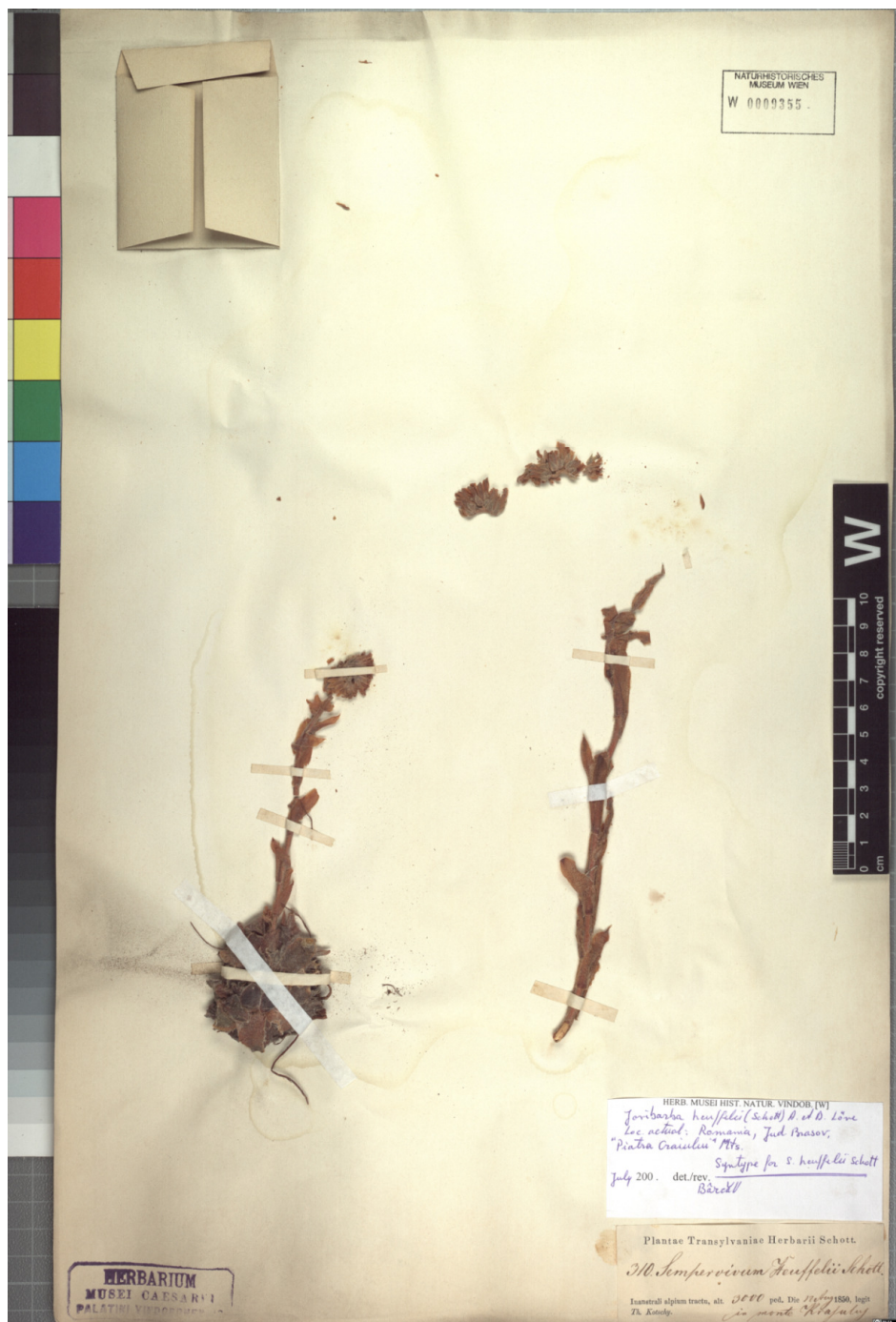
Dodatno, u Biblioteci Univerziteta u Beču se čuva i nepublikovana originalna ilustracija *S. heuffelii* Schott (no. 229/18), koja se takođe može smatrati originalnim materijalom: “*Hepaticae angulosae Sempervivorum et Primularum icones ineditae. Auctore H. Schott, Vind. 1850; Tab. 2., Sempervivum Heuffelii Schott, Gem. v. Nicol. Zehner, Lith. v. Oberer, Gedr. bei J. Höfelich*” (slika 44). Ova ilustracija je reprodukovana od strane Speta (1994), i još jedan original je verovatno deponovan u W (cf. Riedl 1965). Ova visokokvalitetna ilustracija je najverovatnije urađena na osnovu živog materijala koji je poslat od strane Kotschy-a i/ili gajen u Botaničkoj bašti Schönbrunn u Beču. Ilustracija na kojoj nema podatka o lokalitetu sa kojeg originalni materijal potiče ipak može da posluži kao dodatni materijal u interpretaciji taksonomskog korišćenja imena *S. heuffelii*, jer su dobro prikazani morfološki detalji vrste.

***Sempervivum heuffelii* var. *glabrum* Beck & Szyszyl. (1888)**

Lektotip (određen u Nikolić et al., 2014):—CRNA GORA. Distrikt Podgorica: “*Dr. Ign. de Szyszylowicz: Iter montenegrinum 1886. Sempervivum heuffelii f. glabrum Beck et Szyszylowicz. Ad latera montis Dziebeze [padine planine Debeza], 31.VII, Szyszylowicz s.n.*” (PRC 452139!, herbarijum Beck, najviša gornja individua na herbarskom listu) (slika 45); izolektotip: W 1886-0011629! (slika 46)

Szyszyłowicz je 1886. proputovao Crnu Goru i Albaniju. Na osnovu materijala kojeg je sakupio na tom putovanju opisani su novi taksoni (Beck & Szyszylowicz 1888). Pošto je Ignaz von Szyszylowicz (1857–1910) bio asistent u herbarijumu W, većina herbarskog materijala kojeg je sakupio je deponovan upravo u toj zbirci (Stafleu & Cowan 1986: 145). Günther Ritter Beck von Mannagetta und Lerchenau (1856–1931) je radio i u W kao profesor i kurator, a kasnije i u Pragu (Stafleu & Cowan 1976: 157),

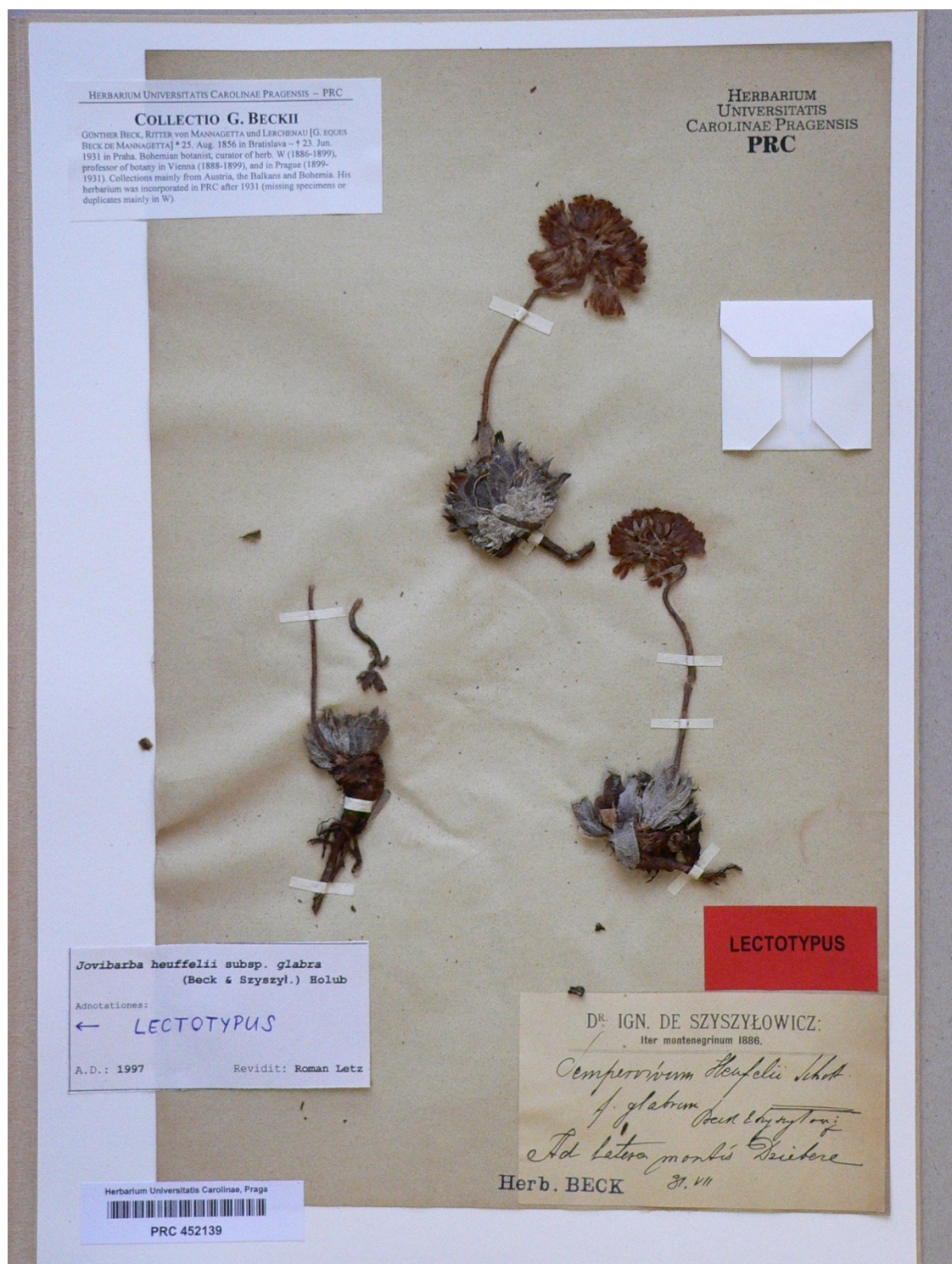
tako da je njegov materijal deponovan u W i PRC. Pronašli smo nekoliko herbarskih primeraka deponovanih u W koji pripadaju originalnom materijalu za ime *S. heuffelii* var. *glabrum* (W 1886-0011626, W 1886-0011627, W 1886-0011628, W 1886-0011629), koji odgovaraju lokalitetima datim u protologu: “*In dumetis pagi Orahovo; in saxosis aversus Rupa Końska sub monte Vila; ad latera montis Dziebeze; in praeruptis summi montis Dziebeze; in praeruptis summi montis Hum Orahovski*” (slika 46). Međutim, primerak koji je takođe deo originalnog materijala, a koji je pronađen u PRC (PRC 452139), na etiketi ima tačan datum sakupljanja - 31.VII, i dobro očuvane listove rozete. Gornja individua primerka iz PRC je selektovana kao lektotip za ime *S. heuffelii* var. *glabrum*. Ovaj primerak dobro odgovara originalnom opisu – “*Foliis omnibus utrinque glabris, in margine ciliatis mucronatisque, inflorescentia glaberrima*” [svi listovi goli na površini, sa cilijama na marginama sitno nazubljene, cvasti gole] (slika 45).



Slika 43. Lektotip za *Sempervivum heuffelii* Schott (W 0009355, individua sa leve strane)



Slika 44. Originalna slika *Sempervivum heuffelii* Schott (Biblioteka: “Institut für Botanik und Botanischer Garten der Universität Wien”, no. 229/18).



Slika 45. Lektotip za *Sempervivum heuffelii* var. *glabrum* Beck & Szyszyl (PRC 452139, najviša gornja individua na herbarskom listu)



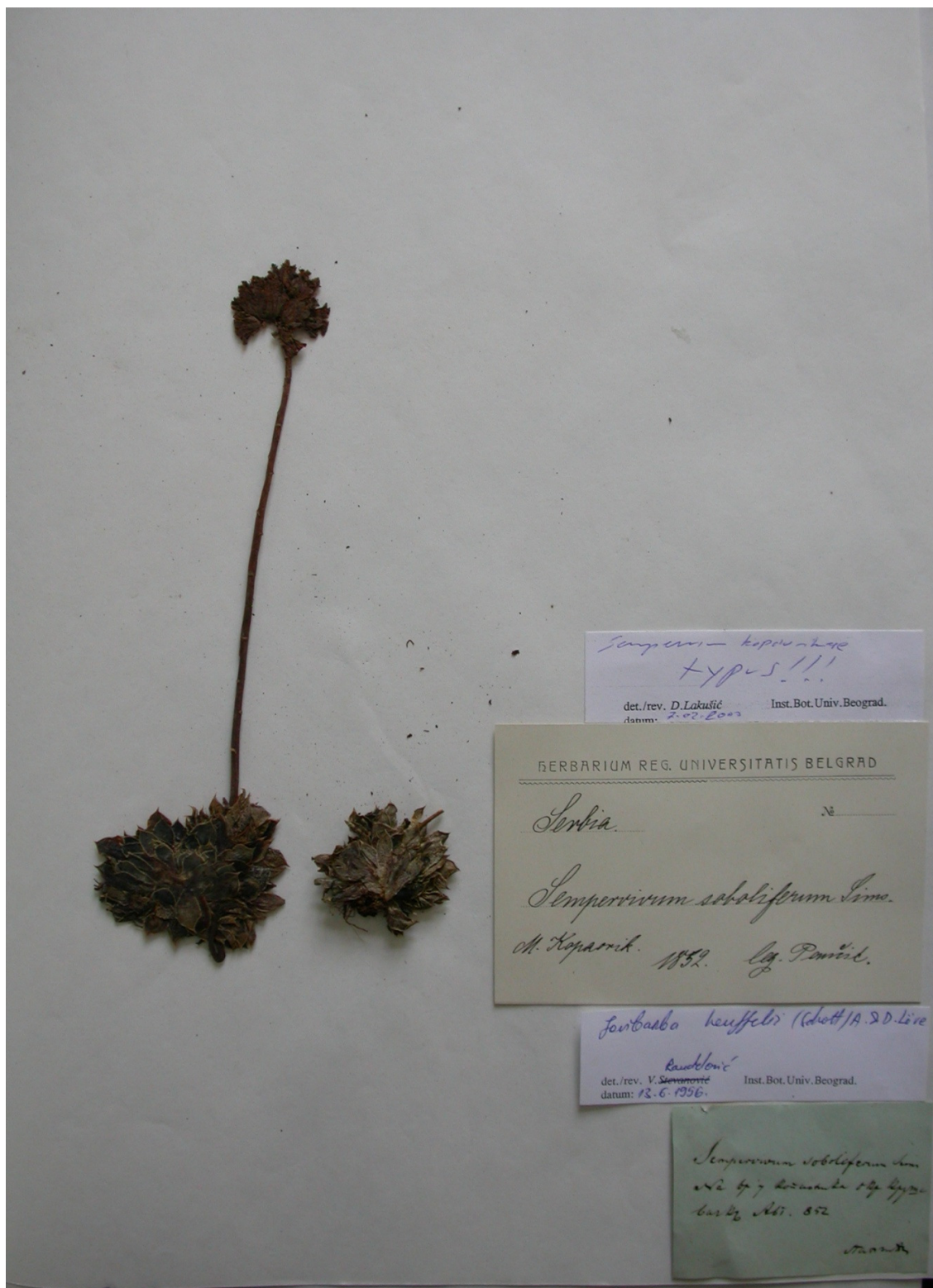
Slika 46. Izolektotip za *Sempervivum heuffelii* var. *glabrum* Beck & Szyszyl. (W 1886-0011629, individua sa leve strane).

***Sempervivum kopaonikense* Pančić (1874)**

Lectotype (određen u Nikolić et al., 2014):—SRBIJA. Rasina okrug “*Sempervivum soboliferum* Sims. Na vrhu Kopaonika [on the top of Kopaonik] okrug Kruševački [district of Kruševac], Avg. 852 [August 1852]” Pančić s.n. (BEOU 3933!, *primerak sa cvastima*) (slika 47).

Pančić je publikovao ime *Sempervivum kopaonikense* već 1867. godine dajući samo kratku dijagnozu. Međutim, on je tada izrazio sumnju da *S. kopaonikense* u stvari predstavlja “*Sempervivum reginae-amaliae* Heldr.” ili da je samo alpska forma *S. heuffelii*. Kasnije Pančić navodi ime *S. kopaonikense* u delu *Flora Principatus Serbiae* (1874), dok u delu „Građa za floru Kneževine Bugarske” (Pančić, 1883) citira opis koji je dao 1874. godine, smatrajući da opis iz 1867. nije validno publikovan. Godina 1874 je usvojena kao datum validne publikacije (npr. Hart et al. 2003). Međutim, na osnovu Člana 36.1(a) Botaničkog kodeksa (McNeill et al., 2012) ime je validno publikovano još 1867. godine, iako je tu pomenuto sa određenim taksonomskim dvoumljenjem.

Pančićev originalni materijal sakupljen na planini Kopaonik avgusta 1852. determinisan je kao *S. soboliferum* Sims (1812: tab. 1457). On je publikovao ovaj podatak prvi put 1856. pomenuvši da *Juncus trifidus* raste zajedno sa “*S. soboliferum*” [= *S. kopaonikense*], kao što je citirao i 1867. godine za *S. kopaonikense*. Kad je Pančić (1874: 314) publikovao ovaj nalaz za *S. kopaonikense*, on je naglasio njegovu blisku vezu sa *S. patens* i *S. soboliferum*. Pančić nikada nije uradio reviziju determinacije originalnog materijala *S. kopaonikense*. Na osnovu jedinog lokaliteta citiranog u protologu “*Suvo Rudište*” [vrh Kopaonika] (Pančić 1867: 173) i morfologije očuvanog primerka u BEOU (3933), individua sa cvastima je označena kao lektotip. Drugi primerak sa Kopaonika koji je Pančić determinisao kao “*Sempervivum kopaonikense*”, a deponovan je isto u BEOU, je bez datuma pa ne možemo biti sigurni da li predstavlja originalni materijal.



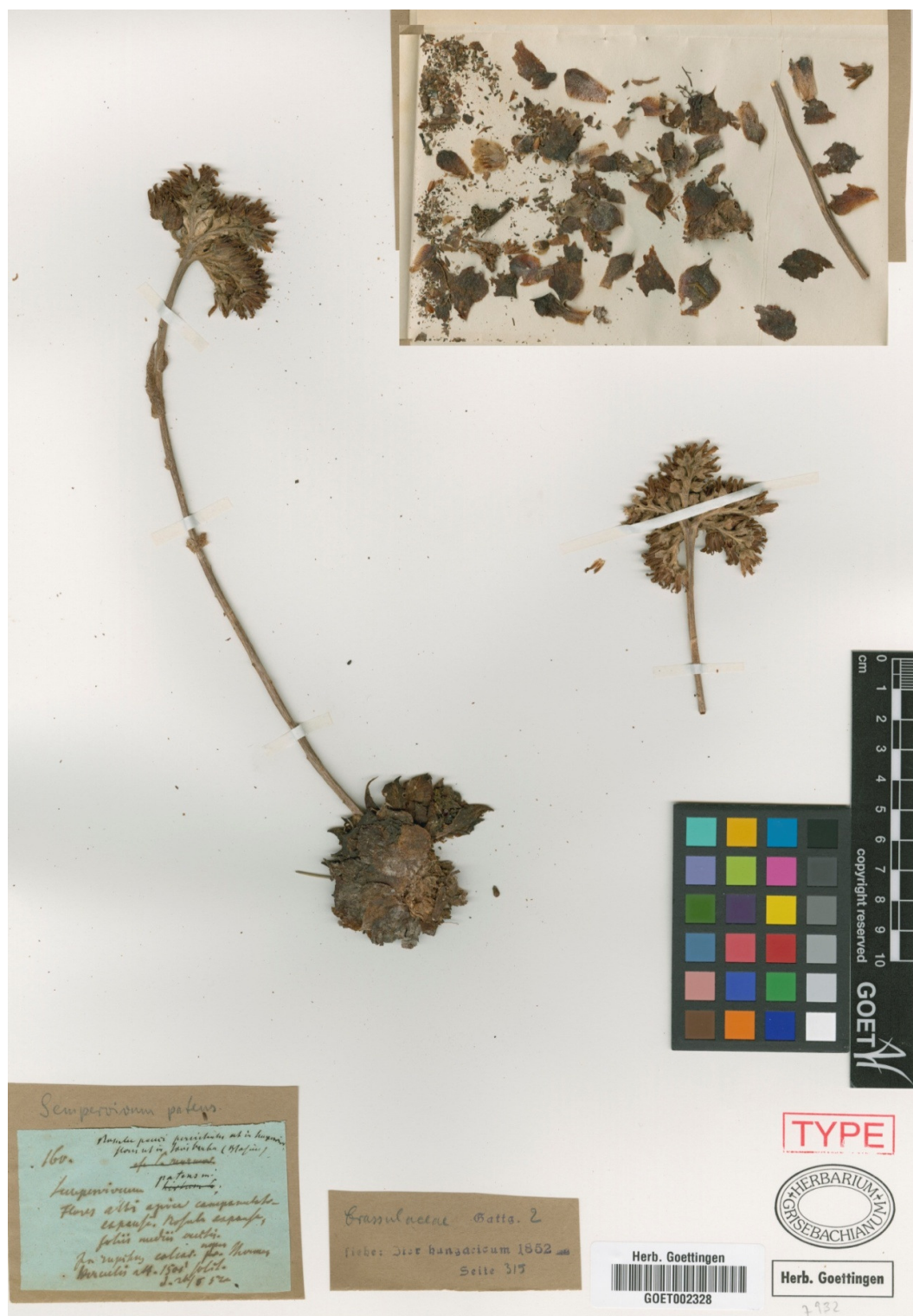
Slika 47. Lektotip za *Sempervivum kopaonikense* Pančić (BEOU 3933, individua sa leve strane).

Sempervivum patens Griseb. & Schenk (Dec. 1852)

Lektotip (određen u Nikolić et al., 2014):— RUMUNIJA. Caraș-Severin: “160. *Sempervivum patens* m. Flores albi apice campanulato-expansi. Rosula expansa, foliis mediis erectis. In rupibus calcar. pr./supra Thermas Herculis [Băile Herculane] alt. 1500' solit. d. 26./8. [Avgust] 52 [26. 1852], Grisebach 160 (GOET 002328! primerak sa leve strane) (slika 48).

Grisebach & Schenk (1852) su opisali novi takson *Sempervivum patens* na osnovu materijala sakupljenog na terenskom istraživanju u Rumuniji (Transilvanija)—*Iter Hungaricum anno 1852 susceptum*. Prema Stafleu & Cowan (1976), većina Grisebach-ovih tipskih primeraka je deponovana u herbarijumu GOET (Göttingen), gde je on bio direktor Botaničke bašte od 1875. Kao što se može videti u protologu, materijal je sakupljen u Banatu (Rumunija) “auf Kalkfelsen über den Herkulesbädern, z. B. bei der Schwitzhöhle 2500” [na krečnjačkim stenama iznad Băile Herculane, blizu pećine Grota cu Aburi, 762 m]. Interesantna je činjenica da je ovaj lokalitet približno isti kao i lokalitet gde je Kotschy 1846. godine sakupio materijal na osnovu kojeg je kasnije Schott opisao *S. heuffelii*.

Mi smo pronašli primerak u GOET, koji se na osnovu etikete koja je pisana rukom od strane Grisebach-a može smatrati originalnim materijalom. Beleške o morfologiji vrste na etiketi ukazuju na to da se ovaj takson nije mogao pridružiti već opisanim vrstama. Na osnovu beleške “cf. *S. marmor*. [*S. marmoreum* Griseb.]” možemo zaključiti da je prvo pripadnost vrsti *S. marmoreum* uzeta u razmatranje. Kasnije natpis “*flores ut in Jovisbarba*” vodi ka prvoj identifikaciji “*Sempervivum hirtum* L.?” ali konačno to je ispravljeno od strane Grisebach-a koji je precrtao *hirtum* i dodao *patens* m. [mihi]. Kao što se može videti u protologu, Grisebach & Schenk (1852: 315) su smatrali da je njihova nova vrsta po morfološkim karakteristikama između *S. hirtum* i *S. soboliferum*, što na neki način opravdava prvobitne identifikacije. Primerak GOET 002328 sadrži sa leve strane jednu celu individuu sa rozetom i cvastima i jedan fragment koji sadrži samo cvast i nekoliko ostataka odvojenih listova rozete. Individua sa leve strane je određena kao lektotip za *S. patens* (slika 48).



Slika 48. Lektotip za *Sempervivum patens* Griseb. & Schenk. (GOET 002328, individua sa leve strane).

***Sempervivum velenovskyi* Cheshmedjiev (1969)**

Lektotip (Odreden u Nikolić et al. 2014)—BUGARSKA. Provincija Plovdiv: “Crassulaceae, r. *Sempervivum* L., v. *S. velenovskyi* Cheshm., po skalisti mesta pod Asenovgrad, 11. 8. 68 (na stenovitim mestima kod Asenovgrada, 11. Avgust 1968] Typus! Cheshm.” *Cheshmedjiev s.n.* (SOA 47199!, individua sa cvastima) (slika 49).

Cheshmedjiev (1969) je dao kompletne informacije za tipski primerak: “*Montes Rhodopes centrales, prope urbem Assenovgrad, loco Koru-dere dicto, in locis saxosis et lapidosis. 20 IX 1967, Leg. I. Cheshmedjiev, SOA.*” Međutim u herbarijumu SOA nije bilo moguće naći takav holotipski primerak, pa se pretpostavlja da je izgubljen. U skladu sa članom 9.12 (McNeill et al. 2012), drugi necitirani primerak koji predstavlja originalan materijal je pronađen u herbarijumu SOA (47199), i određen je za lektotip imena *S. velenovskyi*. Ovaj primerak je sakupio Cheshmedjiev pre publikovanja protologa, najverovatnije na istom lokalitetu kao i materijal koji je citirao u protologu, iako se na etiketi nalazi samo Asenovgrad kao lokalitet.

***Sempervivum brassaii* Schur (1866), nom inval. (pro syn.), nom. nud.**

Jalas et al. (1999) i Hart et al. (2003) pogrešno navode ovo ime kao validni sinonim za *J. heuffelii*. Najverovatnije se ovo ime prvi put javlja za gajene primerke u Beču, pošto Schur (1866: 229) navodi “*S. brassaii* Vindobonens” kao sinonim za *S. heuffelii* Schott. Ovo ime je takođe koristio Czeck (1873: 21) za biljke sa Rodna planine (deo rumunskih Istočnih Karpata), ali kao autore vrste on navodi Sch. K. (Schott and Kotschy) a ne Schur-a. Slično kao *S. hirtellum* Schott ex Fuss (1857: 171), *nom nud.*, ime *S. brassaii* je najverovatnije uvedeno kao privremeno ime od strane Schott-a u njegovoj botaničkoj bašti u Beču, i ostalo je neopisano. Odnosi se na biljke iz *J. globifera* grupe koje rastu na Rodna planinama, a koje je validno opisao Andrae (1853: 472) kao *Sempervivum hirtum* var. *transsylvanicum*. Ime *S. brassaii* ne pripada *J. heuffelii* kompleksu i nije validno.



Slika 49. Lektotip za *Sempervivum velenovskyi* Cheshm. (SOA 47199, individua sa cvastima).

***Sempervivum heuffelii* var. *albanicum* Kitanov (1948)**

Kada je Kitanov (1948) opisivao novi varijetet od *Sempervivum heuffelii*, on je citirao prilično precizan lokalitet sakupljanja: “*Albania orientalis: in rupibus calcareis montis inter mt. Shebenikut et mt. Jablanica* (Istočna Albanija: na krečnjačkim klifovima između Mt. Maja e Shebenikut i Mt. Jablanica) 1880 m. *Planta florifera lecta 22.VIII 1947*. Pošto je Boris Kitanov eminentni bugarski botaničar, najveći deo biljnog materijala kojeg je sakupio je deponovan u tri glavna bugarska herbarijuma: SO, SOM i SOA. Međutim, mi nismo uspeli da pronadjemo materijal u tri pomenuta herbarijuma koji bi poslužio kao tipski materijal za ovo ime.

***Sempervivum heuffelii* var. *bulgaricum* Cheshmedjiev (1969: 474)**

Ovaj varijetet je opisan u istoj publikaciji kao i *S. velenovskyi* Cheshm., gde je Cheshmedjiev (1969: 474) dao kompletnu informaciju o tipskom primerku:

Montes Stara Planina, supra urbem Karlovo, in locis lapidosis. Leg. I. Cheshmedjiev, 25 IX 1967, SOA”. Međutim u SOA nije bilo moguće pronaći holotipski primerak, koji je najverovatnije nestao. Drugi originalni materijal za *S. heuffelii* var. *bulgaricum* nismo uspeli da pronađemo.

***Sempervivum heuffelii* var. *vestitum* Domin (1933: 17)**

Morfotip vrste *Jovibarba heuffelii* sa listovima rozete koji su dlakavi na površini je opisao Domin (1933: 17) kao *S. heuffelii* var. *vestitum*. Domin nije precizirao lokalitet u protologu, niti je pronađen herbarski primerak u njegovoj zbirci koja je deponovana u PRC koji bi odgovarao tipu za ovo ime.

Sempervivum reginae-amaliae* Heldreich & Sartori ex Baker (1877: 230); non *S. reginae-amaliae* Heldreich & Sartori ex Boissier (1872: 796), *nom. inval. (pro syn.)*; nec *S. reginae-amaliae* Heldreich & Guicciardi ex Halácsy (1901: 580), *nom. illeg.

Boissier (1872: 796) je ime *S. reginae-amaliae* iz rukopisa Heldreicha i Sartorija smatrao sinonimom od *S. tectorum* L. Pošto je ime *S. reginae-amaliae* Heldreich & Sartori ex Boissier citirano samo kao sinonim za *S. tectorum*, ono se smatra nevalidnim (Letz, 2009). Kasnije je Baker (1877: 230) istakao da biljke koje se vode pod ovim

imenom i gaje u engleskim baštama ne pripadaju vrsti *S. tectorum* već podrodu *Diopogon* (sadašnjem rodu *Jovibarba*). On je dodao dijagnozu i validno publikovao ime *S. reginae-amaliae* Heldreich & Sartori ex Baker. Po njemu je ova vrsta “*by the side of S. heuffelii*” i “*a native of the mountains of Greece*”. Skraćenica autora “Sart.” koju je dao Baker se ponekad netačno interpretira kao Sarntheim (npr. Praeger, 1932). Wale (1940) naglašava da je Sartori sarađivao sa Heldreichom, a ne Sarntheim. Bakerov herbarijum je deponovan u K i WELT (Stafleu & Cowan, 1976). Međutim, nismo uspjeli da pronađemo materijal koji bi poslužio kao nomenklturni tip u ovim herbarijumima.

Sempervivum transylvanicum Baker (1874: 104), *nom. nud.*

Ponekad se i *S. transylvanicum* navodi kao sinonim vrste *J. heuffelii* (npr. Jalas *et al.* 1999). Ovo ime se pojavilo i u listi klasifikacije vrsta roda *Sempervivum* (Baker 1874), ali bez opisa. Baker (1874: 104) pripaja ovo ime *J. heuffelii* kompleksu, a kao njegov sinonim navodi *S. ciliatum* Schur. Ime sa istim epitetom ali u rangi varijeteta - *S. hirtum* var. *transsylvanicum* Andrae (1853: 472) je takson iz *J. globifera* grupe.

5. DISKUSIJA

Velika varijabilnost morfoloških karaktera kod *J. heuffelii* se može pripisati adaptivnom odgovoru na različite uslove staništa koje ova vrsta naseljava. Prisustvo vrste na nadmorskim visinama u rasponu od samog nivoa mora do preko 2000 m (Barca & Niculae, 2005; Lakušić et al., 2005; Dimitrijević et al., 2011), kao i na različitim geološkim podlogama (serpentinit, krečnjak, silikat) govori o jako širokoj ekološkoj valenci ove vrste. U kolikoj meri je morfologija ovog kompleksa pod uticajem spoljašnjih faktora sredine i da li je spoljašnja sredina jedini faktor koji diferencira populacije u okviru ovog kompleksa je pitanje koje je bilo povod za ovo istraživanje. Veliki broj imena taksona u okviru kompleksa čiji status još uvek nije razjašnjen je bio još jedan povod i cilj ove studije. Detaljna morfološka i ekološka istraživanja čitavog kompleksa nisu ranije rađena i započeta su tek sa izradom ove doktorske disertacije.

5.1. VARIJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

Analiza 51 morfološkog karaktera kod *J. heuffelii* je pokazala da ova vrsta ima veliku morfološku varijabilnost koja se ogleda kroz veliki opseg variranja kako kvantitativnih, tako i kvalitativnih karaktera. Veću varijabilnost izraženu koeficijentom varijacije pokazuju karakteri vegetativnih organa u odnosu na karaktere reproduktivnih organa. Kao najstabilniji karakteri (karakteristi sa najmanjim koeficijentom varijabilnosti) su se izdvojili dužina kruničnog listića (Pet_L) i dužina semena (See_L)

Analiza pojedinačnih morfoloških karaktera je pokazala da pojedini karakteri odstupaju po dimenzijama ili broju od prethodno ustanovljenih vrednosti datih u literaturi (Praeger, 1932; Cheshmedjiev, 1969; Jordanov, 1970; Gajić, 1972; Micevski, 1998). U opisima vrste *J. heuffelii* pominje se varijabilnost prečnika rozete od 50 do 70 mm (30-120 mm) (Praeger, 1932; Jordanov, 1970; Gajić, 1972; Micevski, 1998). Populacije u kojima su izmerene vrednosti ovog karaktera koje ne odgovaraju već navedenom opsegu su SR-Gradac i SR-Suvaja čije pojedine jedinke imaju prečnik rozete koji prevazilazi 120 mm. Sa druge strane u populacijama MA-Treskavac i MA-Mavrovo su kod pojedinih individua zabeležene manje vrednosti prečnika rozete od 30 mm. Populacija MA-Treskavec je karakteristična po tome što je srednja vrednost ovog

karaktera manja od 30 mm. Što se tiče broja listova u rozeti, u opisu vrste *J. heuffelii* navodi se da varira od 30 do 40 listova (Praeger, 1932). Sve analizirane populacije prevazilaze ovaj opseg, odnosno možemo reći da je opseg variranja znatno veći od ovog datog u literaturi. Populacije koje odstupaju od nekog najčešćeg opsega (20-50 listova u rozeti) su SR-Suvaja i SR-Studenica čije pojedine individue imaju manji broj listova u rozeti od 20, kao i populacije SR-Nebeske stolice, SR-Treska, SR-Basarski kamik i SR-Besna Kobila čije pojedine individue imaju veći broj listova od 50. Dužina bodlje na vrhu lista rozete se pominje u literaturi u opisu taksona *S. velenovskyi* Cheshm. i iznosi 2 - 4 mm (Cheshmedjiev, 1969) i u opisima *J. heuffelii* gde se ne precizira dužina bodlje (Gajić, 1972; Micevski, 1998). Sve populacije imaju vrednost ovog karaktera manju od 2 mm. Populacije čije pojedine individue imaju bodlju na vrhu lista dužu od 2 mm su SR-Basarski kamik, SR-Radan, SR-Pljačkovica i MA-Treskavec.

Prisustvo hrskavičavog oboda po obodu lista rozete se pominje u literaturi kao diferencijalni karakter u razdvajanju taksona *S. velenovskyi* od *J. heuffelii* var. *bulgarica* (Cheshmedjiev, 1969). Po ovom karakteru se izdvajaju populacije SR-Gradac kao populacija koja ima najizraženiji obod po listovima i populacija BU-Trojanski prolaz za koju možemo reći da nema hrskavičavi obod po listovima ili je on vrlo slabo izražen.

U opisima taksona *J. heuffelii* i *S. velenovskyi* pominje se da je visina stabla 10-20 cm (30 cm) (Praeger, 1932; Jordanov, 1970; Gajić, 1972; Micevski, 1998). Populacije koje izlaze iz ovog opsega po svojim maksimalnim vrednostima su SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Treska i SR-Basarski kamik. Populacije čije su minimalne vrednosti ispod minimalnih vrednosti prikazanih u literaturnim opisima taksona su SR-Pljačkovica, SR-Besna Kobila, SR-Stara planina, BU-Trojanski prolaz i MA-Treskavec.

Dimenzije cvetova, odnosno dužine čašičnog i kruničnog listića, su date u opisima vrste *J. heuffelii*. U literaturi se pominje podatak da su čašični listići dva puta kraći od kruničnih, a za krunične se navodi da su 10-12 mm dužine (Praeger, 1932; Gajić, 1972; Micevski, 1998). Po ovom karakteru se izdvaja populacija SR-Basarski kamik kao populacija sa najvećim dimenzijama čašičnih listića (dužina 9.06 mm, širina 3.33 mm).

Dužina kruničnog listića u opisima vrste *J. heuffelii* se kreće od 10-12 mm (Jordanov, 1970; Gajić, 1972; Micevski, 1998), odnosno 11 - 12 mm (Praeger, 1932). Većina analiziranih populacija ima vrednosti ovog karaktera koje značajno prevazilaze

opsege koji su dati u literaturi i imaju mnogo veći opseg variranja. Samo Preager (1932) pominje širinu kruničnog listića od 5 mm u opisu *J. heuffelii*, dok se u drugim Florama ne pominju brožčane vrednosti za ovaj karakter. Takođe, ovaj autor pominje i dužinu ovarijuma od 5 mm. Ova studija je pokazala da osim populacija SR-Gradac, SR-Suvaja, SR-Basarski kamik i SR-Pljačkovica čije pojedine individue pokazuju veće vrednosti ovih karaktera sve populacije pokazuju niže vrednosti za ovaj karakter.

Nektarije se kao sistematski karakteri kod roda *Jovibarba* prvi put pominju od strane Pančića (1874) i Praegera (1932), dok su u ostalim florama zapostavljene.

Kvantitativni karakteri širina nektarije i visina nektarije su pokazali umerenu varijabilnost što je u saglasnosti sa rezultatima dobijenim u prethodnoj studiji u kojoj je varijabilnost morfoloških karaktera reproduktivnih organa takođe bila niska do umerena (Dimitrijević et al., 2011). Vrlo je bitno naglasiti da su populacije u kojima su zabeleženi najveći uglovi između nektarija i karpela imale i najveću varijabilnost za dati karakter. To znači da su u istim populacijama zabeležene individue koje imaju prave uglove i oštre uglove između nektarije i karpele, što pokazuje da ovaj karakter nije stabilan i da nema taksonomski značaj koji su mu pridavali Pančić (1874) i Praeger (1932).

Na osnovu kvalitativnih karaktera nektarija možemo reći da se izdvajaju dva morfološka tipa nektarija koji grupišu analizirane populacije i najčešće se javljaju kod jedinki analiziranih populacija:

1) Nektarije koje na svojoj površini imaju dva zubca i raspoređene su jako blizu jedna drugoj sa razmakom manjim u odnosu na širinu same nektarije (SR-Besna Kobila, SR-Stara planina, MA-Treskavec, MA-Mavrovo, RO-Domogled, BU-Trojanski prolaz, SR-Pljačkovica, SR-Radan, SR-Treska, SR-Suvaja).

2) Nektarije sa konveksnom ili ravnom površinom koje su dosta razmaknute jedna od druge, a taj razmak je veći od širine same nektarije (SR-Studenica, SR-Basarski kamik, SR-Nebeske stolice i SR-Gradac).

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su kvantitativne i semikvantitativne karakteristike nektarija kod *J. heuffelii* jako varijabilne kako između populacija, tako i unutar populacija. U nekim slučajevima kao npr. kod vrste *Brassica rapa* L. se javlja jako velika varijabilnost u morfologiji nektarija pod uticajem ploidije pa se u okviru iste vrste haploidni, diploidni i tetraploidni primerci razlikuju po morfološkim

karakteristikama nektarija (Davis et al., 1996). Kod vrste *J. heuffelii* su zabeleženi samo slučajevi diploidije (Uhl, 1961) tako da ploidnost ne utiče na varijabilnost morfoloških karakteristika nektarija kod *J. heuffelii*. Pozitivna korelacija između inteziteta sekrecije nektara i veličine nektarija je uočena kod nekih rodova, npr. *Citrus* i *Lamium* (Fahn, 1949; Gulyas, 1967). Visoka temperatura i povećana vlažnost vazduha povećava sekreciju nektara (Bonnier, 1879; Zander, 1927; Ostashenko-Koodryavzeva, 1928; Fahn, 1949; Kartashova, 1965). Vlažnost staništa je od velike važnosti za oblik nektarija kod nekih predstavnika familije Lamiaceae u Mediteranu jer se u sušnim oblastima stome preko kojih se izlučuje nektar smanjuju, pa se i sam volumen nektarije menja i one su generalno manjih dimenzija nego u umerenim područjima (Petanidou et al. 2000). Takođe, Petanidou i saradnici (2000) navode da je volumen nektarija pozitivno korelisan sa volumenom sekrecionog tkiva. Obzirom da je *J. heuffelii* sukulenta biljka sa CAM (Crassulacean Acid Metabolism) metabolizmom, a u ekološkom smislu predstavlja kserofitu koja jako dugo može da opstane bez vode, vodni režim staništa ne bi trebalo da ima presudnu ulogu u veličini nektarija. Vrlo često je velika varijabilnost kod nektarija kao i sam položaj nektarija u cvetu uzrokovan načinom oprašivanja i ponašanjem polinatora (Nepii, 2007).

5.2. MORFOLOŠKA DIFERENCIJACIJA ANALIZIRANIH POPULACIJA KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

Analiza osnovnih komponenti (PCA) je pokazala da je varijabilnost ispitivanog uzorka jako kompleksna. U prilog tome ide i vrednost ukupne varijabilnosti uzorka na prve tri glavne komponente koji iznosi svega 48.98%. Karakteri koji su pokazali da najviše doprinose varijabilnosti ispitivanih populacija su morfološki karakteri vegetativnih organa odnosno karakteri listova rozete i stabla. Slični rezultati su dobijeni u studiji Medrano et al. (2006) u kojoj je analizirano variranje floralnih i vegetativnih morfoloških karaktera i njihov doprinos u razdvajanju populacija taksona *Aquilegia vulgaris* i *A. pyrenaica* subsp. *cazorlensis* na Iberijskom poluostrvu. Iako su floralni karakteri bili odgovorni za interpopulacionu varijabilnost u okviru istog taksona, vegetativni karakteri su najviše doprineli diferencijaciji između *A. vulgaris* i *A. pyrenaica* subsp. *cazorlensis* populacija. Razlog ovakve varijabilnosti floralnih i vegetativnih karaktera može biti lokalni uticaj prirodne selekcije koja favorizuje u svakoj populaciji različite floralne fenotipove kao odgovor na razlike u selekcionom

režimu između lokaliteta (Wright, 1931). Sa druge strane ukoliko su u pitanju male populacije od nekoliko individua ili prostorno izolovane populacije diferencijacija se može ispoljiti kao neutralno fenotipsko variranje usled genetičkog drifta (Dobzhansky, 1970; Slatkin, 1987). U slučaju *Aquilegia* neki indirektni dokazi sugerišu da je variranje u floralnim karakteristikama uglavnom posledica genetičkog drifta dok je variranje u vegetativnim karakteristikama uzrokovano prirodnom selekcijom (Medrano et al. 2006.). Rezultati PCA karaktera vegetativnih organa, reproduktivnih organa i svih kvantitativnih morfoloških karaktera ukazuju na to da ne postoji grupisanje populacija u odnosu na navedene morfološke karakteristike populacija.

Kanonijska diskriminantna analiza je pokazala znatno bolju diferencijaciju analiziranih populacija. Najbolju diferencijaciju je pokazala CDA svih kvantitativnih karaktera gde su se izdvojile četiri morfološke grupe. Važno je napomenuti da je u CDA karaktera vegetativnih organa najjasnije diferencirana populacija SR-Gradac, dok je CDA karaktera reproduktivnih organa pokazala najbolju diferenciranost populacije BU-Trojanski prolaz.

Od vegetativnih karaktera najveći doprinos diferencijaciji populacija su dali debljina hrskavičavog oboda na listu rozete, dužina cilija na obodu lista rozete i broj listova u rozeti. Debljina hrskavičavog oboda je karakter koji je najviše doprineo diferencijaciji populacija SR-Gradac i BU-Trojanski prolaz u CDA i klaster analizi. Kod reproduktivnih karaktera najveći doprinos diferencijaciji su dali karakteri: dužina čašičnog listića, dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja i dužina semena. Karakter koji je najviše doprineo diferencijaciji populacije BU-Trojanski je dužina najduže cvetne grane.

Iako je u okviru analiziranih populacijazabeležena velika varijabilnost pojedinačnih karaktera, CDA bazirana na svim morfološkim kvantitativnim karakteristikama je ipak pokazala izdvajanje 4 morfološke grupe koje se međusobno morfološki razlikuju.

Klaster analiza je takođe pokazala izdvajanje četiri morfološke grupe populacija koje samo delimično pokazuju jasan geografski obrazac, i koje samo delimično korespondiraju sa postojećim infraspecijskim taksonomskim konceptom.

I morfološka grupa (BU-Trojanski prolaz)-morfološke karakteristike

Uključeni takson: J. heuffelii var. heuffelii

Rozeta. Ovu populaciju odlikuju rozete gde su spoljašnji listovi znatno duži od unutrašnjih. Listovi rozete su jako dlakavi i na licu i na naličju i poseduju cilije i žlezdane dlake duž čitavog oboda. Prečnik rozete se kreće u opsegu od 31.2 do 95 mm, broj listova u rozeti varira i kreće se od 22 do 44. Ono što odvaja ovu populaciju od svih ostalih je dužina spoljašnjih listova u rozeti koja dostiže čak 85 mm i to je najveća maksimalna dužina lista karakteristična za ovu grupu. Vrlo mala dužina bodlje na listovima rozete (srednja vrednost 0.9 mm) takodje odvaja ovu populaciju od ostalih, kao i odsustvo hrskavičavog oboda na listovima.

Stablo. Visina cvetnog stabla se kreće u opsegu od 90 do 260 mm, dok broj listova varira i kreće se od 15 do 25. Listovi stabla takođe imaju dlake i na licu i na naličju. Prosečna dužina srednjeg lista na stablu je veća nego kod ostala tri grupe. Širina srednjeg lista se kreće u opsegu 7.2-11.7 mm, a distanca najšireg dela lista od vrha 14.3–28.9 mm.

Cvet i plod. Čašica je malo duža od pola krunice. Čašični listići su dlakavi i sa lica i naličja. Cilije i žlezdane dlake su prisutne na licu kruničnih listića, ali samo na njihovom gornjem delu, dok na naličju kruničnog listića ima dosta dlaka. Dužina čašičnih listića se kreće u opsegu 4.9-6.8 mm, a širina 2.07-2.93 mm. Dužina kruničnih listića se kreće u opsegu 7.6-9.3 mm, a širina 2.15-2.9 mm. Po veličini kruničnih listića ova populacija se odvaja od ostalih jer ima najmanje krunične listiće. Po dužini centralnog zubića i lateralnih zubića na kruničnom listiću ovaj tip se odvaja od ostalih jer su srednje vrednosti ovih zubića najmanje. Karpele na trbušnoj strani imaju dlake i na bočnim medijalnim linijama, dok na leđnoj strani nema dlaka. Dimenzije plodova su takođe manje u odnosu na ostale tipove. Rostrum je duži nego kod ostalih populacija.

II grupa (SR-Gradac)- morfološke karakteristike

Uključeni takson: J. heuffelii var. glabra

Rozeta. Jedinke vrste *J. heuffelii* koje pripadaju ovoj morfološkoj grupi imaju jako krupne rozete čiji se prečnik nalazi u opsegu od 47.5 do 147 mm. Broj listova u rozeti varira i kreće se od 23 do 43. Dužina najvećeg lista u rozeti je u opsegu 20.5-60.8 mm, dok širina varira u opsegu 7.8-18.10 mm. Listovi rozete nemaju žlezdane dlake na licu i

naličju. Po obodu listova su prisutne cilije. Dužina cilije po obodu lista rozete je najmanja kod ove grupe. Za razliku od prve morfološke grupe odnosno populacije BU-Trojanski prolaz gde hrskavičavi obod na listovima rozete nije izražen, ovde on postoji i vrlo je dobro izražen, a debljina mu se kreće od 0.21 do 0.5 mm.

Stablo. Visina stabla kod ovog tipa varira u opsegu 140-350 mm. Iako ovde nije zabeležena maksimalna vrednost ovog karaktera, ovaj tip se odlikuje najvećom prosečnom dužinom stabla (229.52 mm). Broj listova na stablu varira u opsegu 16-33. Za ovaj tip su karakteristični listovi stabla kod kojih je srednja dužina i širina najmanja u odnosu na ostala tri tipa. Listovi stabla nemaju cilije ni dlake na licu i naličju, ali su one prisutne po obodu.

Cvet i plod. Čašica je malo duža od pola krunice. Kod čašičnih i kruničnih listića žlezdane dlake su prisutne i na licu i naličju. Karpele su sa trbušne strane dlakave, ali se pojedinačne dlake naročito u gornjem delu karpele mogu videti i na leđnoj strani. Dužina čašičnih listića se kreće u opsegu 5.1-7.6 mm, a širina 2.1-2.9 mm. Dužina kruničnih listića varira u opsegu 8.6-11.3 mm, a širina 2.8-3.8 mm. Ono što odvaja ovu populaciju od ostalih je sama veličina reproduktivnih organa koji su veći u odnosu na ostale tipove. U ovoj populaciji su zabeležene najveće srednje vrednosti sledećih karaktera: dužina i širina čašičnog listića, dužina i širina kruničnog listića, dužina najdužeg prašničkog konca, visina plodnika, visina centralnog zubića na kruničnom listiću, dužina i širina ploda i dužina i širina semena.

III morfološka grupa (RO-Domogled, SR-Studenica i SR-Suvaja)

Uključeni taksoni: J. heuffelii var. patens, J. heuffelii var. glabra

Rozeta. Prečnik rozete se kreće od 34.2 do 120 mm. Broj listova u rozeti varira u opsegu od 16 do 48. Dužina najdužeg lista u rozeti se kreće od 26.7 do 82.9 mm, a širina od 10.2 do 26.9 mm. Ovaj tip ima najšire listove rozete i najveću distancu najšireg dela lista od vrha u odnosu na ostale tipove. Od sakupljenih individua iz populacija koje pripadaju ovom tipu samo pojedine individue iz populacije sa Domogleda imaju dlakave listove rozete, dok populacije iz Suvaje i Studenice nemaju dlake na licu i naličju. Cilije i žlezdane dlake su prisutne po obodu. Ovaj tip poseduje najduže cilije na obodu listova čija prosečna dužina iznosi 0.59 mm.

Stablo. Visina cvetnog stabla se kreće od 110 do 370 mm. Broj listova na stablu varira u opsegu od 15 do 32. Slično kao kod listova rozete, i kod listova stabla je zabeležena najveća prosečna širina listova i distanca najšireg dela lista od vrha što ukazuje na to da su listovi kod ove populacije drugačijeg oblika nego kod ostalih populacija. Kod ovog tipa samo populacija sa Domogleda ima listove stabla koji su dlakavi i sa lica i sa naličja, dok su ostale dve populacije sa golim listovima. Sve populacije imaju dlake i cilije po obodu i one su jako dobro izražene.

Cvet i plod. Čašica je manja od pola krunice. Čašični listići kod populacija Suvaje i Domogleda imaju dlake na licu, a na naličju samo pojedinačne i to u gornjem delu listića. Populacija Studenica nema dlake na licu, a na naličju isto ima pojedinačne dlake u gornjem delu listića. Krunični listići imaju dlake i sa lica i sa naličja. Karpele su sa trbušne strane dlakave, a leđno imaju pojedinačne retke dlake u gornjem delu. Dužina čašičnih listića se kreće od 4.39 do 7.82 mm a širina od 1.74 do 3 mm. Dužina kruničnih listića varira u opsegu 8.48-11.2 mm, a širina 2.46-3.71 mm. Po dimenzijama reproduktivnih organa ovaj tip pokazuje najviše sličnosti sa drugim tipom.

IV morfološka grupa (SR-Neveske Stolice, SR-Treska, SR-Radan, SR-Besna Kobila, MA-Mavrovo, SR-Basarski kamik, SR-Stara planina, SR-Pljačkovica i MA-Treskavec)-morfološke karakteristike

Uključeni taksoni: *J. heuffelii* var. *kopaonikense*, *J. heuffelii* var. *glabra*

Rozeta. Prečnik rozete se kreće od 17 do 120.4 mm. Ovaj tip se odlikuje najmanjom prosečnom vrednošću prečnika rozete, a ovde su zabeležene i najmanje minimalne vrednosti ovog karaktera. Sa druge strane, ovaj tip ima najveći prosečan broj listova u rozeti (39.46), a broj listova u rozeti varira u opsegu 20-62. Po veličini listova rozete ovaj tip se takođe izdvaja jer su ovde zabeležene najmanje i srednje i minimalne vrednosti dužine najvećeg lista u rozeti. Međutim, dužina bodlje ili igličastog vrha lista je ovde najveća. Listovi rozete su goli sa lica i naličja, a cilija i žlezdanih dlaka ima po celom obodu.

Stablo. Trend najmanjih vrednosti karaktera kod ovog tipa se nastavlja i kod cvetnog stabla čija visina varira u opsegu od 50 do 330 mm. Srednja vrednost iznosi 167.1 mm što je najmanja srednja vrednost u odnosu na ostala tri tipa. Ovaj tip se odlikuje i

najvećom srednjom vrednošću broja listova na stablu (24.7), slično kao kod rozete. Listovi stabla nemaju cilije ni dlake na licu i naličju, dok ih po obodu imaju.

Cvet i plod. Čašica je upola kraća od krunice, ili, u pojedinim slučajevima, malo duža od krunice. Krunični listići su dlakavi i sa lica i sa naličja, dok kod čašičnih listića postoje mala odstupanja kod populacija koje čine ovaj tip. Lice i naličje čašičnih listića kod populacija SR-Nebeske Stolice, SR- Treska, SR-Radan i SR-Besna Kobila, imaju vrlo malo dlaka retko prisutnih u gornjem delu ili dlake uopšte nisu prisutne, dok su kod populacija SR-Stara planina, SR-Basarski kamik, SR-Pljačkovica, MA-Treskavec i MA-Mavrovo dlake prisutne i na licu i na naličju. MA-Treskavec se izdvaja kao populacija kod koje je najizraženije prisustvo žlezdanih dlaka. Dužina čašičnih listića varira u opsegu 4.02-9.06 mm, a širina 1.49-3.33 mm. Dužina kruničnih listića se kreće od 6.66 do 11.36 mm, a širina 2.16-4.56 mm. Po dimenzijama reproduktivnih organa ova morfološka grupa pokazuje najviše sličnosti sa prvom grupom.

Korespondentna analiza (MCA) kvalitativnih morfoloških karaktera koji su korišćeni za razdvajanje infraspecijskih taksona u okviru kompleksa *J. heuffelii* je pokazala da grupisanje populacija na osnovu ovih karaktera nije u skladu sa diferencijacijom populacije koju smo dobili multivarijantnom statističkom analizom kvantitativnih karaktera. Jedini izuzetak je populacija iz Bugarske (BU-Trojanski prolaz) koja se i po kvalitativnim karakteristikama odvojila od ostalih populacija. Sa taksonomskog aspekta, po kvalitativnim morfološkim karakteristikama koje Cheshmedjiev (1969) uzima za razlikovanje taksona *S. velenovskyi*, *J. heuffelii* var. *heuffelii* i *J. heuffelii* var. *bulgarica*, ova populacija bi predstavljala takson *J. heuffelii* var. *heuffelii* jer individue ove populacije imaju dlakave listove rozete. Važno je napomenuti da se u ovoj studiji populacija BU-Trojanski prolaz jasno odvaja od ostalih populacija i po karakteristikama reproduktivnih organa koji do sada nisu uzimani u obzir niti istraživani u nekoj drugoj studiji, što ide u prilog i potvrđuje klasifikaciju datu od strane Cheshmedjieva (1969) a koja je urađena samo na osnovu jednog karaktera, odnosno prisustva dlaka na listovima rozete.

Ukupna varijabilnost nektarija koja je donekle povezana sa varijabilnošću staništa na kojima vrsta *J. heuffelii* raste, je pokazala da na osnovu morfoloških karakteristika nektarija ne dolazi do diferencijacije analiziranih populacija i da ovi

karakteri ne mogu poslužiti kao pouzdani diferencijalni karakteri u razdvajanju taksona *J. heuffelii* kompleksa. U taksonomskom smislu karakteristike nektarija nisu izdiferencirale takson *J. heuffelii* var. *kopaonikense* *J. heuffelii* var. *patens*, ali su se semikvantitativni karakteri oblik nektarije i razmak između dve nektarije pokazali kao najznačajniji u odvajanju populacija u dve grupe. Ovakvi rezultati ukazuju na to da razmak nektarija i oblik nektarija mogu poslužiti kao dodatni karakteri u analizi i taksonomiji drugih taksona opisanih u okviru ovog kompleksa, a koji nisu obuhvaćeni ovim istraživanjem (*S. velenovsky* i *J. heuffelii* var. *bulgarica* iz Bugarske, *J. heuffelii* var. *albanicum* iz Albanije, *J. heuffelii* var. *heuffelii* iz Makedonije, *J. heuffelii* var. *glabrum* iz Crne Gore) kao i populacije *J. heuffelii* u Grčkoj i Bosni. Proširivanje područja istraživanja na ceo areal vrste bi svakako dao bolju sliku o varijabilnosti nektarija. Dalja istraživanja svakako treba da obuhvate i kvalitativne karakteristike nektarija (produkcija nektara i njegove kvantitativno-kvalitativne karakteristike), kao i polinatorske odnose kod ove vrste.

5.3. UTICAJ GEOGRAFSKIH, OROGRAFSKIH I BIOKLIMATSKIH FAKTORA NA VARJABILNOST POJEDINAČNIH MORFOLOŠKIH KARAKTERA I DIFERENCIJACIJU POPULACIJA KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

Geografska varijabilnost u biljnoj morfologiji je rezultat fenotipskih promena koje se ispoljavaju kao odgovor na lokalne ekološke uslove, genetičku varijabilnost i evoluciju između populacija kao i biogeografsku istoriju samih vrsta (Ellison et al., 2004). Neke morfološke karakteristike su genetički uslovljene kao npr. oblik lista, ali one takođe mogu biti pod velikim uticajem lokalnih uslova u kojima se razvijaju (Thompson, 1991; Schlichting & Pigliucci, 1998). Morfološka varijabilnost i geografska izolovanost između populacija je takođe preduslov za nastanak podvrsta i vrsta (Losos & Glor, 2003). Jedan od ciljeva ovog doktorata je bio da se utvrdi u kojoj meri je velika morfološka varijabilnost kod ovog kompleksa uslovljena uticajem geografskih, orografskih i bioklimatskih faktora.

Korelaciona analiza koja je obuhvatila individue *J. heuffelii* iz svih analiziranih populacija je pokazala da geografska širina ima jako veliki uticaj na morfološke karaktere. Naime ovo istraživanje je pokazalo da geografska širina ima uticaj na sve vegetativne karaktere osim dužine bodlje na vrhu lista rozete i da je pozitivno korelisana

sa ovim karakteristikama, odnosno sa porastom geografske širine veličina vegetativnih organa raste. Geografska širina ostvaruje manji uticaj na karaktere reproduktivnih organa. Ovakav geografski obrazac u variranju morfoloških karakteristika je primećen i u studiji Medrano et al. (2006) gde su morfološki karakteri vegetativnih organa kod *Aquilegia vulgaris* varirali duž gradijenta geografske širine kao odgovor na lokalne uslove sredine. Floralne karakteristike sa druge strane nisu pokazivale takvu varijabilnost. Populacije koje su geografski bliske su imale veću sličnost u vegetativnim karakteristikama u odnosu na one koje su geografski udaljenije ali to nije bio slučaj sa floralnim karakteristikama. U slučaju *J. heuffelii* geografski obrazac nije primećen odnosno

PCA and CDA analiza su pokazale da grupisanje populacija na osnovu morfoloških karakteristika nije u saglasnosti sa njihovim geografskim položajem. Slični rezultati variranja u floralnim karakteristikama između disjunktne populacije vrste *Viola cazorlensi* su dobijeni u studiji Herrera (1990). Floralna sličnost između populacija kod ove vrste nije bila u skladu sa njihovom geografskom bliskošću. Različite grupe floralnih karaktera su pokazivale diferencijaciju između populacija što je primećeno i u studiji Schennum & Willey (1979) što potvrđuje u ovom konkretnom slučaju da je floralni fenotip genetski uslovljen ili nezavistan od uticaja sredinskih faktora. Geografska dužina ostvaruje nešto slabiji uticaj na vegetativne i reproduktivne karaktere *J. heuffelii* u odnosu na geografsku širinu. Najveći uticaj ostvaruje na dužinu listova rozete i stabla i dužinu kljuna na plodu. Sa porastom geografske dužine rastu i vrednosti ovih karaktera.

Nadmorska visina je faktor koji značajno utiče na varijabilnost morfoloških karakteristika analiziranih populacija. To je pokazala kako korelaciona tako i regresiona analiza. Promena nadmorske visine uslovljava promenu drugih faktori, kao što su temperature, vlažnost vazduha, količina padavina, parcijalni pritisak gasova u atmosferi, koji uslovljavaju formiranje adaptivnog odgovora kod biljaka, a samim tim i promene u morfologiji i fiziologiji (Körner, 1999). Nadmorska visina može imati veliki uticaj na morfologiju listova kao i na fiziologiju kod individua različitih populacija unutar iste vrste (Hovenden & Vander Schoor, 2004). Listovi generalno postaju manji po pitanju dužine i širine sa porastom nadmorske visine (Körner et al., 1986), dok debljina listova raste sa porastom nadmorske visine (Körner et al., 1989; Roderick et al., 2000). U slučaju *J. heuffelii* uočeno je da se sa porastom nadmorske visine povećava broj listova

u rozeti i to je jedini vegetativni karakter koji je pozitivno korelisan sa nadmorskom visinom. Ostali vegetativni karakteri su negativno korelisani odnosno sa porastom nadmorske visine smanjuju se dimenzije listova rozete i stabla i dužina cilije na listovima. Najuočljivija je promena u visini stabla koje je u populacijama na nižim nadmorskim visinama (SR-Gradac, SR-Suvaja i SR-Studenica) znatno većih dimenzija u odnosu na visokoplaninske populacije (MA-Treskavec, MA-Mavrovo, SR-Besna Kobila, SR-Stara planina, BU-Trojanski prolaz SR-Pljačkovica). Ovakvi rezultati su dobijeni i u mnogim drugim studijama, tako su klasične eksperimentale studije od strane Clausena i saradnika (Clausen et al., 1948) na primeru vrste *Achillea lanulosa* pokazale postojanje različitih ekotipova koji su rasli na različitoj nadmorskoj visini, odnosno visina ove biljke je bila manja na višim nadmorskim visinama u odnosu na niže nadmorske visine. Ovakav trend je zabeležen i u studiji Nunez-Farfan & Schlichting (2001). Što se tiče reproduktivnih karaktera, osim karaktera nektarija, svi ostali karakteri su negativno korelisani sa nadmorskom visinom. Smanjenje veličine čašičnih listića sa porastom nadmorske visine je primećeno i kod *Viola cazorlensis* (Herrera, 1990). Slično variranje morfoloških karakteristika pod uticajem nadmorske visine je zabeleženo i kod *J. heuffelii* na teritoriji Srbije (Dimitrijević et al., 2011). Generalno, viša cvetna stabla, krupnije rozete, listovi rozete i cvetovi su zabeleženi na nižim nadmorskim visinama, dok su ovi biljni organi manji na višim nadmorskim visinama. Ova studija je takođe pokazala da broj listova u rozeti i na stablu raste sa porastom nadmorske visine.

Generalno, individue iz kanjona i klisura imaju značajno viša cvetna stabla, veće rozete i cvetove u odnosu na individue sa otvorenih staništa na istim nadmorskim visinama. Pojava izduživanja vegetativnih organa u uslovima oslabljene svetlosti i povećane vlažnosti je naročito izraženo kod sukulenata sa CAM metabolizmom, koje su primarno adaptirane na uslove pune osvetljenosti i niske vlažnosti podloge i vazduha (Lüttge, 2004). Ove zabeležene morfološke promene povezane sa uticajem osvetljenosti i vodnog režima staništa, mogu se pripisati specifičnoj ekofiziologiji CAM biljaka, koji je zabeležen kod predstavnika roda *Sempervivum* (Osmond et al., 1975). Predstavnici familije Crassulaceae se odlikuju CAM (Crassulacean Acid Metabolism) metabolizmom koji je dobio naziv po ovoj familiji gde je prvi put i zapažen (Keeley & Rundel, 2003). Kod CAM biljaka fiksacija ugljen-dioksida se odvija noću uz pomoć enzima PEP-

karboksilaze kada nastaju C4 kiseline, koje se odlažu u ćelijske vakuole, a zatim se, tokom narednog dana, na svetlosti, oslobađa iz ovih jedinjenja i obavlja se njegova konačna fiksacija katalizovana enzimom RuBP-karboksilazom. Na taj način se kod CAM biljaka ostvaruje dnevno-noćni ritam metaboličkih procesa. Ovakav način fiksacije ugljen-dioksida, predstavlja prevashodno fiziološko-biohemijski adaptivni mehanizam za prevazilaženje uslova, kako fizičke tako i fiziološke suše na mestima koja ove biljke naseljavaju (Stevanović & Janković, 2001). CAM metabolizam je zabeležen kod 33 familije ali je familija Crassulaceae jedinstvena po tome što se u ovoj familiji nalaze i vaskularni i terstrični predstavnici CAM biljaka. Rezultati mnogih studija na sukulentnim biljkama pokazuju da je CAM prednost i strategija za osvajanje novih ekoloških niša (Lüttge, 2004). Zbog toga nije iznenađujuće da se vrste koje pripadaju rodovima *Sempervivum* i *Jovibarba* odlikuju velikim polimorfizmom koji je rezultat odgovora ovih biljaka na uticaj spoljašnjih faktora.

Postavlja se pitanje u kojoj meri bioklimatski faktori na analiziranim staništima uslovljavaju diferencijaciju populacija? Klaster analiza koja uključuje morfološke karakteristike individua iz analiziranih populacija sa jedne i bioklimatske karaktere sa druge strane može pomoći u pronalaženju odgovora na ovo pitanje. Naime, ukoliko se položaj populacija u klaster analizi sa bioklimatskim faktorima i morfometrijskim karakteristikama poklapa onda možemo reći da je takvo grupisanje rezultat delovanja različitih bioklimatskih faktora i obrnuto (Kuzmanović et al., 2011).

Kako je klaster analiza sa bioklimatskim faktorima pokazala da je istraživano područje jasno diferencirano na tri glavna klastera: semiaridnu umereno kontinentalnu klimu ili subkontinentalnu, drugi klaster sa kontinentalnom planinskom klimom i treći klaster sa vlažnom planinskom klimom, trebalo bi očekivati da je klaster sa morfološkim karakteristikama takođe dao tri glavna klastera. Međutim, analiza je pokazala da se sve populacije u klaster analizi diferenciraju u četiri klastera i raspored pojedinačnih klada (populacija) nije u skladu sa rasporedom populacija koje smo dobili u klaster analizi sa bioklimatskim parametrima. Ovakav raspored ukazuje na to da bioklimatski faktori nisu razlog ovakve morfološke diferencijacije populacija.

Slični rezultati su dobijeni i u klaster analizi samo planinskih populacija. Ovde je izbegnut uticaj mikroklimatskih razlika uzrokovanih orografijom na morfološku diferencijaciju jer sve planinske populacije naseljavaju otvorena travnjačka staništa

klasa Festuco-Brometea i Elyno-Seslerietea. Iako su i klaster analiza morfoloških karaktera i bioklimatskih parametara pokazale izdavanje po dve grupe, raspored populacija u okviru grupa nije isti što ukazuje da bioklimatski parametri nemaju presudnu ulogu u diferencijaciji populacija.

Poznato je da podloga može imati veliki uticaj na morfologiju vrsta, naročito serpentinitna podloga koja se odlikuje kritično niskim nivoom neophodnih nutrijenata za biljke (N, P, K, Ca) i visokom koncentracijom Mg i Fe, kao i prisustvom u tragovima jako toksičnih elemenata kao što su Ni, Cr i Co (Alexander et al., 2007). Ključni faktor koji ograničava naseljavanje i opstanak na staništima sa serpentinitnom podlogom je niska koncentracija kalcijuma odnosno tolerancija ili netolerancija biljaka na ovaj faktor, kako navode Loew & May (1901) i Vlamis & Jenny (1948). Nizak nivo apsorbiranog Ca se pokazao kao ograničavajući faktor u rastu velikog broja kultivisanih vrsta (koje ne pripadaju serpentinitofitama) koje su gajene na serpentinitnom zemljištu (Walker, 1954). Sa druge strane tipične serpentinitofite imaju veliki prag tolerancije na nizak nivo Ca u podlozi što im omogućava da nasele i da se dugo održe na takvim staništima. Takođe je odnos Ca:Mg jako nepovoljan u serpentinitnom zemljištu tj. Mg nadmašuje koncentraciju Ca. Drugi problem sa kojim se susreću biljke na serpentinitu je visoka koncentracija toksičnih teških metala hroma i nikla. Serpentinitofite su se prilagodile i rešile ovaj ekološki problem time što mogu da podnose, izlučuju ili isključuju odnosno imobilizuju na određenim mestima u tkivima i ćelijama Mg i toksične teške metale (Stevanović & Janković, 2001). Shodno tome serpentinitofite su razvile neke strukturne i funkcionalne adaptacije koje su doprinele i njihovoj morfološkoj i fiziološkoj diferencijaciji u odnosu na biljke koje rastu na nekim drugim podlogama. Osnovne morfološke odlike koje karakterišu serpentinitne biljke su redukcija nadzemnog dela biljke, snažno razvijen korenov sistem, skleromorfni sitni listovi koji su glatki ili obrasli različitim tipovima dlaka ili su izrazito sivo-zelene boje (Ritter-Studnička, 1968; Kruckeberg, 1984).

Prilično neočekivano geološka podloga nema veliki uticaj na morfološku diferencijaciju analiziranih populacija.

Ovakvi rezultati se mogu povezati sa specifičnim CAM metabolizmom istraživane vrste *J. heuffelii*. Albert & Kinzel (1973) su uveli termin fiziotip (eng. *physiotype*) sa ciljem da opišu kako fiziološke specifičnosti nekih taksona mogu da

utiču na njihovu ekološku poziciju, odnosno na osvajanje novih staništa i opstanak na staništima koja nisu pogodna za neke druge taksone. Tako, na primer, predstavnici familije Crassulaceae se odlikuju izraženom kalciotrofijom (u ćelijama sadrže više Ca nego K čak i na zemljištima koja su siromašna kalcijumom (Horak, 1971; Kinzel, 1982; Rössner & Popp, 1986; Kinzel & Berger, 1992). Ovakav način metabolizma im je omogućio naseljavanje i opstanak upravo na takvom osiromašenom zemljištu kakvi su serpentiniti.

Regresiona analiza je pokazala da na morfološke karakteristike veći uticaj ima sezonska dinamika temperature i količine padavina nego što to ima ukupna količina padavina ili srednja godišnja temperatura koji su i najčešće analizirani klimatski faktori geografskih područja. Od orografskih faktora pored nadmorske visine, ekspozicija i nagib terena imaju najveći uticaj na morfološke karaktere vrste *J. heuffelii*. Bioklimatski parametri takođe utiču na varijabilnost morfoloških karaktera. Najveći uticaj ostvaruju srednja temperatura najvlažnijeg kvartala (BIO8) i temperaturna sezonalnost (BIO4). Karakteri na koje najviše utiču su visina i širina ploda, visina stubića, dužina kljuna, broj listova u rozeti, dužina najdužeg cvetne grane i dužina najdužeg prašničkog konca.

Sezonalnost padavina (BIO15) ostvaruje uticaj na veličinu listova, visinu stabla kao i na reproduktivne karaktere: dužinu kruničnog listića, visinu plodnika i širinu nektarije.

Ovakvi rezultati sugerišu da temperaturni uslovi i količina padavina mogu da doprinesu izgledu biljaka na različitim tipovima staništa. Biljke reaguju na sušne uslove sredine redukcijom lisne površine odnosno smanjenjem transpiracione površine (Parkhursts & Loucks, 1972; Thuiller et al., 2004). Ovakav trend je primećen i kod populacije iz kanjona i klisura reka u kojima vlada C1 tip klime sa najvećom vrednošću BIO15 (sezonalnost padavina) parametra pokazuju veće dimenzije listova u odnosu na populacije koje su na lokalitetima gde vladaju C2 i C3 tip klime gde su niže vrednosti BIO15 parametra. Još jedan način na koji biljke mogu da ublaže uticaj temperaturnog i toplotnog stresa je povećanje gustine dlakavog omotača (Nobel, 1999). Na ovaj način se povećava refleksija sunčevog zračenja i smanjuje temperatura na površini biljke (Ehleringer, 1976; Ehleringer & Mooney, 1978; Ehleringer & Werk, 1986), stvara sloj vazduha na samoj površini lista koji služi kao barijera (Schuepp, 1993) i povećava

efikasnost u korišćenju vode (Picotte et al., 2007). Trend povećanja gustine dlakavog omotača na listovima sa porastom temperature i vlažnosti staništa nije primećen.

Prema tome, možemo zaključiti da morfološka diferencijacija analiziranih populacija nije posledica samo uticaja sredine. Slični rezultati su nedavno publikovani za ekološki plastične komplekse *Edraianthus graminifolius* (Rakić et al., 2012), *Sesleria rigida* (Kuzmanović et al., 2011) i *Carex humilis* (Jakovljević et al., 2013). Sa druge strane, zapažena diferencijacija populacija kod *J. heuffelii* može biti uzrokovana genetičkim i evolucionim faktorima. Mnogi kriptički taksoni su nedavno opisani (Surina et al., 2009; Kučera et al., 2010; Mereda et al., 2011; Kuzmanović et al., 2013; Lakušić et al., 2013a, b) što je potvrdilo pretpostavke da je fenomen kriptičke specijacije jedan od veoma važnih faktora koji doprinosi diverzitetu vrsta na Balkanskom poluostrvu. U tom smislu ne bi bilo suviše iznenađujuće da se i u okviru kompleksa *J. heuffelii* krije izvestan broj kriptičnih taksona koji se danas vode kao sinonimi za široko shvaćenu vrstu *J. heuffelii*. Da bi se ova sumnja otklonila neophodno je obaviti i molekularna i filogenetska istraživanja koja su u toku.

Međutim, u ovom trenutku moguće je zaključiti da su tipske populacije *S. kopaonikense* sa Kopaonika u Srbiji (SR-Nebeske Stolice i SR-Treska) jasno morfološki diferenciraju od populacije sa Južnih Karpata u Rumuniji (RO-Domogled). Takođe, tipske populacije *S. kopaonikense* su morfološki blisko povezane sa planinskim populacijama iz Srbije i Makedonije što potvrđuje tvrdnju da u daljim istraživanjima treba uključiti i ostale tipske populacije sa područja Albanije, Crne Gore, Rumunije i Bugarske kako bi se poboljšao uvid u celokupnu problematiku.

5.4. RASPROSTRANJENJE KOMPLEKSA *J. HEUFFELII*

U fitogeografskom smislu *J. heuffelii* pripada evroazijsko-planinskom areal tipu (EAP), južnoevropsko-planinskoj areal grupi i (srednje) južnoevropsko-planinskom flornom elementu (S)JEP, balkansko-karpatskoj varijanti (EAP (S)JEP-dinar(E)-balk-karp(S)) (Asov, 2006; Stevanović, 1992b).

Stevanović (1996) u svojoj analizi orofitskih elemenata planina centralnog i zapadnog dela Balkanskog poluostrva navodi da *J. heuffelii* pripada centralno (S) evropskim orofitama (C(S)E). Vrste koje pripadaju ovom flornom elementu su prisutne na svim planinama Balkanskog poluostrva, ali su najbrojnije na najvišim vrhovima Dinarskog, Skardo-Pinskog i Balkansko-Rodopskog masiva. Po Meuselu i saradnicima (Meusel et al., 1965) distribucija vrste *J. heuffelii* je ograničena na područje centralnog Balkana i ne zalazi u područje Južnih Karpata, dok je po Jalasu (1999) *J. heuffelii* endemična vrsta za Evropu sa rasprostranjenjem na području centralnog Balkana i Južnih i Centralnih Karpata. Distribucija prikazana u ovom doktoratu (slika 40) se skoro potpuno podudara sa kartom distribucije koju su dali Jalas et al. (1999), osim u onom delu koji se tiče Istočnih Karpata. Naime, prema dostupnim i prikupljenim podacima za potrebe izrade ovog doktorata najsevernije tačke u distribuciji *J. heuffelii* kompleksa su lokaliteti Mt Piatra Glodului (Letz, 1998) i Mts Piatra Șoimului (Răvăruf, 1953). Najzapadnija tačka areala je u Bosni i Hercegovini (Babići selo kod Šipova) a najjužnija tačka je u Grčkoj Mt Timfristos. Ova studija je pokazala da je *J. heuffelii* na istraživanom području zastupljena na velikom broju lokaliteta i da uglavnom naseljava stenovita staništa koja su najčešće severno eksponirana. Javlja se na različitim podlogama i u jako širokom dijapazonu nadmorskih visina koje idu od 50 do 2 550 m nadmorske visine (Barca & Niculae, 2005; Dimitrijević et al., 2011; Lakušić et al., 2005).

Distribucije infraspecijskih taksona: *J. heuffelii* var. *kopaonikense*, *J. heuffelii* var. *heuffelii*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *glabrum* i *J. heuffelii* var. *bulgarica* ukazuje na to da postoji preklapanje u arealima ovih taksona. *J. heuffelii* var. *kopaonikense* je prisutan samo u Srbiji i *J. heuffelii* var. *bulgarica* samo u Bugarskoj.

5.5. TAKSONOMSKI ODNOSI

Kao što je već napomenuto u uvodnom delu Marhold (2011) u okviru vrste *J. heuffelii* prepoznaje dve podvrste: *J. heuffelii* subsp. *glabra* i *J. heuffelii* subsp. *heuffelii*. Sve ostale taksone opisane u okviru kompleksa *J. heuffelii* on navodi kao sinonime. Tako su u okviru *J. heuffelii* subsp. *glabra* navedeni sinonimi: *Jovibarba velenovskyi*, *Sempervivum kopaonikense*, *S. reginae-amaliae*, *S. heuffelii* var. *glabrum*, *S. glabrum*, *S. velenovskyi*, *S. heuffelii* var. *albanicum*.

Za *J. heuffelii* var. *heuffelii* navodi sledeće sinonime: *Sempervivum patens*, *S. ciliatum* Schur, *S. hirtum* subsp. *patens.*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *patens* *S. heuffelii* var. *vestitum*.

Rasvetljavanje jako kompleksne taksonomske situacije u okviru *J. heuffelii* kompleksa je iziskivalo da se uradi lektotipifikacija svih imena taksona što je i urađeno (Nikolić et al., 2014). U okviru opisanih taksona kompleksa *J. heuffelii* (*Diopogon stramineus*, *Sempervivum ciliatum*, *S. heuffelii*, *S. heuffelii* var. *albanicum*, *S. heuffelii* var. *bulgaricum*, *S. heuffelii* var. *glabrum*, *S. heuffelii* var. *vestitum*, *S. kopaonikense*, *S. patens*, *S. reginae-amaliae*, *S. velenovskyi*, *S. brassai* i *S. transylvanicum*) dva taksona ne pripadaju *J. heuffelii* već *J. globifera* kompleksu. To su taksoni *S. brassai* i *S. transylvanicum* koji su smatrani sinonimima za *J. heuffelii* (Nikolić et al., 2014).

Na osnovu rezultata ove studije i originalnih opisa taksona predložen je taksonomski koncept u okviru koga istraživane populacije predstavljaju sledeće varijetete: *J. heuffelii* var. *kopaonikense*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *glabra* i *J. heuffelii* var. *heuffelii*. Ovakav taksonomski tretman je u saglasnosti sa onim koji je dao Müssel (1977). Tipske populacije obuhvaćene ovom studijom za *J. heuffelii* var. *kopaonikense* (SR-Treska, SR-Neveske Stolica) i *J. heuffelii* var. *patens* (RO-Domogled) su pokazale jasnu morfološku diferencijaciju. Populacije *J. heuffelii* var. *kopaonikense* pokazuju sličnost sa svim ostalim planinskim populacijama u Srbiji koje su analizirane u ovoj studiji dok se jasno diferenciraju od kanjonskih i klisurskih populacija u Srbiji (*J. heuffelii* var. *glabra*) kao i od populacija *J. heuffelii* var. *patens* i *J. heuffelii* var. *heuffelii*. Populacija *J. heuffelii* var. *patens* iz Rumunije (RO-Domogled) pokazuje morfološke sličnosti sa kanjonskim i klisurskim populacijama u Srbiji ali i sličnosti sa populacijom *J. heuffelii* var. *heuffelii* iz Bugarske. Morfološka diferencijacija *J. heuffelii* var. *kopaonikense* i *J. heuffelii* var. *patens* ukazuje na to da

ovi taksoni treba da dobiju status varijeteta. Što se tiče populacije *J. heuffelii* var. *heuffelii* iz Bugarske ona pokazuje dobru morfološku diferencijaciju kako po kvantitativnim tako i po kvalitativnim karakteristikama od ostalih populacija. Za *J. heuffelii* var. *heuffelii* se u Flori Srbije (Gajić, 1970) navodi da je rasprostranjen, međutim od 10 populacija sakupljenih na teritoriji Srbije ni jedna po svojim karakteristikama ne odgovara opisu ovog varijeteta. U Srbiji je prisutan *J. heuffelii* var. *glabra*, koji se javlja na nižim nadmorskim visinama i u klisurama i kanjonima reka i koji se jasno morfološki odvaja od *J. heuffelii* var. *kopaonikense* koji je na višim nadmorskim visinama.

Tipske populacije za taksoni: *J. velenovsky* i *J. heuffelii* var. *bulgarica* iz Bugarske, *J. heuffelii* var. *albanicum* iz Albanije, *J. heuffelii* var. *heuffelii* iz Makedonije, *J. heuffelii* var. *glabrum* iz Crne Gore na žalost nisu obuhvaćene u ovoj studiji tako da status ovih taksona tek treba proveriti. Analiza populacija *J. heuffelii* iz Bosne i Hercegovine i Grčke bi bila neophodna kako bi se pokrio ceo areal ovog kompleksa. Molekularne analize svih ovih taksona bi svakako dale bolji uvid u složenu problematiku ovog kompleksa.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu opsežnih morfoloških horoloških i ekoloških istraživanja kompleksa *Jovibarba heuffelii* moguće je zaključiti sledeće:

1. Od 51 morfološkog karaktera koliko je analizirano u ovoj studiji samo su se neki karakteri pokazali kao značajni u diferencijaciji populacija. Veću morfološku varijabilnost izraženu kroz koeficijent varijabilnosti su pokazali vegetativni karakteri u odnosu na reproduktivne. Od vegetativnih karaktera najveći doprinos diferencijaciji populacija su dali: debljina hrskavičavog oboda na listu rozete, dužina cilije na obodu lista rozete i broj listova u rozeti dok su od reproduktivnih karaktera najveći doprinos diferencijaciji dali karakteri: dužina čašičnog listića, dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja i dužina semena.
2. Morfološka analiza nektarija je pokazala da se karakteri nektarija ne mogu koristiti kao pouzdani taksonomski karakteri u taksonomiji *J. heuffelii* kompleksa.
3. PCA analiza je pokazale da je struktura varijabilnosti jako kompleksna i da ne postoji grupisanje populacija na osnovu istraživanih morfoloških karakteristika. Najbolju diferencijaciju populacija je dala CDA analiza bazirana na svim kvantitativnim morfološkim karakteristikama u okviru koje su se izdvojile 4 morfološke grupe populacija. Klaster analiza je takođe pokazala izdvajanje 4 morfološke grupe populacija, prvu grupu čini populacija BU-Trojanski prolaz, drugu grupu SR- Gradac, treću grupu populacije RO-Domogled, SR-Suvaja i SR-Studenica dok četvrtu grupu čine sve ostale populacije.
4. Analiza kvalitativnih morfoloških karaktera (MCA) je pokazala da osim populacije BU-Trojanski prolaz, koja se i po kvalitativnim karakteristikama odvaja od ostalih populacija, sve druge populacije ne pokazuju diferencijaciju koja bi bila u skladu sa diferencijacijom koju smo dobili u morfološkoj analizi kvantitativnih karaktera.
5. Ova studija je pokazala da orografski faktori nadmorska visina ekspozicija i nagib terena najviše utiču na varijabilnost morfoloških karaktera kod *J. heuffelii* kompleksa. Primećen je trend smanjenja veličine rozete, listova i cvetova sa porastom nadmorske visine. Sa druge strane, broj listova u rozeti i na stablu raste sa porastom nadmorske

visine. Korelaciona analiza je pokazala negativnu korelaciju nadmorske visine i veličine kraničnih listića, prašnika, plodnika i plodova, kao i generalni trend promene dimenzije organa pod uticajem nadmorske visine i geografske širine. Skoro svi karakteri pokazuju trend smanjenja veličine sa porastom nadmorske visine. Slično, svi karakteri pokazuju trend povećanja dimenzija od severa ka jugu. Rezultati su pokazali da geološka podloga ne utiče značajno na diferencijaciju populacija.

6. Najveći uticaj na varijabilnost morfoloških karaktera ostvaruju bioklimatski parametri BIO8- srednja temperatura najvlažnijeg kvartala i BIO4- temperaturna sezonalnost i BIO15- sezonalnost padavina. Međutim, analize su pokazale da bioklimatski parametri nemaju odlučujuću ulogu u diferencijaciji populacija.

7. Areal kompleksa *J. heuffelii* zahvata područje centralnog Balkana i Južnih Karpata a distribucija vrste pokazuje da se radi o evropskom endemičnom taksonu.

8. U ovom trenutku moguće je zaključiti da se tipske populacije *S. kopaonikense* sa Kopaonika u Srbiji (SR-Nebojske Stalice i SR-Treska) jasno morfološki diferenciraju od tipske populacije *S. patens* sa Južnih Karpata u Rumuniji (RO-Domogled). Na osnovu rezultata ove studije i originalnih opisa taksona predložen je taksonomski koncept u okviru koga istraživane populacije predstavljaju varijetete: *J. heuffelii* var. *kopaonikense*, *J. heuffelii* var. *patens*, *J. heuffelii* var. *glabra* i *J. heuffelii* var. *heuffelii*.

9. Molekularne studije koje su u toku će možda dati dodatnu argumentaciju da se neka od morfoloških grupa definiše na višem taksonomskom nivou. Najperspektivnija je populacija iz Bugarske (BU-Trojanski prolaz), koja se i na kvalitativnom morfološkom nivou najjasnije odvajala od ostalih populacija. U budućim istraživanjima treba proširiti područje istraživanja i obuhvatiti ceo areal kompleksa kao i obuhvatiti ostale tipske populacije: *S. velenovsky* i *J. heuffelii* var. *bulgarica* iz Bugarske, *J. heuffelii* var. *albanicum* iz Albanije, *J. heuffelii* var. *heuffelii* iz Makedonije, *J. heuffelii* var. *glabrum* iz Crne Gore) kao i populacije *J. heuffelii* u Grčkoj i Bosni.

7. LITERATURA

- Adamović, L. 1898. Die Vegetationsformationen Ostserbiens, Pflanzegeographische Studien, Wilhelm Engelmann, Leipzig. 124-218.
- Adamović, L. 1911. *Sempervivum* L. Flora jugoistočne Srbije, Zagreb, 149-150.
- Albert, R. & Kinzel, H. 1973. Unterscheidung von Physiotypen bei Halophyten des Neusiedlerseegebietes (Österreich). - Z. Pflanzenphysiol. 70: 138-157.
- Alexander, E.B., Coleman, R.G., Keeler-Wolf, T. & Harrison, S. 2007. *Serpentine Geoecology of Western North America*. Oxford University Press, New York, NY, USA. 512 pp.
- Andrae, C.J. 1853. Beiträge zur Kenntniss der Flora des südlichen Banates, der banater Militärgrenze und Siebenbürgens. Crassulaceae, Saxifrageae. *Botanische Zeitung* (Berlin) 11: 471-474. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/105829>
- Asov, B., Petrova, A., Dimitrov, D. & Vasilev, R. 2006. Konspekt na visšata Flora na Bulgaria, Horologija i florni elementi. Sofija, 452 pp.
- Baker, J. G. 1874. *Sempervivum stramineum* (Jord. & Fourr.) Baker in "On hardy Sempervivums." *Gardeners' Chronicle* 2(31): 103-104.
- Baker, J.G. 1877. New garden plants. *The Gardener' Chronicle* 8: 230.
- Baker, J.G. 1879. *The Gardener' Chronicle* 2, pp.39.
- Bârcă, V. & Niculae, M. 2005. Preliminary data about the chorology of the species *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae) in Southern Carpatian Mountains in Romania. *Contributii botanice* 40: 25-33.
- Bârcă, V. & Niculae, M. 2008. Morphometric data about seed coat ornamentation with taxonomic considerations in *Jovibarba heuffelii* (Crassulaceae) populations from Southern Carpathians. *Rom. J. Biol. - Plant Biol.* 53(1): 17-22.
- Beck, G. & Szyszyłowicz, I. 1888. Plantae a Dre Ign. Szyszyłowicz in itinere per Cernagoram et in Albania adjacentes anno 1886 lectae. Typis Universitatis Jagellonicae, Cracoviae, 166 pp. <http://www.archive.org/details/plantaeignszysz00szysgoog>
- Berger, A. 1930. Crassulaceae. In: Engler, A. & Prantl, K. (Eds.) Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 2nd ed., W. Engelmann, Leipzig 18a: 352-483.
- Blečić, V. 1959. Die Panzerföhrenwälder der nördlichen Prokletija. Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 1(1): 1-8.
- Boissier, E. 1872. *Flora orientalis* 2. H. Georg, Genevae et Basiliae, 1159 pp. <http://bibdigital.rjb.csic.es/ing/Libro.php?Libro=1428>

- Bonnier, G. 1879. Les nectaires: étude critique, anatomique et physiologique. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 6 (8): 5–212.
- Bornmüller, J. 1928. Beiträge zur Flora Mazedoniens II-III. Verlag von Max Weg in Leipzig.
- Ciocarlan, V., 2009. *Jovibarba* DC Opiz. Flora Illustrata a Romaniei. Pteridophyta et Spermatophyta. Editura Ceres, Bucuresti, 282-283.
- Cheshmedjiev, I.V. 1969. K sistematike vidov *Sempervivum* L. iz Bolgarii. (A contribution to the systematics of the species of *Sempervivum* L. from Bulgaria). *Botaničeskij Žurnal* 54 (3): 471–475.
- Clausen, J., Keck, D.D. & Hiesey, W.M. 1948. Experimental studies on the nature of species. III. Environmental responses of climatic races of *Achillea*. Carnegie Inst. Washington Pub. 581, 129 pp.
- Čolić, B.D. 1960. Retke, endemične i manje poznate biljke u predelu Stare Planine. *Zaštita prirode*, Beograd 18-19 (8-12): 75-83.
- Correvon, H. 1924. Les *Joubarbes*, suivi d'un Essai d'une Bibliographie du genre *Sempervivum* par Schill J.F., Bruxelles, 134 pp.
- Czecz, A. 1873. Azon növények névlajstroma, melyeket én kaptam és szárítottam 1850-től fogva. Ed. Herman. *Erdélyi Múzeum-Egylet Évkönyvei*, 6 (1871–1873): 10–23. <http://epa.niif.hu/01500/01579/00006/pdf/EMEevkv1871-73.pdf>
- Davis, A.R., Fowke, L.C., Sawhney, V.K. & Low, N.H. 1996. Floral nectar secretion and ploidy in *Brassica rapa* and *B. napus* (Brassicaceae). II. Quantified variability of nectar structure and function in rapid-cycling lines. *Annals of Botany* 77: 223–234.
- De Candolle, P.A. 1828. Sectio *Jovibarba* DC in Prodrômus systematis naturalis regni vegetabilis, sive, Enumeratio contracta ordinum generum specierumque plantarum huc usque cognitatum, juxta methodi naturalis, normas digesta. Sumptibus Sociorum Treuttel et Würtz, Parisii, p. 413
- Degen Á. 1901. Die Flora von Herculesbad, eine Vegetations-Skizze (29 pp.) Buchdruckerei-Actiengesellschaft Pallas, Budapest 11, 22.
- Didona, R. 1963. Cercetari palinologice referitoare la speciile de Crassulaceae spontane in R. P. R. *Acta Botanica Horti Bucurestiensis*, 1961-1962; 423-433.
- Dimitrijević, D., Šinžar-Sekulić, J., Randelović, V. & Lakušić, D. 2011. The nature of the variability of the morphological characteristics of the taxon *Jovibarba heuffelii* (Schott) Löve & D. Löve (Crassulaceae) in Serbia. *Biologica Nyssana* 2: 7-18.

- Dobzhansky T. H. 1970. Genetics of the evolutionary process. Columbia University Press, New York, USA.
- Domin, K. 1932. *Sempervivum* sub-genus *Jovisbarba* Koch. *Bulletin International del'Académie des Sciences de Bohême*, Prague 33 : 121-128.
- Domin, K. 1933. Podrod *Jovisbarba* Koch rodu *Sempervivum* L. Rozpravy České Akademie Ved, Trída 2, Vedy Matematicko–Přirodovední 42/29: 1–36 + 3 Tab. (+ English summary of the Czech text: 1–9 + 3 Tab.).
- Đorđević, P. 1890. Putovanja nastavnika i učenika. *Nastavnik*. 1(1-6): 236.
- Eggl, U. & Nyffeler, R. 1992. *Jovibarba*, a long story with a happy end. *Botanica Helvetica* 102(2): 171-173.
- Ehleringer, J. & Mooney, H.A. 1978. Leaf pubescence: effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Oecologia*, 37: 183–200.
- Ehleringer, J. & Werk K.S. 1986. Modifications of solar-radiation absorption patterns and implications for carbon gain at the leaf level. In: Givnish, T.J. (ed.) On the economy of plant form and function. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 57–81.
- Ehleringer, J. 1976. Leaf pubescence: effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Science* 192: 376–377
- Ellison, A.M., Buckley, L.H., Miller, E.T. & Gotelli J.N. 2004. Morphological variation in *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae): Geographic, environmental and taxonomic correlates. *American Journal of Botany* 91(11): 1930-1935.
- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Fahn, A. 1949. Studies in the ecology of nectar secretion. *Palest. J. Bot. Jerusalem* 4, 207-224.
- Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D. & Alsdorf, D., 2007. The shuttle radar topography mission. *Reviews of geophysics*, 45(2): RG2004. 10.1029/2005RG000183
- Favarger, C., A.M. Maeder & F. Zesiger 1968. Hybrides interspecifiques et intergénériques chez les joubarbes. *Arch. Jul. Klaus. Stif. für Vererbungsforschung* 43:18-30.
- Favarger & Zésiger 1964. *Sempervivum* L. In: Tutin T.G. Heywood V. H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A (Eds.) *Flora Europea* ED 1, 1: 352-355. Cambridge University Press, Cambridge.

- Formanek, E. 1891. Beitrag zur Flora von Serbien, Mazedonien und Thessalien. Deutsche botan. Monatssch. 9 (4-5): 63-76.
- Fowler, J., L. Cohen, Ph. Jarvis, 1998. *Practical statistics for field biology*, 2. ed. J. Willey and sons, Chichester-New York-Weinheim-Brisbane-Singapore-Toronto.
- Fritsch, K., Ritter, R. 1911. Neue Beiträge zur Flora der Balkanhalbinsel, insbesondere Serbiens, Bosniens und der Heryegowina. Mitteilungen; Naturwissenschaftlichen vereines, Graz 14, 10-218.
- Fuss, M. 1857. Zur Flora Siebenburgens. *Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt* 8: 170–173. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/42661>
- Gajić, M. 1972. Rod *Sempervivum* L. (Genus *Sempervivum* L.) In: Josifovic M. (ed.) *Flora SR Srbije (Flora of Serbia)* 4. Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, Beograd, pp. 213-221.
- Grisebach, A. & Schenk, A. 1852. Iter Hungaricum anno 1852, susceptum, Beiträge zur Systematik der ungarischen Flora. *Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte* 18(1): 291–362. <https://archive.org/details/archivfnaturg1801berl>
- Gulyas, S. 1967. Zusammenhang zwischen Struktur und Produktion in den Nektarien einiger *Lamium*-Arten. *Acta biol. Szeged (N.S.)* 13, 1-10.
- Halácsy, E. 1901. *Conspectus florum Graeciae* 1, G. Engelmann, Lipsiae, 825 pp. <http://bibdigital.rjb.csic.es/ing/Libro.php?Libro=2290>
- Ham, R.C.H.J. & t Hart, H. 1998. Phylogenetic relationships in the Crassulaceae inferred from chloroplast DNA restriction-site variation. *American Journal of Botany* 85:, 123-134.
- Hart, H. 't & Eggli, U. (Eds.) 1995. Evolution and systematics of the Crassulaceae. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Hart, H. 't, & Berendsen, W. 1980. Ornamentation of the testa in *Sedum* (Crassulaceae). *Plant. Systematic and. Evolution*. 135: 107-117.
- Hart, H.'t Bleij, B. & Zonneveld, B.J.M. 2003. *Sempervivum*. In: Eggli, U. (Ed.) *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 332–349.
- Hart, H.'t 1995. Classification of the Crassulaceae. In: t'Hart H., Eggli U. (Eds.), Evolution and Systematics of the Crassulaceae. Leiden: Backhuys, pp. 159-172.

- Herrera, M.C. 1990. The adaptedness of the floral phenotype in a relict endemic, hawkmoth-pollinated violet. 2. Patterns of variation among disjunct populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 40: 275-291.
- Hideux, M. 1979. Le pollen donnees nouvelles de la microscopie electronique et de l'informatique structure du sporoderme des Rosidae-saxifragales etude comparative et dynamique. Agence de cooperation culturelle et technique. Paris. 122p.
- Hideux, M. 1981. Le pollen. Donnees nouvelles de la microscope electronique et de l'informatique. Agence de Cooperation Culturelle et Tehcnique, Paris.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hijmans, R.J., Guarino, L. & Mathur, P. 2012. DIVA-GIS Version 7.5. <http://www.diva-gis.org/>
- Holub, J. & Pouzar, Z. 1967. A nomenclatural analysis of the generic names of Phanerogams proposed by F. M. Opiz in his Seznam Rostlin Kveteny Ceske. *Folia Geobot. Phytotax.* 2: 397 et seq. (Jovibarba: pp. 408-409).
- Horak, O. 1971. *Vergleichende Untersuchungen zum Mineralstoffwechsel der Pflanze*. Ph.D. thesis, University of Vienna, Austria.
- Hovenden, M.J. & Vander Schoor J.K. 2004. Nature vs nurture in the leaf morphology of Southern beech, *Nothofagus cunninghamii* (Nothofagaceae). *New Phytologist* 161: 585–594.
- Huber, J. A. 1957. Die Gattung Sedum L. in ihren Beziehungen zu den uibrigen Gattungen der Crassulaceae. *Sukkulantenkunde* 6: 40-42.
- Jacobsen, H. 1954. *Sempervivum* L. In: *Handbuch der sukkulenten Pflanzen*, ed. G. Fischer, Jena, pp. 1003-1017 (in German).
- Jacobsen, H. 1960. A handbook of succulent plants 3. Mesebryanthemums, Blandford, London, p. 1441.
- Jacobsen, H. 1974. *Lexicon of succulent plants*. Blandford, London.
- Jakovljević, K., Šinžar-Sekulić, J., Vukojičić, S., Kuzmanović, N. & Lakušić, D. 2013. Leaf anatomy of *Carex humilis* (Cyperaceae) from Central and South Eastern Europe. *Botanica Serbica* 37: 3-11. http://botanicaserbica.bio.bg.ac.rs/arhiva/pdf/2013_37_1_572_full.pdf

- Jalas, J., Suominen, J., Lampinen, R. & Kurtto, A. 1999. *Atlas Florae Europaeae, Distribution of Vascular Plants in Europe*, 12. *Resedeaceae to Platanaceae*. The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki, 250 pp.
- Jenny, H. 1980. *The soil resource: Origin and behavior. Ecological Studies*. Springer-Verlag, New York, 37: 377.
- Jordan, A. & Fourreau, J. 1868. Genus *Diopogon* Nobis, *Breviarium Plantarum Novarum* 2: 46-48.
- Jordanov, D. 1970. Nežit - *Jovibarba* Opiz In: Jordanov D. (ed.) *Flora na NR Bulgaria* 4 (*Flora of NR Bulgaria* 4), Sofia, pp. 643-644.
- Kartashova, N.N. 1965. Stroeniei funktsiya nektarnikov tsvetka dvudol'nykh rastenii. Izdatel'stvo Tomskogo Universiteta, Tomsk.
- Keeley, J.E. & Rundel, P.W. 2003. Evolution of CAM and C4 carbon concentrating mechanisms. *Int. J. Plant Sci.* 164: 55-77.
- Kinzel, H. & Berger, W. 1992. Comparative investigations on two different types of K/Ca metabolism: *Kalanchoe* and *Zea*. *Phyton* 31: 307-321.
- Kinzel, H. (Ed.) 1982. *Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 354 pp.
- Kitanov, B. 1948. Contribution à l'étude de la Flore d'Albanie de l'Est. *Annuaire de la Faculté de Philosophie de l'Université de Skopje. Section des Sciences naturelles* 1: 176–213.
- Klein, J.T., & Kadereit, J.W. 2015. Phylogeny, Biogeography, and Evolution of Edaphic Association in the European Oreophytes *Sempervivum* and *Jovibarba* (Crassulaceae). *International Journal of Plant Sciences*, 176(1): 000-000.
- Knapp, U. 1994. Skulptur der Schamenschale und Gliederung der Crassulaceae. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 116: 157-187.
- Koch, G.D.J. 1843. *Synopsis Florae Germanicae et Helveticae*. Ed. 2. Leipzig: Gebhardt & Reisland/Frankfurt: F. Wilmans.
- Koch, W.D.J. 1837. *Synopsis florae Germanicae et Helveticae*. Francofurti ad Moenum F. Wilmans pp.912
- Körner, C., Bannister, P. & Mark, A.F. 1986. Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. *Oecologia* 69: 577–588.

- Körner, C., Neumayer, M., Menendez-Riedl, S. & Smeets-Scheel, A. 1989. Functional morphology of mountain plants. *Flora* 182: 353–383.
- Körner, C. 1999. Alpine plant life. Germany: Springer-Verlag, Berlin.
- Kotschy, T. 1853. Beiträge zur Kenntniss des Alpenlandes in Siebenbürgen. *Verhandlungen des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien* 3 (Abhandlungen): 57–69, 130–140, 271–276. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/86007>
- Kruckeberg, A.R. 1984. *Californian serpentines: flora, vegetation, geology, soils and management problems*. University of California Press, California, 180 pp.
- Kučera, J., Marhold, K. & Lihová, J. 2010. *Cardamine maritima* group (Brassicaceae) in the amphi-Adriatic area: A hotspot of species diversity revealed by DNA sequences and morphological variation. *Taxon* 59(1): 148-164.
- Kuzmanović, N., Comanescu, P., Paun, O., Frajman, B., Schönswetter, P., Lazarević, M., Paun, O., Schönswetter, P. & Lakušić, D. 2013. Genetic, cytologic and morphologic differentiation within the Balkan- Carpathian *Sesleria rigida* sensu Fl. Eur. (Poaceae), a taxonomically intricate tetraploid octoploid complex. *Taxon* 62(3): 458-472. <http://dx.doi.org/10.12705/623.13>
- Kuzmanović, N., Šinžar-Sekulić, J. & Lakušić, D. 2011. Ecologically Determined Variation in Leaf Anatomical Traits of *Sesleria rigida* (Poaceae) in Serbia – Multivariate Morphometric Evidence. *Folia Geobotanica* 47: 41-57. DOI: 10.1007/s12224-011-9104-y
- Lakušić, D., Blaženčić, J., Randelović, V., Butorac, B., Vukojičić, S., Zlatković, B. Jovanović, S., Šinžar-Sekulić, J., Žukovec, D., Čalić, I. & Pavićević, D. 2005. *Staništa Srbije – Priručnik sa opisima i opštim podacima. (Habitats of Serbia - Handbook with descriptions and basic data)*. Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Uprava za zaštitu životne sredine, Institut za Botaniku i Botanička bašta "Jevremovac", Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 684 pp. http://habitat.bio.bg.ac.rs/doc/stanista_srbije/632%20Prirucnik.pdf (accessed: 28 October 2014)
- Lakušić, D., Liber Z., Nikolić, T., Surina, B., Kovačić, S., Bogdanović S. & Stefanović S. 2013a. Molecular phylogeny of *Campanula pyramidalis* species complex

- (Campanulaceae) inferred from chloroplast and nuclear non-coding sequences and its taxonomic implications. *Taxon* 62(3): 505-524. <http://dx.doi.org/10.12705/623.1>
- Lakušić, D., Niketić, M. 1988. Novi podaci o rasprostranjenju biljaka u Srbiji. Zbornik radova, Prvih deset godina BID Josif Pančić, Biološko istraživačko društvo Josif Pančić, PMF, Beograd 43-57.
- Lakušić, D., Niketić, M., Rakić, T. & Stevanović, V. 2013b. *Edraianthus canescens* (Campanulaceae), a new species from the Central Balkan Peninsula. *Phytotaxa* 118(1): 22-28. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.118.1.3>
- Legendre P. & Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*, 2nd edition. Elsevier, Amsterdam.
- Lehmann, C.B. & Schnittspahn, G. 1856. Flora Regensburg (Ratisbonne) pp. 449.
- Letz, R. & Marhold, K. 1998. Multivariate morphometric study of the *Sempervivum montanum* group (Crassulaceae) in the West Carpathians. *Phyton (Horn, Austria)* 38(2): 323-336.
- Letz, R. 1998. Selected problems of taxonomic differentiation of the genera *Sempervivum* and *Jovibarba* in Europe. (Vybrané Problémy Taxon. Difer. rodov Semp. a Jovib. v Európe) Komenský University, Faculty of Natural Sciences, Bratislava, Slovakia, PhD Thesis pp. 184.
- Letz, D.R. 2009. A new species of the *Sempervivum marmoreum* group in Central Europe. *Preslia* 81: 293–308. <http://www.preslia.cz/P093Letz.pdf>
- Lihova, J., Kudoh, H. & Marhold, K. 2010. Morphometric studies of polyploid *Cardamine* species (Brassicaceae) from Japan: solving a long-standing taxonomic and nomenclatural controversy. *Australian Systematic Botany* 23: 94-111.
- Lippert, W. 1995. *Jovibarba* Opiz. In: Hegi, G. (ed.: Weber, H.E.) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* 4/2a, Ed. 3, Blackwell Wissenschafts–Verlag, Berlin, pp. 91–97.
- Loew, O. & May, D.W. 1901. Relation of Lime and Magnesia to Plant Growth: I. Liming of Soils from Physiological Standpoint; II. Experimental Study of Relation of Lime Andmagnesia to Plant Growth. US Government Printing Office.
- Losos, J. B. & Glor, R. E. 2003. Phylogenetic comparative methods and the geography of speciation. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 220–227.
- Lüttge, U. 2004. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Annals of Botany* 93: 629-652.
- Maly, J.C. 1848. Enumeratio plantarum phanerogamicarum impersii austriaci universi. Wien: Braumüller & Seidel.

- Marković, J. 1970. Geografske oblasti Socijalističke federativne republike Jugoslavije. Zavod za izdavanje udžbenika i nastavna sredstva Srbije, Beograd.
- Marhold, K. 2011. *Crassulaceae*. In: Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/> (accessed 2nd January 2014).
- Mauritzon, J. 1993. Studien über die Embryologie der Familien Crassulaceae und Saxifragaceae. Hakand Ohlsons, Lund.
- Mayuzumi, S. & Ohba, H. 2004. The phylogenetic position of Eastern Asian *Sedoidea* (Crassulaceae) inferred from chloroplast and nuclear DNA sequences. *Systematic Botany*, 29: 587-598.
- McGarigal, K., Cushman, S. & Stafford, S. 2000. *Multivariate statistics for Wildlife and Ecology research*. Springer Verl., New-York-Berlin.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, D.L., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Marhold, K., Prado, J., Proud'Homme van Reine, W.F., Smith, J.F. & Wiersema, J.H. (Eds.) 2012. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code): Adopted by the Eighteenth International Botanical Congress, Melbourne, Australia, July 2011. *Regnum Vegetabile* 154: 1–208. <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>
- Medrano, M., Castellanos, M. C. & Herrera, C. M. 2006. *Comparative floral and vegetative differentiation between two European Aquilegia taxa along a narrow contact zone*. Plant Systematic and Evolution 262 (3-4): 209-224.
- Mereda, P., Hodalova, I., Kučera, J., Zozomová-Lihová, J., Letz, D.R. & Slovák, M. 2011. Genetic and morphological variation in *Viola suavis* s.l. (Violaceae) in the western Balkan peninsula: Two endemic subspecies revealed. *Systematics and Biodiversity* 9 211-231. DOI: 10.1080/14772000.2011.603903
- Mertens F.C. & Koch, W.D.J. 1831. Sectio *Jovisbarba* Mertens & Koch in J. C. Röhlings Deutschlands Flora 3 F. Wilmans- Frankfurt am Main, p.389.
- Meusel, H., Jäger, E. & Weinert, E. 1965. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Karten*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 258 pp.
- Meusel, H., Jäger, E. & Weinert, E. 1978. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora «2». Karten. Gustav Fischer, Jena.

- Meusel, H., Jäger, E. 1992. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora 3. Karten, Literatur, Register. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, New York.
- Micevski, K. 1998. *Jovibarba* Opiz In: Micevski K. (Ed.) *Flora na Republika Makedonija 1(4)* (*Flora of Republic of Macedonia 1(4)*). Makedonska akademija na naukite i umetnostite, Skopje, pp. 1049-1050.
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Mort, E.M, Soltis, E.D., Soltis, S.P. Francisko-Ortega, J. & Arnoldo Santos-Guerra, A. 2001. Phylogenetic relationships and evolution of Crassulaceae inferred from *MATK* sequence data. *American Journal of Botany* 88(1): 76–91.
- Mort, M.E., O'Leary, T.R., Carrillo-Reyes, P., Nowell, T.L., Archibald, J.K. & Randle, C.P. 2010. Phylogeny and evolution of Crassulaceae: Past, present, and future. *Phylogenie und Evolution der Crassulaceae: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Schumannia* 6: 69-86.
- Mort, M.E., Soltis, D.E., Soltis, P.S., Francisco-Ortega, J. & Santos-Guerra, A. 2002. Phylogenetics and evolution of the Macaronesian clade of Crassulaceae inferred from nuclear and chloroplast sequence data. *Systematic Botany* 27: 271-288. <http://www.jstor.org/stable/3093871>
- Müssel, H. 1977. *Jovibarba* (syn. *Diopogon*). In: *Sempervivum und Jovibarba, Versuch einer systematischen Darstellung*, 18-20. Institut für Stauden, Gehölze und angewandte Pflanzensoziologie, Druck und Verlag Peter Weiz, Freising.
- Nepii, M. 2007. Nectary structure and ultrastructure In: *Nectaries and Nectar* (Eds. S.W. Nicolson, M. Nepi & E. Pacini), 129-166. Springer, Dordriht.
- Ničić, Đ. 1894. Građa za floru okoline Vranje. *Nastavnik* 5 (1-6): 33-78.
- Nikolić, D., Kuzmanović, N., Walter, J., Lakušić, D., Randelović, V. & R. Letz 2014. Lectotypification of some names in the *Jovibarba heuffelii* group (Crassulaceae). *Phytotaxa* 174 (4): 206-222. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.174.4.2>
- Nobel, P.S.1999. Physiochemical and environmental plantphysiology. Academic Press, San Diego.
- Nunez-Farfan J. & Schlichting C.D. 2001. Evolution in changing environments: the “synthetic” work of Clausen, Keck, and Hiesey. *The Quarterly Review of Biology* 76(4): 433-457.

- Nyman, C.F. 1879. s. *Jovisbarbae* (gen. *Diopogon* Jord.Four.) in Conspectus florae europaeae: seu Enumeratio methodica plantarum phanerogamarum Europae indigenarum, indicatio distributionis geographicae singularum etc. Örebro Sueciae :typis officinae Bohlinianae, p. 260
- Opiz, F.M. 1852. *Seznam rostlin květeny české*. Řivnáč, Praha. 216 pp.
- Osmond, C.B., Ziegler, H., Stichler, W. & Trimborn, P. 1975. Carbon isotope discrimination in alpine succulent plants supposed to be capable of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Oecologia* 18: 209-217.
- Ostashenko-Koodryavzeva, A. 1928. Effect of the air-humidity upon the nectar secretion of plants. *Opuitnaya Paseka* 326-410 (In Russian).
- Pančić, J. 1867. Botanische Ergebnisse einer i. J. 1866 unternommenen Reise in Serbien. Von Prof. Dr. Jos. Pančić (Aus einem Schreiben, mitgetheilt von V. Janka). *Österreichische Botanische Zeitschrift* 17: 166–173. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/36420>
- Pančić, J. 1874. Flora Kneževine Srbije ili vaskularne biljke, koje u Srbiji divlje rastu. Flora Principatus Serbiae. Državna štamparija, Beograd, 798 pp.
- Pančić, J. 1883. Građa za Floru Kneževine Bugarske. *Glasnik Srpskog učenog društva* 53: 161–231.
- Parnell, J. & Favarger, C. 1990. Notes on *Sempervivum* L. and *Jovibarba* Opiz. In: Chater, A. O. (ed.), *Flora Europaea: Notulae systematicae ad Floram Europaeam spectantes*. Series 2. No. 3. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 103: 215-220.
- Parkhurst, D.F. & Loucks, O.J. 1972. Optimal leaf size in relation to the environment. *Journal of Ecology* 60: 505–537.
- Parnell, J. 1991. Pollen morphology of *Jovibarba* and *Sempervivum*. *Kew Bulletin* 46: 733-738.
- Parnell, J. & Favarger, C. 1993. *Jovibarba* Opiz In: *Flora europaea 1 (Psilotaceae to Platanaceae) Second edition*. (Eds. T. G. Tutin, N. A. Burges, A. O. Chater, J. R. Edmondson, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb), 428–429. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Petanidou, T., Goethals, V. & Smets, E. 2000. Nectary structure of Labiatae in relation to their nectar secretion and characteristics in a Mediterranean shrub community: does flowering time matter? *Plant Systematic and Evolution* 225: 103–118.
- Petrović, S. 1882. *Sempervivum* L. In: *Flora okoline Niša*. Kraljevsko-srpska državna štamparija, Beograd pp. 340-342.

- Picotte, J.J., Rosenthal, D.M., Rhode, J.M. & Cruzan, M.B. 2007. Plastic responses to temporal variation in moisture availability: consequences for water use efficiency and plant performance. *Oecologia* 153: 821–832.
- Praeger, L.R. 1932. An Account of the Sempervivum group. The Royal Horticultural Society, London, 265 pp.
- Quinn, G. P. & Keough, M. J., 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge Univ. Press., Cambridge.
- Rakić, T., Živković, I., Šinžar-Sekulić, J., Stevanović, B., Stevanović, V. & Lakušić, D. 2012. Morphological variation of *Edraianthus graminifolius* complex (Campanulaceae) from the Balkan Peninsula – evidence from multivariate statistical analysis. *Flora* 207: 354–364.
- Randelović, N. 1980. Subalpska vegetacija stena na planinama jugoistočne Srbije. *Ekologija*, Beograd 15 (1): 53–60.
- Randelović, N., Rexhepi, F. 1984. Livadska i pašnjačka vegetacija Koritnika. - Bilten Društva ekologa Bosne i Hercegovine, (III Kongres ekologa Jugoslavije, Sarajevo 1984, Radovi i rezimea 1) B2 (1): 271–274.
- Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer, translated into English by H. G. Carter, A. G. Transley and Miss Fausboll. - Clarendon, London.
- Răvăruț, M., 1953. *Crassulaceae*. In: Săvulescu, T. (ed.) - *Flora RPR*, 4, Ed. Acad., București, 71–72.
- Reuter, H.I., Nelson, A. & Jarvis, A. 2007. An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data. *International Journal of Geographical Information Science* 21(9): 983–1008.
- Riedl, H. & Riedl-Dorn, C. 1988. Heinrich Wilhelm Schott's botanical collections at the Vienna Natural History Museum (W). *Taxon* 37(4): 846–854.
- Riedl, H. 1965. Heinrich Wilhelm Schott (1794–1865). *Taxon* 14(7): 209–213.
- Ritter-Studnička, H. 1963. Biljni pokrov na serpentinima u Bosni. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu* 16, 91–204.
- Ritter-Studnička, H. 1968. Die Serpentinomorphosen der Flora Bosniens. *Bot. Jahrb.* 88: 443–465.

- Roderick, M.L., Berry S.L. & Noble I.R. 2000. A framework for understanding the relationship between environment and vegetation based on the surface area to volume ratio of leaves. *Functional Ecology* 14: 423–437.
- Rudski, I. 1949. Ekскурzija na Žljeb i Moku planinu, 22 juni - 19 juli 1932. Prirodnjački muzej srpske zemlje [Posebno izdanje] 23, 1-65.
- Rössner, H. & Popp, M. 1986. Ionic patterns in some *Crassulaceae* from Austrian habitats. *Flora* 178: 1-10.
- Schennum, W. E. & Willey, R. B., 1979. A geographical analysis of quantitative morphological variation in the grasshopper *Arphia conspersa*. *Evolution*, 33: 64-84.
- Schlichting, C. & Pigliucci, M. 1998. Phenotypic Evolution: A Reaction Norm Perspective, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, 387 pp.
- Schott, H. W. 1852. Drei österreichische Semperviva. *Österreichisches botanisches Wochenblatt* 2: 18. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/89855>
- Schott, H.W. 1853. Österreichische Semperviva. *Österreichisches botanisches Wochenblatt* 3: 12–13, 19–20, 28–30. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/37234>
- Schuepp, P.H. 1993. Tansley review No. 59 leaf boundary layers. *New Phytologist*, 125: 477–507.
- Schur, F. 1853. Sertum Florae Transsilvaniae. *Verhandlungen und Mittheilungen des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt* 4 (Anhang): 1–94. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/42660>
- Schur, F. 1866. Enumeratio Plantarum Transsilvaniae. G. Braumüller, Vindobonae, 984 pp. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.9958>
- Sims, J. 1812. *Sempervivum soboliferum*. Chicken Housee–Leek. *Curtis's Botanical Magazine* 35: tab. 1457. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/91677>
- Šinko, M., Uher, J. & Čechova, J. 2013. Fylogenetické vztahy u netřesků (*Sempervivum* L., *Jovibarba* Opiz) a jim blízkých rozchodníků (*Petrosedum* Grulich) ve světle molekulárních dat z AFLP analýzy. (Phylogenetic relationships of the genera *Sempervivum* L., *Jovibarba* Opiz and *Petrosedum* Grulich, inferred from AFLP analysis). *Acta Pruhoniciana* 103 (1): 109-119. ISSN 0374-5651
- Slatkin, M. 1987. Gene flow and the genetic structure of natural populations. *Science* 236: 787–792.

- Smith, M.C. 1979. Houseleeks. *Quarterly Bulletin of the Alpine Garden Society* 47(1), pp. 72-81.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*, 3. ed. W. H. Freeman and Company, New York.
- Speta, F. 1994. *Leben und Werk von Ferdinand Schur*. Kataloge des OÖ Landesmuseums, Neue Folge 75 (Stampfia 32), Linz. 334 pp.
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. 1976. *Taxonomic literature* 1. Ed. 2. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1136 pp. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/103414>
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. 1985. *Taxonomic literature* 5. Ed. 2. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1066 pp.
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. 1986. *Taxonomic literature* 6. Ed. 2. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 926 pp. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.48631>
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. 1979. *Taxonomic literature* 2. Ed. 2. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 991 pp. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.48631>
- StatSoft 1996. STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 5.1. StatSoft Inc., Tulsa. www.statsoft.com.
- Stevanović, V. 1992a. Klasifikacija životnih formi biljaka u flori Srbije. In: Sarić, M. R. (Ed.). Flora Srbije 1 (2nd Edition): 37-49. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- Stevanović, V. 1992b. Floristička podela teritorije Srbije sa pregledom viših horiona i odgovarajućih flornih elemenata. In: Sarić, M. R. (Ed.). Flora Srbije 1: 47-56. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd.
- Stevanović, M.B. & Janković, M.M. 2001. Ekologija biljaka sa osnovama fiziološke ekologije biljaka. NNK International, Beograd, 514 pp.
- Stevanović, V. 1996. Analysis of the Central European and Mediterranean orophytic element on the mountains of the W. and Central Balkan Peninsula, with special reference to endemics. *Bocconea* 5: 77-97. 1996. ISSN 1120-4060.
- Stevanović, V. 1999. Crvena knjiga flore Srbije 1. Iščezli i krajnje ugroženi taksoni. Ministarstvo za životnu sredinu Republike Srbije, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode, Beograd.
- Stevens, J.F. 1995a. The systematic and evolutionary significance of phytochemical variation in the Eurasian Sedoideae and Sempervivoideae (Crassulaceae). Ph.D. Thesis, Groningen University.

- Stevens, J.F. 1995b. Chemotaxonomy of the Eurasian Sedoideae and Sempervivoideae In: 't Hart, H. & Eggli, U. (Eds.), *Evolution and systematics of the Crassulaceae*, 45-75. Backhuys Publishers, Leiden.
- Stevens, J.F., 't Hart H., Van Ham, R.C.H.J., Elema, E.T., Ent, M. M., Van Den, V. X., Wildeboer, M. & Zwaving, J.H. 1995. Distribution of alkaloids and tannins in the Crassulaceae. *Biochemical Systematics and Ecology* 23: 157-165.
- Stevens, JF, 't Hart, H., Elema, E.T., Bolck, A. 1996. Flavonoid variation in Eurasian *Sedum* and *Sempervivum*. *Phytochemistry* 41: 503-512.
- Surina, B., Rakić, T., Stefanović, S., Stevanović, V. & Lakušić, D. 2009. One New Species of the Genus *Edraianthus*, and a Change in Taxonomic Status for *Edraianthus serpyllifolius* f. *pilosulus* (Campanulaceae) from the Balkan Peninsula. *Systematic Botany* 34(3): 602-608. <http://www.jstor.org/stable/40540484>
- Szujkó-Lacza, J. 1975. What happened with Schott's Herbarium. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 67: 57-59.
- Tabachnik, B.G. & Fidell, L.S. 2007. Using multivariate statistics (5th edn.) Boston: pearson Education
- Takhtajan, A. 1987. Sistema magnoliofitov (The System of Magnoliophytes). Leningrad: Nauka.
- Takhtajan, A. 1997. Diversity and Classification of Flowering Plants. N.Y. Columbia Univ. Press.
- Tatić, B., Atanacković, B., Krivošej, Z. 1994. Vegetacija - Otisak iz monografije "Šarplaninske župe Gora, Opolje i Sredska - Odlike prirodne sredine". Posebna izdanja Srpske Akad. nauka I umet. Geog. Inst. "Jovan Cvijić", Beograd, pp. 239-258.
- Timischl, W. 2000. Biostatistik, 2. Aufl. Springer Verl., Wien-New York.
- Thiede, J. & Eggli, U. 2007. Crassulaceae. In: The Families and Genera of Vascular Plants 9 (Ed. Kubitzki, K.) Springer Berlin Heidelberg, pp. 83-118.
- Thiers, B. 2014. Continuously updated. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed: 2 January 2014)
- Thompson, J. D. 1991. Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change. *Trends in Ecology and Evolution* 6: 246-249.

- Thorne, R.F. 2000. The classification and geography of the flowering plants: Dicotyledons of the class Angiospermae (Subclasses Magnoliidae, Ranunculidae, Caryophyllidae, Dilleniidae, Rosidae, Asteridae, and Lamiidae). *Bot. Rev.* 66: 441-647.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Midgley, G., Laverigne, S. & Rebelo, T. 2004. Relating plant traits and species distributions along bioclimatic gradients for 88 *Leucadendron* taxa. *Ecology* 85: 1688–1699.
- Tomović, G. & Vukojević, S. 1997. Prilog vaskularnoj flori planine Javor (JZ Srbija, Jugoslavija). Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 31, 35-41.
- Topalov, K., Mort, M.E., Neeff, P., Lakušić, D. & Zlatković B. 2006. Preliminary phylogenetic analyses of *Sempervivum* (Crassulaceae) inferred from DNA sequence data. Botany, Systematics Section / ASPT1
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., & Webb, D.A. (Eds.) 1964. Flora Europaea, vol 1 Lycopodiaceae to Platanaceae. Cambridge University Press, 464 pp.
- Uhl, H.C. 1961. The Chromosomes of the Sempervivoideae (Crassulaceae). *American Journal of Botany* 48(2): 114-123.
- Urumov, I. K. 1935. Florata na Kjustendilskija okrąg. Sbornik na Blg. Akademija na naukite, Sofija.
- Van Ham, R.C.H.J. 1994. Phylogenetic implications of chloroplast DNA variation in the Crassulaceae. Ph.D. Thesis, Utrecht University.
- Van Ham, R.C.H.J., & 't Hart, H. 1998. Phylogenetic relationships in the Crassulaceae inferred from chloroplast DNA restriction-site variation. *Am. J. Bot.* 8: 123–134.
- Vandas, C. 1909. Reliquiae Formánekianae. Enumeratio critica plantarum vascularium, quam itineribus in Haemo peninsula et Asia Minore (Bythinia) factis collegit Dr. Ed. Formánek. - Jos. Lelínek. Brunae [Brno] VI + 612 + XXXIII pp.
- Vlamis, J. & Jenny, H. 1948. Calcium deficiency in serpentine soils as revealed by adsorbent technique. *Science*, 107: 549-549.
- Válev, S. (1970). Nežit- *Jovibarba* Opiz, In: Flora na Narodna Republika Bălgarija, 4 (Ed. D. Jordanov), 643-644. Izdatel'stvo na Bălgarskata Akademija na Naukite, Sofija.
- Wale, R.S. 1940. Semperviva of the Balkan peninsula. *Quarterly Bulletin of the Alpine Garden Society of Great Britain* 8: 200–218.

- Walker, R.B. 1954. Factors affecting plant growth on serpentine soils, In: Whittaker, R.H., (ed.), The Ecology of Serpentine Soils. *Ecology* 35(2): 259-266.
- Webb, D.A. 1963. Crassulaceae. In: Heywood V. H. ([ed.]): Notulae systematicae ad Floram Europaeam spectantes. No. 2. Feddes Repert. 68: 197.
- Webb, P. B. & Berthelot, S. 1841. Histoire naturelle des Iles Canaries 3(2). Phytographiacanariensis 1. Paris
- Willdenow, C. L. 1809. *Enumeratio plantarum Horti Regii Botanici Berolinensis*. Tabernaria libraria Scholae realis, Berolini, 1099 pp.
- Wright S. 1931. Evolution in mendelian populations. *Genetics* 16: 97–159.
- Zander, E. 1927. "Das Leben der Biene," 2nd ed. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Zonneveld, B.J.M. 2005. *Jovibarba* of *Sempervivum*, dat is de vraag. *Succulenta* (NL) 84: 208-216.
- Zotz, G., Hietz, P. & Schmidt, G. 2001. Small plants, large plants: the importance of plant size for the physiological ecology of vascular epiphytes. *Journal of Experimental Botany* 52: 2051-2056.

8. PRILOZI

Tabela 1. Rezultati testova Kolmogorov-Smirnov (K-S), Lilliefors i Shapiro-Wilk (W) za proveru normalnosti distribucije morfoloških karaktera populacija vrste *J. heuffeli*

Karakteristi	max D	K-S	Lilliefors	W	p
Prečnik rozete	0,057	p > .20	p < .05	0,965	0,000
Broj listova u rozeti	0,076	p < .10	p < .01	0,982	0,001
Dužina najvećeg lista rozete	0,085	p < .05	p < .01	0,951	0,000
Širina najvećeg lista rozete	0,091	p < .05	p < .01	0,965	0,000
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	0,127	p < .01	p < .01	0,737	0,000
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	0,066	p < .20	p < .01	0,960	0,000
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,066	p < .20	p < .01	0,979	0,000
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,133	p < .01	p < .01	0,912	0,000
Visina stabla do najniže cvetne grane	0,067	p < .15	p < .01	0,986	0,007
Broj listova na stablu	0,074	p < .10	p < .01	0,990	0,030
Dužina srednjeg lista stabla	0,061	p > .20	p < .01	0,967	0,000
Širina srednjeg lista stabla	0,051	p > .20	p < .10	0,993	0,149
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	0,046	p > .20	p < .15	0,978	0,000
Dužina čašičnog listića	0,063	p < .20	p < .01	0,976	0,000
Širina čašičnog listića	0,031	p > .20	p > .20	0,997	0,762
Dužina kruničnog listića	0,048	p > .20	p < .10	0,993	0,203
Širina kruničnog listića	0,050	p > .20	p < .10	0,993	0,171
Dužina najdužeg prašničkog konca	0,028	p > .20	p > .20	0,998	0,940
Visina plodnika	0,046	p > .20	p < .15	0,972	0,000
Visina stubića	0,056	p > .20	p < .05	0,989	0,021
Visina centralnog zubića	0,050	p > .20	p < .10	0,991	0,051
Visina bočnog zubića	0,056	p > .20	p < .05	0,990	0,036
Visina ploda	0,051	p > .20	p < .10	0,996	0,662
Širina ploda	0,061	p > .20	p < .01	0,994	0,344
Dužina kljuna	0,077	p < .10	p < .01	0,987	0,008
Broj cvetnih grana	0,201	p < .01	p < .01	0,848	0,000
Broj cvetova u fazi plodonošenja	0,090	p < .05	p < .01	0,920	0,000
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	0,133	p < .01	p < .01	0,931	0,000
Dužina semena	0,053	p > .20	p < .10	0,990	0,063
Širina semena	0,061	p > .20	p < .05	0,993	0,199
Širina centralnog rebra	0,319	p < .01	p < .01	0,521	0,000
Širina nektarije	0,036	p > .20	p > .20	0,995	0,425
Visina nektarije	0,059	p > .20	p < .05	0,991	0,052
Ugao između nektarije i karpela	0,092	p < .05	p < .01	0,943	0,000

Tabela 2. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije RO-Domogled

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	62,15	59,15	39,50	94,00	14,53	23,38
Broj listova u rozeti	33,25	33,00	24,00	48,00	6,16	18,54
Dužina najvećeg lista rozete	49,39	46,41	38,28	73,80	9,79	19,83
Širina najvećeg lista rozete	16,10	16,64	10,69	21,54	2,76	17,14
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	12,08	12,07	8,45	15,69	2,02	16,71
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,32	1,31	0,72	1,96	0,34	25,56
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,77	0,79	0,55	1,00	0,13	16,49
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,12	0,12	0,04	0,21	0,05	38,54
Visina stabla do najniže cvetne grane	202,50	195,00	110,00	290,00	51,49	25,43
Broj listova na stablu	22,00	22,00	15,00	31,00	4,51	20,49
Dužina srednjeg lista stabla	29,59	29,06	21,21	40,91	4,67	15,77
Širina srednjeg lista stabla	11,14	11,04	7,59	15,21	1,98	17,75
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	18,45	17,93	12,59	25,35	4,15	22,47
Dužina čašičnog listića	5,01	4,97	4,39	6,41	0,48	9,54
Širina čašičnog listića	2,15	2,15	1,87	2,45	0,18	8,28
Dužina kruničnog listića	9,23	9,06	8,48	10,29	0,56	6,11
Širina kruničnog listića	3,14	3,09	2,50	3,71	0,32	10,16
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,63	5,59	4,63	6,43	0,45	7,98
Visina plodnika	4,05	4,08	3,03	4,63	0,38	9,45
Visina stubića	1,69	1,70	1,48	2,08	0,13	7,81
Visina centralnog zubića	0,45	0,47	0,29	0,66	0,09	20,26
Visina bočnog zubića	0,23	0,22	0,16	0,38	0,05	22,59
Visina ploda	2,41	2,41	2,12	2,71	0,15	6,32
Širina ploda	1,77	1,79	1,51	1,96	0,11	6,26
Dužina kljuna	1,89	1,88	1,57	2,22	0,18	9,34
Broj cvetnih grana	6,20	6,00	5,00	12,00	1,67	26,99
Broj cvetova u fazi plodonošenja	47,95	40,00	20,00	142,00	26,76	55,81
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	28,93	35,00	1,50	60,00	21,67	74,92
Dužina semena	0,96	0,96	0,84	1,08	0,07	7,46
Širina semena	0,45	0,46	0,34	0,57	0,05	11,10
Širina centralnog rebra	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	12,49
Širina nektarije	0,76	0,76	0,54	0,96	0,11	14,88
Visina nektarije	0,43	0,43	0,23	0,56	0,09	19,81
Ugao između nektarije i karpele	34,92	32,62	26,83	51,17	6,76	19,36

Tabela 3. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Gradac

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	85,63	75,50	47,50	147,00	28,18	32,92
Broj listova u rozeti	30,57	30,00	23,00	43,00	5,18	16,95
Dužina najvećeg lista rozete	36,11	35,10	20,50	60,80	11,84	32,80
Širina najvećeg lista rozete	11,73	11,50	7,80	18,10	2,88	24,51
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	10,73	9,70	6,60	21,60	3,93	36,62
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,21	1,21	0,63	1,56	0,20	16,31
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,17	0,18	0,12	0,22	0,03	16,74
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,42	0,43	0,21	0,52	0,08	19,10
Visina stabla do najniže cvetne grane	229,52	230,00	140,00	350,00	57,31	24,97
Broj listova na stablu	23,86	24,00	16,00	33,00	4,35	18,24
Dužina srednjeg lista stabla	24,49	24,70	18,80	31,20	3,47	14,15
Širina srednjeg lista stabla	7,67	7,60	5,60	10,20	1,18	15,37
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	19,05	19,30	12,60	26,30	3,47	18,21
Dužina čašičnog listića	6,45	6,55	5,11	7,61	0,55	8,53
Širina čašičnog listića	2,42	2,41	2,10	2,85	0,21	8,88
Dužina kruničnog listića	9,80	9,75	8,64	11,33	0,76	7,73
Širina kruničnog listića	3,39	3,38	2,84	3,83	0,26	7,74
Dužina najdužeg prašničkog konca	6,48	6,52	5,18	7,87	0,56	8,69
Visina plodnika	4,66	4,67	4,00	5,33	0,35	7,53
Visina stubića	1,87	1,79	1,51	2,29	0,24	12,73
Visina centralnog zubića	0,79	0,76	0,53	1,15	0,16	19,80
Visina bočnog zubića	0,34	0,33	0,20	0,59	0,09	26,36
Visina ploda	2,83	2,77	2,55	3,26	0,18	6,36
Širina ploda	2,10	2,06	1,91	2,33	0,13	5,97
Dužina kljuna	1,57	1,54	1,30	1,98	0,17	11,02
Broj cvetnih grana	5,62	6,00	5,00	7,00	0,67	11,91
Broj cvetova u fazi plodonošenja	45,71	42,00	29,00	83,00	13,62	29,80
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	32,24	30,00	17,00	45,00	7,46	23,15
Dužina semena	1,01	0,99	0,94	1,19	0,06	6,08
Širina semena	0,52	0,52	0,47	0,59	0,03	6,01
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,03	0,04	0,00	11,63
Širina nektarije	0,67	0,66	0,46	0,87	0,10	15,42
Visina nektarije	0,51	0,53	0,27	0,64	0,10	19,38
Ugao između nektarije i karpele	21,34	19,81	11,53	36,29	7,91	37,08

Tabela 4. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Suvaja

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	76,69	73,15	42,00	140,00	25,68	33,49
Broj listova u rozeti	25,45	26,00	16,00	36,00	5,32	20,89
Dužina najvećeg lista rozete	51,94	52,15	31,50	82,90	14,29	27,51
Širina najvećeg lista rozete	17,57	17,95	10,20	26,90	3,99	22,69
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	14,65	13,90	7,30	28,50	4,77	32,57
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,21	1,34	0,03	1,77	0,50	41,31
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,41	0,40	0,29	0,54	0,07	18,14
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,15	0,15	0,04	0,22	0,05	31,91
Visina stabla do najniže cvetne grane	241,50	245,00	160,00	370,00	48,91	20,25
Broj listova na stablu	25,25	24,50	19,00	32,00	3,42	13,53
Dužina srednjeg lista stabla	30,53	29,15	20,90	51,20	7,35	24,07
Širina srednjeg lista stabla	11,13	11,40	7,60	16,10	2,36	21,20
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	23,22	22,85	11,50	33,90	5,08	21,88
Dužina čašičnog listića	5,92	5,82	4,68	7,83	0,84	14,23
Širina čašičnog listića	2,10	2,00	1,74	3,00	0,34	16,07
Dužina kruničnog listića	9,73	9,59	8,49	11,10	0,62	6,35
Širina kruničnog listića	2,93	2,83	2,46	3,54	0,33	11,25
Dužina najdužeg prašničkog konca	6,26	6,17	5,59	7,23	0,47	7,57
Visina plodnika	4,72	4,57	3,77	6,92	0,73	15,47
Visina stubića	1,91	1,91	1,63	2,16	0,14	7,23
Visina centralnog zubića	0,65	0,70	0,21	0,87	0,15	23,00
Visina bočnog zubića	0,30	0,32	0,16	0,45	0,07	24,51
Visina ploda	2,77	2,73	2,46	3,37	0,21	7,53
Širina ploda	2,07	2,02	1,84	2,60	0,17	8,07
Dužina kljuna	1,49	1,46	1,22	1,93	0,19	12,61
Broj cvetnih grana	5,85	6,00	5,00	6,00	0,37	6,26
Broj cvetova u fazi plodonošenja	56,90	56,00	29,00	81,00	15,81	27,79
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	35,85	35,00	12,00	55,00	11,16	31,12
Dužina semena	1,03	1,02	0,91	1,20	0,07	6,57
Širina semena	0,50	0,50	0,45	0,55	0,03	6,25
Širina centralnog rebra	0,04	0,03	0,03	0,12	0,02	54,13
Širina nektarije	0,62	0,64	0,42	0,78	0,09	14,42
Visina nektarije	0,42	0,41	0,27	0,56	0,07	17,05
Ugao između nektarije i karpele	44,37	38,15	21,82	92,70	23,35	52,62

Tabela 5. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Studenica

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	64,26	65,10	34,20	87,00	15,11	23,52
Broj listova u rozeti	26,35	27,00	18,00	37,00	4,76	18,07
Dužina najvećeg lista rozete	39,36	37,30	26,70	62,70	8,79	22,34
Širina najvećeg lista rozete	15,09	15,00	12,40	21,70	2,27	15,05
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	12,89	12,50	8,10	22,50	3,85	29,89
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,00	0,91	0,57	1,77	0,31	30,82
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,58	0,58	0,41	0,76	0,10	17,60
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,16	0,17	0,10	0,24	0,03	20,59
Visina stabla do najniže cvetne grane	205,50	205,00	110,00	320,00	50,00	24,33
Broj listova na stablu	23,60	23,50	18,00	30,00	3,35	14,18
Dužina srednjeg lista stabla	27,99	28,70	17,60	39,10	5,03	17,96
Širina srednjeg lista stabla	9,72	9,70	5,40	12,90	1,57	16,17
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	22,90	23,60	13,70	32,70	4,97	21,70
Dužina čašičnog listića	6,14	6,05	4,83	7,04	0,58	9,52
Širina čašičnog listića	2,31	2,35	1,79	2,69	0,24	10,45
Dužina kruničnog listića	10,34	10,21	9,61	11,19	0,41	3,97
Širina kruničnog listića	3,08	3,08	2,54	3,68	0,31	10,05
Dužina najdužeg prašničkog konca	6,24	6,27	5,77	6,90	0,28	4,51
Visina plodnika	4,41	4,43	3,98	4,89	0,26	5,98
Visina stubića	1,98	1,96	1,56	2,46	0,23	11,63
Visina centralnog zubića	0,63	0,64	0,37	0,86	0,12	19,12
Visina bočnog zubića	0,34	0,35	0,21	0,49	0,07	19,85
Visina ploda	2,72	2,72	2,38	2,96	0,13	4,81
Širina ploda	2,02	2,03	1,70	2,24	0,12	5,97
Dužina kljuna	1,76	1,75	1,29	2,38	0,26	15,01
Broj cvetnih grana	5,05	5,00	4,00	7,00	1,00	19,78
Broj cvetova u fazi plodonošenja	42,60	42,00	26,00	78,00	13,29	31,19
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	32,35	27,50	15,00	70,00	14,83	45,84
Dužina semena	0,89	0,89	0,79	1,00	0,06	6,22
Širina semena	0,47	0,47	0,39	0,57	0,04	9,25
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,04	0,00	10,81
Širina nektarije	0,64	0,59	0,50	0,82	0,10	15,75
Visina nektarije	0,35	0,35	0,23	0,43	0,05	15,28
Ugao između nektarije i karpele	49,06	52,10	22,27	76,59	15,75	32,10

Tabela 6. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Nebeske Stolice

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	65,80	66,20	32,30	120,40	18,02	27,38
Broj listova u rozeti	47,36	48,00	29,00	59,00	8,39	17,71
Dužina najvećeg lista rozete	32,31	30,95	21,80	56,80	7,92	24,52
Širina najvećeg lista rozete	11,87	11,30	8,00	20,00	2,49	20,99
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	9,67	9,50	6,80	13,60	1,85	19,14
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,26	1,30	0,91	1,72	0,25	20,15
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,41	0,39	0,25	0,57	0,09	20,81
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,19	0,19	0,14	0,28	0,03	18,00
Visina stabla do najniže cvetne grane	182,73	185,00	100,00	270,00	38,20	20,90
Broj listova na stablu	28,23	28,00	21,00	37,00	4,28	15,15
Dužina srednjeg lista stabla	26,85	27,05	17,60	35,30	4,93	18,36
Širina srednjeg lista stabla	9,93	9,75	7,60	12,90	1,61	16,19
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	20,56	20,25	13,20	29,80	4,12	20,06
Dužina čašičnog listića	5,97	6,00	4,17	7,06	0,66	10,97
Širina čašičnog listića	2,23	2,20	1,80	2,77	0,26	11,49
Dužina kruničnog listića	9,10	9,12	8,14	10,17	0,54	5,97
Širina kruničnog listića	3,48	3,50	2,82	4,01	0,28	7,96
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,96	5,87	5,39	7,12	0,42	7,04
Visina plodnika	4,22	4,24	3,87	4,66	0,25	5,91
Visina stubića	1,61	1,60	1,21	1,93	0,17	10,66
Visina centralnog zubića	0,59	0,58	0,43	0,83	0,09	15,08
Visina bočnog zubića	0,32	0,33	0,20	0,42	0,05	16,45
Visina ploda	2,54	2,51	2,32	2,90	0,13	5,21
Širina ploda	1,85	1,86	1,71	2,06	0,10	5,44
Dužina kljuna	1,26	1,25	1,03	1,66	0,14	11,30
Broj cvetnih grana	5,86	6,00	4,00	10,00	1,13	19,19
Broj cvetova u fazi plodonošenja	35,27	37,00	22,00	46,00	6,79	19,25
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	16,05	15,00	6,00	23,00	4,24	26,40
Dužina semena	0,88	0,87	0,78	1,01	0,06	6,85
Širina semena	0,41	0,41	0,35	0,47	0,04	8,61
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,04	0,00	14,78
Širina nektarije	0,72	0,73	0,57	0,89	0,08	11,30
Visina nektarije	0,46	0,44	0,31	0,61	0,08	16,51
Ugao između nektarije i karpele	42,39	39,66	18,59	80,12	14,87	35,07

Tabela 7. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Treska

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	65,95	67,85	34,20	98,30	15,76	23,90
Broj listova u rozeti	40,40	39,00	30,00	54,00	6,06	15,01
Dužina najvećeg lista rozete	34,60	33,30	24,20	48,80	6,64	19,18
Širina najvećeg lista rozete	12,59	11,95	10,50	17,10	1,73	13,74
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	9,72	9,60	7,60	13,10	1,39	14,34
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,17	1,14	0,71	1,79	0,27	22,95
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,40	0,38	0,06	0,72	0,15	37,42
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,15	0,15	0,09	0,19	0,02	15,77
Visina stabla do najniže cvetne grane	208,00	210,00	120,00	310,00	47,42	22,80
Broj listova na stablu	29,35	30,00	24,00	35,00	3,56	12,12
Dužina srednjeg lista stabla	26,84	26,10	18,10	40,50	5,52	20,56
Širina srednjeg lista stabla	9,98	9,75	7,00	13,60	1,96	19,64
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	20,57	20,10	10,70	34,90	5,37	26,11
Dužina čašičnog listića	5,78	5,66	4,65	6,97	0,58	9,98
Širina čašičnog listića	2,32	2,33	1,83	2,66	0,23	9,83
Dužina kruničnog listića	8,93	9,04	7,57	10,01	0,63	7,10
Širina kruničnog listića	3,59	3,52	3,07	4,19	0,33	9,24
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,57	5,66	4,93	6,15	0,37	6,73
Visina plodnika	4,13	4,15	3,67	4,85	0,32	7,63
Visina stubića	1,62	1,66	1,29	1,92	0,18	11,38
Visina centralnog zubića	0,65	0,66	0,47	0,89	0,11	17,16
Visina bočnog zubića	0,35	0,37	0,23	0,48	0,06	17,73
Visina ploda	2,47	2,49	2,18	2,74	0,15	6,09
Širina ploda	1,85	1,84	1,60	2,07	0,14	7,32
Dužina kljuna	1,08	1,08	0,89	1,28	0,11	10,23
Broj cvetnih grana	4,85	5,00	3,00	6,00	0,75	15,36
Broj cvetova u fazi plodonošenja	28,00	28,00	18,00	39,00	6,38	22,79
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	12,35	12,00	7,00	20,00	3,67	29,75
Dužina semena	0,86	0,86	0,76	0,93	0,05	6,05
Širina semena	0,42	0,43	0,33	0,48	0,04	8,26
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	18,47
Širina nektarije	0,85	0,84	0,66	1,04	0,10	11,84
Visina nektarije	0,50	0,51	0,30	0,65	0,08	15,96
Ugao između nektarije i karpele	42,34	40,19	24,79	59,96	9,23	21,79

Tabela 8. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Basarski kamik

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	74,40	72,50	47,10	110,00	17,09	22,97
Broj listova u rozeti	45,68	44,00	32,00	62,00	7,08	15,50
Dužina najvećeg lista rozete	43,41	38,80	31,20	65,60	10,75	24,76
Širina najvećeg lista rozete	13,98	14,10	9,20	19,50	2,46	17,59
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	12,39	11,00	7,80	46,40	7,36	59,41
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,80	1,72	0,91	2,68	0,41	22,89
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,37	0,40	0,03	0,51	0,10	25,92
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,23	0,22	0,14	0,34	0,05	20,40
Visina stabla do najniže cvetne grane	218,80	200,00	160,00	330,00	47,29	21,61
Broj listova na stablu	28,96	29,00	23,00	35,00	3,69	12,75
Dužina srednjeg lista stabla	35,21	33,20	26,40	46,00	6,03	17,14
Širina srednjeg lista stabla	11,26	11,20	9,70	14,20	1,30	11,56
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	24,22	24,20	10,70	36,80	7,34	30,30
Dužina čašičnog listića	7,89	7,83	6,87	9,06	0,59	7,47
Širina čašičnog listića	2,70	2,73	2,33	3,33	0,25	9,41
Dužina kruničnog listića	10,13	10,10	8,79	11,36	0,65	6,41
Širina kruničnog listića	3,69	3,69	2,83	4,46	0,32	8,58
Dužina najdužeg prašničkog konca	6,05	6,07	5,25	6,67	0,36	6,00
Visina plodnika	4,62	4,65	3,72	5,22	0,37	8,00
Visina stubića	1,59	1,56	1,28	1,96	0,16	10,18
Visina centralnog zubića	0,79	0,77	0,59	1,05	0,11	13,69
Visina bočnog zubića	0,38	0,38	0,30	0,49	0,05	14,31
Visina ploda	2,69	2,70	2,48	2,98	0,13	5,01
Širina ploda	2,01	2,02	1,80	2,24	0,10	5,21
Dužina kljuna	1,33	1,37	1,03	1,49	0,11	7,93
Broj cvetnih grana	5,12	5,00	4,00	6,00	0,53	10,27
Broj cvetova u fazi plodonošenja	33,72	34,00	18,00	46,00	7,73	22,93
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	20,08	20,00	10,00	32,00	5,41	26,93
Dužina semena	0,90	0,90	0,76	1,03	0,07	7,59
Širina semena	0,46	0,47	0,34	0,55	0,05	10,68
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	17,41
Širina nektarije	0,83	0,83	0,62	1,16	0,14	17,20
Visina nektarije	0,55	0,54	0,46	0,71	0,07	12,17
Ugao između nektarije i karpele	38,80	39,87	17,97	60,55	10,68	27,52

Tabela 9. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Radan

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	52,46	50,15	33,00	83,50	13,71	26,13
Broj listova u rozeti	34,35	35,00	26,00	47,00	4,94	14,40
Dužina najvećeg lista rozete	37,72	36,60	26,80	57,30	7,54	19,98
Širina najvećeg lista rozete	15,16	14,95	11,50	19,20	2,09	13,81
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	11,12	10,60	7,60	15,90	2,20	19,83
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,28	1,28	0,84	2,23	0,32	25,01
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,40	0,40	0,24	0,49	0,06	15,79
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,13	0,14	0,07	0,17	0,03	20,12
Visina stabla do najniže cvetne grane	190,00	190,00	110,00	270,00	40,13	21,12
Broj listova na stablu	26,50	26,50	21,00	32,00	3,40	12,81
Dužina srednjeg lista stabla	26,33	26,35	19,70	33,20	4,19	15,93
Širina srednjeg lista stabla	9,81	9,50	6,60	15,80	2,02	20,65
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	19,04	18,20	9,80	26,10	4,38	23,00
Dužina čašičnog listića	5,79	5,76	5,15	7,05	0,48	8,29
Širina čašičnog listića	2,18	2,24	1,76	2,56	0,24	11,05
Dužina kruničnog listića	9,06	9,01	8,04	10,26	0,69	7,60
Širina kruničnog listića	3,48	3,55	2,70	3,97	0,33	9,50
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,91	5,84	5,22	7,02	0,50	8,52
Visina plodnika	4,19	4,11	3,60	4,79	0,32	7,70
Visina stubića	1,58	1,52	1,14	1,97	0,22	13,69
Visina centralnog zubića	0,55	0,57	0,28	0,89	0,14	25,54
Visina bočnog zubića	0,30	0,32	0,16	0,47	0,09	29,24
Visina ploda	2,51	2,44	2,19	2,98	0,20	7,98
Širina ploda	1,83	1,81	1,56	2,21	0,15	8,36
Dužina kljuna	1,09	1,06	0,85	1,47	0,18	16,38
Broj cvetnih grana	5,90	6,00	5,00	8,00	0,85	14,44
Broj cvetova u fazi plodonošenja	45,45	45,50	24,00	83,00	15,71	34,56
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	19,15	18,00	7,00	45,00	9,79	51,12
Dužina semena	0,87	0,86	0,78	0,99	0,05	6,15
Širina semena	0,48	0,47	0,31	0,59	0,06	13,41
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
Širina nektarije	0,73	0,73	0,60	0,85	0,09	11,69
Visina nektarije	0,49	0,50	0,31	0,63	0,08	15,49
Ugao između nektarije i karpele	30,86	27,65	22,05	53,43	9,48	30,73

Tabela 10. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Pljačkovica

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	51,87	45,00	28,20	95,80	19,06	36,74
Broj listova u rozeti	32,81	33,00	25,00	44,00	5,55	16,90
Dužina najvećeg lista rozete	29,86	28,80	15,90	46,00	8,38	28,07
Širina najvećeg lista rozete	9,41	9,30	6,30	13,40	1,77	18,84
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	9,44	9,20	7,10	12,60	1,64	17,41
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,51	1,52	0,06	2,49	0,54	35,53
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,58	0,58	0,37	0,79	0,10	16,54
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,20	0,18	0,11	0,34	0,06	31,45
Visina stabla do najniže cvetne grane	176,90	180,00	70,00	260,00	53,96	30,50
Broj listova na stablu	23,38	23,00	19,00	31,00	2,97	12,72
Dužina srednjeg lista stabla	21,00	21,00	13,20	30,50	3,83	18,26
Širina srednjeg lista stabla	6,57	6,60	4,20	9,00	1,40	21,28
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	16,25	16,20	9,80	22,00	3,31	20,38
Dužina čašičnog listića	6,85	6,75	5,25	8,50	0,89	12,98
Širina čašičnog listića	2,47	2,43	1,90	2,92	0,25	10,10
Dužina kruničnog listića	9,15	9,24	8,31	10,29	0,55	6,04
Širina kruničnog listića	3,43	3,36	3,00	3,93	0,29	8,35
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,68	5,79	4,65	6,49	0,46	8,10
Visina plodnika	4,47	4,43	3,53	5,43	0,45	10,15
Visina stubića	1,63	1,62	1,30	1,99	0,17	10,61
Visina centralnog zubića	0,76	0,78	0,51	1,12	0,15	19,23
Visina bočnog zubića	0,40	0,41	0,28	0,62	0,09	22,34
Visina ploda	2,59	2,55	2,07	2,91	0,19	7,36
Širina ploda	1,97	1,97	1,56	2,29	0,17	8,45
Dužina kljuna	1,46	1,40	1,20	1,77	0,18	12,46
Broj cvetnih grana	4,76	5,00	4,00	6,00	0,83	17,45
Broj cvetova u fazi plodonošenja	29,62	29,00	14,00	50,00	9,31	31,43
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	16,05	15,00	10,00	25,00	4,10	25,58
Dužina semena	0,81	0,81	0,70	0,94	0,06	7,55
Širina semena	0,41	0,42	0,33	0,51	0,04	10,73
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	14,66
Širina nektarije	0,56	0,57	0,41	0,76	0,09	15,23
Visina nektarije	0,50	0,51	0,36	0,63	0,08	16,91
Ugao između nektarije i karpele	29,18	29,42	14,73	44,81	7,64	26,18

Tabela 11. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Besna Kobila

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	47,59	48,75	29,50	72,20	12,30	25,84
Broj listova u rozeti	38,47	37,50	23,00	53,00	7,34	19,09
Dužina najvećeg lista rozete	28,65	27,65	21,50	38,30	4,96	17,32
Širina najvećeg lista rozete	10,32	10,25	6,60	13,70	1,61	15,57
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	10,02	9,30	7,10	16,60	2,05	20,50
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,20	1,18	0,86	1,73	0,26	21,32
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,36	0,35	0,13	0,63	0,12	34,06
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,10	0,10	0,04	0,17	0,04	39,72
Visina stabla do najniže cvetne grane	135,37	130,00	80,00	200,00	30,38	22,44
Broj listova na stablu	20,37	21,00	14,00	26,00	2,83	13,92
Dužina srednjeg lista stabla	26,44	25,50	16,90	44,90	5,29	19,99
Širina srednjeg lista stabla	8,15	7,90	6,30	13,40	1,49	18,31
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	18,68	18,00	10,10	35,30	4,85	25,96
Dužina čašičnog listića	5,42	5,41	4,27	6,81	0,61	11,25
Širina čašičnog listića	2,06	2,05	1,63	2,56	0,22	10,78
Dužina kruničnog listića	8,57	8,69	6,67	9,84	0,62	7,26
Širina kruničnog listića	2,95	2,88	2,49	3,99	0,30	10,15
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,37	5,42	4,09	6,26	0,46	8,58
Visina plodnika	3,60	3,58	3,13	4,21	0,30	8,41
Visina stubića	1,43	1,45	1,05	1,75	0,17	12,14
Visina centralnog zubića	0,52	0,52	0,35	0,74	0,10	18,30
Visina bočnog zubića	0,35	0,36	0,23	0,43	0,05	14,61
Visina ploda	2,26	2,28	1,85	2,52	0,15	6,82
Širina ploda	1,63	1,66	1,40	1,83	0,11	6,76
Dužina kljuna	0,94	0,91	0,63	1,52	0,24	24,93
Broj cvetnih grana	5,40	6,00	4,00	6,00	0,77	14,26
Broj cvetova u fazi plodonošenja	38,00	35,50	21,00	59,00	9,17	24,13
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	23,17	25,00	10,00	35,00	7,25	31,29
Dužina semena	0,89	0,89	0,80	1,04	0,05	5,73
Širina semena	0,44	0,44	0,38	0,52	0,04	9,47
Širina centralnog rebra	0,03	0,03	0,02	0,04	0,00	11,91
Širina nektarije	0,72	0,73	0,55	0,90	0,09	13,16
Visina nektarije	0,52	0,53	0,37	0,62	0,06	11,72
Ugao između nektarije i karpele	34,06	32,28	21,29	52,03	9,10	26,73

Tabela 12. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije SR-Stara planina

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	49,91	47,00	30,00	84,70	14,67	29,39
Broj listova u rozeti	38,30	38,00	32,00	48,00	4,38	11,43
Dužina najvećeg lista rozete	30,78	30,30	19,80	48,70	7,20	23,38
Širina najvećeg lista rozete	10,41	10,35	8,00	14,10	1,41	13,51
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	10,01	9,80	5,80	17,60	2,67	26,64
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,37	1,37	0,88	2,00	0,30	21,96
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,40	0,40	0,22	0,55	0,09	23,43
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,25	0,25	0,14	0,34	0,05	20,94
Visina stabla do najniže cvetne grane	156,75	165,00	85,00	220,00	31,84	20,31
Broj listova na stablu	24,80	24,50	20,00	29,00	2,61	10,51
Dužina srednjeg lista stabla	24,54	23,75	18,60	29,80	3,37	13,73
Širina srednjeg lista stabla	8,46	8,50	6,10	10,30	1,11	13,18
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	17,03	17,20	9,50	23,60	4,21	24,72
Dužina čašičnog listića	6,59	6,65	5,71	7,75	0,56	8,47
Širina čašičnog listića	2,36	2,41	2,03	2,70	0,19	8,14
Dužina kruničnog listića	8,79	8,88	6,95	10,00	0,79	9,01
Širina kruničnog listića	3,18	3,23	2,81	3,53	0,23	7,11
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,30	5,24	4,51	6,12	0,38	7,25
Visina plodnika	4,07	4,09	3,23	4,82	0,36	8,79
Visina stubića	1,44	1,41	1,19	1,73	0,15	10,40
Visina centralnog zubića	0,74	0,75	0,47	0,92	0,12	16,75
Visina bočnog zubića	0,34	0,34	0,23	0,42	0,05	14,51
Visina ploda	2,38	2,38	2,13	2,75	0,14	5,95
Širina ploda	1,80	1,80	1,62	2,07	0,11	5,90
Dužina kljuna	1,25	1,26	1,00	1,55	0,12	9,31
Broj cvetnih grana	4,40	4,00	4,00	6,00	0,60	13,60
Broj cvetova u fazi plodonošenja	22,10	19,50	15,00	45,00	9,00	40,71
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	10,35	10,00	5,00	20,00	4,02	38,81
Dužina semena	0,83	0,82	0,72	0,94	0,06	6,80
Širina semena	0,42	0,43	0,33	0,52	0,05	11,03
Širina centralnog rebra	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	20,62
Širina nektarije	0,74	0,74	0,57	0,97	0,11	14,68
Visina nektarije	0,47	0,45	0,40	0,64	0,06	13,25
Ugao između nektarije i karpele	42,86	41,83	14,99	85,03	17,13	39,97

Tabela 13. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod individua populacije BU-Trojanski prolaz

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	60,73	57,90	31,20	95,00	18,70	30,79
Broj listova u rozeti	29,25	27,00	22,00	44,00	5,54	18,95
Dužina najvećeg lista rozete	52,23	49,27	36,41	84,20	10,88	20,84
Širina najvećeg lista rozete	13,92	13,88	9,49	17,93	2,15	15,47
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	12,30	11,99	9,14	16,21	1,69	13,79
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	0,96	0,92	0,73	1,28	0,16	17,17
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,56	0,55	0,32	0,95	0,14	24,65
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	45,88
Visina stabla do najniže cvetne grane	174,50	180,00	90,00	260,00	41,23	23,63
Broj listova na stablu	18,35	18,50	15,00	25,00	2,39	13,03
Dužina srednjeg lista stabla	34,55	34,93	25,17	48,79	5,80	16,78
Širina srednjeg lista stabla	9,22	9,48	7,24	11,72	1,11	12,00
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	19,71	18,40	14,31	28,97	4,37	22,15
Dužina čašičnog listića	5,55	5,41	4,90	6,79	0,54	9,72
Širina čašičnog listića	2,39	2,36	2,07	2,93	0,25	10,66
Dužina kruničnog listića	8,64	8,83	7,61	9,34	0,47	5,44
Širina kruničnog listića	2,58	2,60	2,15	2,90	0,24	9,21
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,55	5,41	4,76	6,31	0,50	9,03
Visina plodnika	4,06	4,01	3,58	4,54	0,27	6,57
Visina stubića	1,67	1,68	1,35	2,03	0,16	9,85
Visina centralnog zubića	0,41	0,41	0,34	0,53	0,05	11,89
Visina bočnog zubića	0,20	0,20	0,02	0,31	0,06	32,09
Visina ploda	2,38	2,38	2,16	2,67	0,15	6,10
Širina ploda	1,74	1,75	1,60	1,95	0,09	5,12
Dužina kljuna	1,81	1,85	1,20	2,06	0,19	10,37
Broj cvetnih grana	5,15	5,00	4,00	6,00	0,49	9,50
Broj cvetova u fazi plodonošenja	51,25	49,50	34,00	88,00	12,62	24,62
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodonošenja	3,03	3,00	1,50	5,50	0,98	32,39
Dužina semena	0,97	0,97	0,87	1,07	0,05	5,50
Širina semena	0,43	0,44	0,37	0,49	0,03	7,61
Širina centralnog rebra	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Širina nektarije	0,86	0,87	0,66	1,10	0,11	12,56
Visina nektarije	0,53	0,55	0,36	0,65	0,08	15,33
Ugao između nektarije i karpele	40,31	38,39	20,74	70,51	14,10	34,98

Tabela 14. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod indiviuda populacije MA-Treskavec

Karakteristi	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	27,59	27,45	17,00	47,00	7,04	25,53
Broj listova u rozeti	35,60	35,50	21,00	50,00	7,68	21,57
Dužina najvećeg lista rozete	20,78	20,00	11,72	32,41	4,97	23,89
Širina najvećeg lista rozete	8,68	8,62	6,38	10,69	1,19	13,69
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	7,94	7,68	5,69	10,17	1,46	18,34
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,75	1,63	1,17	3,27	0,50	28,30
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,47	0,47	0,27	0,61	0,09	18,85
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,22	0,21	0,16	0,33	0,05	22,25
Visina stabla do najniže cvetne grane	110,75	110,00	50,00	200,00	33,18	29,96
Broj listova na stablu	18,40	18,50	12,00	25,00	3,62	19,67
Dužina srednjeg lista stabla	19,11	19,90	12,59	23,62	3,36	17,60
Širina srednjeg lista stabla	5,24	5,10	2,93	6,55	0,90	17,10
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	13,50	13,02	8,80	18,97	3,01	22,30
Dužina čašičnog listića	5,30	4,94	4,03	7,49	0,97	18,29
Širina čašičnog listića	1,91	1,83	1,49	2,77	0,30	15,94
Dužina kruničnog listića	8,15	8,16	7,15	9,20	0,55	6,79
Širina kruničnog listića	2,55	2,47	2,16	3,42	0,34	13,36
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,04	4,99	4,21	5,72	0,45	8,94
Visina plodnika	3,39	3,37	2,64	4,19	0,45	13,16
Visina stubića	1,56	1,53	1,19	1,92	0,18	11,31
Visina centralnog zubića	0,61	0,58	0,47	0,81	0,10	16,19
Visina bočnog zubića	0,32	0,32	0,21	0,40	0,05	15,82
Visina ploda	2,15	2,12	1,81	2,47	0,18	8,59
Širina ploda	1,58	1,58	1,33	1,83	0,15	9,27
Dužina kljuna	1,32	1,26	1,11	1,63	0,16	12,34
Broj cvetnih grana	3,47	3,00	2,00	5,00	0,99	28,57
Broj cvetova u fazi plodonošenja	19,93	20,00	6,00	33,00	8,55	42,88
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	1,62	1,50	0,30	3,00	0,85	52,75
Dužina semena	0,77	0,77	0,70	0,88	0,06	7,62
Širina semena	0,39	0,38	0,30	0,50	0,06	16,51
Širina centralnog rebra	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	19,17
Širina nektarije	0,51	0,51	0,39	0,64	0,07	14,08
Visina nektarije	0,47	0,47	0,34	0,64	0,08	16,23
Ugao između nektarije i karpele	37,50	35,83	13,13	64,42	16,08	42,89

Tabela 15. Rezultati deskriptivne statistike za 34 kvantitativna karaktera kod indiviuda populacije MA-Mavrovo

Karakter	Avg	Med	Min	Max	Std. Dev.	CV
Prečnik rozete	41,03	41,10	25,00	67,00	11,71	28,54
Broj listova u rozeti	33,75	34,00	20,00	46,00	6,23	18,46
Dužina najvećeg lista rozete	26,59	25,18	15,18	38,80	5,38	20,25
Širina najvećeg lista rozete	11,08	10,95	9,14	13,80	1,29	11,62
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	9,37	9,06	7,07	13,29	1,60	17,07
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	1,11	1,03	0,72	1,60	0,26	23,03
Dužina cilije po obodu lista rozete	0,37	0,37	0,16	0,63	0,10	27,44
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,15	0,16	0,05	0,19	0,03	23,26
Visina stabla do najniže cvetne grane	135,50	135,00	100,00	250,00	34,71	25,62
Broj listova na stablu	21,75	21,50	19,00	28,00	2,73	12,56
Dužina srednjeg lista stabla	23,93	24,32	18,28	31,21	3,54	14,81
Širina srednjeg lista stabla	8,22	8,19	6,55	10,17	1,04	12,65
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	11,07	10,95	7,76	15,35	1,91	17,25
Dužina čašičnog listića	5,45	5,56	4,02	6,66	0,66	12,17
Širina čašičnog listića	2,20	2,24	1,54	2,65	0,25	11,30
Dužina kruničnog listića	8,38	8,34	7,01	10,07	0,67	8,04
Širina kruničnog listića	3,22	3,25	2,56	4,56	0,43	13,37
Dužina najdužeg prašničkog konca	5,19	5,21	4,50	6,09	0,39	7,58
Visina plodnika	3,93	4,02	3,18	4,47	0,32	8,07
Visina stubića	1,33	1,35	1,08	1,53	0,12	9,21
Visina centralnog zubića	0,54	0,54	0,35	0,69	0,10	17,63
Visina bočnog zubića	0,30	0,30	0,11	0,42	0,07	24,39
Visina ploda	2,28	2,28	2,00	2,89	0,20	8,94
Širina ploda	1,70	1,67	1,42	2,28	0,18	10,54
Dužina kljuna	1,27	1,21	1,07	1,81	0,18	14,17
Broj cvetnih grana	4,60	4,50	4,00	6,00	0,68	14,79
Broj cvetova u fazi plodonošenja	31,25	29,50	14,00	47,00	9,59	30,69
Dužina najduže cvetne grane u fazi plodnošenja	1,93	2,00	0,50	4,00	1,00	52,14
Dužina semena	0,92	0,92	0,82	1,05	0,07	7,12
Širina semena	0,47	0,46	0,43	0,51	0,02	5,10
Širina centralnog rebra	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	17,36
Širina nektarije	0,77	0,77	0,55	1,05	0,13	17,18
Visina nektarije	0,49	0,51	0,36	0,64	0,08	15,82
Ugao između nektarije i karpele	36,38	34,68	18,07	86,90	17,68	48,60

Tabela 16. Opterećenje metričkih karaktera na prve tri ose analize osnovnih komponenti u okviru kompleksa *J. heuffelii*. Podebljane vrednosti su statistički značajne >0.7

Karakteristi	Vegetativni organi			Reproduktivni organi			Svi karakteri		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Prečnik rozete	-0,693	-0,275	-0,363				0,704	0,041	-0,114
Broj listova u rozeti	0,021	-0,550	0,557				-0,075	-0,394	-0,422
Dužina najvećeg lista rozete	-0,845	0,256	-0,176				0,644	0,496	-0,296
Širina najvećeg lista rozete	-0,786	0,227	-0,155				0,635	0,477	-0,182
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha	-0,640	0,201	-0,350				0,473	0,341	-0,180
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	-0,020	-0,434	0,174				0,016	-0,360	-0,154
Dužina cilije po obodu lista rozete	-0,166	0,592	0,258				-0,005	0,372	-0,185
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,115	-0,712	-0,507				0,232	-0,578	0,400
Visina stabla do najniže cvetne grane	-0,796	-0,234	-0,144				0,734	0,076	-0,209
Broj listova na stablu	-0,525	-0,577	0,197				0,503	-0,340	-0,362
Dužina srednjeg lista stabla	-0,807	0,066	0,314				0,566	0,260	-0,584
Širina srednjeg lista stabla	-0,829	0,015	0,298				0,640	0,234	-0,522
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha	-0,745	-0,122	0,218				0,620	0,079	-0,368
Dužina čašičnog listića				0,612	0,545	-0,082	0,539	-0,581	-0,129
Širina čašičnog listića				0,546	0,443	-0,442	0,525	-0,365	-0,274
Dužina kruničnog listića				0,799	0,065	0,004	0,770	-0,146	0,114

Širina kruničnog listića				0,491	0,482	-0,325	0,453	-0,502	-0,245
Dužina najdužeg prašničkog konca				0,836	-0,075	-0,008	0,762	-0,101	0,289
Visina plodnika				0,873	0,092	-0,123	0,814	-0,200	0,139
Visina stubića				0,632	-0,315	0,228	0,581	0,152	0,428
Visina centralnog zubića				0,420	0,515	0,414	0,303	-0,659	0,167
Visina bočnog zubića				0,233	0,571	0,432	0,122	-0,650	0,047
Visina ploda				0,952	0,040	0,089	0,849	-0,235	0,330
Širina ploda				0,937	0,111	0,124	0,833	-0,291	0,305
Dužina kljuna				0,317	-0,401	-0,058	0,314	0,395	0,253
Broj cvetnih grana				0,308	-0,479	-0,233	0,333	0,345	0,118
Broj cvetova u fazi plodonošenja				0,303	-0,698	-0,206	0,335	0,568	0,262
Dužina najduže cvetne grane				0,506	-0,469	0,155	0,487	0,210	0,401
Dužina semena				0,322	-0,627	-0,196	0,355	0,449	0,304
Širina semena				0,417	-0,476	0,012	0,376	0,207	0,433
Širina centralnog rebra				0,388	-0,136	0,316	0,357	-0,042	0,283
Širina nektarije				0,086	0,156	-0,812	0,232	0,097	-0,610
Visina nektarije				-0,044	0,291	-0,517	-0,038	-0,222	-0,299
Ugao između nektarije i karpele				0,004	0,034	-0,040	0,023	0,036	-0,128

Tabela 17. Opterećenje metričkih karaktera na prve tri ose analize osnovnih komponenti bazirane na srednjim vrednostima karaktera po populaciji u okviru kompleksa *J. heuffelii*. Podebljane vrednosti su statistički značajne >0.7

Akronimi karaktera	PCA1	PCA2	PCA3
Ros_D	0.923	-0.143	-0.101
LeRos_N	-0.280	-0.495	-0.667
LeRos_L max	0.763	0.515	-0.224
LeRos_W max	0.785	0.489	-0.134
Apex_D_Ros	0.849	0.394	-0.032
LeRos_Sp_L	-0.254	-0.547	-0.047
LeRos_Ci_L	-0.049	0.579	-0.003
LeRos_Ed_W	0.159	-0.735	0.380
Ste_H	0.957	-0.096	-0.041
LeSte_N	0.490	-0.557	-0.437
MidLeSte_L	0.630	0.363	-0.589
MidLeSte_W	0.719	0.271	-0.535
Apex_D_Ste	0.820	-0.030	-0.243
Sep_L	0.391	-0.751	-0.203
Sep_W	0.454	-0.473	-0.419
Pet_L	0.892	-0.241	0.106
Pet_W	0.358	-0.668	-0.397
Fil_L max	0.926	-0.194	0.190
Ova_H	0.885	-0.321	0.038
Sty_H	0.760	0.129	0.482
CenToo_H	0.253	-0.901	0.176
LatToo_H	-0.006	-0.893	0.111
Fru_H	0.911	-0.330	0.190
Fru_W	0.870	-0.394	0.190
Rost_L	0.422	0.482	0.282
FloBra_N	0.708	0.266	-0.158
Flo_N	0.731	0.565	0.108
FloBra_L	0.801	-0.024	0.343
See_L	0.700	0.406	0.032
See_W	0.744	0.034	0.236
Cos_W	0.591	-0.323	0.307
Nect_W	0.174	0.195	-0.873
Nect_H	-0.263	-0.345	-0.508
Nect-Ang	0.077	0.300	-0.244
Prp.Totl	0.417	0.208	0.111

Tabela 18. Standardizovani koeficijenti za kanonijske varijable.

	Vegetativni organi			Reproduktivni organi			Svi karakteri			PCA značajni karakteri		
Karakter	Root 1	Root 2	Root 3	Root 1	Root 2	Root 3	Root 1	Root 2	Root 3	Root 1	Root 2	Root 3
Prečnik rozete	0,24	0,14	0,04				0,18	-0,19	-0,01	-0,28	0,08	-0,17
Broj listova u rozeti	0,03	-0,59	0,29				0,09	0,32	0,28			
Dužina najvećeg lista rozete	-0,10	0,24	-0,11				0,09	0,03	-0,33	0,03	0,13	-0,36
Širina najvećeg lista rozete	-0,29	0,52	0,20				-0,37	-0,25	0,12	0,33	0,30	0,26
Distanca najšireg dela lista rozete od vrha lista	0,02	-0,18	0,00				0,02	0,01	0,10	-0,09	-0,02	0,17
Dužina bodlje na vrhu lista rozete	-0,04	-0,33	-0,09				-0,04	0,14	0,11	0,01	-0,21	0,18
Dužina cilije po obodu lista rozete	-0,48	-0,11	-0,33				-0,44	-0,05	0,23			
Debljina hrskavičavog oboda lista rozete	0,80	0,14	-0,20				0,60	-0,12	-0,30	-0,72	-0,02	-0,34
Visina stabla do najniže cvetne grane	0,22	0,45	-0,33				0,26	-0,25	-0,19			
Broj listova na stablu	0,13	-0,25	0,64				0,09	0,17	0,34			
Dužina srednjeg lista stabla	-0,25	-0,33	-0,19				-0,54	0,10	-0,45	0,40	0,15	-0,51
Širina srednjeg lista stabla	-0,10	0,16	0,63				-0,09	-0,22	0,46			
Distanca najšireg dela lista stabla od vrha lista	0,32	0,13	0,09				0,39	-0,12	0,21	-0,39	0,15	0,47
Dužina čašičnog listića				-0,01	0,53	-0,36	0,29	0,27	-0,12	-0,30	-0,41	-0,01
Širina čašičnog listića				-0,22	-0,10	-0,49	-0,10	0,08	-0,53			
Dužina kruničnog listića				0,23	-0,34	-0,19	-0,04	-0,25	0,04	-0,02	0,31	0,08

Širina kruničnog listića				0,30	0,43	0,38	0,33	0,09	0,49			
Dužina najdužeg prašničkog konca				0,15	-0,15	0,20	0,00	-0,14	0,06	-0,05	0,19	0,07
Visina plodnika				0,21	0,00	-0,32	0,07	-0,15	-0,01	-0,04	0,09	0,00
Visina stubića				0,11	-0,36	-0,08	-0,17	-0,22	-0,04	0,14	0,29	0,12
Visina centralnog zubića				0,38	0,20	-0,48	0,46	-0,12	-0,09	-0,43	0,09	-0,24
Visina bočnog zubića				-0,08	0,14	0,32	-0,08	0,15	0,08	0,01	-0,19	0,31
Broj cvetnih grana				0,20	-0,04	0,33	0,06	-0,18	0,34			
Broj cvetova u fazi plodonošenja				-0,55	-0,36	-0,46	-0,21	0,07	-0,54			
Dužina najduže cvetne grane				0,84	0,07	0,41	0,20	-0,42	0,55	-0,25	0,40	0,38
Dužina semena				-0,04	-0,58	-0,29	-0,26	-0,36	-0,32	0,18	0,43	-0,60
Širina semena				0,15	0,33	-0,06	0,32	0,07	0,02	-0,29	-0,10	0,20
Širina centralnog rebra				0,21	-0,11	0,45	0,00	-0,07	0,19			
Širina nektarije				-0,28	-0,16	0,04	-0,10	0,13	0,09	0,13	-0,18	-0,39
Visina nektarije				-0,03	0,21	-0,01	0,09	0,17	-0,14			
Ugao između nektarije i karpele				0,00	-0,06	-0,04	-0,07	-0,06	-0,01			
Cum. Prop.	0,44	0,62	0,76	0,31	0,55	0,69	0,34	0,54	0,66	0,40	0,65	0,75

Tabela 19. Procenat korektne klasifikacije u a priori definisane grupe.

Populacija	Vegetativni organi	Reproduktivni organi	Svi karakteri	PCA značajni karakteri
RO-Domogled	95,00	75,00	100,00	75,00
SR-Gradac	95,24	95,24	100,00	95,24
SR-Suvaja	60,00	90,00	100,00	90,00
SR-Studenica	90,00	90,00	100,00	95,00
SR-Nebeske stolice	81,82	81,82	95,45	90,91
SR-Treska	70,00	70,00	95,00	85,00
SR-Basarki kamik	80,00	96,00	96,00	96,00
SR-Radan	70,00	80,00	95,00	85,00
SR-Pljačkovica	71,43	90,48	100,00	90,48
SR-Besna kobilica	90,00	93,33	100,00	96,67
SR-Stara planina	80,00	95,00	100,00	95,00
BU-Trojanski prolaz	100,00	100,00	100,00	100,00
MA-Treskavec	90,00	90,00	100,00	95,00
MA-Mavrovo	95,00	90,00	100,00	100,00
Total	83,61	88,63	98,66	92,31

Tabela 20. Pregled literature korišćene za horološka istraživanja.

	Akronim	Referenca
1	AdamL898	Adamović, L. 1898. Die Vegetationsformationen Ostserbiens, Pflanzengeographische Studien, Wilhelm Engelmann, Leipzig. 124-218
2	AdamL911	Adamović, L. 1911. <i>Sempervivum</i> L. Flora jugoistočne Srbije, Zagreb pp. 149-150.
3	AmidL003	Amidžić, L., Janković, M. M., Jakšić, P. 2003. Visokoplaninska vegetacija: Metohijske Prokletije-Prirodna i kulturna baština. Zavod za zaštitu prirode, Beograd, pp. 474.
4	AmidL995	Amidžić, L., Belij, S. 1995. Geološke i fitocenološke specifičnosti južnih padina Lumbardske planine (Prokletije), sa posebnim osvrtom na zajednicu <i>Carex laevis</i> - <i>Helianthemum alpestre</i> Horv. Univerzitetska misao, Univerzitet u Prištini 2(1): 27-31.
5	AmidL996	Amidžić, L. 1996. Saxifragetum cymosae - a new Chasm-phyte Community on the Metohian Prokletije. The University Thought. University of Pristina, Priština 3 (2): 33-39.
6	BarcV005	Barca, V. & Niculae, M. 2005. Preliminary data about the chorology of the species <i>Jovibarba heuffelii</i> (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae) in Southern Carpatian Mountains in Romania, <i>Contributii botanice</i> 40: 25-33.
7	BeckD888	Beck, G. & Szyszyłowicz, I. 1888. Plantae a Dre Ign. Szyszyłowicz in itinere per Cernagoram et in Albania adjacente anno 1886 lectae. Typis Universitatis Jagellonicae, Cracoviae, 166 pp.
8	BeldA967	Beldie, A. 1967. Flora vasculara muntilor Bucegi. Bukurešt 102.
9	BlečV959a	Blečić, V. 1959. Die Panzerföhrenwälder der nördlichen Prokletija. Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 1(1): 1-8.
10	BornJ928	Bornmüller, J. 1928. Beiträge zur Flora Mazedoniens II-III. Verlag von max Weg in Leipzig
11	BoscN971	Boscaiu, N 1971. Flora vasculara a muntilor Tarcu, Godeanu si Cernei. Bukurešt pp. 92-93.
12	ČoliD960	Čolić, B.D. 1960. Retke, endemične i manje poznate biljke u predelu Stare Planine. Zaštita prirode, Beograd 18-19 (8-12): 75-83.
13	ChesIV969	Cheshmedjiev, I.V. (1969) K sistematike vidov <i>Sempervivum</i> L. iz Bolgarii. (A contribution to the systematics of the species of <i>Sempervivum</i> L. from Bulgaria). <i>Botaničeskij Žurnal</i> 54 (3): 471-475.

	Akronim	Referenca
14	CorrH924	Correvon, H. 1924. Les Joubarbes, suivi d'un Essai d'une Bibliographie du genre <i>Sempervivum</i> par Schill J.F., Bruxelles pp. 134.
15	DegeA901	Degen Á. 1901. Die Flora von Herculesbad, eine Vegetations-Skizze (29 pp.) Buchdruckerei-Actiengesellschaft Pallas, Budapest 11, 22.
16	DiacF973	Diaconescu, F., 1973, Aspecte din vegetația masivului Leaota. I, <i>Analele Șt. Ale Univ. „Al. I. Cuza“</i> , Iași, Serie nouă, Sect. II-a Biol., 19 , (2): 465-474.
17	ĐorđP890	Đorđević, P. 1890. Putovanja nastavnika i učenika. <i>Nastavnik</i> . 1(1-6): 236.
18	FormE891	Formanek, E. 1891. Beitrag zur Flora von Serbien, Mazedonien und Thessalien. <i>Deutsche botan. Monatssch.</i> 9 (4-5): 63-76.
19	FritK911	Fritsch, K., Ritter, R. 1911. Neue Beiträge zur Flora der Balkanhalbinsel, insbesondere Serbiens, Bosniens und der Heryegowina. <i>Mitteilungen; Naturwissenschaftlichen vereines</i> , Graz 14, 10-218.
20	GajiM972	Gajić, M. 1972. Rod <i>Sempervivum</i> L. In: Flora SR Srbije 4. Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje prirodnih nauka, Beograd pp. 213-220.
21	GrebO950a	Grebenščikov, O. 1950. O vegetaciji centralnog dela Stare planine. Srpska akademija nauka, Zbornik radova 2, Institut za ekologiju i biogeografiju 1: 1-36.
22	GrecD898	Grecescu, D. 1989. Conspectul Florei Romanei. Bucurest 156-157.
23	GrisA852	Grisebach, A. & Schenk, A. 1852. Iter Hungaricum anno 1852, susceptum, Beiträge zur Systematik der ungarischen Flora. <i>Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte</i> 18(1): 291–362.
24	HageI986	Hageman, I. In Strid, A. 1986-1991. Mountain Flora of Greece. 339-341.
25	JankM982	Janković, M. M. 1982. Prilog poznavanju vegetacije Šarplanine sa posebnim osvrtom na neke značajnije reliktnе vrste biljaka. <i>Glasnik Instituta za botaniku i Botaničke bašte Univerziteta u Beogradu</i> , Beograd, 13(15)(1-3): 75-129.
26	JavoS926	Javorka, S., KÜmmerle E.B. 1926. Adatok Albania flórájához - Additamenta ad floram Albaniae. - A Magyar Tudományos Akademia Kiadása Budapest, pp.345

	Akronim	Referenca
27	JordD970	Jordanov, D. 1970. Rod 386 (3). Nežit- <i>Jovibarba</i> Opiz. Flora na NR Bulgaria, Sofija 4, 643.
28	JovaR983	Jovanović-Dunjić, R. 1983. Biljnogeografski odnosi zajednica planinskih pašnjaka stepskog tipa ("planinske stepe") u Srbiji. - Makedonska akademija na naukite i umetnostite, Prilozi 4(1-2): 93-102.
29	JovaV001	Jovanović, V., Randelović, V., Randelović, N. 2002. Pregled zeljaste vegetacije Radana, Sokolovice i doline Kosanice. Zbornik radova, 6. Simpozijum o flori jugoistočne Srbije i susednih područja, Niš 87-94.
30	KušaF953	Kušan, F. 1953. Prilog poznavanju flore crnogorsko-albanskih i makedonskih planina. Glasnik biološke sekcije Periodicum Biologorum, Zagreb 4-6(2b):178-190.
31	LakuD987	Lakušić, D. 1987. Prilog poznavanju visokoplaninske vegetacije Kopaonika. Manuscript. Beograd.
32	LakuD988	Lakušić, D., Niketić, M. 1988. Novi podaci o rasprostranjenju biljaka u Srbiji. Zbornik radova, Prvih deset godina BID Josif Pančić, Biološko istraživačko društvo Josif Pančić, PMF, Beograd 43-57.
33	LakuD991	Lakušić, D., Lakušić, R., Stevanović, V. 1991. Veza između visokoplaninskih endemičnih flora Kopaonika i Bjelasice. In: Mijušković, M., Lakušić, R. (eds) Prirodne i društvene vrijednosti nacionalnog parka "Biogradska gora", Radovi sa naučnog skupa, Naučni skupovi Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Titograd, 23:189-198.
34	LakuD996	Lakušić, D., Randelović, V. 1995. Pregled biljnih zajednica Kopaonika. Ekologija, Beograd 31(1): 1-16.
35	LakuD996 a	Lakušić, D., Niketić, M., Stevanović, V. (1996): Floristička raznovrsnost Rezervata "Kanjon Lazareve reke i Malinik". - Ekologija (Beograd), 31(2): 49-59.
36	LetzR998	Letz, R. 1998. Selected problems of taxonomic differentiation of the genera <i>Sempervivum</i> and <i>Jovibarba</i> in Europe. (Vybrané Problémy Taxon. Difer. rodov Semp. a Jovib. v Európe) Komenský University, Faculty of Natural Sciences, Bratislava, Slovakia, PhD Thesis pp. 184.
37	MiceK998	Micevski, K. 1998. <i>Jovibarba</i> Opiz. Flora na Republika Makedonia, Skoplje 1(4): 1048-1050.

	Akronim	Referenca
38	MišiV978	Mišić, V., Jovanović-Dunjić, R., Popović, M., Borisavljević, Lj., Antić, M., Dinić, A., Danon, J., Blaženčić, Ž. 1978. Biljne zajednice i staništa Stare planine. Srpska akademija nauka i umetnosti, Posebna izdanja 511, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, Beograd 49: 1-389.
39	NičiĐ894	Ničić, Đ. 1894. Građa za floru okoline Vranje. Nastavnik. 5 (1-6): 33-78.
40	NikeM988	Niketić, M., Lakušić, D. 1988. Dve nove subasocijacije zajednice <i>Seslerietum filifoliae</i> Zolyomy 1939. iz Kanjona istočne Srbije. In: Lakušić, D. (ed.) Zbornik radova, Biološko istraživačko društvo "Josif Pančić", Prirodno-matematički fakultet, Odsek za biologiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd 27-41.
41	NovaF927	Novak, F. 1927. Ad florum Serbiae cognitionem additamentum alterum. Preslia. 5: 65-137.
42	PančJ867	Pančić, J. 1867. Botanische Ergebnisse einer i. J. 1866 unternommenen Reise in Serbien. - Österr. Bot.
43	PančJ874	Pančić, J. 1874. 169. Rod <i>Sempervivum</i> L. Flora kneževine Srbije, Državna štamparija Beograd pp. 254-255.
44	PavlZ967	Pavlović, Z. 1967. Sur une association végétale endémique des terrains serpentineux dans la vallée de la rivière Ibar (Serbie). Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu 2 (1-4): 189-195.
45	PetrS882	Petrović, S. 1882. <i>Sempervivum</i> L. In: Flora okoline Niša. Kraljevsko-srpska državna štamparija, Beograd pp. 340-342.
46	PoluO980	Polunin, O. 1980. Flowers of Greece and the Balkans, a field guide. Oxford, Oxford University Press, 592 pp.
47	RajeL990	Rajevski, L. 1990. Fitocenološke karakteristike planinskih pašnjaka severnog dela Šarplanine. Glasnik Instituta za botaniku i Botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 9 (1): 62.
48	RandN980a	Randelović, N. 1980. Subalpska vegetacija stena na planinama jugoistočne Srbije. Ekologija, Beograd 15 (1): 53-60.
49	RandN984	Randelović, N., Rexhepi, F. 1984. Livadska i pašnjačka vegetacija Koritnika. - Bilten Društva ekologa Bosne i Hercegovine, (III Kongres ekologa Jugoslavije, Sarajevo 1984, Radovi i rezimea 1) B2 (1): 271-274.

	Akronim	Referenca
50	RandV996	Randelović, V., Randelović, N., Zlatković, B. 1996. Subalpska vegetacija pukotina silikatnih stena sveze Silenion lerchenfeldianae Ht. et Pawl. ap. Ht. 1949 u istočnoj Srbiji. 5. Kongres ekologa Jugoslavije, Zbornik sažetaka, Društvo ekologa Srbije, Beograd 13.
51	RavaM953	Răvăruț, M., 1953, <i>Crassulaceae</i> . In: Săvulescu, T. (ed.) - <i>Flora RPR</i> , 4, Ed. Acad., București, 71-72.
52	RexhF994	Rexhepi, F. 1994. The vegetation of Kosova. PMF Univerzitet u Prištini, Priština, 1: 80
53	RomaN974	Roman, N., 1974. <i>Flora și vegetația din sudul Podișului Mehedinți</i> , Edit. Acad., București.
54	RittH963	Ritter-Studnička, H. 1963. Biljni pokrov na serpentinama u Bosni. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 16: 91-204
55	RudsI949	Rudski, I. 1949. Ekskurzija na Žljeb i Mokru planinu, 22 juni - 19 juli 1932. Prirodnjački muzej srpske zemlje [Posebno izdanje] 23, 1-65.
56	TatiB969	Tatić, B. 1969. Flora i vegetacija Studene planine kod Kraljeva. Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 4(1-4): 22-27.
57	TatiB994	Tatić, B., Atanacković, B., Krivošej, Z. 1994. Vegetacija - Otisak iz monografije "Šarplaninske župe Gora, Opolje i Sredska - Odlike prirodne sredine". Posebna izdanja Srpske Akad. nauka i umet. Geog. Inst. "Jovan Cvijić", Beograd, pp. 239-258.
58	TomiZ000a	Tomić, Z. 2000. Zajednica Orno-Ostryetum Aich. 1933 u refugijumima jugozapadne Srbije. Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd 82: 177-189.
59	TomiZ980	Tomić, Z. 1980. Fitocenozе crnoga graba (<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.) u Srbiji. Doktorska disertacija, Beograd. (Manuscript)
60	TomoG997	Tomović, G., Vukojičić, S. 1997. Prilog vaskularnoj flori planine Javor (JZ Srbija, Jugoslavija). Glasnik Botaničkog zavoda i bašte Univerziteta u Beogradu, Beograd 31, 35-41.
61	UrumK935	Urumovb, I. K. 1935. Florata na Kjustendilskija okrağ. Sbornikb na Blg. Akademija na naukitb, Sofija.
62	VandC909	Vandas, C. 1909. Reliquiae Formánekianae. Enumeratio critica plantarum vascularium, quam itineribus in Haemo peninsula et Asia Minore (Bythinia) factis collegit Dr. Ed. Formánek. - Jos. Lelínek. Brunae [Brno] VI + 612 + XXXIII pp.

	Akronim	Referenca
63	VandC909	Vandas, C. 1909. <i>Sempervivum patens</i> Grsb. Reliquae Formanekianae, in Enumeratio critica plantarum Vascularum, Quas itineribus in haemo Peninsula et Asia Minore (Bithynia) Factis Collegit Dr ED. Formanek, proffesor Gymnasii Brunensis Bohemici. Brunae. 214.
64	VoliDT983	Volitis, D. T. 1983. In Feddes Repertorium 94(7-8) I: 582-585.
65	WaleRS938	Wale, R. S. 1938. Quart. Bull. Alpine Gard. Soc. 6 (32): 97-105.
66	WaleRS940	Wale, R. S. 1940. <i>Sempervivum heuffelii</i> . Quart. Bull. Alpine Gard. Soc. 8(41): 200-218.
67	ZlatB995	Zlatković, B., Randelović, V., Stevanović, V. 1995. Kindingerova čuvarkuća (<i>Sempervivum kindingeri</i> Adamović, Crassulaceae)- nova vrsta u flori Srbije. Ekologija. 30(1-2): 1-18.
68	ZonnBJM982	Zonneveld, B.J.M. 1982. Quart Bull. Alpine Garden Soc. 49,: 83-85 (1981) / 49 : 322-329 (1981) / 50 : 117-120 (1982).

BIOGRAFIJA AUTORA

Danijela S. Nikolić je rođena 31.12.1982. godine u Vranju. Osnovnu i srednju školu je završila sa odličnim uspehom i bila nosilac Vukove diplome. Studije na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerziteta u Nišu, upisuje školske 2001./02. Diplomirala je na Departmanu za biologiju i ekologiju sa temom „Analiza flore Lalinačke slatine kod Niša“ 2006./07. sa ocenom 10 na diplomskom ispitu. Studije je završila sa prosečnom ocenom 9,5. Doktorske studije na Biološkom fakultetu u Beogradu, smer Ekologija, biogeografija i zaštita biodiverziteta, modul Ekologija i geografija biljaka upisuje školske 2006./07. Od 2006. do 2008. godine je bila stipendista Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj i izabrana je u zvanje istraživač-pripravnik na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMF-a u Nišu. Oktobra 2008. godine počinje da radi kao saradnik u nastavi na predmetima Osnovi ekologije biljaka, Ekologija biljaka i Fitogeografija. 2010. biva izabrana u zvanje asistenta. Tokom svog dosadašnjeg rada učestvovala je na 3 nacionalna projekta. Član je biološkog društva „Dr Sava Petrović“ iz Niša. Bila je sekretar u Organizacionom odboru Simpozijuma o flori juogoistočne Srbije i susednih područja (2008., 2010. godine). Rezultate svog dosadašnjeg rada publikovala je u okviru 7 naučnih radova u međunarodnim i nacionalnim časopisima i 7 saopštenja na naučnim skupovima u zemlji i inostranstvu. Aktivno se služi engleskim jezikom.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Данијела Николић

број индекса DA060102

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

Морфолошка и еколошка диференцијација популација комплекса *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae)

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 30.03. 2015.

Данијела Николић

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора _____Данијела Николић_____

Број индекса _____DA060102_____

Студијски програм _____Екологија, биогеографија и заштита биодиверзитета_____

Наслов рада _____Морфолошка и еколошка диференцијација популација
комплекса *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae)_____

Ментор _____др Димитар Лакушић, ванредни професор_____

Потписани/а _____Данијела Николић_____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, __30.03. 2015.____

Данијела Николић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Морфолошка и еколошка диференцијација популација комплекса *Jovibarba heuffelii* (Schott) A. Löve & D. Löve (Crassulaceae)

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, __30.03.2015.__

Данујела Николетић