

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Srđan M. Stojnić

VARIJABILNOST ANATOMSKIH,
FIZIOLOŠKIH I MORFOLOŠKIH
KARAKTERISTIKA RAZLIČITIH
PROVENIJENCIJA BUKVE U SRBIJI

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Srđan M. Stojnić

VARIJABILNOST ANATOMSKIH,
FIZIOLOŠKIH I MORFOLOŠKIH
KARAKTERISTIKA RAZLIČITIH
PROVENIJENCIJA BUKVE U SRBIJI

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

Srđan M. Stojnić

VARIABILITY OF ANATOMICAL,
PHYSIOLOGICAL AND
MORPHOLOGICAL TRAITS OF
DIFFERENT EUROPEAN BEECH
PROVENANCES IN SERBIA

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

Mentor: Prof. dr Dragica Vilotić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

Mentor: Prof. dr Mirjana Šijačić-Nikolić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

Članovi komisije: Prof. dr Saša Orlović, naučni savetnik
Univerzitet u Novom Sadu
Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu

Prof. dr Milan Knežević, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

dr Danijela Miljković, naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu
Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković"
Odeljenje za evolucionu biologiju

Datum odbrane:

Doktorat posvećujem svojoj porodici.

Zahvalnica

Za pomoć u izradi doktorske disertacije zahvaljujem se mentorima, prof. dr Dragici Vilotić i prof. dr Mirjani Šijačić-Nikolić, te članovima komisije, prof. dr Milanu Kneževiću, prof. dr Saši Orloviću i dr Danijeli Miljković.

Posebno se zahvaljujem prof. dr Saši Orloviću, kako na stručnoj pomoći, tako i na prijateljskoj podršci i savetima.

Takođe, veliku zahvalnost dugujem kolegama sa Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, kolegama sa Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, kao i kolegama zaposlenim u Javnom preduzeću Nacionalni park „Fruška gora“ i Naučno-nastavnoj bazi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu - Majdanpečka Domena.

Zahvaljujem se svojoj porodici na neizmernoj podršci i pomoći u istraživačkom radu.

VARIJABILNOST ANATOMSKIH, FIZIOLOŠKIH I MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA RAZLIČITIH PROVENIJENCIJA BUKVE U SRBIJI

Rezime

Bukva je jedna od najvažnijih vrsta drveća u Srbiji, s obzirom na njenu prostornu zastupljenost i učešće u ukupnoj drvnoj zapremini. Očekivane klimatske promene, koje će se u umereno-kontinentalnoj klimatskoj zoni manifestovati kroz intenziviranje i trajanje suša tokom vegetacionog perioda, imaće negativan uticaj na bukvu, koja je poznata kao vrsta osetljiva na sušu. Danas je gotovo izvesno da će učestale letnje suše voditi ka povećanoj ugroženosti pojedinih ekosistema bukve unutar postojećeg areala, pri čemu pojedine procene idu čak dotle da predviđaju da će usled ovakvih promena doći do redukcije prirodnog areala vrste u pojedinim krajevima. Kao najugroženija područja smatraju se regioni južne i jugo-istočne Evrope, kao i staništa na nižim nadmorskim visinama. Kako bi se uradila procena budućeg areala bukve u sklopu globalnih klimatskih promena i sagledala sposobnosti populacija da se prilagode izmenjenim stanišnim uslovima, u okviru COST akcije E52: "Evaluation of beech genetic resources for sustainable forestry", osnovano je više provenijeničnih testova u više zemalja Evrope. Kako je Srbija bila učesnik navedenog programa to je na njenoj teritoriji, u 2007. godini, osnovano dva provenijenična testa. Jedan je osnovan na teritoriji Nacionalnog parka "Fruška gora", dok je drugi osnovan u okviru Naučno-nastavne baze Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu "Majdanpečka Domena", u Debelom Lugu.

Istraživanja sprovedena u okviru doktorske disertacije su bila usmerena na ispitivanje varijabilnosti pojedinih anatomskih, fizioloških i morfoloških parametara u provenijeničnim testovima bukve osnovanim na teritoriji Republike Srbije. Istraživanje je sprovedeno tokom 2010. i 2011. godine i obuhvatilo je ukupno 21 provenijenciju, koje su bile zajedničke za oba lokaliteta. Rezultati istraživanja su pokazali da je postojala značajna genetička varijabilnost kako unutar, tako i između različitih provenijencija, kao i da su rezultati merenja bili pod uticajem kako genetičke konstitucije provenijencija, tako i stanišnih uslova lokaliteta na kojima su testovi

osnovani. Kako je istraživanje za potrebe doktorske disertacije izvršeno u dva provenijenična testa, izvršena je procena adaptibilnosti pojedinih provenijencija u juvenilnoj fazi razvića. Kod većine istraživanih parametara je konstatovana statistički značajnainterakcija "provenijencija x lokalitet", što pokazuje da se rang provenijencija menjao u zavisnosti od lokaliteta istraživanja, odnosno njihovo različito reagovanje. S obzirom da su se godine u kojima je rađeno istraživanje u značajnoj meri razlikovale u pogledu klimatskih uslova, kod svih provenijencija su uočeni znaci adaptacije na uslove vodnog deficita, koji su se ogledali u modifikaciji anatomske i morfološke građe, kao i fiziološkim promenama, koje prate ovu adaptaciju. Na osnovu rezultata klaster analize i kanonijske diskriminantne analize, konstatovano je da nije došlo do grupisanja provenijencija u zavisnosti od mesta njihovog porekla ukazujući na izraženu fenotipsku plastičnost vrste i ekotipski obrazac genetske varijabilnosti. Dobijeni zaključci o fenotipskim razlikama, njihovoj genetskoj uslovljenosti, interakcijama "provenijencija x lokalitet", kao i razlikama u adaptivnom potencijalu istraživanih provenijencija bukve, predstavljaju važan preduslov za unapređenje gajenja bukve u Srbiji.

Ključne reči: bukva, klimatske promene, provenijenični test, anatomija, fiziologija, morfologija.

Naučna oblast: Šumarstvo

Uža naučna oblast: Semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje

UDK 630*165.5:630*232.12:582.632.2 (497.11) (043.3)

VARIABILITY OF ANATOMICAL, PHYSIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL TRAITS OF DIFFERENT EUROPEAN BEECH PROVENANCES IN SERBIA

Summary

Climate is considered to be the main factor that determines forest species distribution. In Serbia, climatic series show a global warming trend and an increase in frequency of summer droughts, which should affect growth and regeneration of tree populations. European beech is one of the major tree species in Serbia, considering its large spatial distribution and involvement in total wood volume. Beech is particularly sensitive to drought and high temperatures. In the temperate-continental zone, it is almost certain, based on climate scenarios, that the frequent summer droughts will lead to an increase in vulnerability to some European beech ecosystems within the current range. Changes in climate not only will increase vulnerability of the beech ecosystems but also will reduce natural range of this particular species in some areas. The most endangered areas are considered the regions of South and South-East Europe, as well as stands at the lower altitudes. In order to make predictions of the future distribution range of beech forest ecosystems and insight into the ability of provenances to adapt to the different site conditions, several provenance trials, in five European countries were founded as a final product within COST Action E52: "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry". As a participant of the above mentioned program, two provenance trials were established in 2007 in the Republic of Serbia. One of the trials is situated on the territory of National park "Fruška Gora", while the second one is located on the territory of the Scientific Centre of the University of Belgrade, Faculty of Forestry – "Majdanpečka Domena", in Debeli Lug.

Research conducted in this doctoral dissertation was focused on the investigation of variability of anatomical, physiological and morphological parameters of European beech provenances, in two Serbian provenance trials. Study was conducted in 2010 and 2011, and involved 21 provenance in total, which were common for both of the trials. The results showed the significant genetic variation within and between different

provenances, and that the measurement results were influenced by genetic constitution of the provenance, as well as site conditions.

For the most of investigated parameters the presence of statistically significant interaction "provenance x location" was determined. Results showed that the ranking of provenances varied depending on the site of research.

Considering that the research was conducted over two vegetation periods characterised by contrasting climate conditions (2010 was the year with the above range precipitation, while 2011 was extremely drought), traces of adaptation to the conditions of water deficit, which was reflected both in the modification of anatomical and morphological structure, as well as alteration in physiological processes that accompany this adaptation, were found in all provenances.

According to the results of cluster analysis and canonical discriminant analysis, it was concluded that there was no grouping of provenances depending on their place of origin, indicating a pronounced phenotypic plasticity and ecotypic pattern of genetic variation. The obtained results regarding phenotypic differences, their genetic causality, interaction "provenance x location", as well as differences in the adaptive potential of the investigated European beech provenances, presents significant basis for improvement of silvicultural practice in beech forests in Serbia.

Keywords: European beech, climate change, provenance trials, anatomy, phisiology, morphology.

Scientific field: Forestry

Narrow scientific field: Seed science, nursery production and afforestation

UDK 630*165.5:630*232.12:582.632.2 (497.11) (043.3)

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Morfološke i bioekološke karakteristike bukve	3
1.2. Potencijalni uticaj klimatskih promena na bukvu	6
1.3. Provenijenični testovi kao oblik očuvanja genofonda vrste.....	12
1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja	15
2. Predmet istraživanja	31
3. Ciljevi istraživanja	32
4. Očekivani rezultati (hipoteza)	32
5. Materijal i metode istraživanja	33
5.1. Stanišni uslovi lokaliteta na kojima su provenijenični testovi osnovani	37
5.1.1. Klimatske karakteristike lokaliteta Fruška gora i Debeli Lug	37
5.1.2. Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetima	38
5.1.3. Ocena brojnosti i pokrovnosti prizemne vegetacije.....	39
5.2. Anatomske karakteristike.....	39
5.3. Fiziološke karakteristike	42
5.4. Morfološke karakteristike	43
5.5. Statistička obrada podataka.....	43
6. Rezultati	45
6.1. Klimatske i stanišne karakteristike lokaliteta Debeli Lug i Fruška gora	45
6.1.1. Hidrični bilans po Thornthwaite-Mather-u.....	45
6.1.2. Klimatsko – geografske karakteristike	48
6.1.3. Klasifikacija klime.....	48
6.1.4. <i>Ellenberg</i> – ov indeks	49

6.1.5. Klimatske karakteristike lokaliteta tokom 2010. i 2011. godine	50
6.1.6. Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta.....	52
6.1.7. Stepen prisutnosti i pokrovnosti korovske vegetacije	53
6.2. Varijabilnost anatomskih karakteristika lista u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu	55
6.2.1. Opis tkiva na poprečnom preseku lista.....	55
6.2.2. Anatomska građe lista na poprečnom preseku	58
6.2.3. Veličina i broja stoma po jedinici lisne površine.....	97
6.3. Varijabilnost fizioloških karakteristika lista bukve u provenijeničnim testovima na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.....	133
6.3.1. Neto fotosinteza, transpiracija, stomatalna provodljivost i efikasnost korišćenja vode	133
6.3.2. Koncentracija hlorofila a, b, a+b i karotenoida u listu sadnica bukve	163
6.4. Varijabilnost morfoloških parametara u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.....	191
6.4.1. Prečnik u zoni korenovog vrata i visina sadnica	191
6.4.2. Lisna površina i broj listova na biljkama.....	228
6.5. Klaster analiza.....	253
7. Diskusija	256
8. Zaključak.....	288
9. Literatura	292

1. Uvod

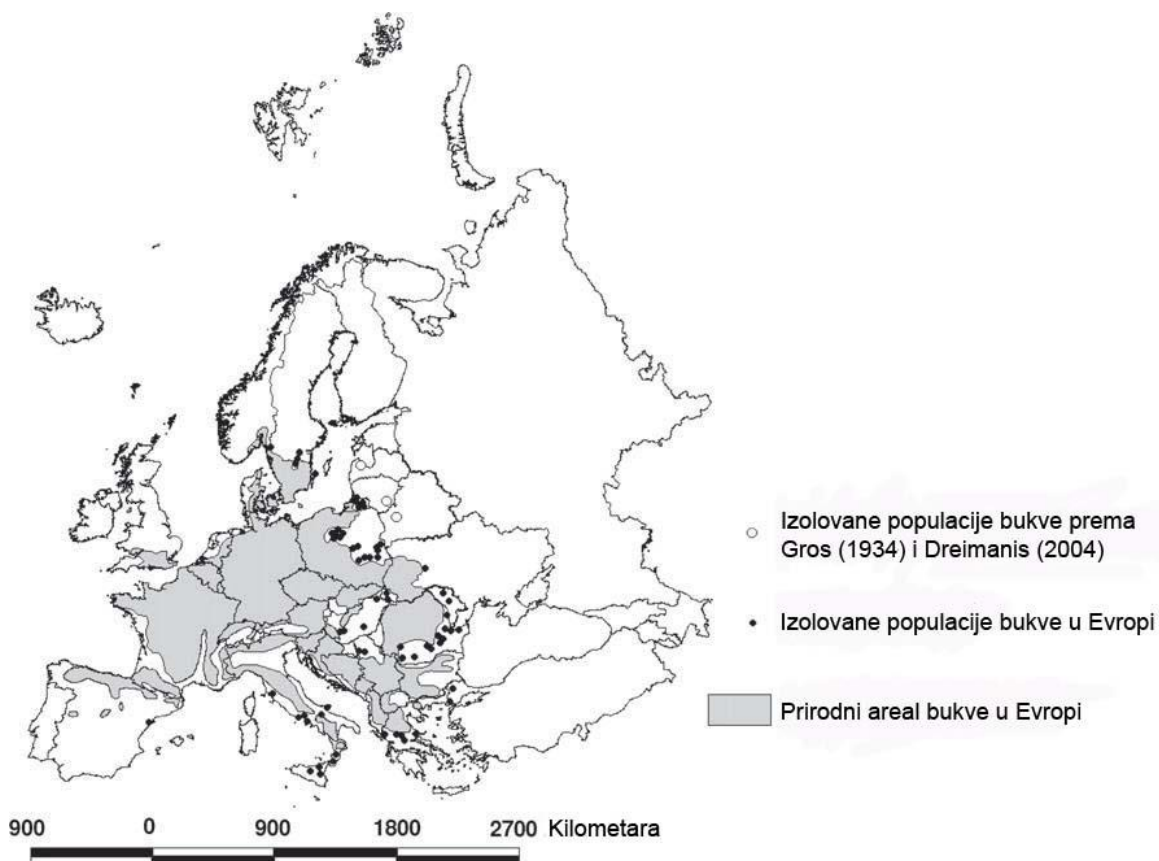
Bukva (*Fagus sylvatica* L.) se u Evropi prostire na oko 12 miliona hektara (Kramer i sar., 2001), i prema svojim ekološkim, socijalnim i ekonomskim vrednostima spada među najznačajnije vrste šumskog drveća u Evropi (Ivanković i sar., 2008). Areal bukve pokriva veći deo Evrope. Na severu ide do južne Švedske i 60. stepena severne geografske širine (Jovanović, 1971). Istočni deo areala se proteže do Kaliningradske oblasti, Poljske, Karpata i Basarabije (Lavadinović i Isajev, 2002). Bolte i sar. (2007) navode da se izolovane populacije bukve javljaju i izvan Kaliningradske oblasti, zahvatajući delove zapadne Letonije, južne Litvanije i zapadne delove Rusije. Zapadnu granicu areala čine zapadna Francuska i južna Engleska. Na jugu se javlja na Balkanskom poluostrvu, centralnoj Italiji, planinskim predelima severne Sicilije i na Korzici (Lavadinović i Isajev, 2002). U jugozapadnoj Evropi, bukva preko Francuske i Pirineja, zalazi u severnu Španiju (Jovanović, 1971).

Prema Isajevu (2005), u Evropi se osim obične bukve, javljaju još dve vrste bukve: (1) *Fagus taurica* Popl. i (2) *Fagus moesiaca* /Domin, Maly/ Czechtott¹.

Prema podacima iz Nacionalne inventure šuma Republike Srbije, iz 2009. godine, u Srbiji je registrovano 49 vrsta drveća, od čega 40 lišćarskih, i 9 četinarskih. Bukva u ukupnoj zapremini učestvuje sa 40.5%, a u zapreminskom prirastu sa 30.6%. Čiste šume bukve su najrasprostranjenije u Srbiji i pokrivaju 660,400 ha ili 29.3% ukupno obrasle površine, od čega je 67.4% u državnom vlasništvu. Mešovite šume bukve, hrastova i drugih lišćara, kao i mešovite šume bukve i četinara zauzimaju površinu od 379,302 ha, odnosno 16.4% obrasle površine (Stojanović i Krstić, 2000). Na osnovu taksonomskih istraživanja bukve, ustanovljeno je da se u Srbiji postoje tri vrste bukve: (1) mezijska bukva (*Fagus moesiaca* /Domin, Maly/ Czechtott.), koja je i najrasprostranjenija, (2) evropska bukva (*Fagus sylvatica* L.) i (3) istočna bukva (*Fagus orientalis* Lipsky), koje su manje zastupljene (Jovanović, 2000). Prema Jovanoviću i Cvjetičaninu (2005), mezijska bukva je najrasprostranjenija u središnjim i istočnim delovima Balkanskog poluostrva. Prema istim autorima, evropska bukva je najviše

¹ Kako navodi Isajev (2005), *Fagus taurica* Popl. se javlja na Krimu i predstavlja spontani hibrid između *F. sylvatica* L. i *F. orientalis* Lipsky, dok se mezijska bukva javlja na Balkanskom poluostrvu i predstavlja rezultat introgresijske hibridizacije *F. sylvatica* L. i *F. orientalis* Lipsky, i njihovih hibrida.

zastupljena u zapadnoj Srbiji, gde je primešana sa mezijskom bukvom. Istočna bukva je u Srbiji registrovana na Staroj planini, Miroču i Suvoj planini (Jovanović i Tucović, 1967).



Slika 1. Areal bukve u Evropi (Bolte i sar., 2007)

Sintaksonomski prikaz šuma bukve u Srbiji dali su Cvjetićanin (2003) i Jovanović i Cvjetićanin (2005). Prema navedenim autorima, zajednice bukve su sistematizovane u 7 podsveza, od kojih su 4 podsveze izdvojene prema visinskom diferenciranju, a 3 podsveze na osnovu edafskih razlika².

² "Sintaksonomski šume bukve pripadaju razredu-evrosibirskih listopadnih šuma (*Quercus-Fagetea* Br.-Bl. et V l i e g. 1937), redu-šume bukve (*Fagetalia sylvaticae* P a w l. 1928), podredu-šume mezijske bukve (*Fagenalia moesiaca* B. J o v., 1986) i svezi bukovih šuma (*Fagion moesiaca* B l e č. et L a k. 1970). Ova sveza je podeljena na 7 podsveza, od kojih su 4 izdvojene na osnovu različitih nadmorskih visina, a 3 na osnovu edafskih razlika. S obzirom na visinsko diferenciranje izdvojene su sledeće podsveze: brdske šume bukve (*Fagenion moesiaca submontanum* B. J o v., 1976), planinske šume bukve (*Fagenion moesiaca montanum* B. J o v., 1976), šume bukve i jele (*Abieti-Fagenion moesiaca* B. J o v.,

1.1. Morfološke i bioekološke karakteristike bukve

Zavisno od stanišnih karakteristika, bukva može da dostigne visinu od 40-45 m, prečnik preko 1 m i starost blizu 350 godina (Standovár i Kenderes, 2003). U tabeli 1 dat je pregled osnovnih morfoloških karakteristika bukve.

Mezijska bukva je po morfologiji vrlo slična evropskoj i istočnoj, a odlikuje se pojedinim intermedijarnim morfološkim karakteristikama, kao što su: (1) razlika između listova svetlosti (koji liče na listove *F. sylvatica* L.) i listova senke (koji liče na listove *F. orientalis* Lipsky), (2) režnjevi perigona muškog cveta su kraći i širi nego kod evropske bukve, a duži i uži od režnjeva istočne bukve, (3) stipule na kupulama su promenljive, listolike-proširene (kao kod *F. sylvatica* L.) ili končaste-uske (kao kod *F. orientalis* Lipsky) (Jovanović i Cvjetićanin, 2005).

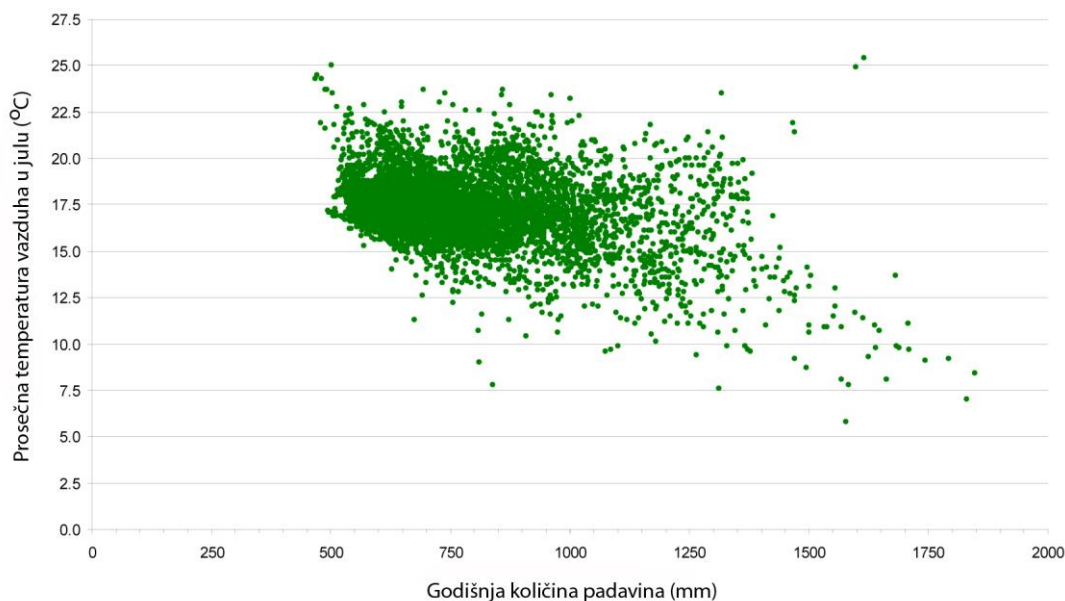
Bukva je vrsta koja je osetljiva na sušu, tako da se težište njenog areala nalazi u regionima koji su pod uticajem umereno-okeanske klime (Rose i sar., 2009). Prema Milad i sar. (2011), bukva je vrsta koja podnosi umereno sušne periode, ali ukoliko se ti sušni periodi prolongiraju na duži niz godina, to može negativno da se odrazi na vrstu. Penninckx i sar. (1999) navode da je rast bukve u Belgiji snažno povezan sa količinom padavina u ranoj fazi vegetacionog perioda i pojavom suša upravo u ovom periodu. Upoređujući prirast bukve iz 1976. i 2003. godine, kada su registrovane jake suše tokom vegetacionog perioda u Belgiji, Campioli i sar. (2012) su došli do zaključka da je tokom 1976. godine prirast bio znatno redukovan upravo zbog pojave suše tokom rane faze vegetacionog perioda. Za razliku od 1976. godine, 2003. godine je došlo do pojave suše u kasnijoj fazi vegetacionog perioda tako da su preliminarna merenja pokazala da nije došlo do značajnijeg gubitka prirasta. Staništa bukve, u uslovima centralne Evrope, karakteriše manja vlažnost, hladnije zime i toplija leta nego u Atlanskom regionu (Standovár i Kenderes, 2003).

1976), subalpijske šume bukve (*Fagenion moesiaca subalpinum* B. J o v., 1976). Osim vertikalno uslovljenih cenoza bukve, u Srbiji se javljaju cenoze koje su edafski uslovljene, a to su: šume bukve i crnog graba (*Ostryo-Fagenion moesiaca* B. J o v., 1976), šume bukve i mečje leske (*Corylo columnae-Fagenion moesiaca* B. J o v., 1979) i acidofilne šume bukve (*Luzulo-Fagenion moesiaca* B. J o v., 1976).“ (Cvjetićanin, R. (2003). Fitocenoze bukve u Srbiji. *Šumarstvo*, 55(1-2), 107-112.)

Tabela 1. Pregled pojedinih morfološke karakteristike bukve (Jovanović, 1971; Jovanović i Cvjetićanin, 2005).

Deo stabla	Opis
Stablo	Može da naraste do visine od 45 m, i da ima stablo čisto od grane do 30 m visine. Može da postigne prečnik od 2-3 m.
List	Razlikuju se listovi svetlosti od listova senki. Listovi svetlosti su sitniji od listova senki, okruglastiji i jedriji. Imaju 5-12 pari nerava, najčešće 9. Listovi su po obodu celi, ponekad talasasti i nazubljeni, sa dlačicama.
Cvetovi	Jednopolni i jednodomi. Cvetanje se odvija uporedo sa listanjem, u aprilu ili maju.
Plod	Bukvica. Dugačak između 1.3-1.8 cm, trougaonog je preseka i smeđe boje. Sadrži odlično jedno, ređe dva semena. Sazreva od septembra do novembra.
Kora	Kao vrsta senke, bukva ima tanku koru. Karakterišu je manje-više horizontalni nabori, koji su naročito izraženi na mestima gde je ranije bila grana. Boje je beličasto-sive.
Grančica	Tanke. Dugorasti nose na sebi naizmenično, u dva reda, pupoljke i listove.
Pupoljci	Izduženi, vretenasti, vrhom odvojeni od grančice. Obavijen je ljuspicama, koje su smeđe, gole i sjajne.
Krošnja	Razvija jaku krunu. Razlikuju se tri tipa krošnje: pravilna, rašljava i košnja metlastog tipa (Isajev, 2005).
Korenov sistem	Prelaznog tipa, između srcastog i tanjirastog (Krstić i Cvjetićanin, 2005). Plitak do srednje dubok, sa razvijenim bočnim žilama.

Sa aspekta potreba za vlagom i optimalne kiselosti zemljišta, bukva je vrsta sa najvećim potencijalnim optimumom i prostorom preovladavanja u odnosu na druge vrste drveća (Seletković i sar., 2003). Na grafikonu 1 je dat bioklimatski okvir u kojem se bukva javlja u Evropi, prema Mátyás i sar. (2010).



Grafikon 1. Bioklimatski okvir (eng. *bioclimate envelope*) u kojima se javlja bukva u Evropi napravljen na osnovu dugoročnih praćenja (1950-2000) prosečnih padavina i srednje temperature vazduha u julu mesecu (Mátyás i sar., 2010).

Na osnovu grafikona 1, može se primetiti da se bukva u Evropi praktično ne javlja na staništima gde je količina padavina ispod 500 mm, odnosno da se uglavnom javlja na staništima gde prosečna temperatura vazduha, tokom jula, ne prelazi 20°C. Pojavu marginalnih tačaka oko glavnog "oblaka", Mátyás i sar. (2010) objašnjavaju pojavom van-zonalnih populacija, koje koriste višak vlage u zemljištu.

Bukva je vrsta otporna je na niske temperature tokom zime, ali je osetljiva na kasne prolećne mrazeve (Spanos i Gaitanis, 2010). U južnoj Evropi, bukva toleriše srednju godišnju temperaturu vazduha do 14°C, pod uslovom da postoji dovoljno vode (Peters, 1997). Bukove sastojine se obrazuju na svim vrstama stena, u različitim klimatskim podnebljima, tako da se ne može govoriti o uniformnim karakteristikama zemljišta u bukovim šumama (Standovár i Kenderes, 2003). Bukva raste na izrazito kiselim do ekstremno bazičnim zemljištima, zauzima sve ekspozicije, i u orografskom smislu se javlja u svim vegetacijskim pojasevima, od planinskog do subalpijskog (Trinajstić, 2003). Posmatrano sa aspekta optimalnih stanišnih uslova za rast, bukva se na Balkanu javlja uglavnom u delovima sa umerenom klimom (Spanos i Gaitanis,

2010). Prema podacima koje, u monografiji: "Bukva u Srbiji", daju Krstić i Cvjetićanin (2005), prosečna godišnja temperatura vazduha u pojasu bukovih šuma u Srbiji se kreće između 4.2 – 8.3°C. Bukva je u Srbiji vrlo rasprostranjena u horizontalnom i vertikalnom rasporedu. S obzirom na veliku prostornu zastupljenost, bukva gradi čiste i mešovite šumske zajednice počevši od pojasa hrastova pa sve do subalpijskog pojasa vegetacije (Cvjetićanin, 2003). Prema Kneževiću (2003), bukove zajednice se javljaju na 10 tipova zemljišta, koja su obrazovana na različitim petrografskim supstratima. Radi se o zemljištima različitog proizvodnog potencijala: (1) zemljišta sa visokim proizvodnim potencijalom (deluvijum, ilimerizovano zemljište, eutrično smeđe zemljište), (2) zemljištima sa osrednjim proizvodnim potencijalom (rankeri, smeđa zemljišta na krečnjaku, dubljim formama rendzina i crnica u višim i humidnim regionima), (3) zemljišta niske produktivnosti (plitke forme crnice na krečnjaku i rendzine u suvljim regionima i nižim pojasevima), (4) zemljišta sa najmanjom produktivnošću (jako erodirana kisela smeđa zemljišta, posebno opodzoljeno kiselo smeđe zemljište).

1.2. Potencijalni uticaj klimatskih promena na bukvu

Prema podacima "Međunarodnog panela za klimatske promene" (IPCC) iz 2001. godine, globalna temperatura vazduha na Zemlji se tokom 20-og veka povećala u proseku za oko 0.6±0.2°C. Posmatrano u periodu od 1861. do 2007. godine, najtoplija dekada je bila poslednja dekada 20-og veka, a najtoplija godina 1998. (IPCC, 2007). Slične podatke iznose i Lindner i sar. (2010), prema kojima se globalna temperatura vazduha od 1900. godine povećala za 0.8°C, dok je 12 najtoplijih godina, počevši od 1880. godine, registrovano u periodu od 1990-2005. godine³. Buduća predviđanja globalnih klimatskih promena su još uvek nesigurna, i s toga je formulisano nekoliko scenarija po kojima bi se globalne klimatske prilike menjale u budućnosti (IPCC, 2001). Tako, na primer, prema A2 scenariju, do kraja 21. veka, temperatura u Evropi će se povećati za 2.5-5.5°C, dok će se prema B2 scenariju povećanje temperature kretati između 1-4°C (IPCC, 2007). Karakteristično za oba scenarija je da temperature

³ Kako navode Ratknić i sar. (2010), temperatura vazduha u kontinentalnom delu Evrope je u 2007. godini, u poređenju sa temperaturom vazduha iz pre-industrijskog perioda, bila veća za 1.2°C, odnosno 1°C u priobalnim delovima.

promene neće biti jednake za sve regione, kao i da će temperaturni ekstremi biti više izraženi tokom letnjih, nego zimskih meseci. Prema Christensen i sar. (2007), do 2100. godine, temperatura vazduha u Irskoj i Velikoj Britaniji će se povećati za oko 2°C, u centralnoj Evropi za 3°C, dok će se u severnim delovima borealnog pojasa i delovima mediteranskog regiona temperatura vazduha povećati za 4-5°C. Prema podacima IPCC (2007), temperatura vazduha u regionu južne Evrope će se, do kraja veka, povećati između 3-4.5°C.

Osim temperature, globalne klimatske promene za posledicu će imati i izmenjeni režim padavina i povećanje koncentracije CO₂ u atmosferi. Geßler i sar. (2007) navode da će količina i raspored padavina u Evropi zavisiti od brojnih parametara, a neki od njih su topografske karakteristike terena, prisustvo i tip vegetacije, način korišćenja zemljišta itd.



Slika 2. Klimatske zone u Evropi (Rivas-Martinez i sar., 2004).

Prema Christensen i sar. (2007), količina padavina u Evropi će, u prvom redu, zavisiti od klimatske zone kojoj određeni region pripada (slika 2). Kako navode pomenuti autori, godišnja količina padavina, u borealnoj zoni, će se povećati za 40%,

dok se u umereno kontinentalnoj klimatskoj zoni, kojoj pripada i Srbija, predviđa povećanje padavina, uglavnom tokom zimskog perioda, dok će tokom letnjih meseci doći do smanjenja količine padavina za 10%. Najnepovoljniji uslovi biće u pojasu mediteranske klimatske zone, gde se predviđa opadanje godišnje količine padavina i do 20% (do 50% tokom leta).

Prema podacima IPCC (2001), atmosferska koncentracija ugljen-dioksida se povećala za oko 31% u odnosu na koncentraciju CO₂ iz 1750. godine. Broadmeadow i sar. (2005) navode da je danas koncentracija ugljen-dioksida u atmosferi oko 375 ppm, za razliku od 270 ppm, kolika je bila u periodu od pre industrijske revolucije. U protekle dve decenije, koncentracija CO₂ u atmosferi se povećavala za 1.5 ppm, odnosno 0.4% godišnje. Ovo povećanje je prevashodno rezultat sagorevanja fosilnih goriva, i u manjoj meri smanjivanja površine pod šumama (Watson i sar., 1990).

Emisije CO₂ usled sagorevanja fosilnih goriva će imati dominantan uticaj na kretanja atmosferske koncentracije CO₂ i tokom 21. veka. Procena je da će koncentracija CO₂ u atmosferi, do 2100. godine, narasti do koncentracije od 540-970 ppm (IPCC, 2001).

Kako će navedene, globalne klimatske promene uticati na šumske ekosisteme, a pre svega na bukvu i njene zajednice?

Šumski ekosistemi su posebno osetljivi na klimatske promene, jer dug "životni vek" stabala ne dozvoljava brze adaptacije na ekološke promene (Giannini i von Wühlisch, 2009).

Efekat projektovanih klimatskih promena na šumske ekosisteme svakako će zavisi od pripadnosti šumskih kompleksa određenim klimatskim zonama. S obzirom na znatno drugačije stanišne i klimatske uslove, ne samo između različitih zona, nego i unutar istih, to će se i promene pojedinih klimatskih faktora različito odraziti na šume u njima. Ako se posmatraju severni i južni deo borealne zone, može se zapaziti da različiti faktori ograničavaju produktivnost šuma u njima. Dok su u severnom delu glavni limitirajući faktori niska temperatura i nedovoljan sadržaj hranljivih materija u zemljištu, u južnom delu je to dostupnost vode i u manjoj meri temperatura i hranljive materije (Hemery, 2007). Povećanjem globalne temperature vazduha, u severnim delovima doći će do povoljnijih uslova za rast drveća, koji će se manifestovati kroz duži vegetacioni period, ubrzano razlaganje organskih materija i povećanje sadržaja azota u

zemljištu (Kirschbaum, 1995). Na drugoj strani, u južnim delovima borealne zone, postoji opasnost da bi moglo doći do redukcije produktivnosti usled ograničene količine vode (Briceno-Elizondo i sar., 2006). Sa gore iznetim slažu se i Freeman i sar. (2005), koji navode da će viša temperatura vazduha i povećan sadržaj CO₂ u atmosferi, kao i povećanje sadržaja azota u zemljištu imati pozitivan uticaj na produktivnost šuma, izuzev na peskovitim zemljištima gde bi ograničen sadržaj vode mogao biti limitirajući faktor za rast.

Najveći deo Srbije se karakteriše umereno kontinentalnom klimom, dok planinski delovi iznad 1000 m nadmorske visine imaju kontinentalnu klimu (Savić i Obuljen, 1979). Produktivnost šuma u umereno kontinentalnoj klimatskoj zoni je u najvećoj meri ograničena dostupnošću vode (Maracchi i sar., 2005; Hemery, 2007; Xystrakis, 2009; Mátyás i sar., 2010). Opadanje godišnje količine padavine, kao i promena režima padavina tokom godine negativno će se odraziti na šumske ekosisteme, s obzirom da će još više ograničiti količinu vode koja je dostupna biljkama (Lindner i sar., 2010). Osim smanjenja količine padavina, klimatskim modelima se predviđa i povećanje temperature vazduha, što će za posledicu imati intenziviranje i trajanje suša. Allen i sar. (2010) smatraju da bi ovakav splet događaja mogao fundamentalno da izmeni sastav, strukturu i biogeografiju šuma u mnogim regionima.

Ono što je izvesno, jeste da će suša imati negativan uticaj na produktivnost ekosistema i svakako će uticati na povećan mortalitet biljaka (Archaux i Wolters, 2006). Hemery (2007) navodi se da će najugroženije biti vrste adaptirane na hladne i vlažne stanišne uslove, kao i vrste sa slabom reprodukcijom sposobnošću i ograničenom mobilnošću. Opisujući položaj bukve u klimatskim uslovima Grčke, Xystrakis (2009) konstatuje da je suša dominantni faktor koji određuje rasprostranjenost biljnih vrsta osetljivih na vodni stres. Polazeći od klimatskih scenarija, Von Wuehlisch (2004) smatra se da će doći do redukcije prirodnog areala bukve. Prema istom autoru, najugroženija će biti staništa na nižim nadmorskim visinama, u južnim i jugoistočnim delovima areala, gde će se smanjenje padavina, a povećanje temperature i evapotranspiracije najviše ispoljiti. Istovremeno, uslovi u severnim i severoistočnim delovima areala će postati pogodniji za bukove ekosisteme (Sykes i Prentice, 1996; Von Wuehlisch, 2004).

Prema Hsiao (1973), suša utiče na fiziološke funkcije drveće na različite načine, uključujući uticaj na razmenu gasova, rast i razviće ćelija, nivo fitohormona, metabolizam, transportne procese itd. Rennenberg i sar. (2006), polazeći od činjenice da za većinu drvenastih vrsta u Evropi optimalna temperatura vazduha, za vršenje fotosinteze, retko prelazi 30°C, smatraju da će povećanje temperature izvan ove granice delovati inhibitorno na ovaj proces. Brojni autori se slažu da će usled smanjenja intenziteta fotosinteze tokom letnjih suša, doći do smanjenja produkcije biomase čak i u ekosistemima koji su adaptirani na sušu (Ogaya i sar., 2003 Rambal i sar., 2003; Lindner i sar., 2010). Na drugoj strani, povećanje sadržaja CO₂ u atmosferi uticaće na delimično zatvaranje stoma što će redukovati gubitak vode procesom transpiracije. Rezultat ove pojave biće povećan odnos vezivanja ugljenika na račun gubitka vode (Picon i sar., 1996; Hirano i sar., 2012), što će se odraziti na povećanje efikasnosti korišćenja vode (eng. *water use efficiency*) u listu, ali i na nivou čitavih sastojina. Maracchi i sar. (2005) smatraju da će to imati pozitivan efekat na rast, koji bi u tom slučaju bio manje osetljiv na sušu. Istraživanja rađena na različitim vrstama drveća, u kontrolisanim uslovima, pokazala su da je produkcija biomase u uslovima suše bila veća pri višim koncentracijama CO₂ (Guehl i sar., 1994; Picon i sar., 1996; Centritto i sar., 1999; Davis i sar., 2007; Hirano i sar., 2012). Pored ovoga, povećano izdvajanje ugljenika za rast korena i osmotsku regulaciju, kod biljaka izloženih povećanoj koncentraciji CO₂, moglo bi da omogući biljakama korišćenje vode iz dubljih slojeva zemljišta i sa većeg opsega (Körner, 2003). Na taj način bi se povećalo usvajanje vode od strane biljaka, smanjio efekat vodnog stresa i povećala adaptibilnost na okolinu koju karakteriše nedostatak vode (Morgan i sar., 2004). Osim direktnog uticaja suše na šumske ekosisteme, koji će se manifestovati kroz pojavu fiziološkog stresa kod biljaka, autori navode i druge probleme, koji će se javiti kao sekundarne posledice, a to su kalamiteti insekata, širenje bolesti i učestali šumski požari (Maracchi i sar., 2005; Moriondo i sar., 2006; Lindner i sar., 2010; Milad i sar., 2011). Prema Geßler i sar. (2007), produktivnost bukve i njena konkurentska sposobnost neće u velikoj meri biti pod uticajem povećane koncentracije CO₂, koliko će biti pod snažnim uticajem intenziteta i trajanja suša tokom vegetacionog perioda. Ekstremne vremenske prilike (npr. suše), mogu relativno brzo da oslabe fiziološko stanje bukovih populacija i dovedu do kalamiteta insekata i epidemija bolesti, čak i u regionima koji su pogodni za bukvu

(Mátyás i sar., 2010). Navodeći primer iz Mađarske, Mátyás i sar. (2010) iznose podatak da je postepeni rast deficita vlažnosti u Mađarskoj doveo do zdravstvenih problema u mađarskim bukovim šumama, i to najpre na jugozapadu zemlje, gde se bukove sastojine nalaze na niskim nadmorskim visinama, u kserofilnim uslovima. Autori navode, da je fiziološki oslabljeno drveća postalo osetljivije na sekundarne štetočine i patogene, pri tome pokazujući simptome narušavanje zdravlja (rano uvenuće lista, proređena kruna, itd.). Masovno odumiranje stabala bukve u Mađarskoj tokom 2003. i 2004. godine, bio je rezultat lančanih šteta, nastalih kao rezultat sušnog perioda koji je trajao od 2000-2004. godine, smatraju Lakatos i Molnár (2009).

Brojna istraživanja su takođe sprovedena sa ciljem da se utvrdi kako konkurencija, predatorstvo i simbioza sa drugim biljnim vrstama utiču na rasprostranjenost date vrste. Istraživanja Pearson i Dawson (2003), su pokazala da biotička interakcija ima značajan uticaj na rasprostranjenost vrste, odnosno da promene u rasprostranjenju jedne vrste, mogu imati uticaj na rasprostranjenje čitavog niza drugih vrsta (Connell, 1961; Silander i Antonovics, 1982). Thuiller i sar. (2006) smatraju da će umerena klimatska zona usled pomeranja vrsta, izazvanog klimatskim promenama, izgubiti veliki deo svog bogatstva i diverziteta kada su listopadne drvenaste vrste u pitanju. Opadanje vitalnosti bukve, prouzrokovano sušom, moglo bi da rezultira nestajanjem bukve sa pojedinih staništa kao posledica gubitka prostora od strane konkurentskih vrsta (Kienast i sar., 1998; Lasch i sar., 2002; Wesche i sar., 2006; Lindner i sar., 2010). Leuzinger i sar. (2005) su prateći fiziološko stanje i prirast nekoliko vrsta drveća (između ostalog i bukve) tokom vegetacionog perioda, došli do zaključka da iako pojedinačne ekstremne klimatske pojave (ekstremna suša u 2003. godini) mogu imati negativan efekat na prirast, ipak glavni problem leži u sušama koje se ponavljaju iz godine u godinu. Rezultati praćenja fizioloških procesa, kod vrsta obuhvaćenih tim istraživanjem su pokazali da je i u uslovima vodnog stresa hrast kitnjak (*Quercus petraea*) uspevao da održi visok nivo protoka sokova u drvetu za razliku od ostalih vrsta. Istraživanje koje je sproveo Bonn (2000) u Nemačkoj, u 10 mešovitim sastojina bukve (*Fagus sylvatica*) i hrastova (*Quercus robur* i *Quercus petraea*) i 8 čistih sastojina bukve, pokazalo je da iako je bukva bila dominantna na ovim staništima, posmatrano sa aspekta visinskog i debljinskog prirasta, usled pojave sušnih godina došlo do znatno veće redukcije prirasta kod bukve nego kod hrastova.

Ukoliko bi se nastavio trend sušnih godina, manja osetljivost hrastova na vodni stres od bukve, mogla bi uzrokovati promenu struktura sastojina i pomeranje vrsta, smatra Bonn (2000). Sličan primer ovakve sukcesije u Pirinejima, opisali su Penuelas i Boada (2003), navodeći da je usled povećanja temperature vazduha od 1.4°C, u poslednjih 50 godina, i nepromenjenog nivoa padavina, došlo do potiskivanja bukve od strane česmne (*Quercus ilex* L.). Na drugoj strani, Sykes i Prentice, (1996) smatraju da će u mešovitim četinarsko-lišćarskim šumama severne Evrope doći do "povlačenja" smrče (*Picea abies*) i belog bora (*Pinus sylvestris*) iz južnih i zapadnih delova, dok će se areal bukve i drugih tvrdih lišćara proširiti prema severu. Slična sukcesija vrsta očekuje se i u pojedinim delovima zapadne i centralne Evrope. Istraživanja rađena u Nemačkoj su pokazala da bi u budućnosti moglo doći do potiskivanja četinara od strane konkurentnijih listopadnih vrsta, među kojima će biti i bukva (Bugmann, 1997).

1.3. Provenijenični testovi kao oblik očuvanja genofonda vrste

U prethodnom poglavlju je navedeno da gubitak genetičkih resursa bukve može biti uzrokovan delovanjem kako direktnih (klimatske promene), tako i indirektnih (kalamitet insekata, bolesti, šumski požari, indukovana sukcesija vrsta itd.) faktora.

Prema Isajevu i sar. (2009), sposobnost jedne populacije da se adaptira na promenjene uslove spoljašnje sredine čini osnovu stabilnosti svih šumskih ekosistema. Isti autori dalje navode da bez obzira o kom mehanizmu adaptacije se radi, genetički diverzitet igra ključnu ulogu u svakom od njih i da bi bez odgovarajućeg genetičkog diverziteta adaptacioni procesi bili nezamislivi. Milad i sar. (2011) ističu da će upravo postizanje visokog nivoa diverziteta biti ključna mera u očuvanju prirode. Šijačić-Nikolić i Milovanović (2010) smatraju da u cilju unapređenja adaptibilnosti populacija, naročitu pažnju treba posvetiti fenotipskoj plastičnosti, kao alternativni genetičke adaptabilnosti.

Oblici očuvanja genetičkih resursa drvenastih vrsta, mogli bi se klasifikovati u dve grupe, u zavisnosti da li se konzervacija obavlja u postojećim prirodnim populacijama (*in situ*) ili izvan njihovog prirodnog staništa, u veštački podignutim "objektima" (*ex situ*) (Šijačić-Nikolić i Milovanović, 2007b; Isajev i sar., 2009).

Provenijenični testovi⁴ predstavljaju *ex situ* oblik konzervacije genofonda. Koriste se kao metoda procene stepena raznolikosti i potencijala autohtonih i alohtonih vrsta drveća, za utvrđivanje potencijala i stepena divergentnosti izolovanih populacija (u smislu veće adaptabilnosti i produktivnosti), kao i za određivanje razlika u genetskoj varijabilnosti između i unutar različitih provenijencija (Šijačić-Nikolić i Milovanović, 2007b).

Prema Gömöry (2010), glavni cilj istraživanja u provenijeničnim testovima jeste identifikovanje provenijencija koje se karakterišu dobrim prirastom i adaptabilnošću, kako bi se iskoristile kao izvor semena za buduća pošumljavanja. Eriksson i Ekberg (2001) navode dva cilja u istraživanjima vezanim za provenijenične testove: (1) *primarni*, čija je glavna svrha primenljivost u praktične svrhe, i sastoji se u identifikovanju provenijencija koje daju najbolje proizvodne rezultate na datom staništu i (2) *naučni*, koji treba da uđe u trag adaptaciji koja se odvija, kao i stanišnim faktorima koji na tu adaptaciju utiču. Prednost osnivanja provenijeničnih testova na više lokaliteta ogleda se kroz mogućnost da se jedino na taj način može spoznati pun potencijal izabranih provenijencija. Ekološki uslovi koji preovladavaju na određenoj lokaciji uslovljavaju izvesne razlike u rastu između provenijencija, zbog čega i se preporučuje da se eksperimentalni zasadi podižu u vidu eksperimentalne serije. Kang (1993), diskutujući o nedostacima osnivanja testova na samo jednom lokalitetu, kao argument navodi mogućnost odbacivanja pojedinih neperspektivnih genotipova u ranoj fazi programa oplemenjivanja, iako odbačeni genotipovi mogu imati potpuno drugačije osobine (potencijal) u drugim stanišnim uslovima ili kasnijim godinama istraživanja. Takođe, testiranje provenijencija na samo jednom lokalitetu pruža ograničene informacije o potencijalu provenijencija, s obzirom na nemogućnost testiranja interakcije "provenijencija x lokalitet". Testiranjem provenijencija u različitim stanišnim uslovima mogu se identifikovati provenijencije koje se karakterišu specifičnom adaptabilnošću, kao i one koje se karakterišu opštom adaptabilnošću (Kang, 2003).

Prvi provenijenični test je osnovan 1820. godine i do danas su osnovani od više od 50 drvenastih vrsta iz umerene klimatske zone (Wright, 1976). U Srbiji je do sada osnovano nekoliko provenijeničnih testova, koji su uključivali različite vrste drveća –

⁴ Provenijenični test je ogled u kojem zastupljene biljke potiču od semena sakupljenog u različitim delovima areala vrste i dobijene sadnice rastu pod jednakim ekološkim uslovima (Wright, 1976).

orah, divlju trešnju, duglaziju, hrast lužnjak, smrču, crni bor, beli bor, javor i bukvu (Isajev i sar., 2009). Detaljan pregled dosadašnjih istraživanja na praćenju varijabilnosti kod različitih provenijencija smrče, duglazije, crnog i belog bora, kao i aktivnostima na izdvajanju regiona provenijencija bukve u Srbiji, dali su Isajev i sar. (2012).

Prvi provenijenični testovi bukve u Srbiji su osnovani 2007. godine u okviru evropske mreže provenijeničnih testova ove vrste⁵. Do danas su u okviru ove mreže, provenijenični testovi bukve u Evropi osnivani u 6 ciklusa (1986, '87, '88, '95, '98 i 2007. godine). Glavni razlog osnivanja ovih testova bila je narastajuća potreba za semenom bukve u centralnoj Evropi tokom '70-ih godina prošlog veka. Kako se u to vreme seme uglavnom uvozilo iz jugoistočne Evrope, javila se potreba za testiranjem sadnog materijala proizvedenog iz ovog semena, s obzirom da je postojala velika nepoznanica vezano za njegove osobine. Ubrzo se shvatilo da nije dovoljno da se osnuju zasebni provenijenični testovi, tako da se pristupilo proširenju nivoa testiranja, što je na kraju rezultiralo osnivanjem evropske mreže provenijeničnih testova (Muhs i sar., 2010). Tokom '80-ih i '90-ih godina osnovano je ukupno 60 provenijeničnih testova, u 21 zemlji Evrope. U ove testove je bilo uključeno 396 provenijencija bukve (von Wuehlisch, 2004). Poslednja serija evropskih provenijeničnih testova bukve je osnovana tokom 2007. godine u okviru *COST Action E52: "Evaluation of the Genetic Resources of Beech for Sustainable Forestry"* ("Procena genetskih resursa bukve za održivo šumarstvo"). Tom prilikom je osnovano ukupno 7 provenijeničnih testova (po 2 u Srbiji i Nemačkoj, i po jedan u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i Italiji), u kojima je zastupljeno 20 provenijencija iz balkanskog regiona (Srbija, Hrvatska i Bosna i Hercegovina) i 12 provenijencija iz Austrije, Nemačke, Mađarske, Italije, Švajcarske i Rumunije. Testovi su koncipirani tako da je 15 provenijencija zajedničko za sve lokalitete (von Wuehlisch i sar., 2010). S obzirom da je i Srbija bila učesnik ovog programa, na njenoj teritoriji su osnovana dva provenijenična testa, na lokalitetima Fruška gora (severna Srbija) i Debeli Lug (istočna Srbija).

Do danas je publikovano više radova koji su vezani za sprovedena istraživanja u provenijeničnim testovima bukve osnovanih tokom 2007. godine (Stojnić i sar., 2010;

⁵ Poređenja radi, prvi provenijenični test bukve, u svetu, je osnovan u Nemačkoj 1877. godine. Test je osnovan u Botaničkoj bašti u Münden- u i sastojao se od 123 provenijencije bukve, koje su vodile poreklo iz različitih delova Nemačke (Kajba, 2003).

Ballian i Zukić, 2011; Ivanković i sar., 2011; Stojnić i sar., 2012; Šijačić-Nikolić i sar., 2012; Štajner i sar., 2013).

Zajedničko za sve serije evropskih provenijeničnih testova bukve jesu zadaci koji su postavljeni pred istraživače, a koji bi se mogli podeliti u 4 grupe (von Wuehlisch, 2004):

1. testiranje provenijencija na različitim staništima, selekcija polaznog materijala i davanje preporuka za trgovinu i korišćenje provenijencija na nacionalnom i međunarodnom nivou;
2. procena genetičke varijabilnosti i fenotipske plastičnosti, razvijanje strategije konzervacije genetičkih resursa, usaglašavanje metodologije za procenu navedene varijabilnosti, procena ekodistance između provenijencija;
3. proučavanje adaptibilnosti, uticaja stanišnih i klimatskih faktora i njihov značaj, istraživanje uticaja globalnih klimatskih promena;
4. stimulisanje pan-evropske saradnje vezano za istraživanja u šumarstvu.

1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja

Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih vrsta drveća do danas je bila predmet brojnih istraživanja. Ciljevi ovih istraživanja su se, u najvećoj meri, odnosili na utvrđivanje adaptabilnih svojstava zasnovanih na ovim parametrima, stvaranje brzorastućih sorti, identifikaciju superiornih genotipova i ispitivanje varijabilnosti, pomenutih svojstava, između različitih klonova, odnosno genotipova, populacija i provenijencija

U daljem tekstu daje se pregled pojedinih istraživanja koja su se bavila ovom tematikom, kao i rezultati i zaključci do kojih su autori tih istraživanja došli. S obzirom da je veliki deo istraživanja istovremeno obuhvatao anatomske, fiziološke i morfološke parametre, pregled istraživanja neće biti podeljen u podpoglavlja, nego će biti prikazan kao jedna celina. Na ovakav potez se došlo jer je često nemoguće posmatrati ove parametre odvojeno jedne od drugih i tek sagledavanjem svih parametara zajedno može se dobiti uvid u prirodu funkcionisanja pojedinih mehanizama kod biljaka, sagledati strukturno-funkcionalna povezanost i izvesti adekvatan zaključak.

Broj i veličina stoma su značajan indikator adaptibilnosti vrste na sušu. Stres izazvan sušom je jedan od najvažnijih faktora koji ograničavaju proces fotosinteze, indukujući zatvaranje stoma i na taj način redukujući razmenu gasova između mezofila i spoljašnje atmosfere (Čaňová i sar., 2008; Özyiğit i Akinci, 2009). Sitnije stome se otvaraju i zatvaraju znatno brže, što u kombinaciji sa velikim brojem stoma po jedinici površine, obezbeđuje bolji kapacitet za brzo povećanje stomatalne provodljivosti u listu, u trenucima povoljnim za proces fotosinteze (Aasamaa i sar., 2001). Xu i Zhou (2008) su utvrdili da je kod višegodišnje trave *Leymus chinensis* umeren deficit vode imao pozitivan efekat na broj stoma, ali da je jaka suša vodila ka redukciji broja stoma. Takođe, veličina stoma je opadala sa povećanjem vodnog deficita. Autori su ustanovili da je postojala pozitivna korelacija između gustine stoma i fizioloških parametara (stomatalne provodljivosti, neto fotosinteze i efikasnosti korišćenja vode). Gindel (1969) je prateći brojnost i dužinu stoma kod 32 drvenaste, kserofitne vrste u Izraelu, u uslovima sa navodnjavanjem i bez navodnjavanja, utvrdio da je gustina stoma bila značajno veća kod stabala koja nisu zalivana. Prateći istovremeno veličinu lisne površine kod 14 vrsta, utvrdio je da kod 11 biljnih vrsta nije bilo statistički značajne razlike. Kod većine biljaka koje su se uspešno aklimatizovale (i pojedinih autohtonih) stome su bile prisutne na obe strane lista, na osnovu čega su izdvojene kad vrste sposobne da se adaptiraju na aridne klimatske uslove, odnosno uslove višegodišnjih suša. Aslanta i Karakurt (2009) su sproveli istraživanje na pet kultivara jabuke (*Malus domestica* Borkh.), zasađenih na dva lokaliteta kako bi, između ostalog, utvrdili promenu gustine stoma i veličinu lisne površine u zavisnosti od nadmorske visine. Kultivari rasli na lokalitetu sa nižom nadmorskom visinom su imali veći broj stoma po jedinici površine i veću lisnu površinu od istih kultivara na drugom lokalitetu. Autori su ovu pojavu objasnili aklimatizacijom biljaka na oštrije klimatske uslove koji vladaju na višim nadmorskim visinama. Radeći, takođe, istraživanje na jabuci, Elias (1995) je utvrdio da su stabla jabuke koja nisu bila navodnjavana imala veću gustinu stoma po jedinici površine od navodnjavanih stabala. Studija urađena od strane Takahashi i Miyajima (2008) sa ciljem da se utvrdi kako nadmorska visina utiče na parametre koji upućuju na vodni stres kod biljaka (gustina stoma, stomatalna provodljivost i vodni potencijal) kod *Betula ermanii*, *Sorbus commixta*, *Abies mariesii* i *A. veitchii*, u subalpijskom pojasu (1600 i 2400 m), pokazalo je da, u istraživanom periodu, nije

konstatovan vodni stres kod biljaka. Broj stoma se nije menjao sa povećanjem nadmorske visine, dok je stomatalna provodljivost samo kod *B. ermanii* bila veća na visini od 2400 m. Vodni potencijal je kod vrsta iz roda *Abies* ostajao nepromenjen sa povećanjem nadmorskom visinom, dok je kod druge dve vrste bio manji na nižoj nadmorskoj visini. Holland i Richardson (2009) su istraživali uticaj promene nadmorske visine na gustinu i veličinu stoma kod dve drvenaste vrste (*Betula papyrifera* var. *cordifolia* i *Sorbus americana*) i dve zeljaste vrste koje čine prizemni sprat (*Cornus canadensis* i *Dryopteris carthusiana*). Ustanovljeno je da se veličina ćelija zatvaračica povećavala sa nadmorskom visinom kod sve četiri vrste, za razliku od gustine stoma koja je ostala nepromenjena. Qiang i sar. (2003) su baveći se, između ostalog, varijabilnošću gustine stoma kod *Picea crassifolia* u zavisnosti od nadmorske visine i koncentracije CO₂, došli do zaključka da je broj stoma po jedinici površine rastao sa povećanjem nadmorske visine do 3000 m, da bi sa povećanjem nadmorske visine iznad ove granice došlo do smanjenja gustine stoma. Takođe, do nadmorske visine od 3000 m, postojala je značajna korelacija između koncentracije CO₂ i broja stoma ($r^2=0.63$), da bi se ona izgubila sa povećanjem nadmorske visine iznad 3000 m ($r^2=0.085$). Iako pojedini autori zastupaju mišljenje da sa povećanjem koncentracije CO₂ dolazi do smanjenja gustine stoma (Woodward i Bazzaz, 1988), rezultati ove studije su pokazali da to nije bio slučaj na nadmorskoj visini iznad 3000 m. Qiang i sar. (2003) su ovu pojavu objasnili mogućnošću da su efekti drugih faktora spoljašnje sredine – temperatura, svetlost i padavine, "maskirali" efekat ugljen-dioksida na nadmorskoj visini koja je iznad optimuma za datu vrstu. Hirano i sar. (2012) su radeći istraživanje na *Fagus crenata*, takođe konstatovali da sa povećanjem koncentracije ugljen-dioksida nije dolazilo do statistički značajne promene gustine stoma na listu.

Kada je reč o uticaju atmosferske koncentracije CO₂ na fiziološke i morfološke karakteristike biljaka, brojne studije su sprovedene kako bi se ova pojava ispitala u interakciji sa drugim stanišnim i klimatskim faktorima (temperatura, svetlost, vlažnost vazduha, obogaćenost zemljišta hranljivim materijma, kiselost zemljišta, itd.). Istraživanja rađena na različitim vrstama drveća su pokazala da je usled povećanja koncentracije CO₂, kod biljaka dolazilo do povećane produkcije biomase, efikasnosti korišćenja vode, intenziviranja rasta i procesa neto fotosinteze i povećanja lisne površine (Ceulemans i Mousseau, 1994; Overdieck i Forstreuter, 1994; Hirano i sar.,

2012). Na drugoj strani, sa povećanjem CO₂, registrovano je smanjenje stomatalne provodljivosti, transpiracije i sadržaja fotosintetičkih pigmenata u lista (Overdieck i Forstreuter, 1994; Liozon i sar., 2000; Hirano i sar., 2012). Problematika dodatno dobija na težini ako se u obzir uzmu i stanišni, odnosno klimatski uslovi. Egli i sar. (1998) su utvrdili da je povećanje koncentracije ugljen-dioksida imalo pozitivan efekat na rast sadnica bukve samo na kalcifikovanom zemljištu, dok se na kiselom zemljištu povećanje koncentracije CO₂ negativno odrazilo na rast. Ogledi sprovedeni na ozimom pšenici i ječmu (Bounce, 2000) su pokazali da su različiti intenzitet osvetljenosti, vlažnost vazduha i temperatura značajno uticali na stepen smanjenje stomatalne provodljivosti pri povećanju koncentracije CO₂. von Kriebitzsch i sar. (1999) su ispitivajući uticaj koncentracije ugljen-dioksida i intenziteta osvetljenosti na morfološke parametre lista, u provenijeničnom testu bukve, utvrdili da su posmatrani parametri bili pod snažnim uticajem interakcija svetlosti i CO₂. Heath i Kerstiens (1997) su ispitivali intenzitet fotosinteze (A) i stomatalnu provodljivost (gs) kod bukve (*Fagus sylvatica* L.) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u uslovima različite koncentracije CO₂ i dva nivoa zasićenosti zemljišta hranljivim materijama. Merenjima je utvrđeno da je u uslovima optimalne obezbeđenosti biljaka vodom došlo do povećanja intenziteta fotosinteze i lisne površine, odnosno smanjenja stomatalne provodljivosti nezavisno od sadržaja hranljivih materija u zemljištu. Tokom tretmana suše, kod bukve nije ustanovljen uticaj koncentracije CO₂ na stomatalnu provodljivost u uslovima dovoljne obezbeđenosti hranljivim materijama, dok je u uslovima smanjene količine hranljivih materija došlo do značajnog povećanja stomatalne provodljivosti sa povećanjem koncentracije ugljen-dioksida. Na osnovu ovakvih rezultata autori su došli do zaključka da bukva značajno povećava korišćenje vode sa povećanjem koncentracije CO₂ u uslovima suše, izazivajući na taj način sušenje zemljišta. Ovo je posebno značajno sa aspekta uticaja klimatskih promena na bukvu, pogotovo za region južne Evrope, za koji se predviđa povećanje evapotranspiracije i intenziviranje letnjih suša.

Istraživanje rađeno od strane Vilotić i sar. (2006) na formama bukve *Fagus sylvatica* L. var. *lutefolia* i *F. sylvatica* f. *atropurpurea*, gde je obična bukva *Fagus sylvatica* L. korišćena kao kontrola, imalo je za cilj da se utvrdi razlika između anatomsko-morfoloških parametara lista (veličina i gustina stoma i dužina i širina lista) i da se na bazi toga daju preporuke oko izbora kultivara pri dekorativnom uređenju

prostora. S obzirom na dobijene rezultate, autori su došli do zaključka da su posmatrani parametri pod snažnom genetičkom kontrolom biljaka, navodeći da bi kultivar *F. sylvatica* f. *atropurpurea* bio najbolji izbor za sadnju na staništima koja se karakterišu većom vlažnošću zemljišta i vazduha. Polazeći od pretpostavke da su gustina stoma i stomatalna provodljivost pokazatelj adaptibilnosti vrste na stanišne uslove, Ilgin i Caglar (2009) su poredili gustinu stoma, dužinu stoma i stomatalnu provodljivost kod 20 genotipova kajsije (*Prunus armeniaca* L.). Cilj istraživanja je bio da se utvrdi varijabilnost između pomenutih parametara, kao i uticaj faktora spoljašnje sredine na njih. Rezultati su pokazali značajne statističke razlike u pogledu svih posmatranih parametara, pri čemu nije postojala korelacija između stomatalnih karakteristika i stomatalne provodljivosti. Nikolić i sar. (2003) su istražujući, između ostalog, genetsku varijabilnost karakteristika stoma kod 17 genotipova hrasta lužnjaka u vegetativnoj plantaži "Banov Brod" u Sremu, utvrdili statistički značajne razlike u pogledu gustine i veličine stoma između posmatranih genotipova. Istraživanjem je, takođe utvrđena negativna korelacija između gustine stoma i njihove dužine, kao i pozitivna korelacija između gustine i širine stoma. Istražujući unutar- i međupopulacionu varijabilnost pojedinih stomatalnih karakteristika hrasta lužnjaka u Vojvodini, Batos i sar. (2010) su utvrdili da su unutar populacija postojale značajne razlike u pogledu svih posmatranih parametara, što nije bio slučaj i između različitih populacija. Takođe je utvrđena signifikantna razlika u pogledu veličine stoma u zavisnosti od položaja lista u kruni stabala. Značajno je i zapažanje da je najmanju gustinu stoma imala populacija iz Bojčinske šume, koja se nalazi u neposrednoj blizini TE "Nikola Tesla". Iako se u literaturi mogu sresti oprečni rezultati vezano za uticaj vazdušnih polutanata na broj stoma (Hetherington i sar., 2003; Dimitrova i Yurukova, 2005; Gostin i Ivanescu, 2007; Oljača i sar., 2008; Balasooriya i sar., 2009; Oljača i sar., 2009; Kardel i sar. 2010; Wuytack i sar., 2010), brojni autori smatraju da su morfološke i stomatalne karakteristike lista pouzdan indikator kvaliteta vazduha (Dimitrova i Yurukova, 2005; Kurteva, 2008; Balasooriya i sar., 2009; Kardel i sar. 2010; Wuytack i sar., 2010).

Istraživanje rađeno od strane Orlović i sar. (1998), obuhvatilo je varijabilnosti anatomskih i fizioloških karakteristika, kao i elemenata rasta, ožiljenica 8 klonova crne topole (4 *Populus x euramericana* i 4 *Populus deltoides*), na tri tipa zemljišta. Rezultati su pokazali da je postojao visok stepen međuklonske varijabilnosti za većinu

parametara. Statistički značajne razlike, uočene između klonova, zasađenih na različitim tipovima zemljišta, jasan su pokazatelj genetičke kontrole klonova nad posmatranim parametrima. Takođe, za većinu parametara je statistički značajna intreakcija klon x stanište. Jaka korelacija ($p < 0.001$) je registrovana između broja stoma na licu lista i debljine palisadnog tkiva, na jednoj strani, i biomase, na drugoj, kao i lisne površine sa biomasom i visinom biljaka. Korelacija je takođe ustanovljena i između intenziteta neto fotosinteze i visine ($p < 0.05$). Na osnovu dobijenih rezultata autori su zaključili da se broj stoma na licu lista, debljina palisadnog tkiva, neto fotosinteza i lisna površina mogu koristiti u selekciji istraživanih klonova na bujnost rasta, odnosno produkciju biomase. Takođe, proučavajući mogućnosti selekcije crnih topola na efikasnost korišćenja vode, Orlović i sar. (2002) su utvrdili da su visoko-prinosni klonovi topola bili superiorni po pitanju efikasnosti korišćenja vode. Monculus i sar. (2009) su radeći istraživanje na F1 generaciji 33 genotipa *Populus deltoides* x *Populus trichocarpa*, u tretmanima suše i navodnjavanja, takođe utvrdili da su produktivniji genotipovi imali veću efikasnost korišćenja vode. Interesantno je da su autori utvrdili da nije postojala direktna veza između efikasnosti korišćenja vode i osetljivosti genotipova na deficit vode, odnosno da su perspektivni genotipovi, iako su imali visoku efikasnost korišćenja vode takođe pokazali veću osetljivost ka nedostatku vode. Zhang i sar. (2004) su pratili promenu pojedinih fizioloških i morfoloških karakteristike kod tri populacije topole (*Populus davidiana*) u uslovima indukovanog vodnog stresa. Populacije su poticale iz vlažnog, sušnog i umerenog kraja. Ustanovljene su značajne razlike između populacija u dva tretmana (suša i navodnjavanje), kao i snažan uticaj interakcije tretmana "navodnjavanje x populacija" na fiziološke i morfološke parametre. Vodni stres se više odrazio na posmatrane parametre kod populacija iz sušnijih krajeva, nego populacije iz vlažnog regiona. Populacije iz različitih stanišnih uslova su imale različit "odgovor" na indukovanu sušu u ranoj fazi rasta. Populacija iz vlažnog regiona se karakterisala sa najnižom efikasnošću korišćenja vode i brzim rastom, dok je populacija iz sušnog kraja imala visoku efikasnost korišćenja vode i spor rast. Jednostavnije rečeno, populacija iz sušnog kraja je razvila "konzervativnu strategiju" korišćenja vode kako bi se adaptirala na uslove suše, dok je populacija iz vlažnog kraja obilno koristila vodu iz zemljišta.

Istraživanje intenziteta neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti na ožiljenicama klona *Populus x euramericana* cl. *Pannonia*, zasađenih na dva lokaliteta

unutar odlagališta zemljišta površinskog kopa uglja, pokazalo je da su se ovi parametri značajno razlikovali u zavisnosti od teksturne klase zemljišta na kom su sadnice zasađene (Stojnić i sar., 2011). Sadnice topole, zasađene na peskovito-glinovitoj ilovači, u poređenju sa sadnicama zasađenim na peskovitoj ilovači su se karakterisali znatno većim intenzitetom neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti, s obzirom na veći kapacitet ovih zemljišta da zadržavaju vodu, koja je biljkama neophodna za obavljanje fizioloških procesa.

Istraživanje koje je urađeno na klonovima bele vrbe (*Salix alba* L.) imalo je za cilj da se na bazi varijabilnosti fizioloških karakteristika i elemenata rasta kod klonova bele vrbe utvrdi postojanje korelacije između ove dve grupe parametara, kako bi se ispitala mogućnost primene fizioloških parametara u ranoj selekciji bele vrbe na bujnost rasta (Orlović i sar., 2006a). Rezultati su pokazali da je postojala mala varijabilnost u pogledu posmatranih parametara, kao i visok stepen naslednosti u širem smislu. Visoka korelacija je ustanovljena između elemenata rasta, na jednoj strani, i neto fotosinteze i broja stoma na licu i naličju lista, na drugoj, što upućuje da bi se ovi parametri mogli koristiti u ranoj selekciji bele vrbe na bujnost rasta.

U cilju identifikacije brzorastućih genotipova bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.), na bazi njihovih anatomsko-fizioloških karakteristika, Orlović i sar. (2004) su pratili varijabilnost većeg broja anatomskih i fizioloških parametara kod 4 klona bagrema (R-56, R-135, R-54-1, R-115). Istraživanjem je ustanovljena značajna varijabilnost između klonova u pogledu posmatranih parametara. Klon R-56 se pokazao superiornijim u odnosu na ostale klonove pokazujući najviši intenzitet neto fotosinteze, najvišu akumulaciju N, P, K, debljinu mezofila i koncentraciju fotosintetičkih pigmenta.

Ballian i sar. (2010) su sproveli istraživanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti morfoloških svojstava lista hrasta lužnjaka na području zemalja zapadnog Balkana (Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora). Studijom je bilo obuhvaćeno 65 populacija i 650 stabala, dok je morfometrijska analiza uključivala ukupno 14 morfoloških svojstava. Rezultati su pokazali da su postojale signifikantne razlike kako na međupopulacionom, tako i na unutarpopulacionom nivou. Takođe, razlike na unutarpopulacionom nivou su bile izraženije nego one na međupopulacionom, upućujući na zaključak da je svaka od proučavanih populacija

imala sličnu smesu genotipova. Za razliku od ovih rezultata, istraživanje morfometrijskih karakteristika lista hrasta lužnjaka, u sedam populacija, u Rumuniji, pokazalo je da za većinu posmatranih parametara (10 od ukupno 14) nisu utvrđene statistički značajne razlike (Enescu i sar., 2010). Takođe, za razliku od istraživanja koje su sprovedli Ballian i sar. (2010), u kojem je najveća varijabilnost utvrđena za dužinu peteljki, u istraživanju u Rumuniji, najveća varijabilnost je konstatovana za oblik baze lista (Enescu i sar., 2010). Praćenje fenotipske plastičnosti morfoloških karakteristika sadnica hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), koje su poticale iz različitih populacija, u normalnim uslovima i uslovima vodnog stresa, pokazalo je da su razlike između populacija postojale kako između tretmana, tako i unutar tretmana. Autori su ovu pojavu objasnili genetičkom izdiferenciranošću između populacija. Takođe, visok stepen fenotipske varijacije je utvrđen za interakciju populacija x vodni tretman. Ova studija pokazuje da poreklo hrasta kitnjaka, u zavisnosti od kserofilnosti staništa sa kojeg potiče, određuje varijacije u fenotipskoj plastičnosti (Bruschi, 2010). Baliuckas i sar. (2001) su ispitivali uticaj genetičke varijabilnosti na adaptibilnost i dinamiku rasta kod pet populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i tri populacije bukve (*Fagus sylvatica* L.), koje su se sastojale od većeg broja familija. Zahvaljujući snažnom efektu familije na posmatrane parametre, sve populacije (kod obe vrste) su pokazale visok potencijal za adaptibilnost i dugoročno oplemenjivanje, što je značajno sa aspekta očuvanja genetičkih resursa. Harmer (2000) je radio istraživanje elemenata rasta i grananja potomstva matičnih stabala iz dve populacije hrasta lužnjaka sa kontrasno različitim fenotipskim osobinama. Žir od kojeg je proizvedeno potomstvo je poticao iz (1) semenske sastojine lužnjaka i (2) roditelja koji su se karakterisali lošim fenotipom – zakrivljena stabla i grane sa malim uglom insercije grana. Tokom dve faze istraživanja – rasadnik i otvoreno polje, nisu konstatovane statistički značajne razlike u visini između potomstava iz dve populacije. Nakon 8 godina gajenja u poljskim uslovima, potomstvo od roditelja iz semenske sastojine je bilo u proseku više za 10 cm i imalo je manji prsni prečnik u odnosu na potomstvo fenotipski loših stabala. Sabuncu (2006) je prateći varijabilnost prečnika u korenovom vratu i visina kod 16 populacija čempresa (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) konstatovao statistički značajne razlike ($Pr < 0.001$) unutar i između populacija za oba posmatrana parametra. Naslednost na nivou familije je iznosila 0.89 za visinu i 0.77 za prečnik. Mujagić-Pašić i Ballian

(2012) su istražujući unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost prirodnih populacija kestena u Bosanskoj Krajini, na osnovu morfologije lista, utvrdili postojanje varijabilnosti kako između istraživanih subpopulacija, tako i unutar subpopulacija. Metodom glavnih komponentata (PCA) utvrđeno da je kumulativna varijabilnost za prva tri PC faktora koja je iznosila 91.5%, sa najvećim učešćem prvog PC1 faktora koji je opisivao 49.7% varijabilnosti. Aglomerativnom klaster analizom istraživane subpopulacije su grupisane u tri grupe.

Istraživanje koje su Oleksyn i sar. (1998) sproveli na potomstvu 54 populacije smrče (*Picea abies* (L.) Karst.) poreklom iz različitih visinskih pojaseva (600-1500 m) je pokazalo da je potomstvo populacija sa viših i hladnijih staništa imalo viši intenzitet neto fotosinteze, višu koncentraciju azota u iglicama, kao i viši sadržaj hlorofila i karotena, nego potomstvo populacija sa nižih nadmorskih visina. Uprkos višem intenzitetu neto fotosinteze kod populacija sa viših nadmorskih visina, visina sadnica i njihova suva masa su opadali sa smanjenjem nadmorske visine populacije od koje su poticali.

Praćenje sezonske dinamike pojedinih fizioloških parametara kod tri vrste hrasta (*Quercus pubescens* Willd., *Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. *macrolepis* (Kotsch) Hedge & Yalt, *Quercus frainetto* Ten), u tretmanima suše (otvoreno polje) i navodnjavanja, pokazalo je da je progresivna suša uticala na smanjenje neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti kod biljaka koje su bile izložene suši, što je posebno došlo do uzražaja krajem jula i početkom avgusta (Siam i sar., 2009). Takođe, biljke izložene suši su povećale svoju efikasnost korišćenja vode kako je suša postajala intenzivnija. Gimeno i sar. (2008) su isti trend uticaja suše na intenzitet neto fotosinteze i efikasnost korišćenja vode utvrdili kod sadnica česmice (*Quercus ilex* L.).

Gallé i Feller (2007) su prateći uticaj suše na bukvu registrovali da je tokom sušnog perioda došlo do opadanja stomatalne provodljivosti i neto fotosinteze paralelno sa povećanjem nedostatka vode. Nakon 14 dana bez zalivanja stome su bile potpuno zatvorene, dok je neto fotosinteza bila skroz inhibirana. Sa početkom tretmana zalivanja biljke su reagovala povećanjem neto fotosinteze, koja se nakon 4 nedelje potpuno obnovila, usled fizioloških i morfoloških prilagođavanja, dok je stomatalna provodljivost do kraja ogleđa ostala niža u odnosu na kontrolne biljke. Sadržaj hlorofila a+b po jedinici lisne površine je bio niži kod biljaka izloženih stresu nego kontrolnih

biljaka, dok je odnos hlorofila a/b bio blago redukovan tokom suše i inicijalne faze ponovnog navodnjavanja. Istraživanje na vrsti *Typha latifolia*, koje su sproveli Li i sar. (2004), je takođe pokazalo da je suša uticala na naglo smanjenje neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti odmah po početku tretmana. Nizak nivo vrednosti ovih parametara i je bio zadržan sve do zaključenja eksperimenta. Utvrđeno je takođe da je visinski rast u tretmanu suše bio statistički značajno manji u poređenju sa visinskim rastom u ostalim tretmanima (periodično plavljenje, konstantno plavljenje i kontrola). Negativan uticaj suše na intenzitet transpiracije i stomatalnu provodljivost kod stabala bukve konstatovali su i Tzvetkova i Anev (2008). Autori su utvrdili da je suša uticala na smanjenje intenziteta razmene gasova kako kod listova senki, tako i listova svetlosti, s tim što je smanjena vrednost transpiracije i stomatalne provodljivosti bila izraženija kod listova svetlosti.

Istraživanja koja su uradili Abrams i sar. (1990) na 5 genotipova pensilvanijskog jasena (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) je takođe pokazalo da su neto fotosinteza i stomatalna provodljivost naglo opali po početku tretmana suše. Uočene razlike između fizioloških i morfoloških karakteristika genotipova bile su uslovljene kserofilnošću staništa sa kojih potiču. Naime, tokom 17 dana indukovane suše, sadnice sa najsušnijeg staništa (Južna Dakota) su održale najviši nivo neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti, dok su sadnice sa mezofilnog staništa (Nju Jork) imale najniže vrednosti ovih parametara. Listovi genotipa iz Južne Dakote su takođe pokazali i druge osobine kserofilnosti, karakterišući se najmanjom lisnom površinom, najvećom debljinom i specifičnom lisnom masom. Listovi sadnica sa mezofilnog staništa su imali najmanju debljinu i bili su među većima kada je reč o lisnoj površini. Sadnice koje su poticale od semena iz Južne Dakote su takođe bile manje u poređenju sa sadnicama ostalih genotipova.

Šijačić-Nikolić i sar. (2007a) su istražujući genetičku, morfološku i fiziološku varijabilnost različitih provenijencija bukve u najranijoj ontogenetskoj fazi, radili uporednu analizu kvaliteta semena, dinamiku razvoja klijavaca i analizu morfometrijskih karakteristika klijavaca. Dobijeni rezultati su ukazali na postojanje genetičke promenljivosti kako unutar tako i između analiziranih provenijencija, što je neophodan preduslov za očuvanje i usmereno korišćenje genofonda odabranih provenijencija. Proučavajući fenotipsku stabilnost jednogodišnjih sadnica različitih

provenijencija bukve, Šijačić-Nikolić i sar. (2006) su konstatovali da je provenijencija "Cer" imala maksimalne srednje vrednosti za većinu analiziranih svojstava, u različitim ekološkim i proizvodnim uslovima, na taj način pokazujući visok stepen fenotipske stabilnosti uslovljen genetičkom konstitucijom. Ostale provenijencije su pokazale različite vrednosti analiziranih svojstava u zavisnosti od ogleda u kome su analizirane, na osnovu čega se nije moglo govoriti o njihovoj fenotipskoj stabilnosti. Statistički značajne razlike između srednjih vrednosti većine svojstava u okviru istog ogleda ukazale su na genetičku specifičnost analiziranih provenijencija. Mekić i sar. (2010) su prateći varijabilnost prečnika i visina kod 5 provenijencija bukve koje su poticale iz različitih delova Bosne i Hercegovine, utvrdili da su postojale statističke značajne razlike u pogledu oba parametra. Primenom *Duncan*-ovog testa provenijencije su grupisane u dva stepena homogenosti za vrednosti prečnika, odnosno tri stepena homogenosti za vrednosti visina. Istraživanje listanja, visinskog rasta i grananja u 7 provenijencijskih testova, pokazalo je da je otvaranje pupoljaka bilo pod najjačom genetskom kontrolom. Iako su i visinski rast i grananje bili pod genetskom kontrolom, to je bilo izraženo u manjoj meri. Istraživanjem je ustanovljen snažan efekat staništa, kao i da su rezultati u velikoj meri bili pod uticajem interakcije genotip x stanište (Teissier du Cros i sar., 1988). Vitasse i sar. (2009) su istražujući varijabilnost visinskog rasta na potomstvu pet lišćarskih vrsta, među kojima je bila i bukva, utvrdili da je postojao jasan klinalni trend između visine sadnica i nadmorske visine populacije iz koje je potomstvo poticalo, odnosno da je visina biljaka linearno opadala sa povećanjem nadmorske visine.

Stojnić i sar. (2010c) su prateći varijabilnost broja i veličine stoma, kao i elemenata rasta (prečnika i visina) kod pet provenijencija bukve (*Fagus sylvatica* L.), utvrdili da nije postojala statistički značajna razlika u broju stoma između različitih provenijencija. Takođe, provenijencija koja se odlikovala najvećim prečnikom i visinom imala je i najkrupnije stome – Grmeč (Bosna i Hercegovina). Istraživanje varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u dva provenijencijska testa bukve, pokazalo je da su provenijencije rasle na kserofilnijem staništu, u proseku, imale niže vrednosti ovih parametara (Stojnić i sar., 2010d). S obzirom da je utvrđeno da su svi parametri bili pod jakim uticajem interakcije lokalitet x provenijencija, rezultati upućuju na postojanje značajnog potencijala za adaptaciju. Ivojević i sar. (2012) su na

osnovu rezultata testa na sušu i izračunatih „letal dosis 50“, kod pet provenijencija bukve, iz dela prirodnog areala sa prostora Bosne i Hercegovine, ustanovili značajne razlike u otpornosti na sušu među istraživanim provenijencijama. Autori smatraju da je osobina otpornosti na sušu nasledna, s obzirom na to da istraživane provenijencije potiču iz područja u kojima vladaju različiti eko-klimatski uslovi.

Prve rezultate preživljavanja, visinskog rasta i listanja u provenijeničnom testu bukve u Irskoj daje Thompson (2007). Bukva je u ovoj zemlji alohtona vrsta i uneta je krajem 16. veka. Autor navodi da prilikom izbora provenijencija za pošumljavanja u Irskoj, osim dobrog visinskog rasta, treba voditi računa i o prolećnoj dinamici otvaranja pupoljaka i listanja, jer postoji opasnost od kasnih prolećnih mrazeva. Istraživanje je pokazalo da istočne provenijencije imaju tendenciju da listaju ranije od zapadnih, koje na taj način pokazuju manju osetljivost na kasne mrazeve. Takođe, utvrđeno je da provenijencije sa viših nadmorskih visina ranije otvaraju pupoljke od provenijencija sa nižih nadmorskih visina.

Istraživanja varijabilnosti anatomske građe drveta u provenijeničnim testovima bukve vezuju se za proučavanje zavisnosti anatomske građe i fizioloških i morfoloških parametara lista kod *Fagus crenata* Blume. U dva odvojena istraživanja autori su pratili korelaciju između, na jednoj strani, brojnosti provodnih sudova po mm², prosečne površine provodnih sudova i procenta zastupljenosti provodnih sudova u prstenovima prirasta i pojedinih fizioloških i morfoloških parametara, na drugoj strani (Bayramzadeh i sar., 2008), odnosno zavisnost između dužine provodnih elemenata i transpiracije i stomatalne provodljivosti (Bayramzadeh i sar., 2009). Rezultati su pokazali da je u oba slučaja postojala izražena varijabilnost između različitih provenijencija uslovljena genetičkom konstitucijom provenijencija. Takođe, u oba istraživanja je konstatovana jaka korelacija između posmatranih anatomskih, na jednoj, i fizioloških i morfoloških parametara, na drugoj strani.

Kerr i Niles (1998) su pratili visinski rast kod 10 provenijencija mleča (*Acer platanoides* L.) zasađenih na dva lokaliteta. Na oba lokaliteta, kao najbolje su se pokazale dve provenijencije iz Holandije i jedna iz Danske (H1, H2 i D2), iako je statistički značajna razlika konstatovana samo između ovih provenijencija i dve najniže provenijencije. Analiza visinskog prirasta je pokazala da se prirast kod 7 najboljih provenijencija nije statistički značajno razlikovao. Cundall i sar. (1998) su istraživali

varijabilnost visina i prečnika kod 10 provenijencija gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), tokom 1 godine u rasadniku i 4 godina u poljskim uslovima. Konstatovano je da je u rasadničkim uslovima postojala značajna razlika u pogledu visina i prečnika između provenijencija. Nakon četiri godine rasta sadnica u polju, merenjem je utvrđeno da više nije bilo statistički značajnih razlika između provenijencija. Takođe, provenijencije su promenile međusobni odnos po pitanju prečnika i visina. Cundall i sar. (2003) su, takođe, ispitivali i varijabilnost visinskog rasta kod 22 provenijencije belog jasena (*Fraxinus excelsior* L.), zasađenih na 6 lokaliteta u Velikoj Britaniji. Rezultati istraživanja su pokazali da su postojale statistički značajne razlike između provenijencija kako u rasadničkim uslovima, tako i poljskim. Takođe, u obe faze istraživanja (rasadnik i poljski uslovi) utvrđen je snažan efekat svih nezavisnih promenljivih (provenijencija, stanište i provenijencija x stanište) na visinu sadnica. Hemery i sar. (2005) su ispitivali preživljavanje, visinski rast, listanje i oštećenost od mraza kod 18 provenijencija oraha (*Juglans regia* L.) zasađenih na 3 lokaliteta u Engleskoj. U pogledu visinskog rasta su konstatovane statistički značajne razlike između lokaliteta ($p \leq 0.001$), provenijencija ($p \leq 0.001$), kao i efekta provenijencija x lokalitet ($p \leq 0.001$). Signifikantna linearna veza je utvrđena između visinskog prirasta i nadmorske visine, geografske dužine i geografske širine lokaliteta sa kojih su provenijencije poticale. Jasan klinalan obrazac je evidentiran za opadanje visinskog prirasta sa povećanjem distance između lokaliteta sa kojih provenijencije potiču i lokaliteta gde su testovi osnovani.

Gratani i sar. (2003) su posmatrali varijabilnost strukturno-funkcionalnih karakteristika lista kod tri provenijencije česmne (*Quercus ilex* L.) poreklom iz različitih ekoloških uslova u Italiji. Analiza morfoloških i anatomskih karakteristika lista uputila je na postojanje razlika između provenijencija, pri čemu je provenijencija sa sušnog staništa imala najveću lisnu masu po jedinici površine (LMA), debljinu lista, učešće debljine palisadnog tkiva u debljini mezofila, kao i najdeblju kutikulu. Zahvaljujući navedenim karakteristikama, ista provenijencija je pokazala, u uslovima visoke temperature vazduhe (31-33°C), najveću efikasnost korišćenja vode i neto fotosinteze, upućujući na veću otpornost prema stresu od suše. Provenijencije koja je poticala sa severne granice rasprostranjenosti, imala je najmanju lisnu površinu što su autori objasnili adaptiranošću na uslove niskih temperatura koje vladaju na staništu sa

kojih potiče. Kundu i Tigerstedt (1998) su prateći varijabilnost fizioloških, morfoloških i anatomskih karakteristika između 10 provenijencija vrste *Azadirachta indica* A. Juss, registrovali statistički značajne razlike između provenijencija u pogledu neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti, gustine stoma i ukupne dužine ćelija zatvaračica. Studijom je utvrđeno da je suva masa biljke bila u jakoj korelaciji sa neto fotosintezom, gustinom stoma i lisnom površinom. Na osnovu klaster analize, provenijencije su grupisane u 3 glavna klaster. Provenijencije su generalno razvrstane u jedan od tri klastera prema količini padavina na staništu odakle potiču, ukazujući na adaptacije na lokalne klimatske uslove.

Prateći sezonsku dinamiku neto fotosinteze u provenijeničnom testu sa vrstom *Picea mariana* (Mill.) B.S.P., Johnsen i sar. (1996) su utvrdili da su provenijencije koje su poticale iz severnijih krajeva imale, tokom ranog proleća veći intenzitet neto fotosinteze od južnih provenijencija. Takođe, severne provenijencije su pokazale ranije opadanje neto fotosinteze od južnih provenijencija tokom rane jeseni. Merenjima visina na kraju vegetacionog perioda konstatovano je da su stabla južnih provenijencija bila značajno viša od stabala severnih. Perić i sar. (2009) su ispitivali varijabilnost prečnika, visina i zapremine stabala kod 10 provenijencija duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)) u Hrvatskoj. Analizom varijanse su konstatovane statistički značajne razlike ($p < 0.001$) za sve posmatrane parametre. Klaster analizom, sve provenijencije su bile grupisane u 4 klastera. Carneiro i sar. (2006) su ispitujući varijabilnost prečnika u 13. godini, odnosno visina u 2. i 13. godini, kod različitih provenijencija pinjola (*Pinus pinea* L.), utvrdili da su efekti blokova, provenijencija i interakcija blok x provenijencija bili statistički značajni kada je u pitanju visina stabala u obe starosti, dok za vrednosti prsnog prečnika, efekat provenijencije nije bio statistički značajan. Danusevicius (2001) je dajući opšti pregled mogućnosti unapređenja genetičkog diverziteta lokalnih populacija belog bora (*Pinus sylvestris* L.) introdukcijom drugih provenijencija, utvrdio da su postojale statistički značajne razlike u pogledu prečnika i visina između različitih provenijencija, kao i da je varijabilnost pojedinih familija unutar provenijencija bila velika. Najveći stepen adaptiranosti i tolerancije na stres su pokazale lokalne provenijencije. Provenijencije iz južnijih delova su pokazale manju adaptiranost u poređenju sa lokalnim i provenijencijama sa severa. Istraživanjem varijabilnosti prečnika, temeljnice, visine, zapremine srednjeg stabla i drvne zalihe po hektaru u

provenijeničnom testu belog bora, osnovanom u Bosni i Hercegovini, bavili su se Ballian i sar. (2009). U trenutku merenja provenijenični test je bio star 21 godinu. Autori su utvrdili da je u pogledu posmatranih parametara postojala značajna razlika kako unutar provenijencija, tako i između provenijencija. Kao najbolja od istraživanih provenijencija, po svojoj proizvodnosti, pokazala se provenijencija "Romanija–Glasinac", koja je predstavnik populacije najbliže oglednoj površini, u kojoj vladaju isti ekološki uslovi. Perić i sar. (2011) su sproveli istraživanje varijabilnosti prsnog prečnika, visine i zapremine u tri provenijenična testa duglazije, osnovanim na tri lokaliteta u Hrvatskoj, sa ciljem izbora najboljih provenijencija za potrebe budućih pošumljavanja. Statističkom analizom svih parametara, kao najbolje su se izdvojile provenijencije iz Savezne države Vašington i Evrope (Danske i Bugarske), na osnovu čega su ih autori preporučili za osnivanje šumskih kultura u kontinentalnom delu Hrvatske.

Buriánek i sar. (2011) su upoređujući vrednosti elemenata rasta (prečnika i visina) u provenijeničnim testovima hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka, osnovanih na pet lokaliteta konstatovali da su postojale statistički značajne razlike kako između lokalitet, tako i između provenijencija. Sumirajući rezultate istraživanja, u starosti provenijeničnih testova od 20 godina, autori su izdvojili provenijencije koje su se bolje adaptirale na stanišne uslove, imaju manje gubitke i dobar potencijal za rast. Pregled rezultata preliminarnih istraživanja u provenijeničnim testovima hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka u Poljskoj dao je Barzdajn (1993). Istraživanja je obuhvatilo obe vrste zajedno i odnosilo se na praćenje prečnika i visina sadnica u rasadničkim uslovima i visina petogodišnjih sadnica u polju. Analizom varijanse su konstatovane značajne razlike između provenijencija u pogledu svih posmatranih parametara, dok je za visinu u starosti od 5 godina konstatovana i statistički značajna razlika između blokova. Dajući kratak pregled istraživanja kvantitativnih i kvalitativnih parametara u provenijeničnim testovima hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka, osnovanih u Danskoj, Jensen (1993) je izdvojio i prokomentarisao pojedine rezultate koji su obeležili ova višedecenijska istraživanja. Generalno, provenijencije su za većinu posmatranih parametara (elementi rasta, listanje, defolijacija, otpornost na vetar, itd.) pokazale klinalni obrazac "ponašanja", mada je za pojedine parametre konstatovan i ekotipski karakter genetičke diferencijacije. Visoka naslednost je utvrđena za sve posmatrane parametre osim za

grananje. Autori navode da se već u starosti između 10-15. godine može uraditi gruba pozitivna i negativna selekcija, dok je starost između 20-25. godine optimalna za izvlačenje potrebnih informacija iz ovakvih tipova oglada.

2. Predmet istraživanja

Bukva (*Fagus sp.*) je jedna od najrasprostranjenijih drvenastih vrsta u Evropi i kao takva ima važnu ulogu u mnogim šumskim ekosistemima. U Srbiji se čiste i mešovite sastojine bukve prostiru na oko milion hektara, te se slobodno može reći da bukva ima neprocenjivu ekonomsku i ekološku funkciju.

Očekivane klimatske promene, koje će se u umereno kontinentalnoj klimatskoj zoni manifestovati kroz intenziviranje i trajanje suša, imaće za posledicu povećanje ugroženosti bukve, koja je poznata kao vrsta osetljiva na sušu (Geßler i sar., 2007; Rose i sar., 2009). Pretpostavlja se da će najugroženije biti sastojine na niskim terenima, gde će se smanjenje padavina, a povećanje temperature i evapotranspiracije najviše ispoljiti. Prema von Wuehlisch (2004), najugroženija će biti staništa na nižim nadmorskim visinama, u južnim i jugoistočnim delovima areala, dok će istovremeno uslovi u severnim i severoistočnim delovima areala postati pogodniji za bukove ekosisteme.

U okviru COST akcije E52 "*Evaluation of the Genetic Resources of Beech for Sustainable Forestry*" (2007-2010), ("Procena genetskih resursa bukve za održivo šumarstvo"), tokom 2007. i 2008. godine osnovani su provenijenični testovi bukve na 7 lokaliteta, na teritorijama 5 evropskih zemalja. Cilj osnivanja mreže provenijeničnih testova jeste procena genetičkih resursa bukve, kao i mogućnost sagledavanja sposobnosti populacija da se prilagode različitim stanišnim uslovima (staništa sa ograničenom količinom vode, pojava ranih i kasnih mrazeva, kiselih i baznih zemljišta itd.) (Giannini i von Wühlisch, 2009). Kako je Republika Srbija učesnik navedene akcije, to su i na njenoj teritoriji 2007. godine osnovana dva provenijenična testa u okviru evropske mreže provenijeničnih testova. Jedan je osnovan na Fruškoj gori, a drugi u Debelom Lugu. U ovim provenijeničnim testovima su obavljena istraživanja varijabilnosti anatomskih, fizioloških i morfoloških parametara, što je i predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji. Analizom navedenih karakteristika, kod različitih provenijencija bukve očekuje se da se dobiju podaci o potencijalu adaptacije provenijencija na različita staništa u juvenilnoj etapi razvića.

Provenijenični testovi bukve, koji su predmet doktorske disertacije, su prvi testovi ove vrste u Srbiji. S obzirom na moguće scenarije vezano za globalne klimatske promene i njihov uticaj na bukove ekosisteme, dobijene informacije o anatomskim,

fiziološkim i morfološkim karakteristikama različitih provenijencija bukve u juvenilnoj fazi, omogućile bi izbor provenijencije koje bi u budućnosti trebalo da se gaje na konkretnim staništima kako bi se obezbedilo održivo gazdovanje šumskim ekosistemima. Dobijeni podaci o fenotipskim razlikama, njihovoj genetskoj uslovljenosti, interakciji provenijencija × okolina, kao i razlikama u adaptivnom potencijalu istraživanih provenijencija bukve, treba da budu temelj za određivanje strategije očuvanja genofonda ove značajne vrste. Time će se stvoriti podloga za procenu sposobnosti prilagođavanja ove vrste na promene uslova sredine i omogućiti izbor adekvatnih provenijencija za obnovu i pošumljavanje.

3. Ciljevi istraživanja

Ciljevi istraživanja u doktorskoj disertaciji su:

1. Da se istraži varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika bukve, što će predstavljati osnovu za dalje oplemenjivanje ove vrste u Srbiji.
2. Da se na osnovu detaljnih anatomskih, fizioloških i morfoloških istraživanja utvrde strukturno-funkcionalne veze (veza između anatomskih osobina i fizioloških procesa), odnosno da se na bazi merenja morfoloških parametara dobiju podaci o adaptabilnosti pojedinih provenijencija.
3. Da se na bazi istraživanja parametara vodnog režima dobiju informacije o ekofiziološkim karakteristikama, što je značajno za gajenje u različitim stanišnim uslovima.

4. Očekivani rezultati (hipoteza)

Osnovna hipoteza je da će se na osnovu višegodišnjih istraživanja anatomskih, fizioloških i morfoloških parametara različitih provenijencija bukve (*Fagus* sp.), na dva lokaliteta (Fruška gora i Debeli Lug), utvrditi varijabilnost i adaptivnost pojedinih provenijencija. Dobijeni podaci će omogućiti da se izdvoje više i manje prilagođene provenijencije u juvenilnoj fazi. Detaljnim višegodišnjim istraživanjima će se dobiti mnogo pouzdaniji podaci o tome koje provenijencije odgovaraju odrđenim stanišnim uslovima.

5. Materijal i metode istraživanja

Istraživanje varijabilnosti anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve obavljeno je u dva provenijenična testa osnovanim na lokalitetima "Fruška gora" i "Debeli Lug" (Slika 3).



Slika 3. Lokaliteti na kojima su osnovani provenijenični testovi bukve u Srbiji.

Provenijenični test na Fruškoj gori osnovan je na teritoriji Javnog preduzeća "Nacionalni park Fruška gora". Nalazi se u G.J. 3804 Popovica-Majdan-Zmajevac, odeljenje 29, odsek f. Karakteriše ga severozapadna ekspozicija, nadmorska visina 366-375 m, kiselo smeđe do lesivirano smeđe zemljište i nagib od 30°. GPS koordinate ogleadne površine su: N 45°10'9,86", E 19°47'53,45".

Provenijenični test u Debelom Lugu nalazi se u okviru Nastavne baze Šumarskog fakulteta Majdanpečka Domena, lokalitet "Pripor-felješana", KO "Debeli Lug", parcela 824. Nalazi se na nadmorskoj visini od 742 m, istočne je ekspozicije, ujednačenog nagiba, na humusno-silikatnom zemljištu. GPS koordinate ogleadne površine su: N 44°19'34,01", E 21°52'20,39". Pregled stanišnih i klimatskih karakteristika lokaliteta dat je u Tabeli 2.

Tabela 2. Stanišne i klimatske karakteristike lokaliteta "Fruška gora" i "Debeli Lug".

Lokalitet	Nadmorska visina (m)	Ekspozicija	Nagib (°)	Prosečna godišnja temperatura vazduha (t°C)	Prosečna temperatura vazduha tokom vegetacionog perioda (t°C)	Suma godišnjih padavine (mm)	Suma padavine tokom vegetacionog perioda (mm)
Fruška gora	366-375	N	30	11.0	17.9	782	351
Debeli Lug	742	N-NE	5-7	8.8	15.1	829	455

Provenijenični testovi bukve su prvi ovakvi testovi ove vrste u Srbiji. Sadnice bukve, korišćene za osnivanje ogleda, su proizvedene u rasadniku "Instituta za genetiku i oplemenjivanje šumskog drveća" (*Institute for Forest Genetic and Forest Tree Breeding*) iz *Großhansdorf* – a u Nemačkoj. Seme srpskih provenijencija, od kojeg su proizvedene sadnice, poslato je u Nemačku u dva navrata. Najpre 2002. godine, kada je poslato seme provenijencija "Fruška gora" i "Kukavica", a zatim i 2003. godine, kada je poslato seme 5 srpskih provenijencija ("Fruška gora", "Kopaonik", "Boranja", "Avala" i "Cer").

Provenijenični testovi bukve na Fruškoj gori i Debelom Lugu su osnovani po blok sistemu. Biljke jedne provenijencije zasađene su u jedan blok od po 50 biljaka, sa razmakom sadnje 2 m između redova i 1 m između biljaka. U trenutku osnivanja provenijeničnih testova, sadnice bukve su bile starosti 2, odnosno 3 godine. Provenijencije koje su u trenutku sadnje bile starosti 3 godine su: HR24, HR25, BiH30, BiH32, BiH33, SRB36, SRB38, HU42, DE47, DE48, DE49 i AT56, dok su provenijencije: BiH59, BiH60, BiH61, RO63, RO64, SRB66, SRB67, SRB68 i SRB69, u momentu sadnje, bile starosti 2 godine.

U tabeli 3 dat je spisak provenijencija koje su predmet istraživanja. Radi se o 21 provenijenciji bukve, koje su zajedničke za oba lokaliteta, a koje potiču iz 7 evropskih zemalje. Takođe, u tabeli 3 navedene su i osnovne stanišne karakteristike lokaliteta sa kojih provenijencije potiču.

Tabela 3. Osnovni podaci o provenijencijama bukve obuhvaćenim istraživanjem.

Registarska oznaka	Provenijencija	Zemlja porekla	Geografska dužina		Geografska širina		Nadmorska visina (m)	Ekspozicija	Prosečna godišnja temperatura (°C)	Prosečna temperatura tokom veg. perioda (°C)	Suma godišnjih padavina (mm)	Suma padavine tokom veg. perioda (mm)
			Stepeni	Minuti	Stepeni	Minuti						
HR24	Sjeverini Dilj Čaglinski	Hrvatska	18	1	45	17	350	NE	10.8	17.2	779	360
HR25	Vrani kamen	Hrvatska	17	19	45	37	600	NS	8.5	15.9	972	470
BiH30	Tajan, Žepče	Bosna	18	3	44	23	700	N	10.3	16.6	804	416
BiH32	Crni vrh, Tešanj	Bosna	17	59	44	33	500	N	9.6	15.9	1069	579
BiH33	Grmeč, Bosanska Krupa	Bosna	16	16	44	46	650	NS	10.3	16.2	1304	666
SRB36	Fruška gora	Srbija	19	55	45	10	370	N-NE	11.2	18.0	782	351
SRB38	Kopaonik	Srbija	20	50	43	10	820	-	3.6	9.0	985	564
HU42	Valkonya	Mađarska	16	45	46	30	300	S	9.5	17.8	800	500
DE47	Schelklingen	Nemačka	10	-	48	-	650	-	6.0	14.0	840	260
DE48	Höllerbach	Nemačka	13	14	49	1	755	-	5.0	11.7	1200	580
DE49	Hasbruch	Nemačka	8	26	53	8	35	NS	8.6	15.0	760	360
AT56	Scharnstein, Mitterndorf	Austrija	13	58	47	54	480	W	7.4	14.6	1263	706
BiH59	Vranica-Bistrica	Bosna	17	49	43	33	750	N	8.8	14.8	826	383
BiH60	Crni vrh	Bosna	17	59	44	33	500	N	9.6	15.9	1069	579
BiH61	Grmeč, Bastra-Corkova	Bosna	16	14	44	45	720	-	10.3	16.2	1304	666
RO63	Alesd, U.P.II/51A	Rumunija	22	15	47	11	490	S-W	8.5	18.3	800	397
RO64	Alba-Iulia, U.P.V/154A	Rumunija	23	5	46	10	860	N	8.0	14.1	850	420
SRB66	Avala	Srbija	20	45	44	23	475	S-SE	11.6	17.9	693	388
SRB67	Boranja	Srbija	19	45	44	0	410	N-NW	10.2	17.5	670	378
SRB68	Fruška gora	Srbija	19	55	45	10	370	N-NE	11.2	18.0	782	351
SRB69	Cer	Srbija	19	50	44	12	745	SE	9.5	15.4	847	476

Kako bi se izbeglo opterećivanje rezultata istraživanja starosnom dobi provenijencija, sva istraživanja su sprovedena posebno za svaku od starosnih grupa.

Istraživanje varijabilnosti anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve je obuhvatilo terenski i laboratorijski deo istraživanja, koji su sprovedeni tokom 2010. i 2011. godine. Važno je napomenuti da su tokom 2009. godine obavljena pred-istraživanja na oba lokaliteta, koja su pomogla da se odaberu odgovarajuće metode istraživanja, odnosno da se odabere optimalna veličina uzorka, kao i metodološki pristup merenjima.

Istraživanja na terenu su rađena dva puta godišnje, i to polovinom vegetacionog perioda (kraj jula) i po završetku vegetacionog perioda (oktobar – novembar). Tokom vegetacionog perioda, na terenu, mereni su fiziološki parametri kod biljaka, kao i uzorkovanje listova za potrebe anatomskih, fizioloških i morfoloških istraživanja. Po završetku vegetacionog perioda biljkama su mereni elementi rasta – prečnik u zoni korenovog vrata i ukupna visina.

Laboratorijski deo istraživanja obavljen je u Laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu iz Novog Sada i Laboratoriji za anatomiju i morfologiju biljaka, Prirodno–matematičkog fakulteta (Departman za biologiju i ekologiju) iz Novog Sada.

Istraživanja u okviru doktorske disertacije su obuhvatila:

1. opis stanišnih i klimatskih karakteristika lokaliteta na kojima su provenijencijski testovi osnovani,
2. proučavanje anatomskih parametara lista:
 - 2.1. gustina stoma na naličju listova,
 - 2.2. veličinu stoma (dužina i širina ćelija zatvaračica),
 - 2.3. veličinu stomatalnog otvora (dužina i širina),
 - 2.4. opis tkiva na poprečnom preseku lista,
 - 2.5. debljina epidermisa lica lista,
 - 2.6. debljina palisadnog parenhima lista,
 - 2.7. debljina susednog parenhima lista,
 - 2.8. procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila,
 - 2.9. debljina epidermisa naličja lista,
 - 2.10. ukupna debljina lista na poprečnom preseku,

- 2.11. veličina provodnog snopića glavnog nerva lista,
- 2.12. debljina sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva.
- 3. proučavanje fizioloških parametara:
 - 3.1. neto fotosinteza,
 - 3.2. intenzitet transpiracije,
 - 3.3. stomatalna provodljivost,
 - 3.4. efikasnost korišćenja vode,
 - 3.5. koncentraciju fotosintetičkih pigmenata u listu biljaka (hlorofil a, hlorofil b, hlorofil a+b i karotenoidi).
- 4. proučavanje morfoloških parametara:
 - 4.1. visina biljaka,
 - 4.2. prečnik biljaka u zoni korenovog vrata,
 - 4.3. prosečna lisna površina,
 - 4.4. ukupan broj listova.

5.1. Stanišni uslovi lokaliteta na kojima su provenijenični testovi osnovani

Kako bi se što jasnije stekla predstava o stanišnim uslovima koji vladaju na lokalitetima Fruška gora i Debeli Lug, urađena su sledeća istraživanja:

1. analiza klimatskih karakteristika lokaliteta,
2. analiza zemljišta na lokaliteta,
3. ocena brojnosti i pokrovnosti prizemne vegetacije.

5.1.1. Klimatske karakteristike lokaliteta Fruška gora i Debeli Lug

Za prikazivanje klimatskih karakteristika planine Fruška gora korišćeni su podaci sa meteorološke stanice na Iriškom vencu, za period od 1961. – 1990. godine. Za prikazivanje klimatskih prilika područja Debelog Luga korišćeni su podaci meteoroloških merenja na klimatološkoj stanici u Debelom Lugu za period 1952. – 1980. godine.

Od klimatskih parametara su prikazane godišnje i srednje mesečne vrednosti najvažnijih klimatskih elemenata: prosečna temperatura vazduha, suma padavina,

pluviometrijski i hidrični bilans; klimatsko-geografske karakteristike – termodromski koeficijent po *Kerner-u*, *Lang-ov* kišni faktor, pluviometrijska ugroženost i indeks suše po *De Martonn-u*. Pripadnost istraživanih područja određenim klimatskim tipovima je određena po metodu *Thornthwaite-Mather-a* i *Lang-a*.

Primenjivan je isti postupak rada, koje su u svojim istraživanjima koristili: Babić i Milovanović, (2003) i Babić, (2008).

Kako bi se dodatno ocenila pogodnost klimatskih uslova na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, na rast bukve, korišćen je *Ellenberg-ov* klimatski količnik (EQ) (eng. *Ellenberg's climate quotient*). EQ se računa prema formuli:

$$EQ=1000 T_{jul} P_{god}^{-1} \text{ (Matyas i sar., 2009),}$$

gde je:

T_{jul} – prosečna temperatura vazduha tokom jula;

P_{god} – godišnja suma padavina.

Za prikazivanje klimatskih prilika područja Fruške gore i Debelog Luga, tokom 2010. i 2011. godine, kada su vršena istraživanja, korišćeni su podaci sa klimatoloških, mernih stanica "Rimski šančevi" i "Debeli Lug", objavljeni u "Meteorološkim godišnjacima" koje izdaje "Republički hidrometeorološki Zavod Republike Srbije".

5.1.2. Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetima

Proučene fizičke i hemijske osobine su određene po standardnim metodama opisanim u priručnicima: "Metode fizičkih proučavanja zemljišta" i "Hemijske metode proučavanja zemljišta" (JDPZ, 1971; JDPZ, 1977). Granulometrijski sastav zemljišta (%) je određen po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u natrijevom pirofosfatu, sa izdvajanjem četiri frakcije (Bošnjak i sar., 1997). Za razvrstavanje čestica granulometrijskog sastava korišćena je klasifikacija *Atteberg-a*. Sadržaj humusa (%) određen je po metodu *Tjurin-a* u modifikaciji *Simakov-a* 1957 (Škorić i Sertić, 1966). Sadržaj azota (N), ugljenika (C) i odnos C/N (%) su određeni na CHN

analizatoru "Vario El III", proizvođača "Elementar". Kapacitet adsorpcije katjona je određen računski prema formuli:

$$T=S+H$$

gde je:

S – suma adsorbovanih katjona,

H – hidrolitička kiselost.

Stepen zasićenosti bazama je određen prema formuli:

$$V = S T^{-1}$$

gde je:

S – suma adsorbovanih katjona,

T – kapacitet adsorpcije katjona.

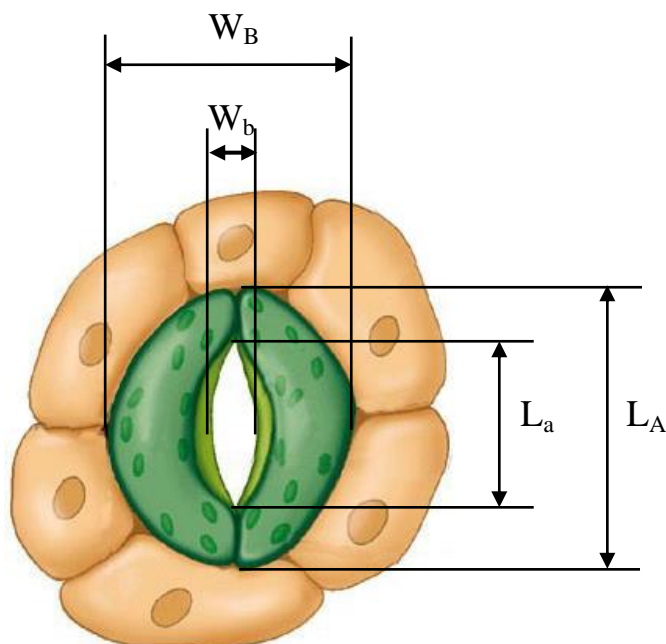
5.1.3. Ocena brojnosti i pokrovnosti prizemne vegetacije

Istraživanja korovske flore u provenijeničnim testovima bukve obuhvatila su sakupljanje, herbarizovanje i determinaciju biljnog materijala. Determinacija korovskih vrsta obavljena je prema Javorca i Csapody (1958), Josifović (1970-1977), Kojić i Janjić (1994), Bucalo i sar. (2007). Fitocenološka snimanja su obavljena po metodu *Braun-Blaquet* (1964). Životne forme biljaka određene su prema *Raunkiaer*-u (Raunkiaer, 1934), koje su date u knjizi "Vaskularne biljke Srbije" (Kojić i sar., 1997). Skraćenice koje su korišćene u tabeli za životne forme su: T–terofita, H–hemikriptofita, G–geofita, P–fanerofite, NP–nanofanerofita.

5.2. Anatomske karakteristike

Otisci listova za određivanje **brojnosti i veličine stoma (dužina i širina ćelija zatvarašica i dužina i širina stomatalnog otvora)** su uzeti između 3 i 4 lisnog nerva,

sa naličja po jednog lista, na 10 biljaka unutar svake provenijencije. Otisci su uzimani metodom otisaka ili "kolodijum" metodom (Wolf, 1950).



Izvor: <https://anjungsainssmkss.wordpress.com/2012/02/14/stomata> (mod. Stojnić, S., 2012)

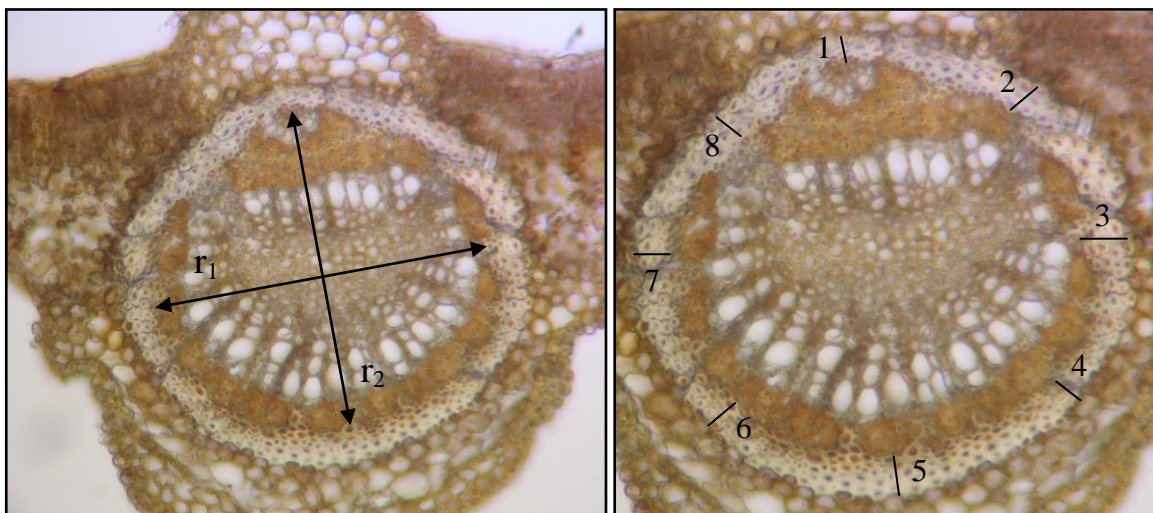
Slika 4. Na otiscima listova su određivani dužina ćelija zatvaračica (L_A), širina ćelija zatvaračica (W_B), dužina stomatalnog otvora (L_a) i širina stomatalnog otvora (W_b).

Zbog nejednake otvorenosti tokom dana, stome su uzimane u periodu između 09:00 i 11:00 časova izjutra, po sunčanom i vedrom vremenu. Otisci su uzimani sa listova svetlosti, koji su bili potpuno formirani, nalazili su se u gornjoj 1/3 krošnje (Orlović i sar., 1998; Orlović i sar., 2004; Orlović i sar., 2006a), i orjentisani u pravcu jug-jugozapad. Određivanje brojnosti i veličine stoma obavljeno je u laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, upotrebom svetlosnog mikroskopa marke "Olimpus Vanox" i softvera "QuickPhoto Camera 3.2.", specijalizovanog za potrebe rada sa mikroskopskim preparatima.

Određivanje gustine stoma je rađeno na uvećanju okulara i objektivu od po 10 puta ($10 \times 10 = 100 \times$), dok je veličina stoma određivana na uvećanju okulara od 10 puta i objektivu od 40 \times (ukupno 400 \times). Gustina i veličina stoma su određeni na po 5 "vidnih polja" po svakom otisku, koja su izabrana metodom slučajnog uzorka. Gustina stoma je dobijena preračunavanjem broja stoma iz vidnog polja mikroskopa (0.30 mm^2)

na jedinicu površine od 1 mm². Veličina stoma je određena na po 5 stoma po svakom vidnom polju (ukupno 25 stoma po preparatu).

Za potrebe istraživanja **varijabilnosti građe lisnih tkiva na poprečnom preseku lista** bukve, na terenu je uzet po jedan potpuno formiran list svetlosti, sa po 10 biljaka iz svake provenijencije. Listovi su se nalazili u u gornjoj 1/3 krošnje, i orjentisani u pravcu jug-jugozapad. Do početka izrade privremenih preparata listovi su čuvani u 60-70% alkoholu. Privremeni preparati su izrađeni u Laboratoriji za anatomiju i morfologiju biljaka, Prirodno–matematičkog fakulteta (Departman za biologiju i ekologiju) u Novom Sadu. Za pripremu preparata korišćen je mikrotom "Cryostat Leica CM1850". Poprečni preseki listova, debljine 50 µm, su uzimani iz sredine lista, i pravljani pri temperaturi od -25°C. Merenje debljine lisnih tkiva na poprečnom preseku, rađeno je pomoću svetlosnog mikroskopa "Olimpus Vanox", pri uveličanju okulara od 10 puta i objektiva od 40 x (ukupno 400 x), i softvera "QuickPhoto Camera 3.2.", u laboratoriji "Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu".



Slika 5. Merenje: a) veličine provodnog snopića glavnog nerva i b) debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva (Stojnić, S., 2011).

Veličina (prosečan prečnik) provodnog snopića glavnog nerva (r_s) i debljina sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva su mereni pri uveličanju okulara od 10 puta i objektiva od 20 x (ukupno 200 x). Određivanje veličine provodnog snopića glavnog nerva je izvršeno merenjem unakrsnog prečnika provodnog snopića, iz čega je

zatim izračunat prosečan prečnik ($r_s = (r_1 + r_2) / 2$ [μm]). (Slika 5.a.) Debljina sklerenhima je određena kao prosek merenja debljine tkiva na 8 mesta (Slika 5.b).

5.3. Fiziološke karakteristike

Listovi za određivanje **sadržaja fotosintetičkih pigmenta** su uzeti sa 20 biljaka unutar svake provenijencije. Radilo se o zrelim, potpuno formiranim listovima svetlosti, koji su se nalazili u gornjoj 1/3 krošnje i bili su orjentisani u pravcu jug-jugozapad. Nakon branja listova, direktno na terenu je, na analitičkoj vagi napravljeno 5 odvaga od po 0,2 g sveže materije lišća, iz kojih se dalje u laboratoriji vršila ekstrakcija fotosintetičkih pigmenta (iz 3 odvage) i sušenje do apsolutno suvog stanja (iz 2 odvage). Listovi su sušeni na temperaturi od 105°C , u trajanju od 24 časa (Nikolić i sar., 2006). Merenje apsorpcije fotosintetičkih pigmenta i računanje koncentracije fotosintetičkih pigmenta, obavljeno je u laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, upotrebom spektrofotometra marke "Cecil CE 2021", prema metodu Wettstein (1957). Koncentracija fotosintetičkih pigmenta je prikazana po jedinici suve materije (mg g^{-1}).

Neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost su mereni aparatom "ADC Bioscientific Ltd. LCPro+". Merenja su urađena na 3 biljke po provenijenciji, u 5 ponavljanja po svakoj biljci, u periodu između 09:00 i 11:00 časova ujutro, po sunčanom i vedrom vremenu. Vlažnost vazduha, temperatura vazduha i koncentracija CO_2 u mernoj komori aparata je uzeti iz spoljašnje sredine (ambijentalni), dok je fotosintetička aktivna radijacija (eng. *photosynthetic active radiation* - PAR) bila podešena na $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Pajević i sar., 2009; Stojnić i sar., 2010; Stojnić i sar., 2011; Stojnić i sar., 2012). Merenja fizioloških parametara sadnica bukve rađena su na potpuno formiranim listovima svetlosti, koji su se nalazili u gornjoj 1/3 krošnje i bili su orjentisani u pravcu jug-jugozapad.

Efikasnost korišćenja vode je određena kao količnik između neto fotosinteze i intenziteta transpiracije ($\text{WUE} = A/E$ [$\mu\text{mol mmol}^{-1}$]) (Zhang i sar., 2004).

5.4. Morfološke karakteristike

Merenja elemenata rasta, sadnica bukve, su sprovedena na 30 biljaka po svakoj provenijenciji. **Visine** sadnica bukve su merena pomoću letve sa centimetarskom podelom, dok su **prečnici** biljaka, u zoni korenovog vrata (prečnik na visini od 3-4 cm iznad zemlje), mereni pomoću digitalnog nonijusa. Visine biljaka su merene sa tačnošću od 1 cm, dok su prečnici mereni sa tačnošću od dve decimale. Za razliku od ostalih parametara, koji su mereni tokom vegetacionog perioda, elementi rasta su mereni tokom jeseni, odnosno po završetku rasta biljaka.

Prosečna lisna površina sadnica bukve je određivana na po 10 listova, sa 10 sadnica unutar svake provenijencije (Cornelissen i sar., 2003). Lisna površina je određena odmah nakon sakupljanja listova aparatom "ADC Bioscientific Ltd. AM300 Portable Leaf Area Meter" i izražena u cm^2 . Merenja su urađena na zrelim, potpuno formiranim listovima svetlosti, koji su se nalazili u gornjoj 1/3 krošnje i bili su orjentisani u pravcu jug-jugozapad. Kako su listovi na jednogodišnjim izbojcima varijabilni po veličini, za uzorak su uzimani 2. i 3. list od osnove izbojka, kao listovi koji se karakterišu najmanjom varijabilnošću (Cicák, 1998; Barna, 2004).

Uzorci listova za određivanje lisne površine su uzimani sa istih biljaka sa kojih su uzimani i listovi za anatomsko istraživanje.

Ukupan broj listova je određen brojanjem svih listova na 5 sadnica bukve po jednoj provenijenciji.

5.5. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka je izvršena u programskim statističkim paketima Statistica 10 i SAS 9.1. Osnovni parametri deskriptivne statistike srednja vrednost (\bar{x}), greška srednje vrednosti (SE), standardna devijacija srednje vrednosti (StD), kao i koeficijent varijacije (CV%) su prikazani za svaku provincijenciju. Za procenu statističke značajnosti razlika između prosečnih vrednosti istraživanih anatomskih, fizioloških i morfoloških osobina bukve korišćen je LSD test za nivo značajnosti od $p \leq 0.05$. Procene statističke značajnosti različitih faktora fenotipskog variranja analiziranih karakteristika sadnica bukve izvršeno je primenom analize varijanse

(ANOVA). Modelima procene značajnosti doprinosa različitih faktora ukupnom fenotipskom variranju osobina, opisana je statistička značajnost sledećih izvora variranja:

- provenijencije (fenotipsko variranje uslovljeno razlikama između provenijencija),
- lokalitet (fenotipsko variranje uslovljeno sredinskim karakteristikama svakog od lokaliteta),
- interakcija provenijencija x lokalitet (fenotipsko variranje uslovljeno različitom reakcijom provenijencija na različite stanišne uslove analiziranih testova).

Definisanje razlika između analiziranih provenijencija, kao i procena doprinosa pojedinačnih karakteristika dobijena je iz rezultata primenjene kanonijske diskriminantne analize (CDA). Klaster analizom je izvršena klasifikacija provenijencija u pojedine grupe, odnosno, utvrđena je bliskost odnosno udaljenost između analiziranih provenijencija.

6. Rezultati

6.1. Klimatske i stanišne karakteristike lokaliteta Debeli Lug i Fruška gora

Srednja godišnja temperatura vazduha na Fruškoj gori, u posmatranom periodu, je iznosila 11.2°C. Najmanja prosečna mesečna temperatura vazduha je bila u januaru (-0.6°C), dok je najveća prosečna temperatura vazduha zabeležena tokom jula meseca (21.4°C). Srednja temperatura vazduha tokom vegetacionog perioda je 17.9°C. U Debelom Lugu, srednja godišnja temperatura vazduha iznosi 8.8°C. Najniža i najviša srednja mesečna temperatura vazduha su, kao i na Fruškoj gori, zabeležene tokom januara (-2.4°C), odnosno jula meseca (18.8°C). Srednja temperatura vazduha u Debelom Lugu, tokom vegetacionog perioda iznosi 15.3°C. Godišnja količina padavina, u istraživanom periodu, za Frušku goru iznosi 795 mm vodenog taloga. Srednja visina padavina u toku godine je sa izraženim maksimumom u junu mesecu (103 mm), dok su minimumi količine padavina (od 47 do 55 mm) u februaru i martu, u proleće, i u septembru i u oktobru, u jesenjem periodu. Godišnja količina padavina, u istraživanom periodu, na području Debelog Luga iznosi 829 mm vodenog taloga. Srednja visina padavina u toku godine je sa dva izražena maksimuma. Prvi je u junu mesecu sa vrednošću od 82.3 mm, a drugi u novembru sa 75 mm. Minimumi su u februaru i septembru sa istom vrednošću od 51 mm.

6.1.1. Hidrični bilans po Thornthwaite-Mather-u

Izračunati elementi hidričnog bilansa (odnosa manjka i viška vode u zemljištu), za data područja, su prikazani u tabelama 4 i 5. Potencijalna evapotranspiracija (PE), tj. količina vode koja ispari pri datim energetske-temperaturnim uslovima, u Debelom Lugu, na godišnjem nivou iznosi 620 mm, a u toku vegetacionog perioda 548 mm, odnosno oko 66 % od ukupne količine. Stvarna evapotranspiracija (SE), pored energetske-temperaturnih uslova, zavisi još i od količine padavina. Na godišnjem nivou iznosi 588 mm, a u vegetacionom periodu 515 mm, odnosno 83 % od potencijalne (maksimalno moguće). Manjak, odnosno nedostatak vode u zemljištu (M), javlja se od avgusta do septembra (samo u sušnom delu godine) – u toku vegetacionog perioda, sa

ukupnom vrednošću od 33 mm. Najizraženiji manjak vlage ima septembar sa 22 mm. Na drugoj strani, višak vode u zemljištu (V) se javlja u hladnijem delu godine – od decembra do maja meseca sa maksimumom u januaru (57 mm) i na godišnjem nivou iznosi 241 mm.

Tabela 4. Hidrični bilans po *Thornthwaite-Mather*-u za područje Debelog Luga.

Mesec	T°C	i	PE	P	R _{ipv}	SE	M	V
I	-2.4	0.0	0	57	100	0	0	57
II	0.1	0.0	0	51	100	0	0	51
III	3.1	0.48	14	56	100	14	0	42
IV	8.9	2.39	46	71	100	46	0	25
V	13.8	4.65	87	102	100	87	0	15
VI	17.5	6.66	109	103	94	109	0	0
VII	18.8	7.43	123	76	46	123	0	0
VIII	18.0	6.95	109	52	0	98	11	0
IX	14.5	5.01	73	51	0	51	22	0
X	9.2	2.52	42	64	22	42	0	0
XI	4.4	0.82	16	75	81	16	0	0
XII	-0.1	0.0	0	71	100	0	0	52
God.	8.8	36.93	620	829		588	33	241
Veg.per.	15.3		548	455		515	33	40

Indeks humidnosti = 38.9213; Indeks aridnosti = 5.29709; Klimatski indeks = 35.7431

Legenda: T°C – prosečna temperatura vazduha; i – mesečni kalorični indeks; PE – potencijalna evapotranspiracija; P – količina padavina (mm); R_{ipv} – rezerva vode u zemljištu; SE – stvarna evapotranspiracija; M – manjak (nedostatak) vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu.

Kada je reč o Fruškoj gori, potencijalna evapotranspiracija na godišnjem nivou iznosi 720 mm, od čega 617 mm (77.6%) otpada na vegetacioni period. Stvarna evapotranspiracija na godišnjem nivou iznosi 628 mm, a u vegetacionom periodu 538 mm, odnosno 76% od potencijalne. Nedostatak vode u zemljištu se javlja od avgusta do oktobra sa ukupnom vrednošću od 82 mm. Najizraženiji manjak vlage ima avgust sa 46 mm. Višak vode u zemljištu se javlja se u hladnijem delu godine (decembar – maj), i na godišnjem nivou iznosi 167 mm.

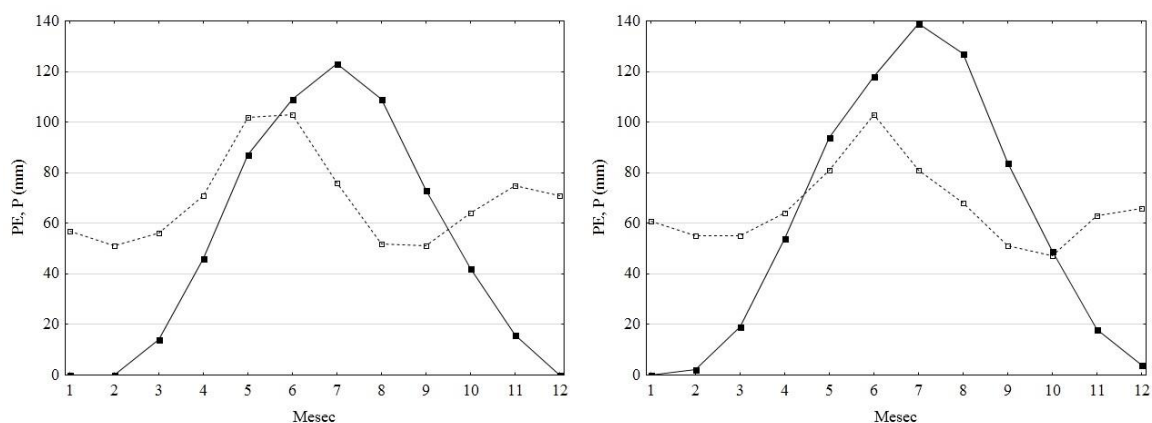
Tabela 5. Hidrični bilans po *Thornthwaite-Mather*-u za područje Fruške gore.

Mesec	T°C	i	PE	P	R _{ipv}	SE	M	V
I	-0.6	0.0	0	61	100	0	0	61
II	1.2	0.12	2	55	100	2	0	53
III	5.4	1.12	19	55	100	19	0	36
IV	11.6	3.58	54	64	100	54	0	10
V	16.0	5.82	94	81	87	94	0	0
VI	19.5	7.85	118	103	71	118	0	0
VII	21.4	9.04	139	81	13	139	0	0
VIII	21.2	8.91	127	68	0	81	46	0
IX	17.6	6.72	84	51	0	51	33	0
X	12.2	3.86	49	47	0	47	2	0
XI	6.5	1.49	18	63	45	18	0	0
XII	1.9	0.23	4	66	100	4	0	7
God.	11.2	48.73	710	795		628	82	167
Veg.per.	17.9		617	448		538	79	10

Indeks humidnosti = 23.5217; Indeks aridnosti = 11.4932; Klimatski indeks = 16.6257

Legenda: T°C – prosečna temperatura vazduha; i – mesečni kalorični indeks; PE – potencijalna evapotranspiracija; P – količina padavina (mm); R_{ipv} – rezerva vode u zemljištu; SE – stvarna evapotranspiracija; M – manjak (nedostatak) vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu.

Prema rezultatima prikazanim u tabelama 4 i 5 može se videti da je u toku godine potencijalna evapotranspiracija veća od stvarne, osim u hladnijem, zimskom periodu kada su vrednosti PE i SE približno jednake.



Grafikon 2. Klimadijagram po *Thornthwaite-Mather*-u za: Debeli Lug (grafikon levo) i Frušku goru (grafikon desno). Simboli označavaju: (■) – potencijalna evapotranspiracija (PE); (□) – količina padavina (P).

Klimatski indeks (Ik): Klimatski indeks dobijen na osnovu izračunatih vrednosti indeksa aridnosti (Ia) i humidnosti (Ih) prikazan je u tabelama 4 i 5. Prema veličini godišnjeg klimatskog indeksa na području Debelog Luga dominira *humidna blaga klima – tipa B₁*, dok na području Iriškog venca dominira *subhumidna blaža klima – tipa C₂*.

6.1.2. Klimatsko – geografske karakteristike

Klimatsko-geografske karakteristike determinišu međusobnu zavisnost geografskog položaja istraživanog područja i njegovih klimatskih karakteristika (Kolić, 1988). Za prikazivanje ovih međusobnih dejstava, mogu da posluže koeficijent po *Kerner-u* i indeks suše po *De Martonne-u*. Vrednosti izračunatih najvažnijih klimatsko-geografskih karakteristika prikazane su u tabeli 6. Stepen kontinentalnosti (KK), izražava uticaj karakteristika kopna na klimu. U analiziranim područjima, na osnovu vrednosti ovog elementa, konstatovano je da se radi o umereno kontinentalnoj klimi.

Tabela 6. Klimatsko-geografske karakteristike lokaliteta Debeli Lug i Fruška gora.

Područje	H (m)	Kontinentalnost područja		Indeks suše po <i>De Martonne-u</i>	
		KK (%)	Klimatski tip	Is	Oticanje vode
Debeli Lug	300	1.4	Umerena kontinentalna klima	44.1	Obilno
Fruška gora	420	2.7	Umerena kontinentalna klima	33.9	Stalno oticanje vode, ali ne obilno

Tip oticanja vode i potreba za navodnjavanjem, na osnovu indeksa suše (Is) po *De Martonne-u*, pokazuje da na celom području Debelog Luga vlada *egzoreizam*, što znači da je to izrazito šumsko područje. U Debelom Lugu je utvrđeno obilno oticanje vode, dok je na području Fruške gore utvrđeno stalno oticanje vode, ali ne obilno.

6.1.3. Klasifikacija klime

Za potrebe klasifikacije klime na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su korišćene klasifikacije klime po *Lang-u* i po *Thornthwaite-Mather-u*. *Lang-ova* bioklimatska

klasifikacija, prikazana na osnovu godišnjih vrednosti kišnog faktora – (KF), ukazuje da su analizirana područje u oblasti *niske šume*, i da vlada humidna klima (tabela 7), što ukazuje da se šume ovde nalaze u svom klimatsko-fiziološkom (biološkom) optimumu. Klasifikacija klime po *Thornthwaite-Mather-u*, izvršena je na osnovu prikazanih vrednosti izračunatog hidričnog bilansa. Na području Debelog Luga vlada humidna blaga klima, tipa B₁, dok na području Fruške gore vlada subhumidna vlažna klima, tipa C₂.

Tabela 7. Klasifikacija klime.

Područje	H (m)	Po Lang-u		Po Thornthwaite-Mather-u		
		KF	Klimatski tip	Ik	Klimatski tip	
Debeli Lug	300	94	Humidna klima	35.7	B ₁	Humidna blaga klima
Fruška gora	420	71	Humidna klima	16.6	C ₂	Subhumidna blaža klima

6.1.4. Ellenberg – ov indeks

Kako bi se dodatno odredila pogodnost posmatranih lokaliteta za rast bukve, korišćen je i *Ellenberg-ov* klimatski količnik (EQ), odnosno *Ellenberg-ov* indeks, koji je na prvom mestu formulisan za bukvu (Matyas i sar., 2009). Radi se o jednostavnom indeksu koji predstavlja zajednički efekat temperature i padavina i služi kako bi se izrazila vlažnost staništa u uslovima centralne Evrope (Matyas i sar., 2010). Iako prevashodno formulisan za uslove centralne Evrope, ovaj indeks se uspešno može koristiti i za procenu pogodnosti staništa za rast bukve u čitavoj Evropi. Posmatrano kroz *Ellenberg-ov* indeks, oba staništa na kojima su osnovani provenijenični testovi spadaju u staništa koja se karakterišu kserofilnim uslovima za rast bukve. Fruška gora ima EQ od 27.4, dok EQ u Debelom Lugu iznosi 22.7. Prema Jahn (1991), vrednosti ovog indeksa ispod 20 predstavljaju najpovoljnije uslove za rast bukve, da bi vitalnost vrste počela da opada kako se indeks povećava između 20 i 30, da bi bukva nestala u regionima gde je *Ellenberg-ov* indeks iznad 30. Matyas i sar. (2009) navode da je u regionu centralne Evrope klima povoljna za rast bukve ukoliko je EQ niži od 26, dok u uslovima Mađarske vrednosti EQ iznad 28 predstavljaju "kserofilnu granicu" na kojoj se bukva javlja i kreće se sve do EQ=28.9 (Czúcz i sar., 2009). Istraživanje koje su sprovedi Fang i Lechowicz (2006) je pokazalo da obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) na

južnoj (kserofilnoj) granici svog rasprostanjenja ide do vrednosti Elinbergovog indeksa od 29. Ivanković i sar. (2011) su dajući pregled EQ kod 13 provenijencija bukve koje potiču iz regiona jugo-istočne Evrope, ustanovili da EQ staništa sa kojeg potiče provenijencija Alesd (Rumunije) iznosi čak 34.

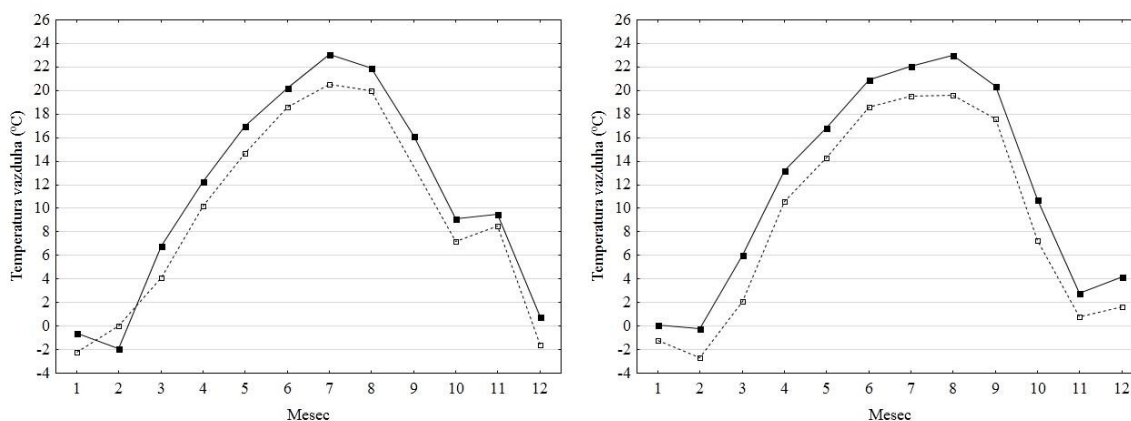
6.1.5. Klimatske karakteristike lokaliteta tokom 2010. i 2011. godine

Prosečne temperature vazduha (t [$^{\circ}\text{C}$]) i količine padavine (p [mm]), na mesečnom nivou, za 2010. i 2011. godinu, su dati u tabeli 8 i na grafikonima 3 i 4. Prosečne, mesečne temperature vazduha su, tokom obe godine istraživanja, bile veće na Fruškoj gori. Izuzetak čini februar 2010. godine, s obzirom da je to jedini slučaj da je prosečna temperatura vazduha u Debelom Lugu (0.0°C) bila veća nego na Fruškoj gori (-1.9°C). Kada se govori o mesečnim sumama padavina, tokom 2010. godine, one su tokom većeg dela godine bile veće na Fruškoj gori, što je posebno došlo do izražaja tokom vegetacionog perioda (maj-septembar). Veće sume padavina u Debelom Lugu, tokom 2010. godine, su zabeležene tokom februara, marta, aprila, kao i oktobra i decembra.

2011. godina se karakterisala izuzetno malim količinama padavina na oba lokaliteta, koje su u pojedinim mesecima bile gotovo zanemarljive. Raspored padavina tokom godine se može okarakterisati kao povoljnim, s obzirom da je od ukupne količine padavina, tokom vegetacionog perioda (april-septembar) palo 53.5%, u Debelom Lugu, odnosno 54.9%, na Fruškoj gori. O kakvoj nepovoljnoj godini za preživljavanje i rast bukve se radi, možda najbolje pokazuju vrednosti *Ellenberg*-ovog indeksa, izračunatog samo za 2011. godinu. Vrednosti *EQ*, za pomenutu godinu, su iznosile 41.8 za Debeli Lug i čak 57.5 za Frušku goru.

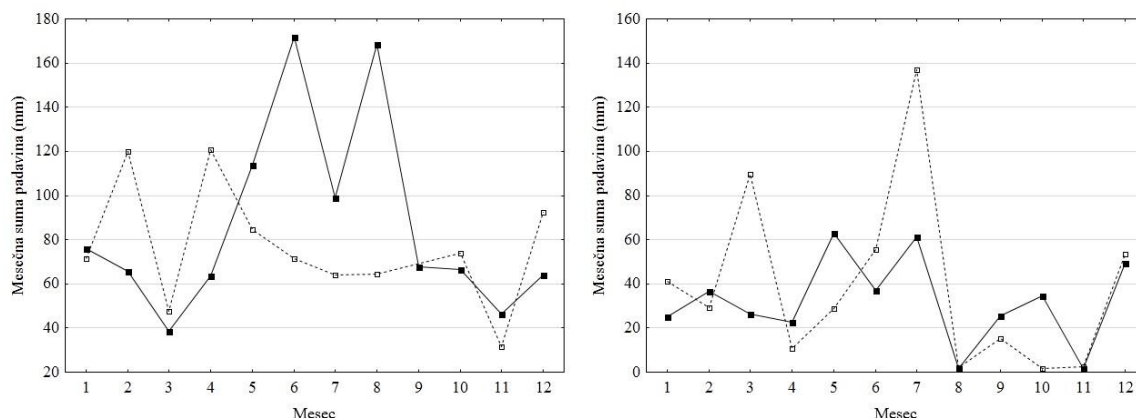
Tabela 8. Prosečne temperature vazduha (°C) i sume padavina (mm), na mesečnom nivou za 2010. i 2011. godinu.

Mesec	Debeli Lug				Fruška gora			
	2010. godina ⁶		2011. godina		2010. godina		2011. godina	
	t	p	t	p	t	p	t	p
I	-2.2	71.6	-1.2	41.2	-0.6	76.0	0.1	25.2
II	0.0	119.8	-2.7	29.2	-1.9	65.7	-0.2	36.7
III	4.1	47.7	2.1	89.6	6.8	38.7	6.0	26.2
IV	10.2	120.9	10.6	10.8	12.3	63.7	13.2	22.8
V	14.7	84.7	14.3	28.8	17.0	113.7	16.8	63.0
VI	18.6	71.6	18.6	55.4	20.2	171.8	20.9	36.9
VII	20.5	64.0	19.5	136.9	23.1	99.0	22.1	61.5
VIII	20.0	64.6	19.6	2.1	21.9	168.5	23.0	1.5
IX	-	-	17.6	15.2	16.1	67.7	20.4	25.4
X	7.2	73.7	7.3	1.5	9.1	66.6	10.7	34.5
XI	8.5	31.5	0.8	2.5	9.5	46.5	2.8	1.5
XII	-1.6	92.5	1.6	53.4	0.8	64.0	4.2	49.4
Godišnje	-	-	9.0	466.6	11.2	1041.9	11.7	384.6



Grafikon 3. Prosečne mesečne temperature vazduha (°C) na lokalitetima: (□) – Debeli Lug i (■) – Fruška gora, izmereni tokom 2010. (grafikon levo) i 2011. godine (grafikon desno).

⁶ U "Meteorološkom godišnjaku Republičkog hidrometeorološkog Zavoda Republike Srbije" za 2010. godinu nisu publikovani klimatološki podaci za 9. mesec (septembar), izmereni na klimatološkoj stanici "Debeli Lug".



Grafikon 4. Suma padavina (mm) na lokalitetima: (□) – Debeli Lug i (■) – Fruška gora, zabeležene tokom 2010. (grafikon levo) i 2011. godine (grafikon desno).

6.1.6. Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta

U Debelom Lugu je na osnovu klasifikacije zemljišta Jugoslavije (Škorić i sar., 1985) determinisano smeđe zemljište na krečnjaku, dok je na Fruškoj gori determinisano kiselo smeđe zemljište.

Tabela 9. Granulometrijski sastav i teksturna klasa zemljišta.

	Dubina (cm)	Granulometrijski sastav (%)						Teksturna klasa
		> 0.2	0.2 – 0.02	0.02 – 0.002	< 0.002	Ukupno > 0.02	Ukupno < 0.02	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Debeli Lug	0-10	15.0	18.2	34.6	37.3	33.1	66.9	Glina
	10-40	15.3	14.7	29.7	40.4	30.0	70.1	Glinovita ilovača
Fruška gora	0-10	21.3	38.5	26.4	13.8	59.8	40.2	Peskovita ilovača
	10-40	21.1	31.7	28.0	19.2	52.8	47.2	Peskovita ilovača

Smeđe zemljište na krečnjaku se odlikuje teksturnim sastavom glinovita ilovača do glina, u odnosu na kiselo smeđe zemljište, gde je preovlađujuća teksturna klasa peskovita ilovača (tabela 9). Teksturna klasa glinovita ilovača do glina, na sredem zemljištu na krečnjaku je posledica visokog sadržaja frakcije praha+gline, što može dovesti do nepovoljnih vodno-vazdušnih osobina usled mogućeg nedostatka vazduha u zemljištu.

Hemijske osobine zemljišta su se najviše razlikovale po reakciji zemljišnog rastvora i stepen zasićenosti bazama (tabela 10). Reakcija zemljišnog rastvora je bila niža na Fruškoj gori, dok su zasićenost zemljišta bazama, kao i sadržaj fosfora i kalijuma, bili veći u Debelom Lugu. Sadržaj humusa, ugljenika i azota su u proseku bili ujednačeni, ali se primećuje da je odnos C/N bio veći na Fruškoj gori, što upućuje na sporije raspadanje organske materije, u poređenju sa Debelim Lugom.

Tabela 10. Hemijske osobine zemljišta.

	Dubina (cm)	pH u H ₂ O	T-S	S	T	V	Humus	C	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			cmol kg ⁻¹			%			mg/100g			
Debeli Lug	0-10	6.05	16.74	19.80	36.54	53.59	5.55	3.22	0.35	9.36	12.40	54.00
	10-40	6.09	19.69	16.80	32.16	51.90	4.00	2.32	0.40	9.39	12.35	21.25
Fruška gora	0-10	5.87	22.77	5.50	28.27	19.45	4.32	2.51	0.18	13.79	9.11	7.33
	10-40	4.88	14.90	5.26	20.10	25.87	3.98	2.31	0.15	15.40	10.42	8.41

6.1.7. Stepen prisutnosti i pokrovnosti korovske vegetacije

Istraživanje je pokazalo da je u Debelom Lugu postojao znatno izraženiji specijski diverzitet korovske vegetacije nego na Fruškoj gori. U Debelom Lugu je registrovana 21 korovska vrsta (tabela 11), dok je na Fruškoj gori registrovano svega 8 (tabela 12). Na oba lokaliteta, najveći stepen prisutnosti i pokrovnosti konstatovan je kod kupine (*Rubus caesius* L.). Na Fruškoj gori, u poređenju sa kupinom, sve ostale vrste su bile zastupljene u znatno manjem stepenu, dok su se u Debelom Lugu većim stepenom prisutnosti i pokrovnosti karakterisale ježevica (*Dactylis glomerata* L.) i šumska jagoda (*Fragaria vesca* L.), kao i velika kukuta (*Conium maculatum* L.), hajdučka trava (*Achillea millefolium* L.), krasolika (*Stenactis annua* (L.) Ness.), burjan (*Sambucus ebulus* L.) i štavilj (*Rumex crispus* L.).

Posmatrano kroz životnu formu biljaka, na oba lokaliteta dominiraju hemikriptofite. Od ukupnog broja registrovanih korovskih vrsta na lokalitetima, ove biljke su bile zastupljene sa 50% na Fruškoj gori, odnosno sa oko 71%, u Debelom Lugu.

Tabela 11. Korovska flora u provenijeničnom testu bukve u Debelom Lugu.

Familija	Biljne vrste	St. prisutnosti /Pok. vrednost	Životna forma
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	3.2	H
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L.	3.2	H
Asteraceae	<i>Stenactis annua</i> (L.) Ness.	3.2	H
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+	G
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	2.2	H
Asteraceae	<i>Centaurea cyanus</i> L.	1.1	T
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	+	H
Caprifoliaceae	<i>Sambucus ebulus</i> L.	3.2	H
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	2.1	H
Lamiaceae	<i>Salvia sclarea</i> L.	2.2	H
Fabaceae	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	2.2	H
Fabaceae	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	2.1	H
Poaceae	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	1.1	T
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L.	3.3	H
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	1.1	G
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	H
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	3.2	H
Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	3.3	H
Rosaceae	<i>Rubus caesius</i> L.	4.4	P
Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	+	NP
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	2.1	H

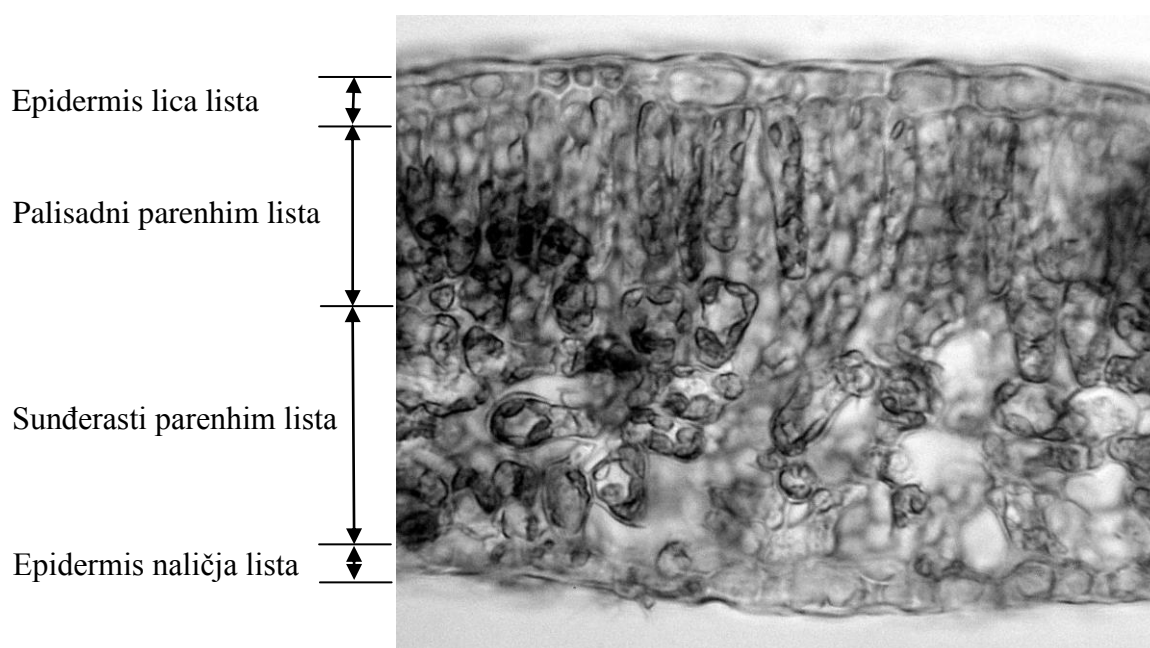
Tabela 12. Korovska flora u provenijeničnom testu bukve na Fruškoj gori.

Familija	Biljne vrste	St. prisutnosti/Pok. vrednost	Životna forma
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+	G
Brassicaceae	<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. Br.	+	T
Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	+	H
Poaceae	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	2.1	H
Ranunculaceae	<i>Clematis vitalba</i> L.	1.1	P
Rosaceae	<i>Rubus caesius</i> L.	4.4	P
Solanaceae	<i>Physalis alkekengi</i> L.	+	H
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	1.1	H

6.2. Varijabilnost anatomskih karakteristika lista u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu

6.2.1. Opis tkiva na poprečnom preseku lista

Posmatrano od lica lista, prema naličju, na poprečnom preseku, list bukve je sačinjen od sledećih tkiva: 1) gornji epidermis (epidermis lica lista), 2) mezofil (palisadno i sunderasto tkivo) i 3) donji epidermis (epidermis naličja lista) (Slika 6).

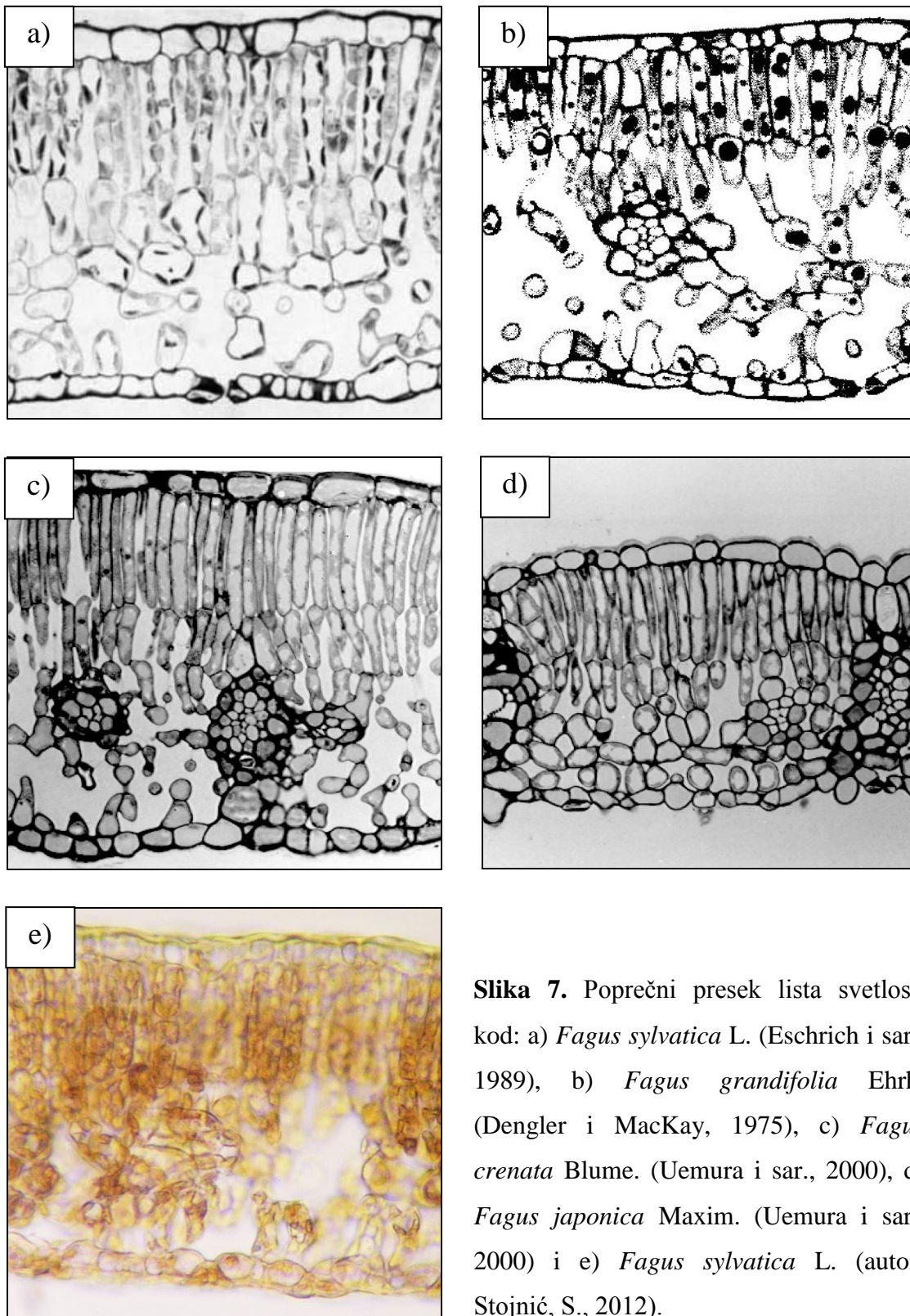


Slika 6. Poprečni presek lista bukve.

Epidermis predstavlja granicu između lista i spoljašnje sredine. Kod bukve je izgrađen od jednog reda ćelija i nalazi se i sa gornje (adaksijalne) i sa donje (abaksijalne) strane lista (bifacijalni listovi). Ćelije epidermisa su spljoštene i nepravilnog oblika. Na površini gornjeg i donjeg epidermisa se nalazi sloj *kutikule*.

Glavna uloga kutikule, kod većine biljnih vrsta, jeste da redukuje odavanje vode iz biljke. Debljina kutikule se razlikuje u zavisnosti od biljne vrste i deblja je kod vrsta koje su izložene vodnom stresu. Uloga kutikule je, takođe, da daje mehaničku čvrstoću.

Ona povećava otpornost listova na abrazivno dejstvo čestica peska nošenog vetrom, ili u slučajevima pojedinih četinarskih vrsta, kristala leda (Cutler i sar., 2007).



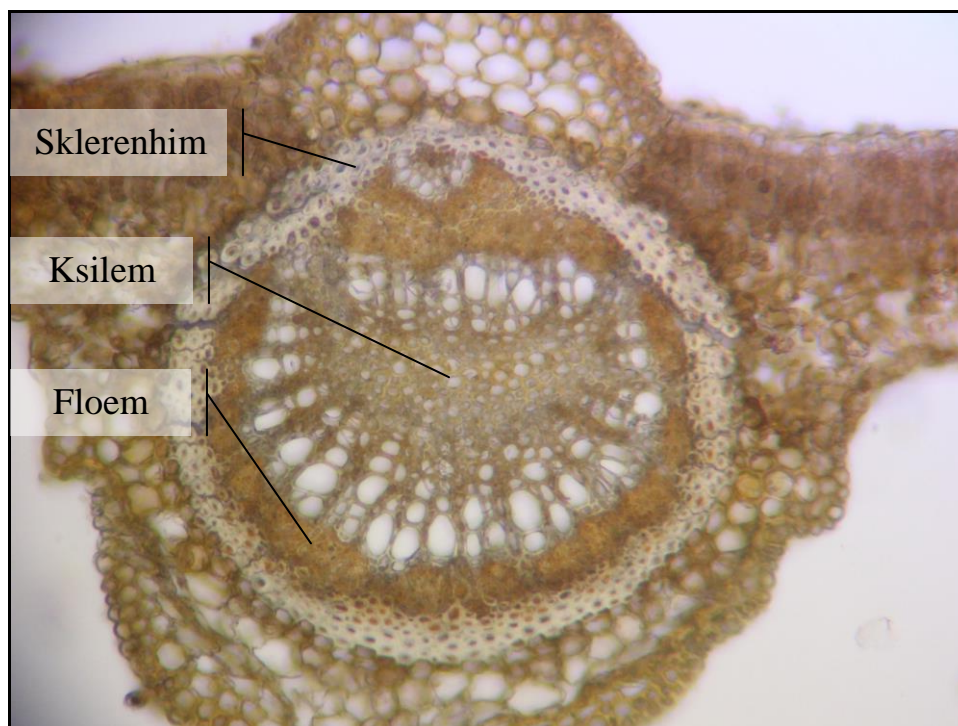
Slika 7. Poprečni presek lista svetlosti kod: a) *Fagus sylvatica* L. (Eschrich i sar., 1989), b) *Fagus grandifolia* Ehrh. (Dengler i MacKay, 1975), c) *Fagus crenata* Blume. (Uemura i sar., 2000), d) *Fagus japonica* Maxim. (Uemura i sar., 2000) i e) *Fagus sylvatica* L. (autor: Stojnić, S., 2012).

Mezofil ispunjava prostor između epidermisa lica i epidermisa naličja i sastoji se od palisadnog i sunđerastog tkiva. *Palisadno tkivo* se nalazi ispod gornjeg epidermisa. Ovo je asimilaciono tkivo, odnosno, u njemu se odvija proces fotosinteze. Između ćelije palisadnog tkiva se nalaze međućelijski, odnosno intercelularni prostori.

Prema Eschrich i sar. (1989) razlika između listova svetlosti i listova senke se primarno zasniva na anatomskoj građi potpuno formiranih listova. Listovi svetlosti imaju razvijena dva sloja (kod pojedinih vrsta i više slojeva) palisadnog parenhima, dok se kod listova senke javlja samo jedan sloj palisadnog tkiva. Prvi sloj palisadnog tkiva je uniforman i sačinjen od ćelija izduženog oblika sa malo međućelijskog prostora između njih. Drugi sloj palisadnog tkiva je manje kompaktan u poređenju sa prvim slojem, i sačinjen je od ćelija koje po svojoj veličini i obliku mogu ponekad da podsećaju na ćelije sunđerastog tkiva (slika 7).

Sunđerasto tkivo se nalazi ispod palisadnog tkiva i orjentisano je prema naličju lista. Sa donje strane se naslanja na donji epidermis. Ćelije sunđerastog tkiva su nepravilnog oblika (izdužene, okruglaste, itd.). Glavna uloga sunđerastog tkiva je da vrši provetravanje. Između ćelija sunđerastog tkiva se nalaze mnogobrojni međućelijski prostori, koji preko stoma koje se nalaze na donjem epidermisu "komuniciraju" sa spoljašnjom sredinom. Zahvaljujući prisustvu hlorofilnih zrna u ćelijama sunđerastog tkiva, ono može jednim delom da vrši i fotosintezu (Gajić, 2002).

Na slici 8 je prikazana anatomska građa na poprečnom preseku glavnog nerva lista bukve. Unutar provodnog snopića se jasno razlikuju ksilem i floem. Ksilem se nalazi u centralnom delu provodnog snopića, dok se floem nalazi oko njega. Ovakav tip provodnog snopića, kod kojeg se ksilem nalazi u sredini, a floem ga okružuje naziva se *koncentrični amfikribralni tip* provodnog snopića (Gajić, 2002). Ksilem se sastoji od krupnijih provodnih elemenata (traheja) i sitnijih (traheida). Provodni snopić je okružen mehničkom tkivom - sklerenhimom (Metcalf i Chalk, 1957).



Slika 8. Poprečni presek glavnog nerva lista bukve.

6.2.2. Anatomska građa lista na poprečnom preseku

U 2010. godini, kod provenijencija starosti 6 godina, na Fruškoj gori, najveća debljina epidermisa lica lista (E_l) je zabeležena kod bosanske provenijencije "Crni Vrh, Tešanj" ($12.33 \mu\text{m}$), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Höllerbach" ($11.79 \mu\text{m}$) (tabela 13). S obzirom da su u Debelom Lugu, na osnovu rezultata LSD testa, provenijencije bile razvrstane u svega dve grupe homogenosti, prvoj grupi je pripadalo čak 8 provenijencija, odnosno, nije došlo do jasnijeg izdvajanja neke od provenijencija po pitanju veličine ovog parametra. Analiza rangiranja provenijencija u pogledu debljine epidermisa lica lista je pokazala da su obe provenijencije iz Srbije i obe provenijencije iz Hrvatske imale prosečnu debljinu manju od preseka za lokalitet. Najniže prosečne vrednosti debljine epidermisa lica su registrovane kod provenijencija "Fruška gora" ($9.95 \mu\text{m}$) i "Kopaonik" ($10.41 \mu\text{m}$), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Vrani kamen" ($10.41 \mu\text{m}$) i "Fruška gora" ($10.43 \mu\text{m}$), u Debelom Lugu.

Najveća prosečna debljina palisadnog parenhima (PP) lista, na Fruškoj gori, je bila kod bosanskih provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" ($61.84 \mu\text{m}$) i "Crni Vrh,

Tešanj" (58.05 μm), dok su u Debelom Lugu to bile provenijencije "Höllerbach" (63.56 μm) i "Sjeverni Dilj Čaglinski" (60.22 μm). Zanimljivo je istaći da su u Debelom Lugu, pomenute provenijencije bile jedine koje su imale prosečne vrednosti debljine palisadnog tkiva iznad proseka za lokalitet. Najniže prosečne vrednosti debljine palisadnog parenhima je, na Fruškoj gori, imala provenijencija "Valkonya" (39.81 μm), a u Debelom Lugu, provenijencija "Hasbruch" (51.71 μm).

Kao i u slučaju palisadnog parenhima, i u slučaju sunderastog parenhima (SP), najveće prosečne vrednosti, na Fruškoj gori, su zabeležene kod provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (90.02 μm) i "Crni Vrh, Tešanj" (73.55 μm). U Debelom Lugu, najveća prosečna vrednost je registrovana kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (74.60 μm), koju su pratile provenijencije "Valkonya" (73.67 μm) i "Höllerbach" (72.44 μm). Najnižu prosečnu vrednost debljine sunderastog parenhima, na Fruškoj gori, je imala provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" (55.47 μm), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Fruška gora" (60.76 μm).

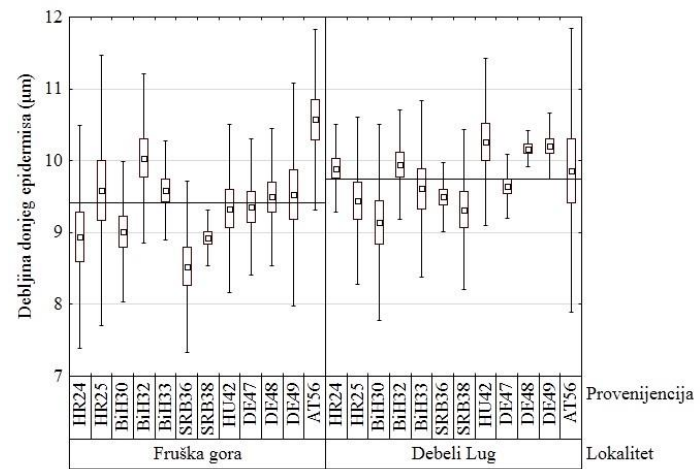
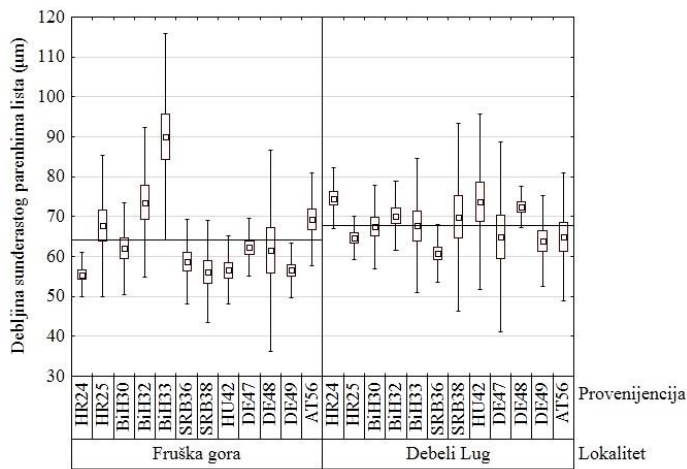
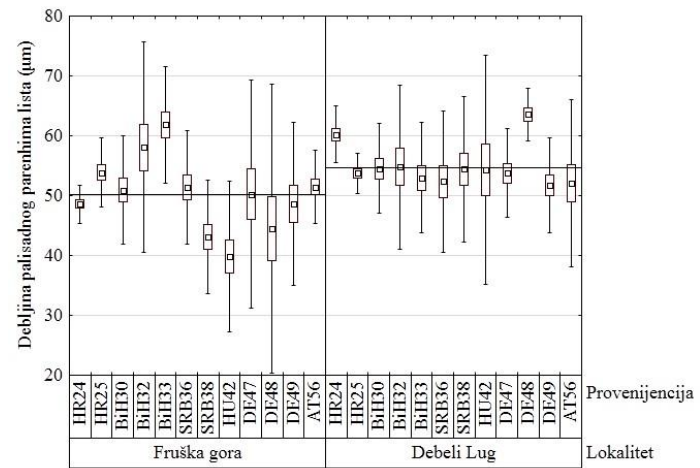
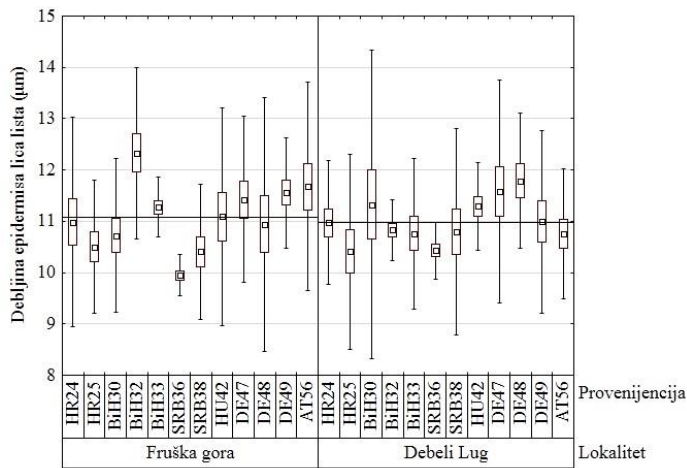
Austrijska provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf" je, na Fruškoj gori, imala najveću prosečnu debljinu epidermisa naličja lista (E_n) (10.57 μm), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Valkonya" (10.27 μm). Najmanja prosečna debljina epidermisa naličja lista je, kao i kod epidermisa lica lista, na Fruškoj gori zabeležena kod srpskih provenijencija "Fruška gora" (8.53 μm) i "Kopaonik" (8.93 μm). U Debelom Lugu, najmanje prosečne vrednosti su zabeležene kod provenijencija "Tajan, Žepče" (9.14 μm) i "Kopaonik" (9.32 μm).

Rangiranje provenijencija u pogledu najvećih i najmanjih prosečnih vrednosti ukupne debljine lista (LT) je bilo, na oba lokaliteta, slično rangiranju koje je pratilo prosečnu debljinu palisadnog i sunderastog tkiva. Ovo je u neku ruku i očekivano, s obzirom na najveće procentualno učešće ova dva tkiva u ukupnoj debljini lista.

Tabela 13. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti debljine epidermisa lica lista, debljine palisadnog parenhima lista, debljine sunderastog parenhima lista i debljine epidermisa naličja lista kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Debljina epidermisa lica lista (μm)				Debljina palisadnog parenhima lista (μm)				Debljina sunderastog parenhima lista (μm)				Debljina epidermisa naličja lista (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	10.99	9.32	10.97	5.50	48.57	3.22	60.22	3.94	55.47	4.93	74.60	5.08	8.94	8.69	9.89	3.08
Vrani kamen (HR25)	10.50	6.19	10.41	9.13	53.87	5.40	53.74	3.08	67.74	13.07	64.66	4.15	9.59	9.84	9.45	6.15
Tajan, Žepče (BiH30)	10.72	6.99	11.33	13.26	50.95	8.92	54.53	6.89	61.99	9.31	67.42	7.73	9.01	5.43	9.14	7.48
Crni Vuh, Tešanj (BiH32)	12.33	6.76	10.83	2.74	58.05	15.15	54.81	12.51	73.55	12.73	70.10	6.18	10.03	5.90	9.95	3.80
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	11.28	2.60	10.76	6.83	61.84	7.90	53.01	8.75	90.02	14.34	67.69	12.42	9.59	3.59	9.61	6.40
Fruška gora (SRB36)	9.95	2.05	10.43	2.65	51.37	9.28	52.34	11.30	58.74	9.03	60.76	6.03	8.53	7.01	9.49	2.50
Kopaonik (SRB38)	10.41	6.32	10.80	9.36	43.07	10.97	54.41	11.23	56.19	11.37	69.88	16.82	8.93	2.18	9.32	5.98
Valkonya (HU42)	11.09	9.56	11.29	3.76	39.81	15.78	54.33	17.62	56.60	7.57	73.67	14.93	9.33	6.26	10.27	5.68
Schelklingen (DE47)	11.43	7.07	11.58	9.38	50.26	19.00	53.74	6.89	62.25	5.80	64.90	18.41	9.35	5.08	9.65	2.31
Höllerbach (DE48)	10.94	11.31	11.79	5.59	44.51	27.10	63.56	3.46	61.53	20.48	72.44	3.56	9.49	5.05	10.17	1.23
Hasbruch (DE49)	11.55	4.65	10.99	8.08	48.64	13.97	51.71	7.71	56.52	6.01	63.94	8.95	9.53	8.13	10.21	2.26
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	11.67	8.71	10.75	5.92	51.47	5.87	52.01	13.41	69.28	8.35	64.88	12.30	10.57	5.94	9.86	10.03
Prosečno za lokalitet	11.07	6.79	10.99	6.85	50.20	11.88	54.87	8.90	64.16	10.25	67.91	9.71	9.41	6.09	9.75	4.74

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).

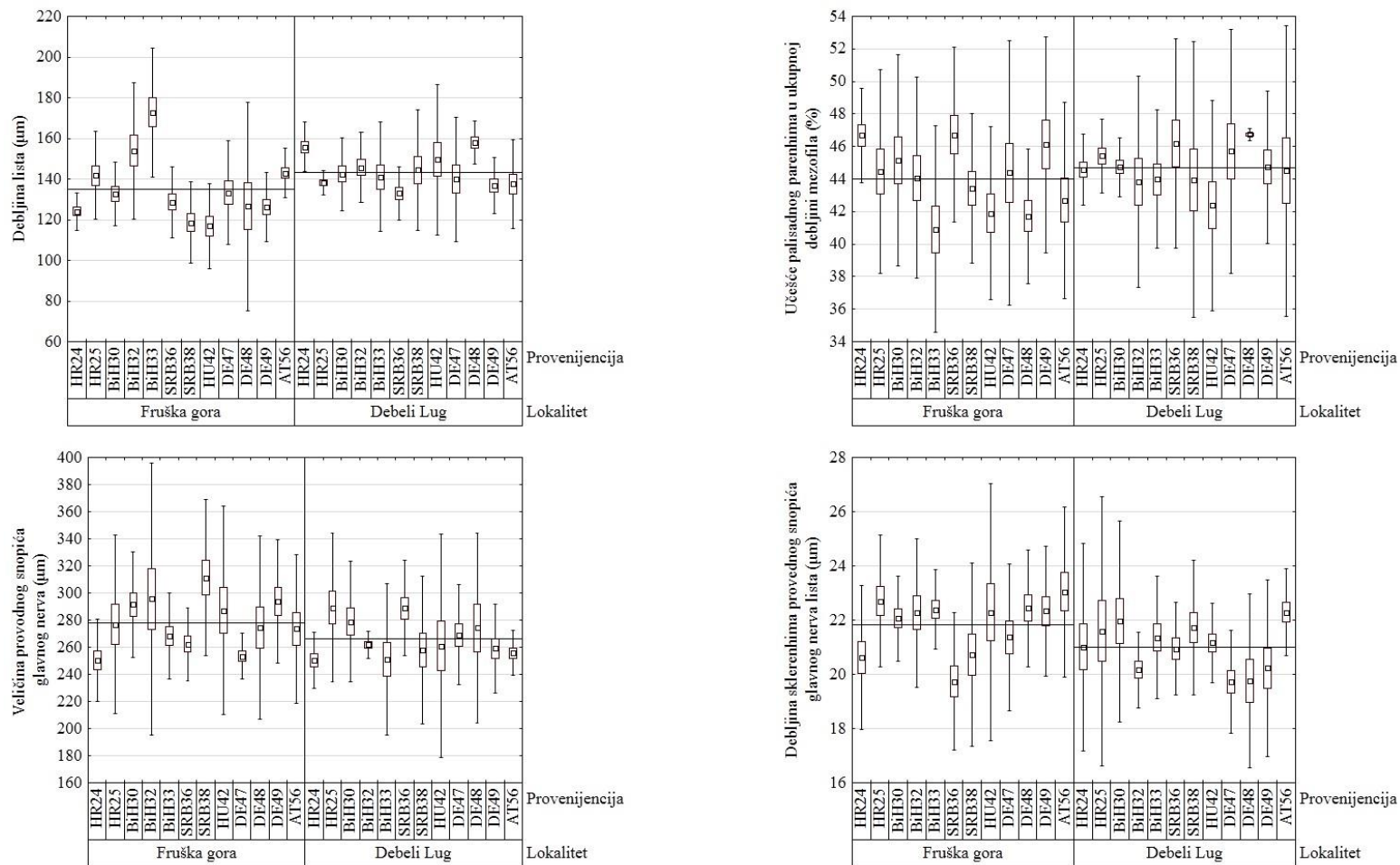


Grafikon 5. Varijabilnost debljine: a) epidermisa lica lista, b) palisadnog parenhima lista, c) sunderastog parenhima lista i d) epidermisa naličja lista, kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Tabela 14. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti ukupne debljine lista, procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Ukupna debljina lista (μm)				Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila (%)				Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista (μm)				Debljina sklerenhima (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	123.97 <i>ef</i>	3.66	155.78 <i>ab</i>	3.93	46.69 <i>a</i>	3.12	44.58 <i>ab</i>	2.43	250.57 <i>d</i>	6.06	250.53 <i>b</i>	4.15	20.63 <i>cd</i>	6.46	21.01 <i>abcd</i>	9.10
Vrani kamen (HR25)	141.70 <i>bcd</i>	7.62	138.26 <i>cd</i>	2.12	44.46 <i>abcd</i>	7.04	45.41 <i>ab</i>	2.50	276.87 <i>abcd</i>	11.91	289.30 <i>a</i>	9.50	22.71 <i>a</i>	5.37	21.60 <i>abc</i>	11.48
Tajan, Žepče (BiH30)	132.67 <i>cde</i>	5.96	142.41 <i>bcd</i>	6.28	45.15 <i>abc</i>	7.19	44.72 <i>ab</i>	2.00	291.50 <i>ab</i>	6.72	278.73 <i>ab</i>	7.98	22.06 <i>abc</i>	3.57	21.96 <i>ab</i>	8.43
Crni Vuh, Tešanj (BiH32)	153.95 <i>ab</i>	10.91	145.69 <i>abcd</i>	5.88	44.09 <i>abcd</i>	6.99	43.84 <i>ab</i>	7.39	295.80 <i>ab</i>	16.96	261.83 <i>ab</i>	1.91	22.27 <i>abc</i>	6.17	20.16 <i>bcd</i>	3.48
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	172.73 <i>a</i>	9.20	141.06 <i>cd</i>	9.56	40.91 <i>d</i>	7.75	43.99 <i>ab</i>	4.82	268.17 <i>bcd</i>	5.89	251.17 <i>b</i>	11.12	22.39 <i>abc</i>	3.27	21.36 <i>abcd</i>	5.31
Fruška gora (SRB36)	128.58 <i>cdef</i>	6.79	133.03 <i>d</i>	4.92	46.73 <i>a</i>	5.73	46.19 <i>a</i>	6.98	262.29 <i>bcd</i>	5.15	288.87 <i>a</i>	6.12	19.74 <i>d</i>	6.45	20.95 <i>abcd</i>	4.10
Kopaonik (SRB38)	118.59 <i>ef</i>	8.36	144.41 <i>abcd</i>	10.20	43.41 <i>abcd</i>	5.30	43.97 <i>ab</i>	9.66	311.30 <i>a</i>	9.25	257.87 <i>b</i>	10.55	20.72 <i>bcd</i>	8.14	21.73 <i>ab</i>	5.71
Valkonya (HU42)	116.83 <i>f</i>	8.99	149.56 <i>abc</i>	12.36	41.89 <i>cd</i>	6.37	42.38 <i>b</i>	7.63	287.20 <i>abc</i>	13.34	261.03 <i>ab</i>	15.73	22.29 <i>abc</i>	10.64	21.16 <i>abcd</i>	3.46
Schelklingen (DE47)	133.29 <i>cde</i>	9.52	139.87 <i>cd</i>	10.98	44.38 <i>abcd</i>	9.14	45.70 <i>ab</i>	8.20	253.23 <i>cd</i>	3.35	269.13 <i>ab</i>	6.83	21.37 <i>abcd</i>	6.35	19.73 <i>d</i>	4.79
Höllerbach (DE48)	126.47 <i>ef</i>	20.35	157.96 <i>a</i>	3.38	41.73 <i>cd</i>	4.96	46.74 <i>a</i>	0.38	274.63 <i>bcd</i>	12.27	274.17 <i>ab</i>	12.76	22.44 <i>ab</i>	4.80	19.77 <i>cd</i>	8.13
Hasbruch (DE49)	126.25 <i>def</i>	6.76	136.85 <i>cd</i>	5.08	46.12 <i>ab</i>	7.20	44.73 <i>ab</i>	5.22	293.83 <i>ab</i>	7.74	259.07 <i>ab</i>	6.35	22.33 <i>abc</i>	5.35	20.23 <i>bcd</i>	8.08
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	143.00 <i>bc</i>	4.29	137.50 <i>cd</i>	7.91	42.69 <i>bcd</i>	7.07	44.52 <i>ab</i>	10.04	273.57 <i>bcd</i>	10.01	255.70 <i>b</i>	3.25	23.04 <i>a</i>	6.83	22.29 <i>a</i>	3.61
Prosečno za lokalitet	134.84	8.53	143.53	6.88	44.02	6.49	44.73	5.60	278.25	9.05	266.45	8.02	21.83	6.12	21.00	6.31

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 6. Varijabilnost: a) ukupne debljine lista, b) procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, c) veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i d) debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista, kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▤) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Najveće prosečne vrednosti ukupne debljine lista na Fruškoj gori su kao i kod sunderastog tkiva, imale provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" (172.73 μm) i "Crni Vrh, Tešanj" (153.95 μm). U Debelom Lugu, ovaj poredak je više pratio poredak zabeležen kod palisadnog parenhima, tako da su najveće prosečne vrednosti ukupne debljine lista bile kod provenijencija "Höllerbach" (157.96 μm) i "Sjeverni Dilj Čaglinski" (155.78 μm). Najmanje prosečne vrednosti ukupne debljine lista su imale provenijencije "Valkonya" (116.83 μm) i "Kopaonik" (118.59 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Fruška gora" (133.03 μm) i "Hasbruch" (136.85 μm), u Debelom Lugu.

Procenat učešća palisadnog parenhima (%Pal) u ukupnoj debljini mezofila je bio ujednačen na oba lokaliteta, što je pokazala i analiza varijanse, s obzirom da nisu konstatovane statistički značajne razlike između lokaliteta ($p \leq 0.21$). Lokalna provenijencija "Fruška gora", je imala najveće procentualno učešće palisadnog parenhima u ukupnoj debljini parenhima na Fruškoj gori (46.73%) i bila je druga po rang u Debelom Lugu, iza provenijencije "Höllerbach" (46.74%). Najmanje učešće palisadnog parenhima u ukupnoj debljini parenhima, na Fruškoj gori, je imala provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (40.91%), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Valkonya" (42.38%).

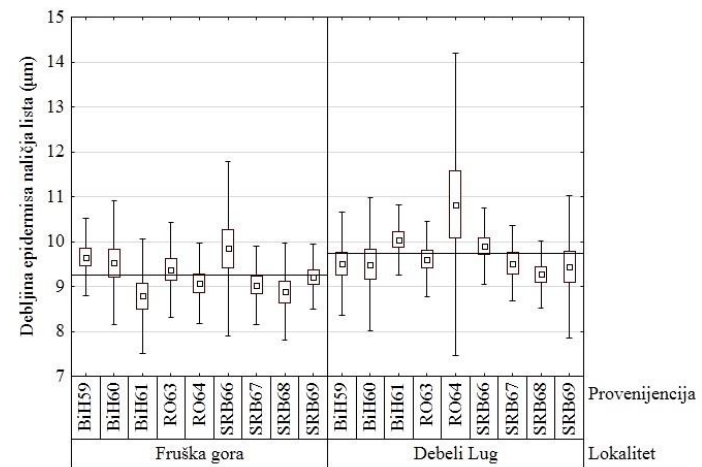
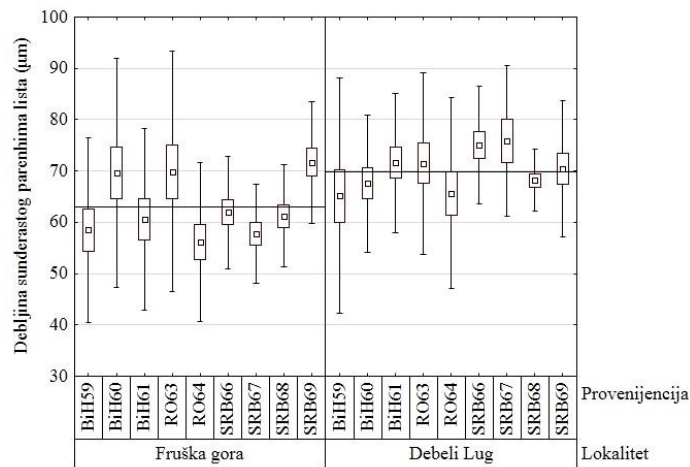
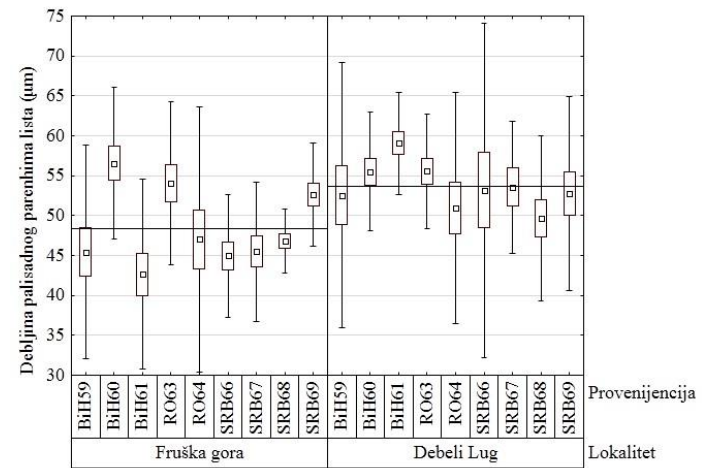
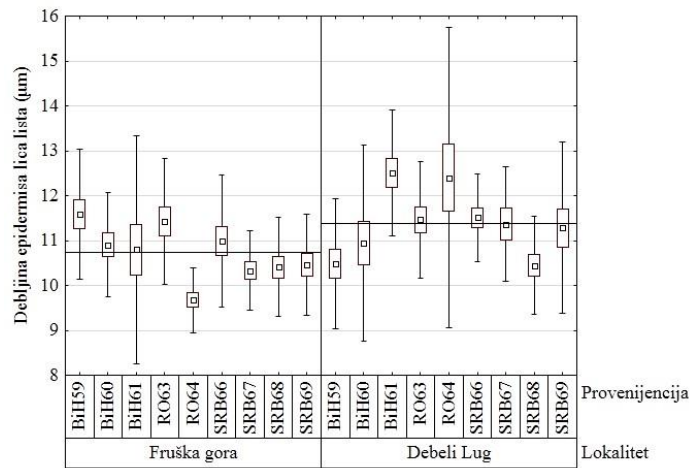
Najveću veličinu provodnog snopića glavnog nerva (PS) je na Fruškoj gori imala provenijencija "Kopaonik" (311.30 μm), a u Debelom Lugu provenijencija "Vrani kamen" (289.30 μm). Najmanja prosečna veličina provodnog snopića je na oba lokaliteta bila kod hrvatske provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($\bar{x}_{FG} = 250.57$ μm ; $\bar{x}_{DL} = 250.53$ μm). Prosečna debljina sklerenhima (Sk) je bila, na oba lokaliteta, najveća kod austrijske provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf" ($\bar{x}_{FG} = 23.04$ μm ; $\bar{x}_{DL} = 22.29$ μm). Najmanje vrednosti ovog parametra su zabeležene kod provenijencija "Fruška gora" (19.74 μm), na Fruškoj gori i "Schelklingen" (19.73 μm), u Debelom Lugu.

Kod provenijencija starosti 5 godina, najveću debljinu epidermisa lica lista na Fruškoj gori je imala provenijencija "Vranica-Bistrica" (11.60 μm), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Grmeč, Bastra-Corkova" (12.51 μm). Najmanje prosečne vrednosti E_l su imale provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (9.67 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Fruška gora" (10.44 μm), u Debelom Lugu.

Tabela 15. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti debljine epidermis lica lista, debljine palisadnog parenhima lista, debljine sunderastog parenhima lista i debljine epidermisa naličja lista kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Debljina epidermisa lica lista (μm)				Debljina palisadnog parenhima lista (μm)				Debljina sunderastog parenhima lista (μm)				Debljina epidermis naličja lista (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	11.6	6.27	10.48	6.93	45.45	14.78	52.55	15.81	58.47	15.47	65.13	17.59	9.65	4.42	9.51	6.03
	<i>a</i>		<i>d</i>		<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>c</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>b</i>	
Crni vrh (BiH60)	10.9	5.34	10.95	10.00	56.57	8.40	55.53	6.72	69.66	16.03	67.58	9.88	9.53	7.26	9.49	7.84
	<i>ab</i>		<i>cd</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>b</i>	
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	10.8	11.7	12.51	5.59	42.65	13.91	59.06	5.43	60.59	14.57	71.57	9.45	8.79	7.28	10.04	3.92
	<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>c</i>		<i>a</i>		<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>c</i>		<i>ab</i>	
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	11.4	6.12	11.47	5.69	54.06	9.50	55.56	6.48	69.90	16.74	71.47	12.36	9.37	5.66	9.61	4.33
	<i>a</i>		<i>abc</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>ab</i>	
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	9.67	3.77	12.40	13.48	47.01	17.66	50.91	14.22	56.19	13.73	65.64	14.19	9.07	4.94	10.83	15.54
	<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>bc</i>		<i>b</i>		<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>a</i>	
Avala (SRB66)	11.0	6.67	11.51	4.29	44.95	8.59	53.19	19.69	61.95	8.88	75.08	7.66	9.84	9.88	9.90	4.33
	<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>a</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>	
Boranja (SRB67)	10.3	4.30	11.37	5.57	45.49	9.63	53.57	7.72	57.74	8.35	75.85	9.69	9.03	4.82	9.52	4.38
	<i>bc</i>		<i>abcd</i>		<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>c</i>		<i>a</i>		<i>abc</i>		<i>ab</i>	
Fruška gora (SRB68)	10.4	5.29	10.44	5.21	46.81	4.28	49.70	10.42	61.22	8.14	68.17	4.40	8.88	6.11	9.27	4.03
	<i>b</i>		<i>d</i>		<i>bc</i>		<i>b</i>		<i>abc</i>		<i>ab</i>		<i>bc</i>		<i>b</i>	
Cer (SRB69)	10.5	5.42	11.28	8.45	52.68	6.12	52.80	11.50	71.73	8.26	70.48	9.41	9.22	3.88	9.44	8.36
	<i>b</i>		<i>bcd</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>b</i>	
Prosečno za lokalitet	10.73	6.10	11.38	7.25	48.41	10.32	53.65	10.89	63.05	12.24	70.11	10.51	9.26	6.03	9.73	6.53

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 7. Varijabilnost debljine: a) epidermisa lica lista, b) palisadnog parenhima lista, c) sunderastog parenhima lista i d) epidermisa naličja lista, kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Prosečna debljina palisadnog tkiva na Fruškoj gori je bila najveća kod provenijencije "Crni vrh" (56.57 μm). U Debelom Lugu, najveća prosečna debljina palisadnog parenhima je zabeležena kao i u slučaju epidermisa lica lista, kod bosanske provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (59.06 μm). Interesantno je da je na oba lokaliteta samo po tri provenijencije imale prosečne vrednosti debljine *PP* iznad proseka za lokalitete na kojima su rasle, od čega su dve bile zajedničke za oba lokaliteta. Radilo se o provenijencijama "Crni vrh" i "Alesd, U.P.II/51A". Treća provenijencija na Fruškoj gori, koja je pripadala ovoj grupi, jeste provenijencija "Cer".

Na Fruškoj gori, kod iste tri provenijencije su zabeležene i najveće prosečne debljine sunderastog parenhima. Na prvom mestu je bila provenijencija "Cer" (71.73 μm), a pratile su je provenijencije "Alesd, U.P.II/51A" (69.90 μm) i "Crni vrh" (69.66 μm). Takođe, kao i u slučaju *PP*, ove tri provenijencije su jedine imale prosečne vrednosti *SP*, iznad proseka za lokalitet. U Debelom Lugu, najveća prosečna debljina sunderastog parenhima je bila kod dve srpske provenijencije: "Boranja" (75.85 μm) i "Avala" (75.08 μm). Najmanje prosečne vrednosti *SP* su bile kod provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (56.19 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Vranica-Bistrica" (65.13 μm), u Debelom Lugu.

Prosečna debljina epidermisa naličja lista, je na Fruškoj gori, bila najveća kod provenijencije "Avala" (9.84 μm), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (10.83 μm). Na drugoj strani, najmanja prosečna debljina E_n , na Fruškoj gori je bila kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" i iznosila je 8.79 μm . U Debelom Lugu, je kao i u slučaju najmanje prosečne vrednost epidermisa lica lista, i najmanja debljina epidermisa naličja lista zabeležena kod srpske provenijencije "Fruška gora" (9.27 μm).

Ukupna debljina lista je na Fruškoj gori bila najveća kod provenijencija "Crni vrh" (146.78 μm), "Alesd, U.P.II/51A" (144.76 μm) i "Cer" (144.08 μm), što je bilo i očekivano s obzirom da su ove provenijencije imale i najveće prosečne vrednosti debljine palisadnog i sunderastog parenhima. U Debelom Lugu, najveća debljina listova je bila kod provenijencija koje su imale i najveću debljinu sunderastog parenhima - "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (153.17 μm), "Grmeč, Bastra-Corkova" (150.30 μm) i "Avala" (149.68 μm). Najmanja prosečna vrednost *LT*, na Fruškoj gori je bila, kao i u slučaju sunderastog parenhima, kod provenijencija "Boranja" (122.59 μm) i "Alba-Iulia,

U.P.V/154A" (121.94 μm). U Debelom Lugu, najmanja debljina lista je bila kod provenijencije "Fruška gora" (137.58 μm), koja je imala i najmanje prosečne vrednosti debljine E_l , PP i E_n .

Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila je bio ujednačen na oba lokaliteta ($\%Pal_{FG}=43.5\%$; $\%Pal_{DL}=43.34\%$). Na Fruškoj gori ovaj procenat je bio najveći kod provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" i iznosio je 45.5%, dok je u Debelom Lugu bio najveći kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (45.31%). Ipak, zanimljivije je posmatrati provenijencije koje su imale najmanji procenat učešća palisadnog tkiva u ukupnoj debljini mezofila. U Debelom Lugu, ovaj procenat je bio najmanji kod srpskih provenijencija, koje su ujedno bile i jedine kod kojih je on bio manji od proseka za lokalitet. Na Fruškoj gori, $\%Pal$ je bio najmanji kod bosanske provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (41.40%), koju su pratile tri srpske provenijencije - "Avala" (42.09%), "Cer" (42.41%) i "Fruška gora" (43.40%).

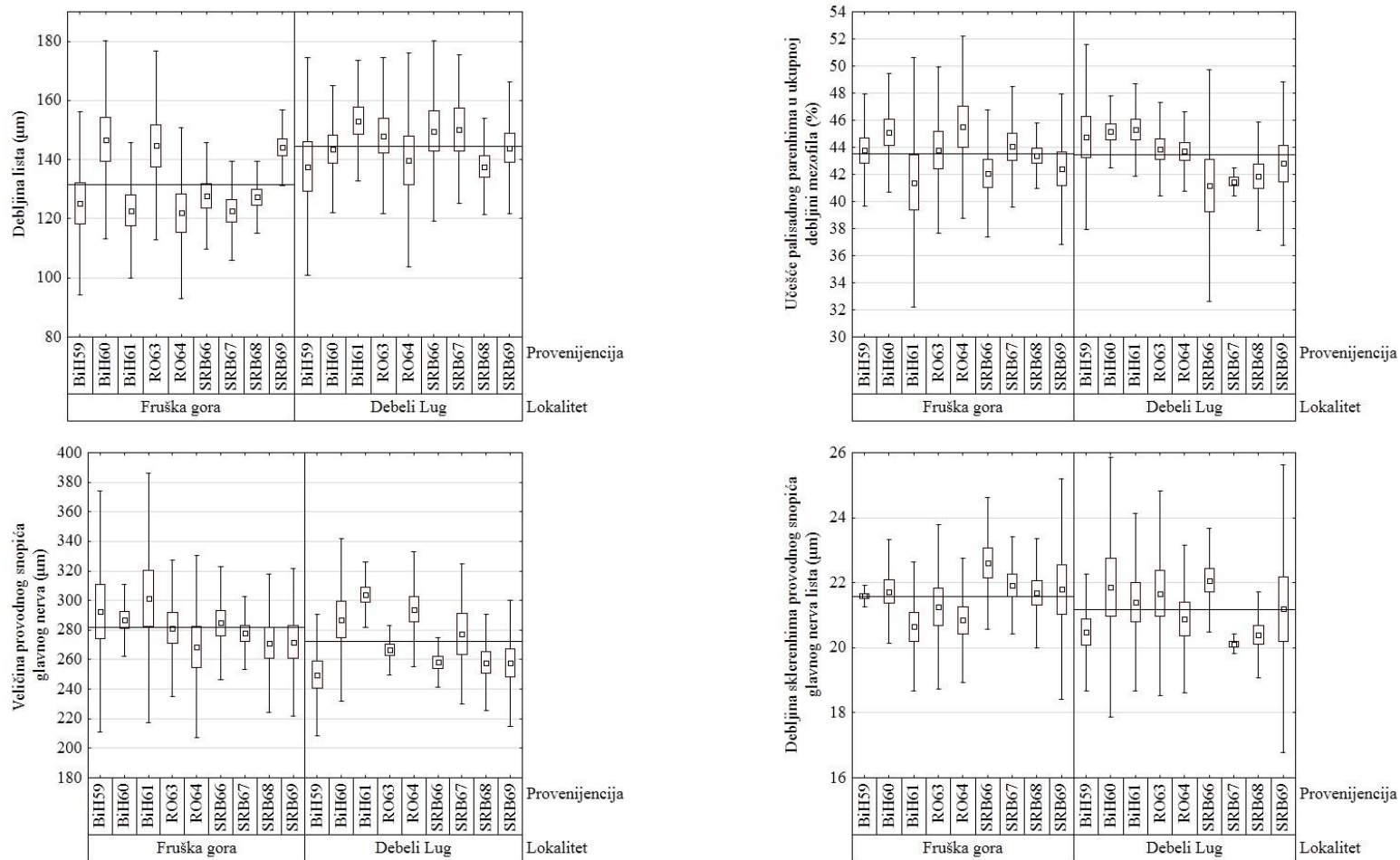
Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista je, i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, bila najveća kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" i iznosila je 301.43 μm i 303.76 μm , respektivno. Najmanja veličina provodnog snopića, na Fruškoj gori, je bila kod provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (268.57 μm), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Vranica-Bistrica" (249.80 μm). Na oba lokaliteta, među pet provenijencija, koje su imale prosečnu veličinu provodnog snopića manju od proseka za lokalitete, tri su bile zajedničke. Radilo se o provenijencijama: "Alesd, U.P.II/51A", "Cer" i "Fruška gora".

Debljina sklerenhima je, na oba lokaliteta, bila najveća kod srpske provenijencije "Avala". Na fruškoj gori ona je iznosila 22.60 μm , dok je u Debelom Lugu bila 22.07 μm . Suprotno ovim provenijencijama, najmanja debljina sklerenhima je izmerena kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (20.70 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Boranja" (20.12 μm), u Debelom Lugu.

Tabela 16. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti ukupne debljine lista, procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Ukupna debljina lista (μm)				Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila (%)				Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista (μm)				Debljina sklerenhima (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	125.16 <i>b</i>	12.34	137.67 <i>a</i>	13.40	43.77 <i>ab</i>	4.73	44.76 <i>ab</i>	7.65	292.59 <i>a</i>	13.94	249.80 <i>c</i>	8.23	21.6 <i>abc</i>	0.76	20.47 <i>a</i>	4.41
Crni vrh (BiH60)	146.78 <i>a</i>	11.42	143.55 <i>a</i>	7.49	45.08 <i>ab</i>	4.84	45.17 <i>a</i>	2.93	286.79 <i>a</i>	4.24	286.90 <i>ab</i>	9.60	21.7 <i>abc</i>	3.69	21.86 <i>a</i>	9.11
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	122.82 <i>b</i>	9.37	153.17 <i>a</i>	6.68	41.40 <i>b</i>	11.10	45.31 <i>a</i>	3.76	301.43 <i>a</i>	14.00	303.76 <i>a</i>	3.66	20.7 <i>c</i>	4.79	21.41 <i>a</i>	6.40
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	144.76 <i>a</i>	11.01	148.11 <i>a</i>	8.93	43.81 <i>ab</i>	6.99	43.86 <i>abc</i>	3.94	281.33 <i>a</i>	8.21	266.54 <i>bcd</i>	3.16	21.3 <i>bc</i>	5.95	21.68 <i>a</i>	7.26
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	121.94 <i>b</i>	11.83	139.78 <i>a</i>	12.94	45.50 <i>a</i>	7.40	43.71 <i>abc</i>	3.37	268.57 <i>a</i>	11.47	294.03 <i>a</i>	6.62	20.8 <i>bc</i>	4.56	20.89 <i>a</i>	5.44
Avala (SRB66)	127.73 <i>b</i>	7.03	149.68 <i>a</i>	10.18	42.09 <i>ab</i>	5.59	41.17 <i>c</i>	10.41	284.73 <i>a</i>	6.70	258.10 <i>cd</i>	3.30	22.6 <i>a</i>	4.47	22.07 <i>a</i>	3.62
Boranj (SRB67)	122.59 <i>b</i>	6.85	150.30 <i>a</i>	8.34	44.05 <i>ab</i>	5.04	41.47 <i>bc</i>	1.25	277.83 <i>a</i>	4.46	277.33 <i>abc</i>	8.53	21.9 <i>ab</i>	3.41	20.12 <i>a</i>	0.75
Fruška gora (SRB68)	127.32 <i>b</i>	4.80	137.58 <i>a</i>	5.91	43.40 <i>ab</i>	2.79	41.84 <i>bc</i>	4.79	271.27 <i>a</i>	8.62	258.03 <i>cd</i>	6.27	21.7 <i>abc</i>	3.87	20.39 <i>a</i>	3.26
Cer (SRB69)	144.08 <i>a</i>	4.43	144.00 <i>a</i>	7.77	42.41 <i>ab</i>	6.55	42.80 <i>abc</i>	7.04	271.80 <i>a</i>	9.16	257.53 <i>cd</i>	8.24	21.8 <i>abc</i>	7.77	21.20 <i>a</i>	10.44
Prosečno za lokalitet	131.46	8.79	144.87	9.07	43.50	6.11	43.34	5.02	281.82	8.98	272.45	6.40	21.57	4.36	21.12	5.63

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 8. Varijabilnost: a) ukupne debljine lista, b) procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, c) veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i d) debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista, kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

U 2011. godini, kod provenijencija starosti 7 godina, najveća prosečna debljina epidermisa lica lista je bila kod provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" (11.79 μm), na Fruškoj gori i provenijencije "Vrani kamen" (12.01 μm), u Debelom Lugu. Provenijencije koje su u 2010. godini bile najbolje rangirane - "Crni Vuh, Tešanj", na Fruškoj gori i "Höllerbach", u Debelom Lugu, su u 2011. godini, bile druge po rangu, odmah iza napred pomenutih provenijencija. Provenijencije sa najmanjom prosečnom debljinom epidermisa lica su bile: "Schelklingen" (Fruška gora) i "Fruška gora" (Debeli Lug). Njihove prosečne vrednosti za E_1 su iznosile 10.41 μm i 10.43 μm , respektivno.

Prosečna debljina palisadnog parenhima je bila najveća, na Fruškoj gori, kod provenijencije "Kopaonik" (58.38 μm), dok je u Debelom Lugu najveća debljina *PP* bila kod provenijencije "Valkonya" (62.80 μm). Za razliku od Debelog Luga gde je u 2011. godini došlo do značajne promene ranga provenijencija, u odnosu na 2010. godinu, na Fruškoj gori je, od pet provenijencija sa najvećom debljinom palisadnog parenhima, četiri bilo isto tokom obe godine ("Grmeč, Bosanska Krupa", "Crni Vuh, Tešanj", "Scharnstein, Mitterndorf" i "Fruška gora"). Najmanja prosečna vrednost *PP*, na Fruškoj gori, je kao i u 2010. godini bila kod provenijencije "Valkonya" (45.03 μm), dok je u Debelom Lugu ona zabeležena kod provenijencije "Fruška gora" (53.41 μm).

Debljina sunderastog tkiva je i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu bila najveća kod bosanske provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" i iznosila je 79.98 μm i 90.27 μm , respektivno. Na Fruškoj gori je kod iste provenijencije zabeležena najveća debljina *SP* i godinu dana ranije. Najmanja prosečna debljina sunderastog parenhima, na Fruškoj gori je, kao i u slučaju palisadnog, registrovana kod mađarske provenijencije "Valkonya" (52.69 μm). Provenijencija "Crni Vuh, Tešanj" je imala najmanju debljinu *SP* u Debelom Lugu (67.78 μm).

Prosečna debljina epidermisa naličja lista, na Fruškoj gori je, kao i u 2010. godini bila najveća kod provenijencija "Crni Vuh, Tešanj" (10.24 μm) i "Scharnstein, Mitterndorf" (9.91 μm), sa tom razlikom da su one zamenile rang u odnosu na prethodnu godinu. Međutim, to se može zanemariti, s obzirom da su provenijencije, tokom obe godine istraživanja, pripadale istom intervalu homogenosti. U Debelom Lugu, najveća prosečna debljina E_n je utvrđena kod provenijencije "Vrani kamen" (10.74 μm), dok je provenijencija "Valkonya" (52.69 μm), koja je u 2010. godini bila

najbolje rangirana, ovaj put bila na drugom mestu, ali je takođe pripadala istom intervalu homogenosti kao i provenijencija "Vrani kamen". Najmanje prosečne vrednosti E_n su, na oba lokaliteta, zabeleženi kod dve nemačke provenijencije: "Schelklingen" i "Hasbruch".

Ukupna debljina lista je, na oba lokaliteta, bila najveća kod provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa". Na Fruškoj gori, ona je iznosila 157.75 μm , dok je u Debelom Lugu bila 174.64 μm . Poređenja radi, na Fruškoj gori je ista provenijencija imala najveću debljinu lista i godinu dana ranije, odnosno od tri najbolje rangirane provenijencije tokom 2010. i 2011. godine, dve su bile zajedničke za obe godine ("Grmeč, Bosanska Krupa" i "Crni Vuh, Tešanj"). Najmanja prosečna vrednost debljine E_n je bila, na Fruškoj gori, kod mađarske provenijencije "Valkonya" (118.27 μm), što je bio slučaj i u 2010. godini. U Debelom Lugu, najmanju debljinu lista je imala provenijencija "Crni Vuh, Tešanj" (144.90 μm).

Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila je, kao i u prethodnoj godini, bio gotovo identičan na oba lokaliteta ($\%Pal_{FG}=43.37\%$; $\%Pal_{DL}=43.06\%$). Na Fruškoj gori, najveći $\%Pal$ je bio kod provenijencije "Valkonya" (46.16%), dok se u Debelom Lugu, na prvom mestu, nalazila provenijencija "Crni Vuh, Tešanj" (45.68%). Začelje liste je u pogledu ovog parametra bilo "rezervisano" za provenijenciju "Schelklingen" (41.17%), na Fruškoj gori i provenijenciju "Tajan, Žepče" (39.64%), u Debelom Lugu.

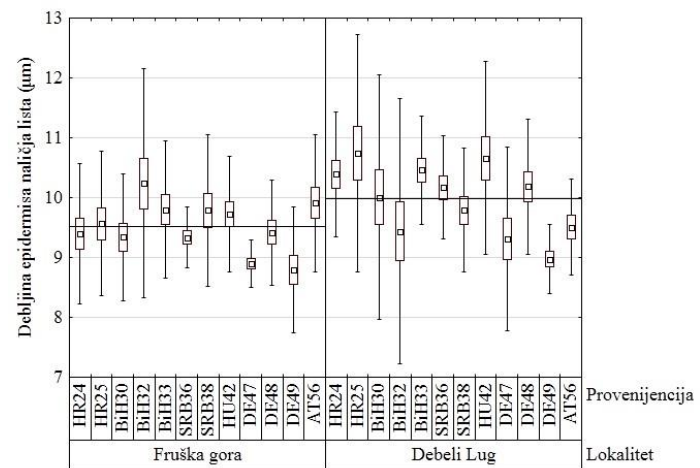
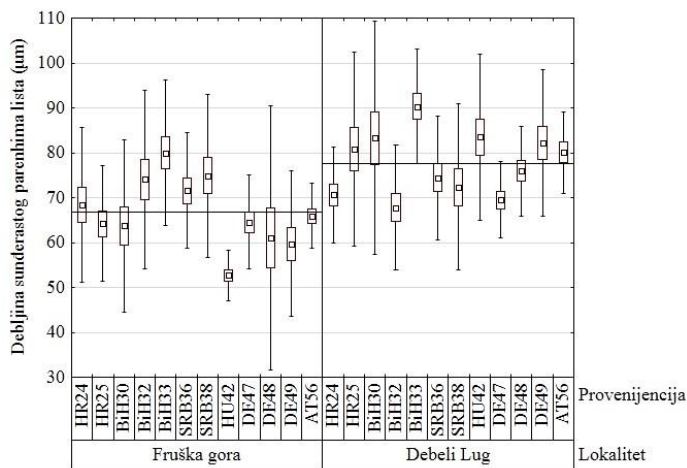
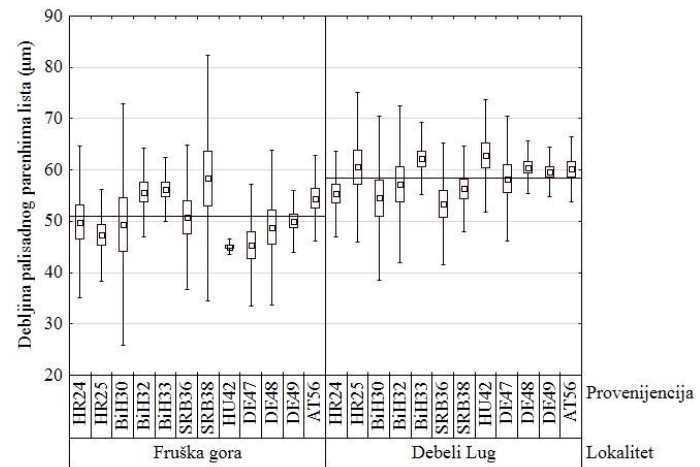
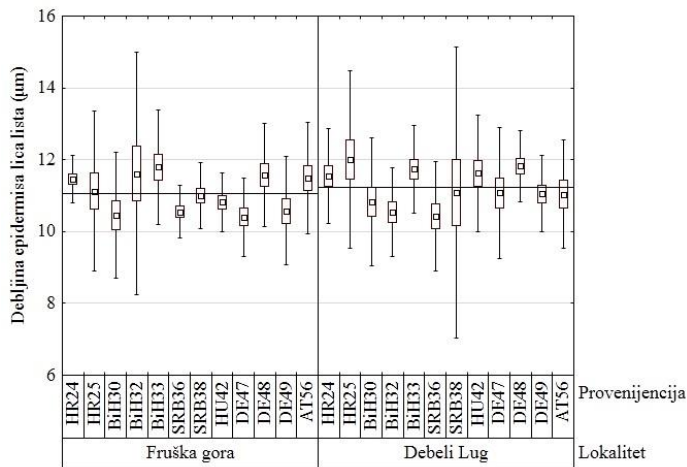
Prosečna veličina provodnog snopića glavnog nerva, na Fruškoj gori, je bila najveća kod nemačke provenijencije "Hasbruch" (317.17 μm), dok je u Debelom Lugu, bila kod provenijencije "Valkonya" (351.10 μm). Najmanje prosečne vrednosti veličine provodnog snopića su, na oba lokaliteta, zabeležene kod nemačke provenijencije "Schelklingen".

Najveća prosečna debljina sklerenhima je bila kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (23.49 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Vrani kamen" (24.96 μm), u Debelom Lugu. Na Fruškoj gori, najmanja prosečne vrednosti Sk je zabeležena kod provenijencije "Valkonya" (18.85 μm), dok su u Debelom Lugu, kao i u 2010. godini, najmanje vrednosti Sk imale nemačke provenijencije "Schelklingen" (21.40 μm) i "Höllerbach" (21.82 μm).

Tabela 17. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti debljine epidermisa lica lista, debljine palisadnog parenhima lista, debljine sunderastog parenhima lista i debljine epidermisa naličja lista kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Debljina epidermis lica lista (μm)				Debljina palisadnog parenhima lista (μm)				Debljina sunderastog parenhima lista (μm)				Debljina epidermisa naličja lista (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	11.46 <i>ab</i>	2.92	11.55 <i>abc</i>	5.74	49.87 <i>bcd</i>	14.89	55.40 <i>bcd</i>	7.54	68.47 <i>bcd</i>	12.61	70.61 <i>ed</i>	7.54	9.40 <i>bcd</i>	6.25	10.39 <i>abc</i>	5.00
Vrani kamen (HR25)	11.12 <i>abc</i>	10.02	12.01 <i>a</i>	10.3	47.36 <i>cd</i>	8.45	60.57 <i>abc</i>	12.0	64.23 <i>bcd</i>	10.02	80.84 <i>abc</i>	13.36	9.57 <i>ab</i>	6.31	10.74 <i>a</i>	9.22
Tajan, Žepče (BiH30)	10.45 <i>c</i>	8.39	10.83 <i>abc</i>	8.21	49.33 <i>bcd</i>	23.83	54.51 <i>cd</i>	14.7	63.71 <i>cd</i>	15.03	83.28 <i>ab</i>	15.61	9.34 <i>bcd</i>	5.69	10.01 <i>abcd</i>	10.22
Crni Vuh, Tešanj (BiH32)	11.62 <i>ab</i>	14.50	10.54 <i>bc</i>	5.86	55.63 <i>abc</i>	7.74	57.14 <i>abcd</i>	13.4	74.03 <i>abc</i>	13.42	67.78 <i>e</i>	10.25	10.24 <i>a</i>	9.34	9.44 <i>de</i>	11.73
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	11.79 <i>a</i>	6.72	11.74 <i>ab</i>	5.23	56.18 <i>ab</i>	5.60	62.17 <i>ab</i>	5.67	79.98 <i>a</i>	10.18	90.27 <i>a</i>	7.07	9.80 <i>ab</i>	5.84	10.46 <i>abc</i>	4.33
Fruška gora (SRB36)	10.55 <i>bc</i>	3.45	10.43 <i>c</i>	7.32	50.77 <i>abcd</i>	13.87	53.41 <i>d</i>	11.0	71.57 <i>abc</i>	8.96	74.41 <i>bcd</i>	9.31	9.33 <i>bcd</i>	2.71	10.17 <i>abcd</i>	4.24
Kopaonik (SRB38)	11.00 <i>abc</i>	4.16	11.09 <i>abc</i>	18.3	58.38 <i>a</i>	20.48	56.32 <i>abcd</i>	7.46	74.91 <i>ab</i>	12.10	72.35 <i>cde</i>	12.79	9.79 <i>ab</i>	6.49	9.79 <i>bcd</i>	5.31
Valkonya (HU42)	10.82 <i>abc</i>	3.83	11.62 <i>abc</i>	6.99	45.03 <i>d</i>	1.76	62.80 <i>a</i>	8.72	52.69 <i>e</i>	5.27	83.47 <i>ab</i>	11.03	9.72 <i>ab</i>	4.92	10.66 <i>ab</i>	7.56
Schelklingen (DE47)	10.41 <i>c</i>	5.23	11.07 <i>abc</i>	8.29	45.37 <i>d</i>	13.15	58.29 <i>abcd</i>	10.5	64.56 <i>bcd</i>	8.05	69.49 <i>de</i>	6.12	8.89 <i>cd</i>	2.22	9.31 <i>de</i>	8.24
Höllerbach (DE48)	11.57 <i>a</i>	6.24	11.82 <i>a</i>	4.15	48.83 <i>bcd</i>	15.44	60.49 <i>abc</i>	4.24	61.04 <i>d</i>	24.13	75.96 <i>bcd</i>	6.57	9.42 <i>b</i>	4.69	10.19 <i>abcd</i>	5.55
Hasbruch (DE49)	10.57 <i>bc</i>	7.15	11.05 <i>abc</i>	4.81	50.03 <i>bcd</i>	6.00	59.63 <i>abcd</i>	4.06	59.71 <i>d</i>	13.58	82.17 <i>abc</i>	9.89	8.79 <i>d</i>	5.97	8.97 <i>e</i>	3.18
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	11.48 <i>ab</i>	6.75	11.04 <i>abc</i>	6.83	54.49 <i>abc</i>	7.58	60.16 <i>abcd</i>	5.24	65.97 <i>bcd</i>	5.43	80.08 <i>abcd</i>	5.69	9.91 <i>ab</i>	5.82	9.51 <i>cde</i>	4.23
Prosečno za lokalitet	11.07	6.61	11.23	7.67	50.94	11.57	58.41	8.71	66.74	11.57	77.56	9.60	9.52	5.52	9.97	6.57

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).

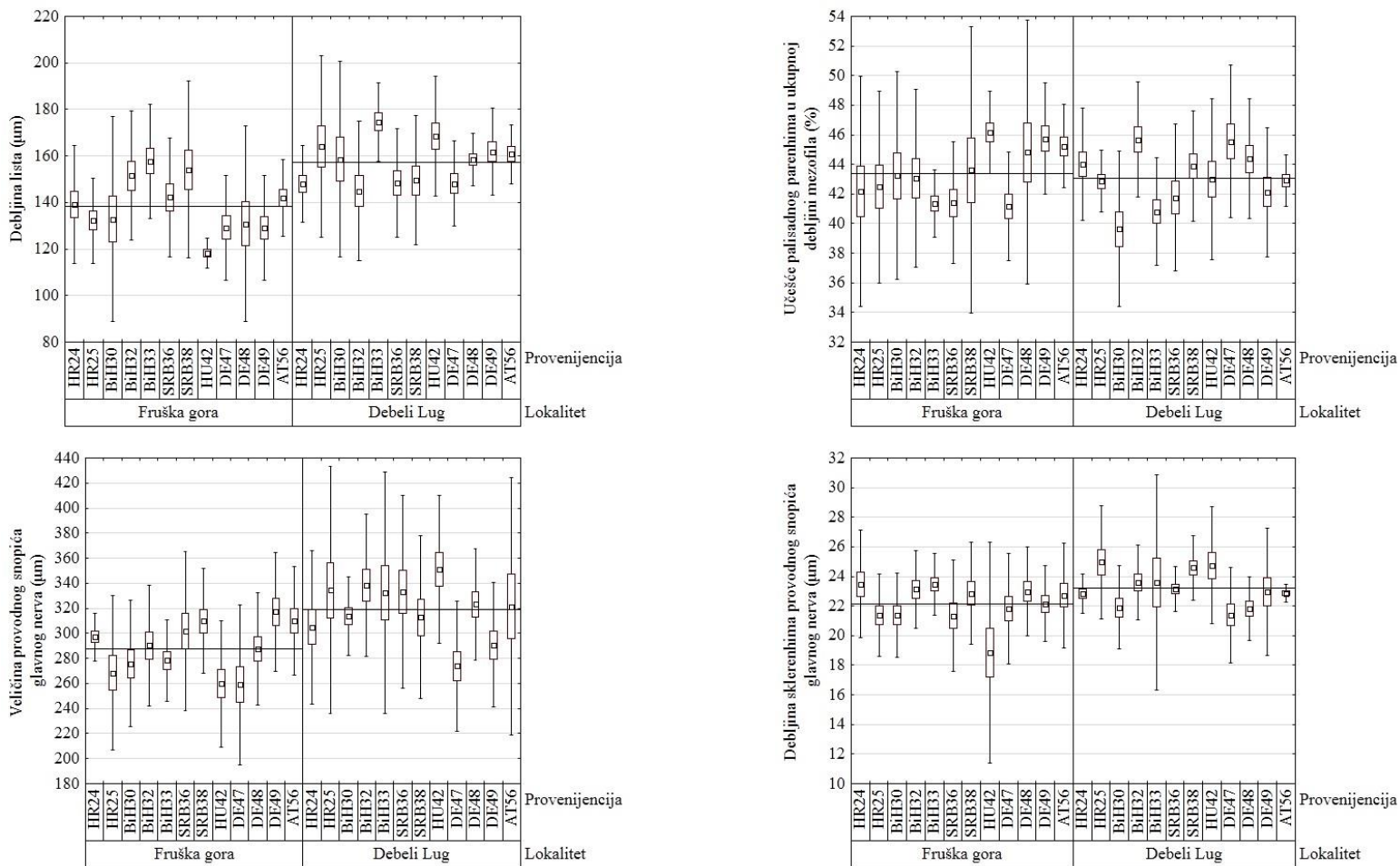


Grafikon 9. Varijabilnost debljine: a) epidermisa lica lista, b) palisadnog parenhima lista, c) sunderastog parenhima lista i d) epidermisa naličja lista, kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Tabela 18. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti ukupne debljine lista, procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Ukupna debljina lista (μm)				Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila (%)				Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista (μm)				Debljina sklerenhima (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	139.19 <i>bc</i>	9.13	147.95 <i>bc</i>	5.60	42.18 <i>bc</i>	9.19	44.01 <i>ab</i>	4.28	297.17 <i>abcd</i>	3.21	305.03 <i>bcd</i>	10.05	23.49 <i>a</i>	7.78	22.83 <i>abc</i>	2.92
Vrani kamen (HR25)	132.27 <i>cd</i>	6.91	164.17 <i>ab</i>	11.89	42.49 <i>cb</i>	7.63	42.87 <i>bc</i>	2.42	268.40 <i>def</i>	11.5	334.47 <i>abc</i>	14.76	21.37 <i>ab</i>	6.55	24.96 <i>a</i>	7.70
Tajan, Žepče (BiH30)	132.83 <i>cd</i>	16.6	158.63 <i>abc</i>	13.22	43.23 <i>abc</i>	8.11	39.64 <i>d</i>	6.62	275.87 <i>cdef</i>	9.18	313.80 <i>abcd</i>	4.95	21.40 <i>ab</i>	6.66	21.91 <i>bc</i>	6.46
Crni Vuh, Tešanj (BiH32)	151.51 <i>ab</i>	9.19	144.90 <i>c</i>	10.38	43.05 <i>abc</i>	6.95	45.68 <i>a</i>	4.23	290.43 <i>abcd</i>	8.30	338.40 <i>ab</i>	8.43	23.13 <i>a</i>	5.71	23.61 <i>ab</i>	5.38
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	157.75 <i>a</i>	7.80	174.64 <i>a</i>	4.82	41.36 <i>c</i>	2.77	40.82 <i>cd</i>	4.47	278.47 <i>bcdef</i>	5.83	332.63 <i>abc</i>	14.49	23.47 <i>a</i>	4.39	23.60 <i>ab</i>	15.37
Fruška gora (SRB36)	142.22 <i>abc</i>	8.96	148.42 <i>bc</i>	7.85	41.40 <i>c</i>	4.97	41.75 <i>bcd</i>	5.94	301.63 <i>ab</i>	10.5	333.00 <i>abc</i>	11.53	21.34 <i>ab</i>	8.83	23.16 <i>ab</i>	3.23
Kopaonik (SRB38)	154.08 <i>ab</i>	12.3	149.55 <i>bc</i>	9.27	43.62 <i>abc</i>	11.1	43.90 <i>ab</i>	4.23	309.93 <i>ab</i>	6.77	312.83 <i>abcd</i>	10.38	22.86 <i>a</i>	7.58	24.58 <i>a</i>	4.41
Valkonya (HU42)	118.27 <i>d</i>	2.73	168.55 <i>a</i>	7.68	46.16 <i>a</i>	2.99	43.01 <i>bc</i>	6.29	259.70 <i>ef</i>	9.70	351.10 <i>a</i>	8.45	18.85 <i>b</i>	19.7	24.75 <i>a</i>	8.00
Schelklingen (DE47)	129.23 <i>cd</i>	8.72	148.17 <i>bc</i>	6.16	41.17 <i>c</i>	4.46	45.56 <i>a</i>	5.65	259.07 <i>f</i>	12.3	273.88 <i>d</i>	9.47	21.81 <i>a</i>	8.59	21.40 <i>c</i>	7.51
Höllerbach (DE48)	130.87 <i>cd</i>	16.0	158.45 <i>abc</i>	3.51	44.82 <i>ab</i>	9.94	44.37 <i>ab</i>	4.56	287.63 <i>abcd</i>	7.82	323.10 <i>abc</i>	6.89	22.99 <i>a</i>	6.58	21.82 <i>bc</i>	4.95
Hasbruch (DE49)	129.11 <i>cd</i>	8.66	161.81 <i>ab</i>	5.77	45.75 <i>ab</i>	4.11	42.14 <i>bcd</i>	5.17	317.17 <i>a</i>	7.52	290.83 <i>cd</i>	8.55	22.16 <i>a</i>	5.75	22.96 <i>abc</i>	9.36
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	141.85 <i>abc</i>	5.81	160.79 <i>abc</i>	3.96	45.23 <i>ab</i>	3.10	42.91 <i>bc</i>	2.01	310.00 <i>ab</i>	7.03	321.50 <i>abc</i>	16.00	22.71 <i>a</i>	7.80	22.87 <i>abc</i>	1.37
Prosečno za lokalitet	138.27	9.40	157.17	7.51	43.37	6.28	43.06	4.66	287.96	8.31	319.21	10.33	22.13	7.99	23.20	6.39

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 10. Varijabilnost: a) ukupne debljine lista, b) procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, c) veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i d) debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista, kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Kod mlađe grupe provenijencija, u 2011. godini, prosečna debljina epidermisa lica lista, na Fruškoj gori, je bila najveća kod srpskih provenijencija "Cer" (11.78 μm) i "Fruška gora" (11.69 μm). U Debelom Lugu je, kao i u 2010. godini, najveća debljina epidermisa lica lista bila kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" i iznosila je 11.94 μm . Takođe, kao i u prvoj godini istraživanja, najmanja debljina E_1 je zabeležena kod provenijencije "Fruška gora" (10.38 μm). Na Fruškoj gori, najmanja debljina epidermisa lica je bila kod provenijencije "Avala" (10.27 μm).

Prosečna debljina palisadnog parenhima je na Fruškoj gori bila najveća kod provenijencija "Cer" (57.79 μm) i "Alesd, U.P.II/51A" (57.09 μm). Pomenute dve provenijencije su u 2010. godini, uz provenijenciju "Crni vrh", bile jedine provenijencije čija je debljina PP bila iznad proseka za lokalitet. U Debelom Lugu, najveće vrednosti PP su zabeležene kod dve rumunske provenijencije: "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (62.99 μm) i "Alesd, U.P.II/51A" (58.23 μm). Na Fruškoj gori, najmanju prosečnu debljinu palisadnog parenhima je imala provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (44.90 μm), dok je u Debelom Lugu, najmanju debljina PP imala provenijencija "Crni vrh" (49.61 μm).

Debljina sunderastog parenhima je, na oba lokaliteta, bila najveća kod provenijencija "Cer" i "Alesd, U.P.II/51A". Na Fruškoj gori je, kod ovih provenijencija, najveća prosečna debljina SP je konstatovana i u prvoj godini istraživanja. Najmanju debljinu sunderastog parenhima na Fruškoj gori je imala provenijencija "Avala" (55.70 μm). U Debelom Lugu, najmanja debljina SP je konstatovana kod provenijencije "Crni vrh" (68.65 μm).

Na Fruškoj gori, prosečna debljina epidermisa naličja lista je bila najveća kod provenijencije "Cer" (10.56 μm), kod koje su konstatovane najviše vrednosti za sva lisna tkiva. Provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" je pratila provenijenciju "Cer" na Fruškoj gori, dok je u Debelom Lugu i sama imala najveću debljinu epidermisa naličja lista (10.49 μm). Najmanja prosečna vrednost debljine epidermisa naličja lista je bila kod provenijencije "Crni vrh" (8.82 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Fruška gora" (9.54 μm), u Debelom Lugu.

Kada se posmatra rangiranje provenijencija u pogledu ukupne debljine lista, može se primetiti da su na oba lokaliteta, među tri provenijencije koje su imale najveću debljinu lista, dve bile zajedničke - "Alesd, U.P.II/51A" i "Cer". Ove dve provenijencije

su takođe bile među tri najbolje rangirane, na Fruškoj gori, i u 2010. godini. Provenijencije sa najmanjom debljinom lista su bile "Avala" (121.65 μm), na Fruškoj gori i "Crni vrh" (138.91 μm) u Debelom Lugu.

Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila je bio najveći kod provenijencije "Avala" (45.70%), na Fruškoj gori, tj. provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (44.68%), u Debelom Lugu. Na Fruškoj gori, provenijencija "Cer", iako je imala najveću debljinu pojedinačnih lisnih tkiva, imala je najmanji %*Pal* (41.07%). Slična situacija je bila i u Debelom Lugu, s obzirom da je provenijencija "Alesd, U.P.II/51A", kod koje je zabeležen najmanji procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila (41.01%), imala najveće vrednosti debljine sunderastog tkiva, epidermisa naličja lista i ukupne debljine lista.

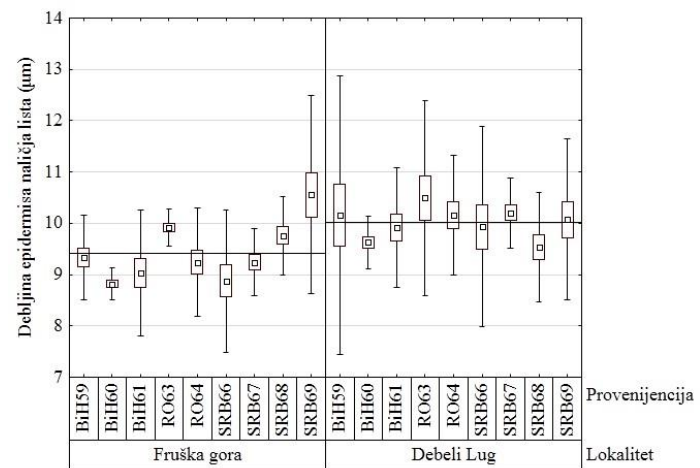
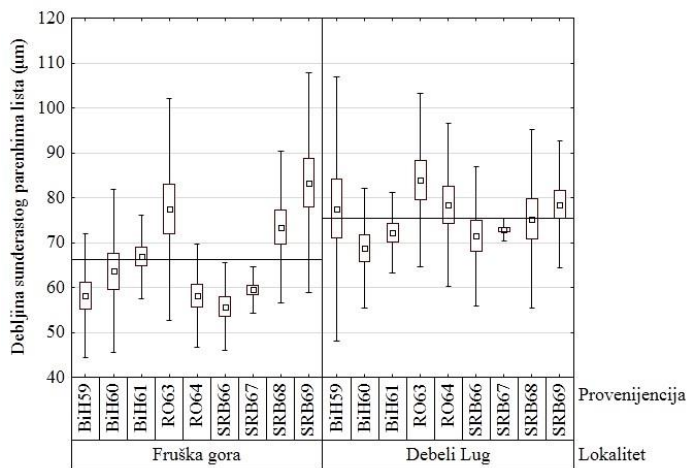
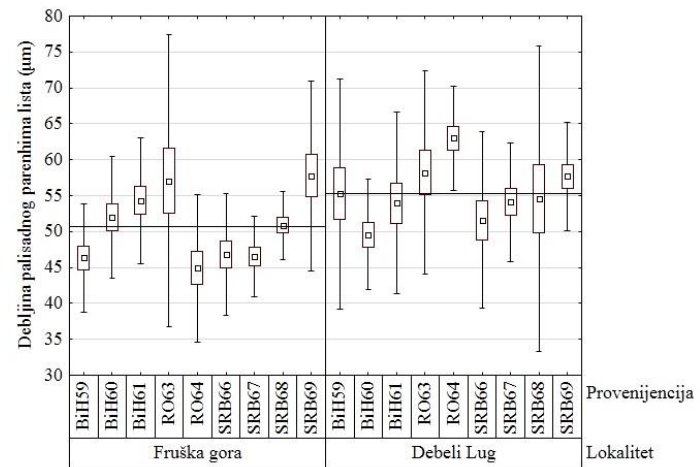
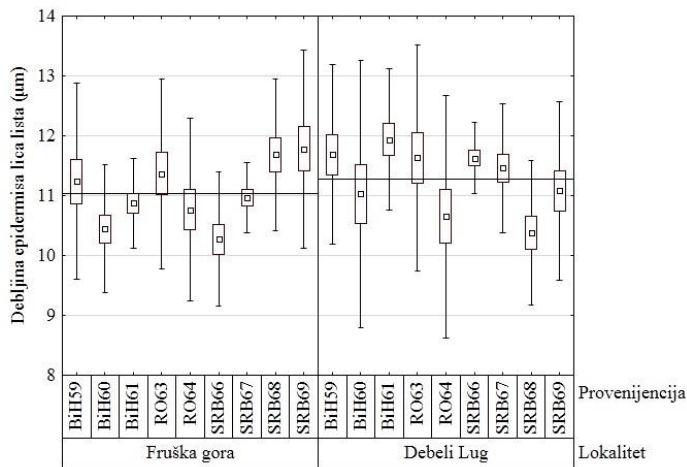
Što se tiče građe provodnog snopića glavnog nerva, najveća prosečna veličina je zabeležena kod provenijencije "Crni vrh" (313.62 μm), na Fruškoj gori, i provenijencije "Cer" (355.07 μm), u Debelom Lugu. Najmanje prosečne vrednosti i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su bile kod provenijencije "Vranica-Bistrica" i iznosile su 273.28 μm i 267.67 μm , respektivno. Ista provenijencije je imala i najmanju prosečnu vrednost veličine provodnog snopića u 2010. godini.

Prosečna debljina sklerenhima je, na Fruškoj gori, bila najveća kod provenijencije "Cer" i iznosila je 23.21 μm . U Debelom Lugu, najveća debljina sklerenhima je bila kod provenijencije "Crni vrh" (24.67 μm). Obrnuto, najmanju prosečnu vrednost debljine Sk su imale rumunske provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (20.89 μm), na Fruškoj gori i "Alesd, U.P.II/51A" (21.65 μm), u Debelom Lugu.

Tabela 19. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti debljine epidermis lica lista, debljine palisadnog parenhima lista, debljine sunderastog parenhima lista i debljine epidermisa naličja lista kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Debljina epidermis lica lista (μm)		Debljina palisadnog parenhima lista (μm)		Debljina sunderastog parenhima lista (μm)		Debljina epidermis naličja lista (μm)									
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug									
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV								
Vranica-Bistrica (BiH59)	11.24 <i>abcd</i>	7.30	11.69 <i>a</i>	6.43	46.32 <i>bc</i>	8.12	55.24 <i>abc</i>	14.47	58.20 <i>de</i>	11.80	77.54 <i>ab</i>	19.00	9.34 <i>bc</i>	4.45	10.16 <i>a</i>	13.33
Crni vrh (BiH60)	10.44 <i>de</i>	5.12	11.03 <i>abc</i>	10.11	51.99 <i>ab</i>	8.11	49.61 <i>c</i>	7.74	63.63 <i>cde</i>	14.30	68.65 <i>b</i>	9.71	8.82 <i>c</i>	1.78	9.63 <i>a</i>	2.71
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	10.87 <i>bcde</i>	3.46	11.94 <i>a</i>	4.96	54.32 <i>a</i>	8.08	53.97 <i>bc</i>	11.71	66.81 <i>bcd</i>	6.94	72.17 <i>ab</i>	6.21	9.03 <i>c</i>	6.80	9.91 <i>a</i>	5.88
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	11.37 <i>abc</i>	6.97	11.63 <i>ab</i>	8.13	57.09 <i>a</i>	17.75	58.23 <i>ab</i>	12.10	77.41 <i>ab</i>	15.98	83.93 <i>a</i>	11.48	9.92 <i>ab</i>	1.85	10.49 <i>a</i>	9.06
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	10.77 <i>cde</i>	7.11	10.65 <i>bc</i>	9.50	44.90 <i>c</i>	11.42	62.99 <i>a</i>	5.79	58.14 <i>de</i>	9.88	78.38 <i>ab</i>	11.64	9.24 <i>bc</i>	5.75	10.16 <i>a</i>	5.78
Avala (SRB66)	10.27 <i>e</i>	5.44	11.63 <i>ab</i>	2.55	46.80 <i>bc</i>	9.02	51.61 <i>bc</i>	11.86	55.70 <i>e</i>	8.76	71.49 <i>b</i>	10.85	8.88 <i>c</i>	7.81	9.93 <i>a</i>	9.79
Boranja (SRB67)	10.97 <i>abcde</i>	2.67	11.46 <i>ab</i>	4.67	46.52 <i>bc</i>	6.08	54.11 <i>abc</i>	7.62	59.43 <i>de</i>	4.27	72.88 <i>ab</i>	1.73	9.24 <i>bc</i>	3.51	10.21 <i>a</i>	3.35
Fruška gora (SRB68)	11.69 <i>ab</i>	5.41	10.38 <i>c</i>	5.81	50.89 <i>ab</i>	4.67	54.63 <i>bc</i>	19.46	73.37 <i>abc</i>	11.53	75.29 <i>ab</i>	13.18	9.76 <i>ab</i>	3.89	9.54 <i>a</i>	5.61
Cer (SRB69)	11.78 <i>a</i>	7.03	11.08 <i>abc</i>	6.71	57.79 <i>a</i>	11.44	57.67 <i>ab</i>	6.51	83.31 <i>a</i>	14.72	78.47 <i>ab</i>	9.01	10.56 <i>a</i>	9.16	10.07 <i>a</i>	7.78
Prosečno za lokalitet	11.04	5.61	11.28	6.54	50.74	9.41	55.34	10.81	66.22	10.91	75.42	10.31	9.42	5.00	10.01	7.03

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).

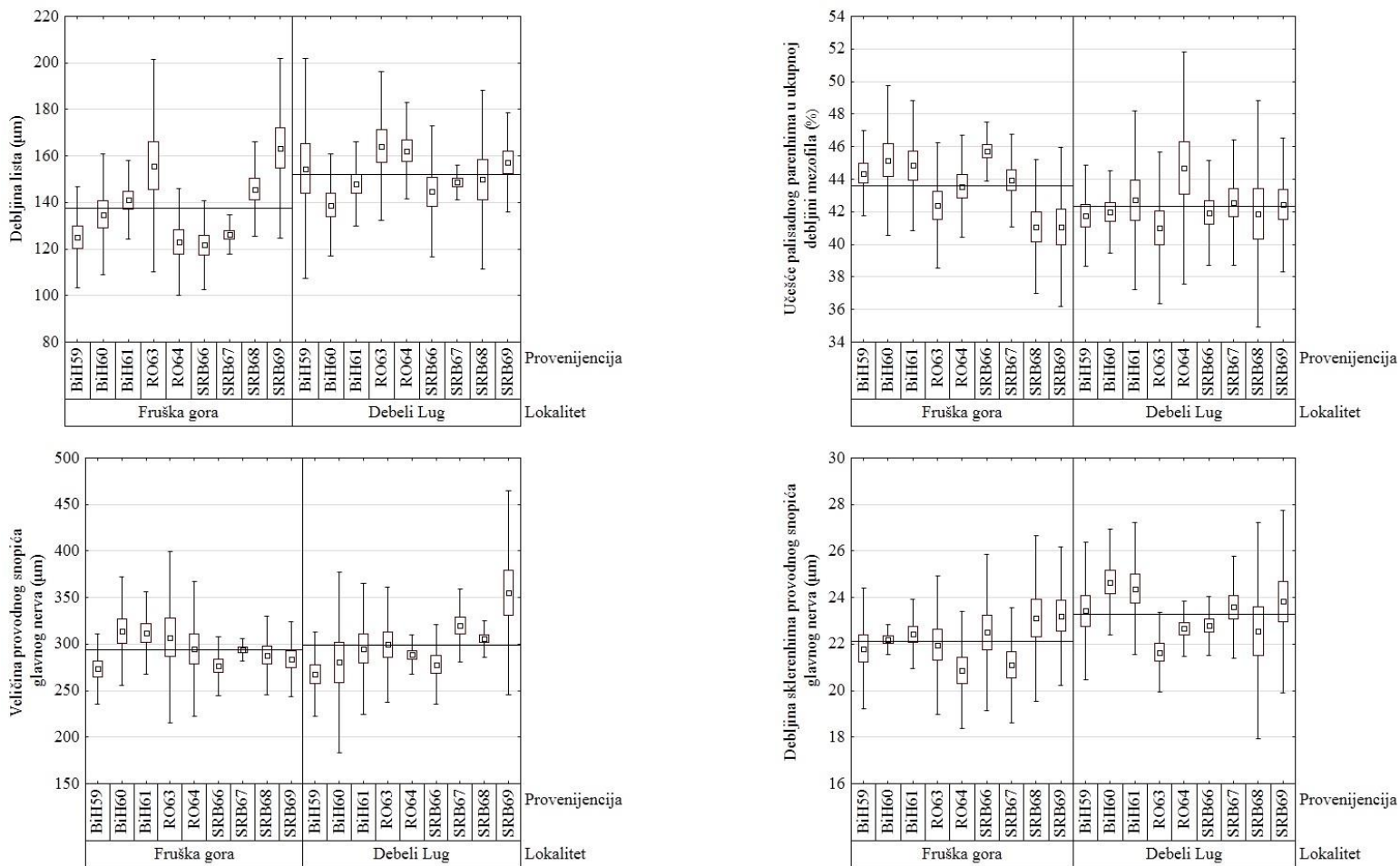


Grafikon 11. Varijabilnost debljine: a) epidermisa lica lista, b) palisadnog parenhima lista, c) sunderastog parenhima lista i d) epidermisa naličja lista, kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Tabela 20. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti ukupne debljine lista, procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Ukupna debljina lista (μm)				Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila (%)				Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista (μm)				Debljina sklerenhima (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV	\bar{X}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	125.09 <i>e</i>	8.75	154.63 <i>abc</i>	15.34	44.37 <i>ab</i>	2.94	41.78 <i>ab</i>	3.73	273.28 <i>b</i>	6.84	267.67 <i>d</i>	8.43	21.80 <i>ab</i>	5.95	23.43 <i>abcd</i>	6.30
Crni vrh (BiH60)	134.88 <i>cde</i>	9.67	138.91 <i>c</i>	7.89	45.18 <i>a</i>	5.09	41.99 <i>ab</i>	3.01	313.62 <i>a</i>	9.28	280.37 <i>cd</i>	17.24	22.20 <i>ab</i>	1.46	24.67 <i>a</i>	4.59
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	141.04 <i>bcd</i>	6.01	148.00 <i>abc</i>	6.10	44.84 <i>a</i>	4.46	42.71 <i>ab</i>	6.45	312.20 <i>a</i>	7.06	295.17 <i>bcd</i>	11.93	22.43 <i>ab</i>	3.30	24.39 <i>ab</i>	5.80
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	155.79 <i>ab</i>	14.64	164.29 <i>a</i>	9.68	42.39 <i>bc</i>	4.54	41.01 <i>b</i>	5.69	307.17 <i>ab</i>	14.96	299.53 <i>bcd</i>	10.35	21.96 <i>ab</i>	6.76	21.65 <i>d</i>	3.99
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	123.05 <i>e</i>	9.38	162.18 <i>ab</i>	6.37	43.57 <i>ab</i>	3.62	44.68 <i>a</i>	7.96	294.73 <i>ab</i>	12.29	288.67 <i>bcd</i>	3.61	20.89 <i>b</i>	6.02	22.67 <i>cd</i>	2.59
Avala (SRB66)	121.65 <i>e</i>	7.81	144.67 <i>bc</i>	9.70	45.70 <i>a</i>	1.97	41.94 <i>ab</i>	3.83	276.37 <i>b</i>	5.75	278.09 <i>cd</i>	7.65	22.51 <i>ab</i>	7.45	22.79 <i>bcd</i>	2.77
Boranja (SRB67)	126.16 <i>de</i>	3.37	148.66 <i>abc</i>	2.55	43.93 <i>ab</i>	3.22	42.57 <i>ab</i>	4.54	293.97 <i>ab</i>	2.08	320.00 <i>ab</i>	6.19	21.10 <i>b</i>	5.88	23.59 <i>abc</i>	4.64
Fruška gora (SRB68)	145.71 <i>abc</i>	7.01	149.84 <i>abc</i>	12.78	41.09 <i>c</i>	4.98	41.88 <i>ab</i>	8.31	288.23 <i>ab</i>	7.33	305.79 <i>abc</i>	3.21	23.11 <i>a</i>	7.68	22.57 <i>cd</i>	10.30
Cer (SRB69)	163.45 <i>a</i>	11.80	157.29 <i>ab</i>	6.73	41.07 <i>c</i>	5.97	42.43 <i>ab</i>	4.84	284.03 <i>ab</i>	7.08	355.07 <i>a</i>	15.43	23.21 <i>a</i>	6.43	23.83 <i>abc</i>	8.21
Prosečno za lokalitet	137.42	8.72	152.05	8.57	43.57	4.09	42.33	5.37	293.73	8.07	298.93	9.34	22.13	5.66	23.29	5.47

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 12. Varijabilnost: a) ukupne debljine lista, b) procenta učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila, c) veličine provodnog snopića glavnog nerva lista i d) debljine sklerenhima provodnog snopića glavnog nerva lista, kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Rezultati analize varijanse su pokazali da nije postojao univerzalan obrazac varijabilnosti kod istraživanih parametara. Takođe, kada se posmatraju pojedinačni parametri, primećuje se da su izvori varijabilnosti imali različit uticaj (statističku značajnost) u zavisnosti od starosne grupe provenijencija, kao i godine istraživanja (tabele 21a i 21b).

Tabela 21a. Rezultati analize varijanse za debljinu epidermisa lica i naličja lista, palisadnog parenhima i sunderastog parenhima u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Debljina epidermisa lica lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	13.75	0.0002	0.25	0.6964	2.39	0.1265	0.99
Provenijencija (P)	2.00	0.0402	2.64	0.0038	1.93	0.0680	2.29	0.0040
Interakcija (P x L)	4.64	0.0000	1.70	0.1132	3.41	0.0023	0.96	0.4591
Debljina palisadnog parenhima lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	17.79	0.0001	18.21	0.0000	13.89	0.0003	43.37
Provenijencija (P)	2.37	0.0254	2.49	0.0086	2.83	0.0087	1.52	0.1289
Interakcija (P x L)	2.14	0.0429	4.33	0.0000	2.89	0.0075	2.17	0.0226
Debljina sunderastog parenhima lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	17.57	0.0001	12.01	0.0006	27.251	0.0000	53.61
Provenijencija (P)	2.12	0.0454	4.12	0.0000	5.790	0.0000	3.24	0.0009
Interakcija (P x L)	1.63	0.1308	5.03	0.0000	2.576	0.0156	4.65	0.0000
Debljina epidermisa naličja lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	10.25	0.0011	11.07	0.0012	17.66	0.0001	14.93
Provenijencija (P)	1.61	0.1779	4.50	0.0000	2.83	0.0087	3.81	0.0000
Interakcija (P x L)	2.14	0.0565	2.14	0.0246	1.73	0.1055	2.14	0.0308

Tabela 21b. Rezultati analize varijanse za ukupnu debljinu lista, procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila lista, veličina provodnog snopića glavnog nerva lista i debljina sklerenhima u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Ukupna debljina lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	23.96	0.0000	19.40	0.0000	25.38	0.0000	58.69
Provenijencija (P)	2.22	0.0356	4.10	0.0000	5.044	0.0001	2.59	0.0063
Interakcija (P x L)	2.07	0.0501	6.60	0.0000	2.811	0.0091	3.69	0.0002

Procenat učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	0.10	0.7477	1.55	0.2162	7.53	0.0077	0.81
Provenijencija (P)	1.78	0.0954	1.95	0.0418	2.31	0.0290	2.51	0.0080
Interakcija (P x L)	1.20	0.3137	1.12	0.3569	1.99	0.0698	2.56	0.0071

Veličina provodnog snopića glavnog nerva lista								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	3.41	0.0691	6.11	0.0187	0.712	0.4014	32.64
Provenijencija (P)	2.56	0.0164	2.03	0.0801	2.657	0.0130	2.02	0.0144
Interakcija (P x L)	1.71	0.1109	2.01	0.0398	2.681	0.0123	2.81	0.0024

Debljina sklerenhima								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
	Lokalitet (L)	2.95	0.0623	10.43	0.0017	16.19	0.0001	19.97
Provenijencija (P)	1.55	0.1747	2.37	0.0122	2.38	0.0249	3.87	0.0001
Interakcija (P x L)	1.13	0.3249	1.91	0.0473	1.83	0.0848	6.21	0.0000

Primenom kanonijske diskriminantne analize (CDA) izvršena je procena multivarijantnog odnosa između analiziranih, anatomskih karakteristika građe lista kod istraživanih provenijencije bukve. CDA analizom su bile obuhvaćene samo one osobine lista za koje je analiza varijanse pokazala da su se međusobno statistički značajno razlikovale.

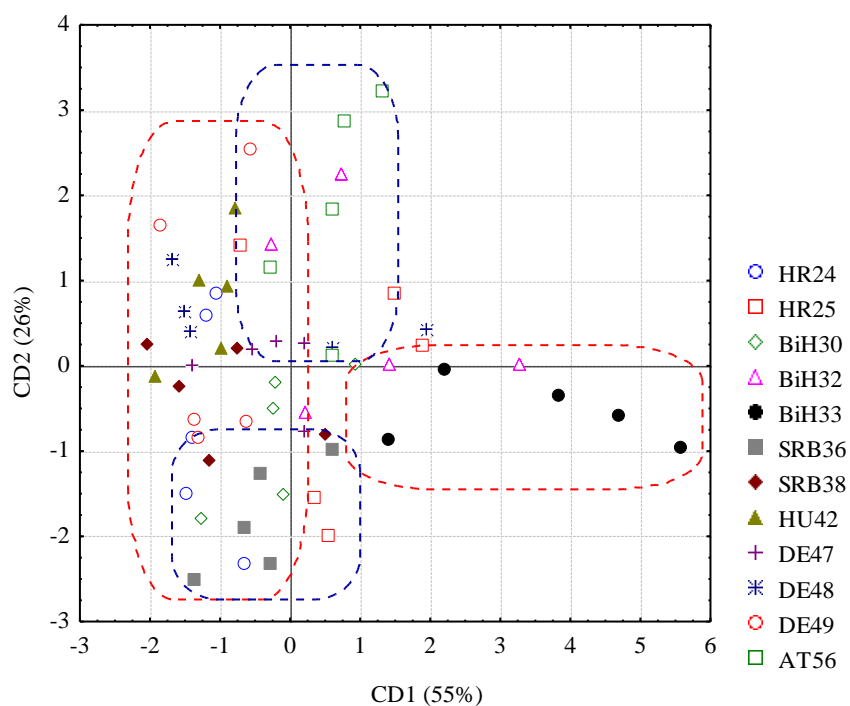
U 2010. godini, na Fruškoj gori, provenijencije starosti 6 godina su se statistički značajno odvajale po tri kanonijske diskriminantne ose. Signifikantnost kanonijskih diskriminantnih osa potvrđena je rezultatima χ^2 testa prikazanim u tabeli 22. Prva kanonijska osa (CD1) je opisivala 55% varijabilnosti, druga osa (CD2) je opisivala 26%, dok je treća osa (CD3) opisivala 14% varijabilnosti između posmatranih provenijencija (tabela 23). Po prvoj kanonijskoj osi postoji jasno odvajanje provenijencije BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa"), od provenijencija HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski"), HU42 ("Valkonya"), SRB38 ("Kopaonik") i DE49 ("Hasbruch"), što se može pripisati najvećoj debljini sunderastog tkiva kod provenijencije BiH33 (90.02 μm), koja je bila daleko najveća u poređenju sa ostalim posmatranim provenijencijama (grafikon 13). U prilog ovome govori i najveća vrednost apsolutnog standardizovanog koeficijenta za CD1 (0.974700). Po drugoj kanonijskoj osi postoji odvajanje provenijencije AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), u odnosu na provenijenciju SRB36 ("Fruška gora"), koje je u najvećoj meri rezultat razlika u debljini epidermisa naličja lista (E_n) (0.908290). Provenijencija AT56 je imala najveću prosečnu debljinu E_n (10.57 μm), za razliku od provenijencije SRB36, koja je imala najmanju prosečnu vrednost ovog parametra (8.53 μm).

Tabela 22. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	2.103141	0.823253	0.085304	125.5380	44	0.000000
1	1.001926	0.707447	0.264712	67.7848	30	0.000096
2	0.545387	0.594065	0.529933	32.3852	18	0.019786
3	0.221073	0.425498	0.818952	10.1862	8	0.252197

Tabela 23. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4
S	0.974700	0.050793	-0.497294	-0.528455
E _n	0.039998	0.908290	-0.446329	0.692737
P	0.129349	-0.591188	0.767519	0.704973
E _l	-0.227354	0.232266	0.964338	-0.637285
Eigenvalue	2.103141	1.001926	0.545387	0.221073
Cum.Prop.	0.543233	0.802026	0.942898	1.000000



Grafikon 13. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

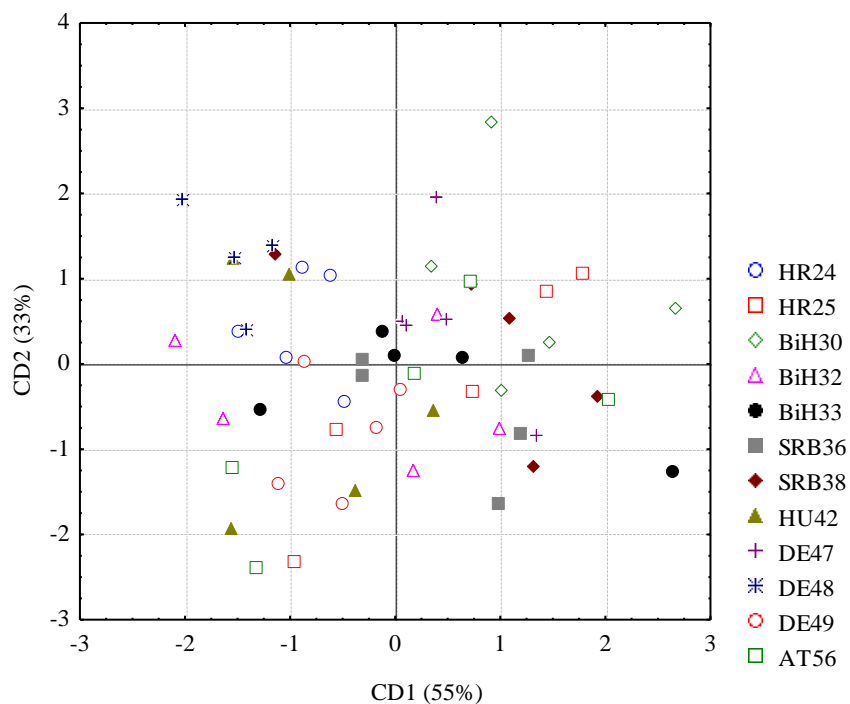
Za razliku od lokaliteta Fruška gora, u Debelom Lugu, kod provenijencija starosti 6 godina, nije zabeleženo statistički značajno odvajanje provenijencija niti po jednoj od kanonijskih diskriminantnih osa (tabela 24).

Tabela 24. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.745763	0.653593	0.334957	0.745763	0.653593	0.334957
1	0.454866	0.559153	0.584756	0.454866	0.559153	0.584756
2	0.175445	0.386339	0.850742	0.175445	0.386339	0.850742

Tabela 25. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
E_n	-0.983130	-0.553172	0.110663
P	-0.610023	0.588863	-0.569147
E_l	0.269554	0.742193	0.807537
Eigenvalue	0.745763	0.454866	0.175445
Cum.Prop.	0.541950	0.872503	1.000000



Grafikon 14. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Provenijencije starosti 5 godina, na lokalitetu Fruška gora, su se statistički značajno odvajale po 2 kanonijske ose (tabela 26). CD1 je opisivala 44% varijabilnosti i razdvajanju provenijencija po ovoj osi je najviše doprinela debljina palisadnog tkiva (-0.929737) (tabela 27).

Tabela 26. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

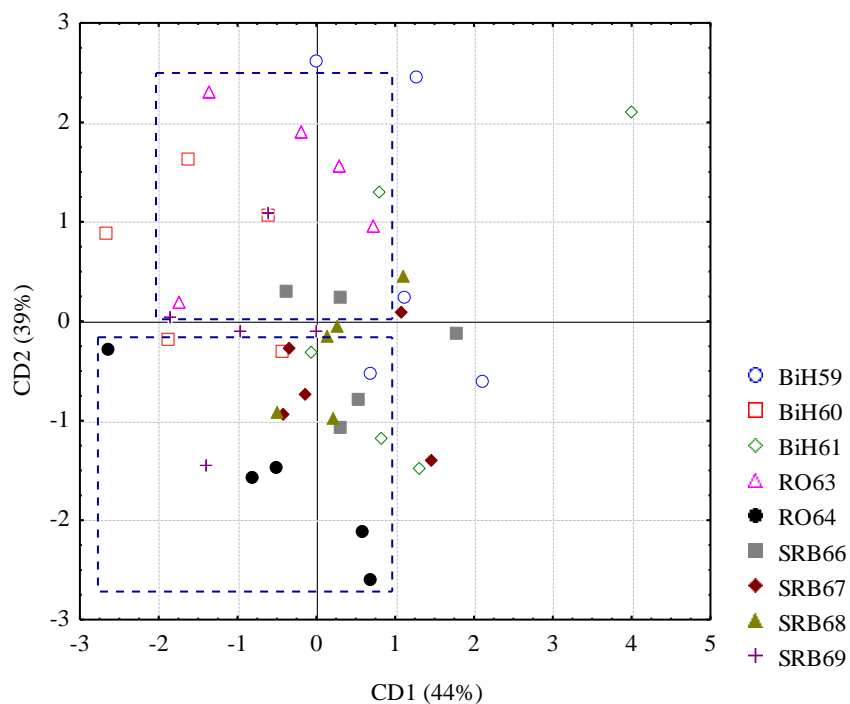
Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.953502	0.698641	0.200445	61.07418	24	0.000045
1	0.860810	0.680147	0.391570	35.62848	14	0.001186
2	0.372425	0.520925	0.728637	12.03002	6	0.061302

Tabela 27. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
P	-0.929737	0.353612	0.20068
E _l	0.603206	1.107051	0.26338
E _n	-0.341929	-0.463652	-1.14866
Eigenvalue	0.953502	0.860810	0.37243
Cum.Prop.	0.436039	0.829689	1.00000

Usled velike heterogenost individua na nivou pojedinačnih provenijencija, na grafiku se ne može jasno uočiti dobijeno razdvajanje po CD1 (grafikon 15). Odvajanju provenijencija po CD2, koja je objašnjavala 39% varijabilnosti, najviše je doprinela debljina epidermisa lica lista (1.107051). Po njoj postoji odvajanje provenijencija RO64

("Alba-Iulia, U.P.V/154A"), na jednoj i RO63 ("Alesd, U.P.II/51A"), na drugoj strani. Provenijencija RO64 je imala najmanju prosečnu debljinu E_1 (9.67 μm), dok je RO63 bila drugo-rangirana po veličini ovog parametra (11.40 μm)



Grafikon 15. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

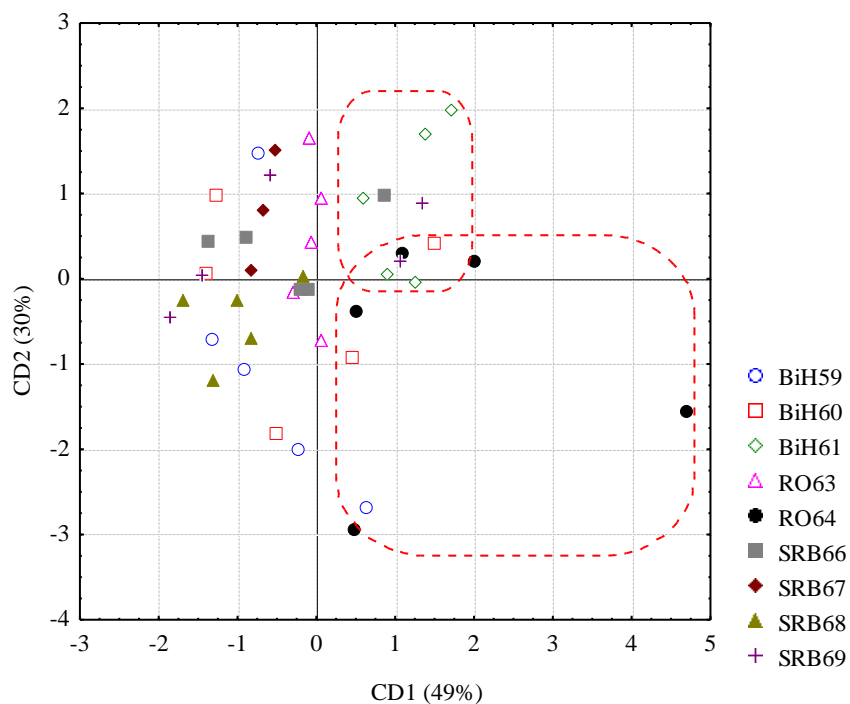
U Debelom Lugu, u 2010. godini, provenijencije starosti 5 godina su se statistički značajno odvajale samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 28). CD1 je opisivala 49% varijabilnosti. Razdvajanje provenijencija po ovoj osi je u najvećoj meri rezultat razlika u debljini epidermisa lica lista kod provenijencija (0.874164) (tabela 29). Na grafikonu 16 se vidi da po CD1 postoji odvajanje provenijencija BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova") i RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A"), u odnosu na ostale provenijencije. Ovo odvajanje je rezultat najveće prosečne debljine epidermisa lica lista kod pomenutih provenijencija, koja je iznosila 12.51 μm i 12.40 μm , respektivno.

Tabela 28. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.920692	0.692354	0.235230	51.37522	32	0.016357
1	0.553440	0.596881	0.451805	28.20489	21	0.134435
2	0.380879	0.525189	0.701852	12.56814	12	0.401195
3	0.031807	0.175575	0.969173	1.11157	5	0.953074

Tabela 29. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4
E ₁	0.874164	0.95556	0.08054	-0.665995
S	-0.754096	0.63082	0.90086	0.356587
E _n	0.303221	-1.12255	0.34177	0.795346
P	0.154236	0.05761	-1.21796	0.496274
Eigenvalue	0.920692	0.55344	0.38088	0.031807
Cum.Prop.	0.487960	0.78128	0.98314	1.000000



Grafikon 16. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

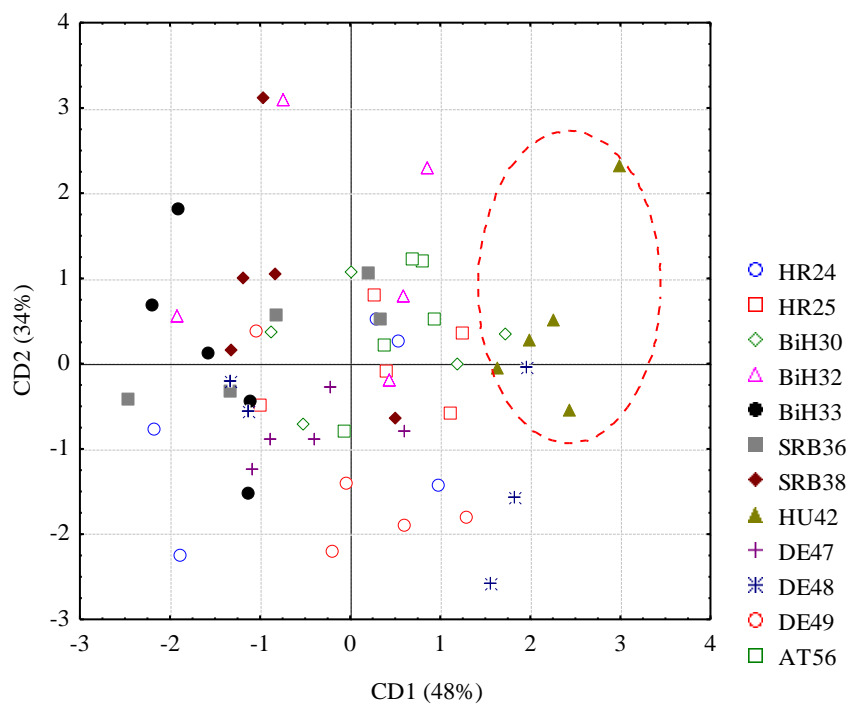
U 2011. godini, na Fruškoj gori, provenijencije starosti 7 godina su se statistički značajno odvajale po 3 kanonijske ose (tabela 30). Provenijencije se odvajaju po CD1 koja opisuje 48% varijabilnosti (tabela 31).

Tabela 30. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.056127	0.716693	0.194314	84.37138	33	0.000002
1	0.767317	0.658916	0.399535	47.24893	20	0.000542
2	0.416221	0.542121	0.706104	17.92160	9	0.036094

Tabela 31. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
S	-1.14769	0.187769	0.16518
E _n	0.72568	1.412748	0.14918
E _l	-0.13844	-0.991042	-1.16828
Eigenvalue	1.05613	0.767317	0.41622
Cum.Prop.	0.47156	0.814159	1.00000



Grafikon 17. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Prema toj osi postoji odvajanje provenijencije HU42 ("Valkonya"), koja se od ostalih provenijencija razlikuje prema vrednosti debljine sunderastog tkiva (52.69 μm) (grafikon 17). Ovo odvajanje objašnjava najveća vrednost standardizovanog

koeficijenta za prvu osu koja iznosi -1.14769 (tabela 31). Po CD2, zbog velike heterogenosti individua, nije uočeno jasno izdvajanje niti jedne od posmatranih provenijencija.

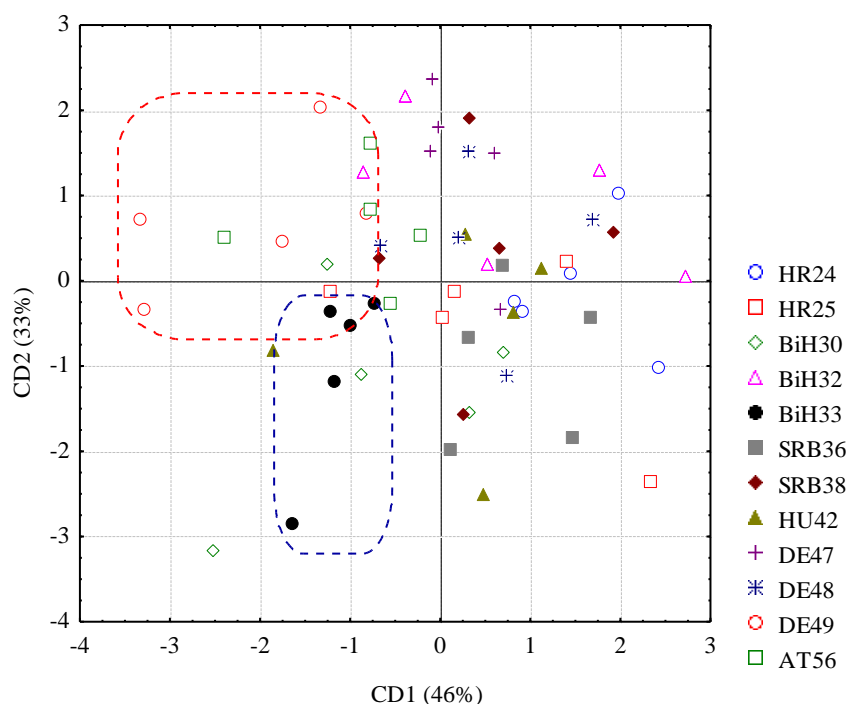
U Debelom Lugu, provenijencije starosti 7 godina, su se statistički značajno odvajale po dve kanonijske ose (tabela 32). Prva osa je opisivala 46% varijabilnosti. Razdvajanju provenijencije DE49 ("Hasbruch") po prvoj kanonijskoj osi, na osnovu apsolutne vrednosti standardizovanog koeficijenta od -1.13831, doprinosi vrednost debljine epidermisa naličja lista (8.97 μm), s obzirom da je kod ove provenijencije ona bila najmanja (grafikon 16). Razdvajanju provenijencija po drugoj osi najviše je doprinela razlika u debljini sunderastog tkiva (-0.780279) (tabela 33). Na grafikonu 18 postoji odvajanje provenijencija BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa"), koja je imala najveću prosečnu vrednost debljine sunderastog tkiva (90.27 μm).

Tabela 32. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.207569	0.739603	0.150933	96.43671	44	0.000009
1	0.873383	0.682793	0.333196	56.05022	30	0.002694
2	0.470847	0.565791	0.624204	24.03518	18	0.153879
3	0.089196	0.286167	0.918109	4.35742	8	0.823523

Tabela 33. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4
S	1.05647	-0.780279	0.176085	0.118471
E _n	-1.13831	-0.732019	-0.131763	-0.354324
P	0.07962	0.708742	-0.681835	-0.738936
E _l	-0.20886	0.403236	-0.613955	0.936195
Eigenvalue	1.20757	0.873383	0.470847	0.089196
Cum.Prop.	0.45724	0.787943	0.966226	1.000000



Grafikon 18. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

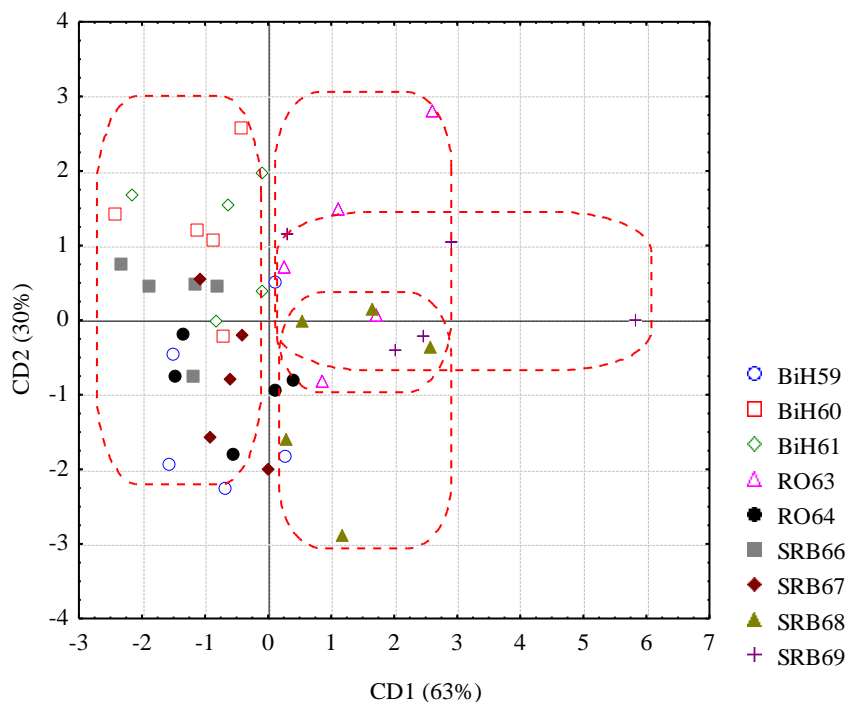
U 2011. godini, statistička značajno odvajanje provenijencija po dve kanonijske ose je zabeleženo i kod provenijencija starosti 6 godina na Fruškoj gori (tabela 34). Ova signifikantnost je potvrđena rezultatima χ^2 testa.

Tabela 34. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	2.174888	0.827664	0.121927	78.91261	32	0.000008
1	1.027834	0.711943	0.387103	35.58990	21	0.024300
2	0.198724	0.407161	0.784981	9.07859	12	0.696204
3	0.062726	0.242948	0.940976	2.28141	5	0.808994

Tabela 35. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4
S	1.062228	-0.069234	0.30384	-1.17520
E _n	0.639850	-0.103215	-1.07432	0.37928
P	-0.607781	1.241713	0.01040	0.97237
E _l	-0.094364	-0.846396	1.06850	0.42554
Eigenvalue	2.174888	1.027834	0.19872	0.06273
Cum.Prop.	0.627823	0.924527	0.98189	1.00000



Grafikon 19. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Po prvoj kanonijskoj osi, koja opisuje 63% varijabilnosti, postoji jasno odvajanje provenijencija SRB69 ("Cer"), RO63 ("Alesd, U.P.II/51A") i SRB68 ("Fruška gora"),

što se može pripisati najvećoj debljini sunderastog tkiva kod ovih provenijencija (83.31 μm , 77.41 μm i 73.37 μm , respektivno). Druga kanonijska osa je opisivala 30% varijabilnosti i razdvajanju po ovoj osi je najviše doprinela debljina palisadnog parenhima kod provenijencija (1.241713) (tabela 35). Sa grafikona 19 se vidi da po CD2 nije postojalo jasno odvajanje istraživanih provenijencija, što je verovatno posledica velike heterogenosti individua unutar provenijencija u pogledu debljine palisadnog tkiva.

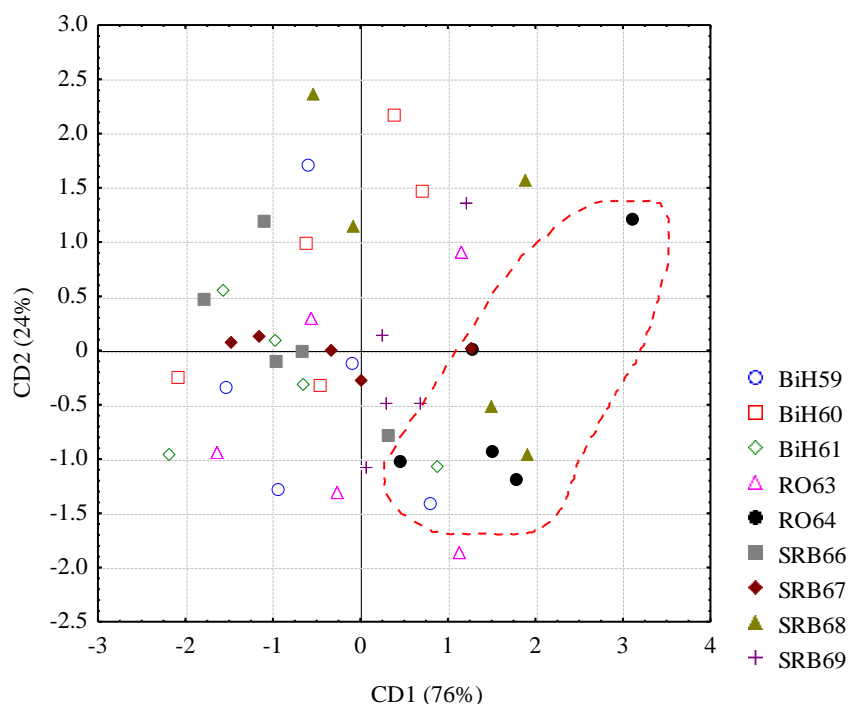
U Debelom Lugu, kod provenijencija starosti 6 godina, prema prvoj kanonijskoj osi postoji razdvajanje provenijencije RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A") (grafikon 20). CD1 je opisivala 76% varijabilnosti između provenijencija (tabela 36). Ovom odvajanju su najviše doprineli debljina epidermisa lica lista (-0.870743) i debljina palisadnog parenhima (0.768689) (tabela 37). Provenijencija RO64 se karakterisala najvećom debljinom palisadnog parenhima, dok je u pogledu debljine epidermisa lica lista bila predzadnje rangirana.

Tabela 36. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane anatomske karakteristike građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.810105	0.668989	0.437472	31.82962	16	0.010523
1	0.262834	0.456213	0.791870	8.98430	7	0.253785

Tabela 37. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
E ₁	-0.870743	-0.561040
P	0.768689	-0.694318
Eigenvalue	0.810105	0.262834
Cum.Prop.	0.755034	1.000000



Grafikon 20. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih anatomskih karakteristika građe lista kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

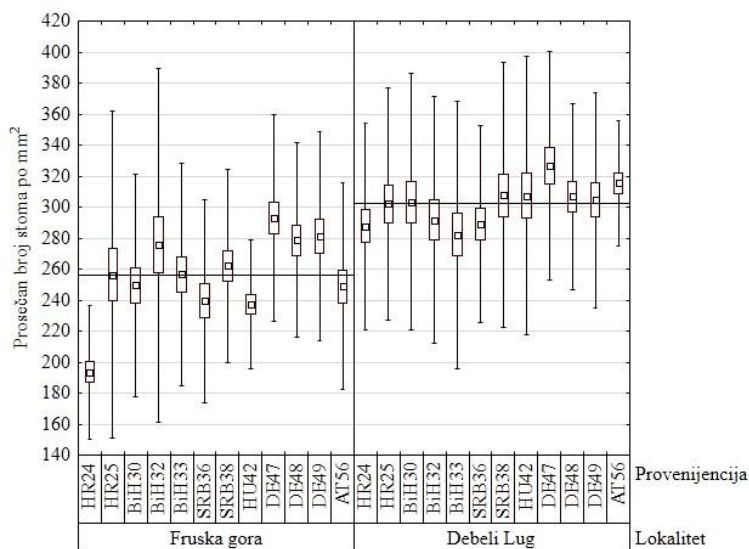
6.2.3. Veličina i broja stoma po jedinici lisne površine

Broj stoma po jedinici lisne površine. Posmatrano za prosečan broj stoma po pojedinačnim provenijencijama, starosnim grupama i lokalitetima, najveći broj stoma na oba lokaliteta, tokom 2010. godine, kod provenijencija starosti 6 godina, je utvrđen kod nemačke provenijencije "Schelklingen" ($SD_{FG}=293$ stoma/ mm^2 ; $SD_{DL}=327$ stoma/ mm^2) (tabela 38). Najmanji broj stoma na Fruškoj gori je konstatovan kod hrvatske provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (194 stome/ mm^2), dok je u Debelom Lugu to bila bosanska provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (282 stome/ mm^2). Zajedničko za oba lokaliteta jeste da su provenijencije "Fruška gora" i "Sjeverni Dilj Čaglinski" bile među tri provenijencije kod kojih je utvrđen najmanji broj stoma.

Tabela 38. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja stoma kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	194	e	11.10	288	bc	11.57
Vrani kamen (HR25)	256	bcd	20.61	302	abc	12.46
Tajan, Žepče (BiH30)	250	bcd	14.39	303	abc	13.66
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	275	abc	20.69	292	bc	13.64
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	257	bcd	14.04	282	c	15.30
Fruška gora (SRB36)	239	cd	13.68	289	bc	10.93
Kopaonik (SRB38)	262	abcd	11.91	308	abc	13.89
Valkonya (HU42)	237	d	8.75	307	abc	14.57
Schelkingen (DE47)	293	a	11.41	327	a	11.30
Höllerbach (DE48)	279	ab	11.20	307	abc	9.82
Hasbruch (DE49)	281	ab	11.99	304	abc	11.38
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	249	bcd	13.42	315	ab	6.37
Prosečno za lokalitet	256		13.60	302		12.07

Legenda: \bar{x} - prosečan broj stoma po mm², CV - koeficijent varijacije (%).



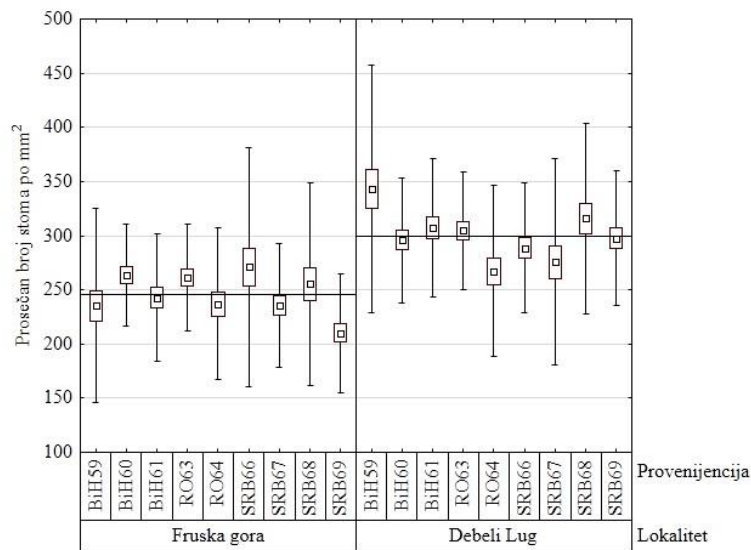
Grafikon 19. Varijabilnost broja stoma po mm² kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▭) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Kod biljaka starosti 5 godina, najveći i najmanji broj stoma na Fruškoj gori, tokom 2010. godine je zabeležen kod srpskih provenijencija "Avala" (271 stoma/mm²), odnosno "Cer" (210 stoma/mm²). U Debelom Lugu, najveći broj stoma po jedinici lisne površine je imala provenijencija "Vranica-Bistrica" (343 stome/mm²), dok je najmanji imala "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (267 stoma/mm²). Provenijencija "Boranja" je na oba lokaliteta bila pretposlednja po prosečnom broju stoma po mm² (tabela 39).

Tabela 39. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja stoma kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	235	bc	19.08	343	a	16.68
Crni vrh (BiH60)	264	ab	8.98	296	bcd	9.75
Grmec, Bastra-Corkova (BiH61)	243	ab	12.18	307	abc	10.44
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	262	ab	9.38	305	bc	8.86
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	237	bc	14.79	267	d	14.82
Avala (SRB66)	271	a	20.32	289	bcd	10.46
Boranja (SRB67)	235	bc	12.12	276	cd	17.34
Fruška gora (SRB68)	255	ab	18.24	316	ab	13.90
Cer (SRB69)	210	c	13.01	298	bcd	10.37
Prosečno za lokalitet	246		14.23	300		12.51

Legenda: \bar{x} - prosečan broj stoma po mm², CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 20. Varijabilnost broja stoma po mm² kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▭) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

U 2011. godini, kod biljaka starosti 7 godina, primetno je da je na oba lokaliteta došlo do jačeg diferenciranja provenijencija prema broju stoma po jedinici lisne površine. Naime, dok je u 2010. godini, razlika između provenijencije sa najvećim i provenijencije sa najmanjim prosečnim brojem stoma po mm², iznosila 88 stoma/mm², na Fruškoj gori, odnosno 45 stoma/mm², u Debelom Lugu, dotle je tokom 2011. godine ta razlika višestruko uvećana i iznosila je 112 stoma/mm², na Fruškoj gori i 86 stoma/mm² u Debelom Lugu. Ova pojava se može primetiti i kroz rezultate LSD testa, gde je, u 2011. godini došlo do stvaranja većeg broja grupa homogenosti u poređenju sa 2010. godinom.

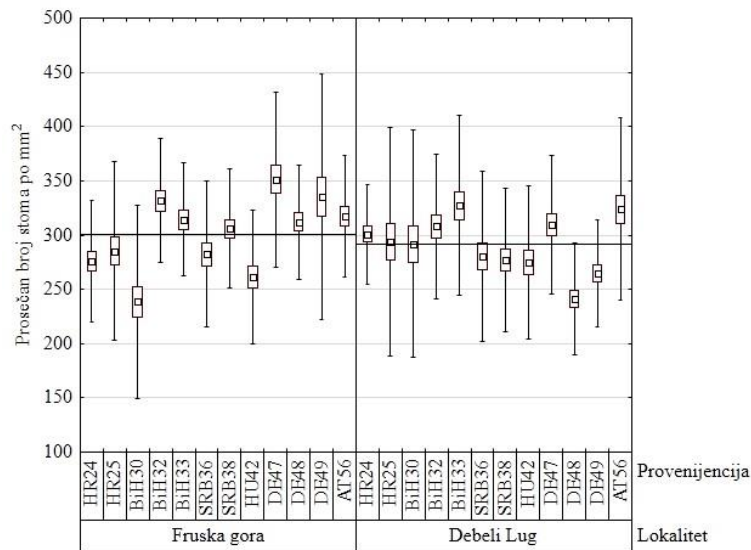
Na Fruškoj gori, najveći broj stoma je zabeležen kod nemačkih provenijencija "Schelklingen" (251 stoma/mm²) i "Hasbruch" (335 stoma/mm²), dok je najmanji broj zabeležen kod provenijencije "Tajan, Žepče" (239 stoma/mm²). U Debelom Lugu, najveći broj stoma je imala provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (327 stoma/mm²), dok su provenijencije sa najmanjim brojem stoma, suprotno situaciji na Fruškoj gori, bile provenijencije iz Nemačke: "Hasbruch" (265 stoma/mm²) i "Höllerbach" (241 stoma/mm²). Analiziranjem prosečnog broja stoma po jedinici lisne površine ustanovljeno je da je na oba lokaliteta, od pet provenijencija kod kojih je zabeležen

najveći prosečan broj stoma, četiri bilo zajedničke za oba lokaliteta. Radilo se o provenijencijama "Schelklingen", "Crni vrh, Tešanj", "Scharnstein, Mitterndorf" i "Grmeč, Bosanska Krupa". Takođe, mađarska provenijencija "Valkonya" se, na oba lokaliteta, nalazila među provenijencijama kod kojih je konstatovan najmanji prosečan broj stoma po mm².

Tabela 40. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja stoma kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	276	de	10.17	301	abcd	7.65
Vrani kamen (HR25)	285	cde	14.39	294	abcde	17.94
Tajan, Žepče (BiH30)	239	f	18.64	292	bcde	17.97
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	332	ab	8.61	308	abcd	10.87
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	314	bc	7.83	327	a	12.68
Fruška gora (SRB36)	282	cde	11.89	280	cde	14.00
Kopaonik (SRB38)	306	bcd	8.95	277	cde	11.89
Valkonya (HU42)	261	ef	11.72	275	de	12.82
Schelklingen (DE47)	351	a	11.46	309	abc	10.35
Höllerbach (DE48)	312	bc	8.50	241	f	10.67
Hasbruch (DE49)	335	ab	16.88	265	ef	9.35
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	317	b	8.82	324	ab	12.98
Prosečno za lokalitet	301		11.49	291		12.43

Legenda: \bar{x} - prosečan broj stoma po mm², CV - koeficijent varijacije (%).



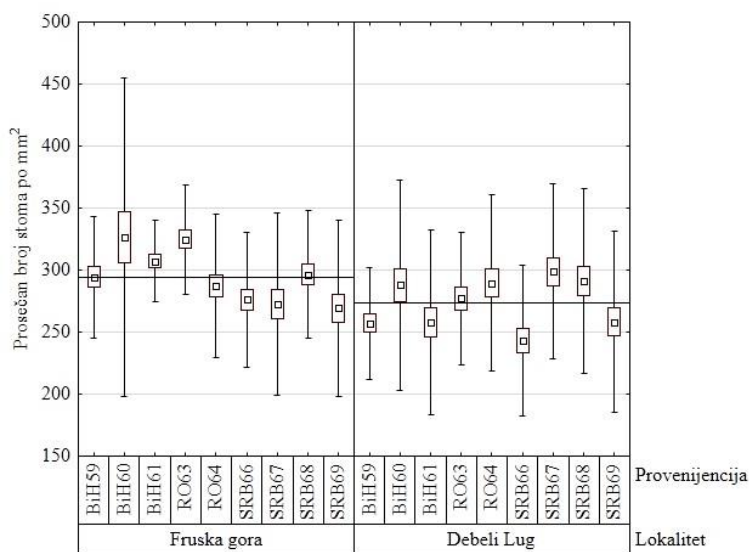
Grafikon 21. Varijabilnost broja stoma po mm² kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Kod provenijencija starosti 6 godina, u 2011. godini, najveći broj stoma je konstatovan kod provenijencija "Crni vrh" (326 stoma/mm²) i "Alesd, U.P.II/51A" (325 stoma/mm²), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Boranja" (299 stoma/mm²) i "Fruška gora" (stoma/mm²), u Debelom Lugu. Najmanji prosečan broj stoma, na Fruškoj gori, je registrovan kod provenijencije "Cer" (269 stoma/mm²), a u Debelom Lugu, kod provenijencije "Avala" (243 stome/mm²). Kada se uporede rezultati iz 2010. i 2011. godine, kod mlađe grupe provenijencija, može se primetiti, da za razliku od Debelog Lugu, gde su provenijencije u značajnoj meri promenile rang po pitanju prosečnog broja stoma po mm², dotle je na Fruškoj gori situacija bila slična tokom obe godine. Naime, dve provenijencije, kod kojih je zabeležen najmanji broj stoma u obe godine, jesu srpske provenijencije: "Cer" i "Boranja". Takođe, kada se posmatraju provenijencije sa najvećim prosečnim brojem stoma, može se primetiti da su u obe godine, provenijencije "Crni vrh" i "Alesd, U.P.II/51A" bile među tri provenijencije kod kojih je registrovan najveći prosečan broj stoma.

Tabela 41. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja stoma kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	294	abc	8.33	257	bc	8.79
Crni vrh (BiH60)	326	a	19.72	288	ab	14.77
Grmec, Bastra-Corkova (BiH61)	307	ab	5.31	258	bc	14.51
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	325	a	6.76	277	ab	9.67
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	287	bc	10.14	290	a	12.27
Avala (SRB66)	276	c	9.83	243	c	12.43
Boranja (SRB67)	273	c	13.53	299	a	11.81
Fruška gora (SRB68)	297	abc	8.73	291	a	12.79
Cer (SRB69)	269	c	13.14	258	bc	14.12
Prosečno za lokalitet	295		10.61	273		12.35

Legenda: \bar{x} – prosečan broj stoma po mm², CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 22. Varijabilnost broja stoma po mm² kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Rezultati analize varijanse prosečnog broja stoma po mm² lisne površine, pokazali su da su tokom obe godine istraživanja, kod obe starosne grupe provenijencija,

postojale statistički značajne razlike između istraživanih lokaliteta i provenijencija. Takođe, interakcija "provenijencija x lokalitet" je bila statistički značajan izvor varijabilnosti tokom obe godine istraživanja i kod obe starosne grupe provenijencija (tabela 42).

Tabela 42. Rezultati analize varijanse za broj stoma po mm² lisne površine u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	93.49	<.0001	97.55	<.0001	17.14	<.0001	4.26	0.0401
Provenijencija (P)	3.05	0.0032	4.76	<.0001	4.12	<.0001	7.31	<.0001
Interakcija (P x L)	2.97	0.0039	2.25	0.0131	2.76	0.0070	5.37	<.0001

Veličina stoma. Najveću dužinu ćelija zatvaračica, tokom 2010. godine, od provenijencija starosti 6 godina, na oba lokaliteta, je imala provenijencija iz Hrvatske: "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($L_{AFG}=23.64 \mu\text{m}$; $L_{ADL}=22.49 \mu\text{m}$). Suprotno njoj, najmanja dužina ćelija zatvaračica, na oba lokaliteta, je zabeležena kod sledećih provenijencija: "Vrani kamen", "Scharnstein, Mitterndorf", "Schelklingen" i "Tajan, Žepče" (grafikon 23a). Posmatrano za širinu ćelija zatvaračica, ponovo je najveća vrednost, na oba lokaliteta, zabeležena kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($W_{BFG}=19.76 \mu\text{m}$; $W_{BDL}=18.58 \mu\text{m}$), koja je bila praćena drugom hrvatskom provenijencijom: "Vrani kamen" ($W_{BFG}=19.10 \mu\text{m}$; $W_{BDL}=18.53 \mu\text{m}$). Najmanju širinu ćelija zatvaračica, na Fruškoj gori, je imala provenijencije "Crni vrh, Tešanj" ($18.11 \mu\text{m}$) i "Schelklingen" ($18.20 \mu\text{m}$), kod koje je i u Debelom Lugu zabeležena najmanja širina ćelija zatvaračica ($17.46 \mu\text{m}$) (grafikon 23b). Dužina stomatalnog otvora je, tokom 2010. godine, kod provenijencija starosti 6 godina, na oba lokaliteta, bila najveća kod srpske provenijencije "Kopaonik" ($L_{AFG}=13.63 \mu\text{m}$; $L_{ADL}=14.06 \mu\text{m}$). Po većoj dužini stomatalnog otvora, na oba lokaliteta, se izdvojila i provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf", koja je na Fruškoj gori bila treća po rangu (iza provenijencija "Kopaonik" i "Sjeverni Dilj Čaglinski"), dok je u Debelom Lugu bila druga. Na začelju liste, na oba

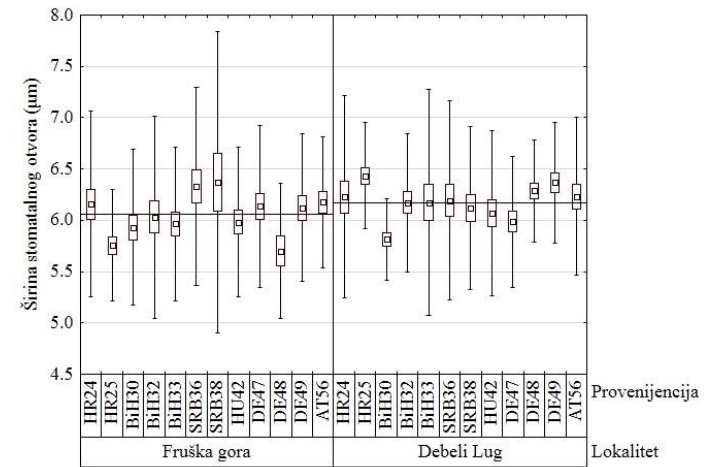
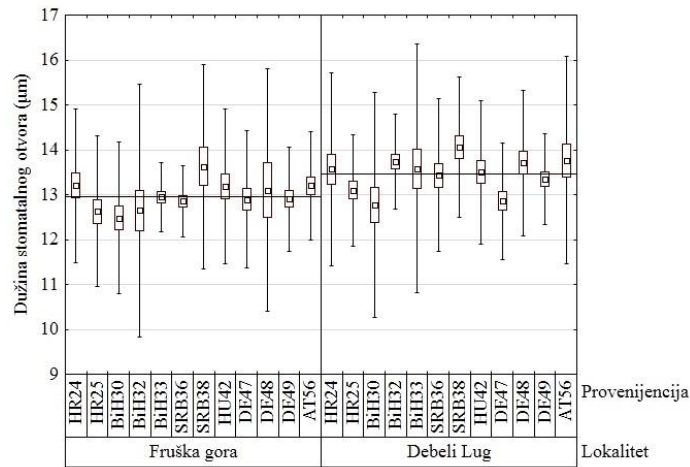
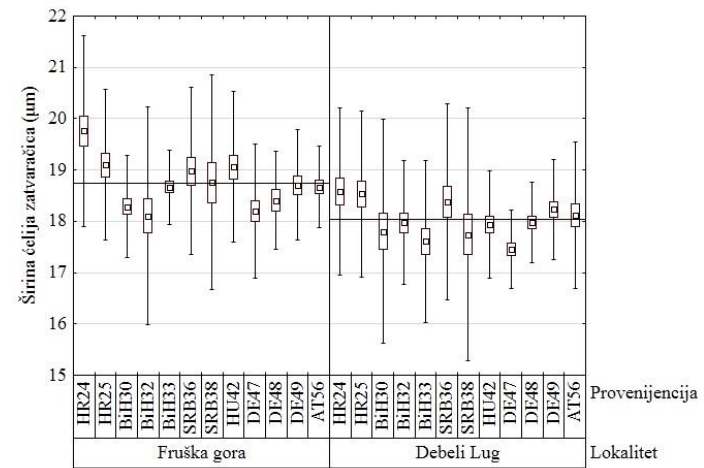
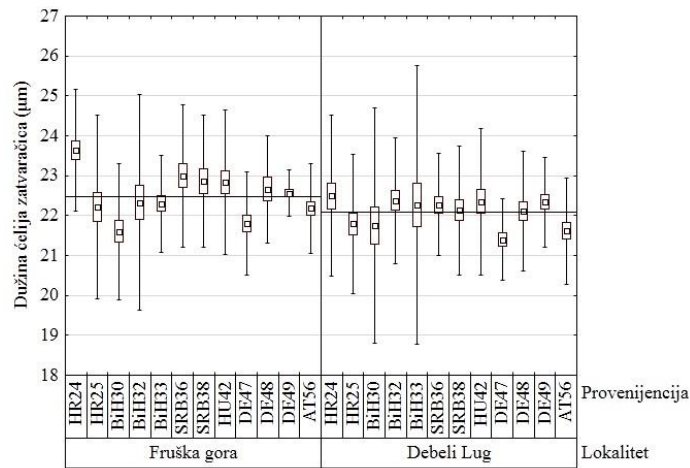
lokaliteta, nalazi se bosanska provenijencija "Tajan, Žepče" ($La_{FG}=12.48 \mu\text{m}$; $La_{DL}=12.78 \mu\text{m}$) (grafikon 23c). Najveću širinu stomatalnog otvora u 2010. godini, kod biljaka starosti 6 godina, na Fruškoj gori, je imala provenijencija "Kopaonik" ($6.37 \mu\text{m}$), koja je bila praćena drugom srpskom provenijencijom "Fruška gora" ($6.33 \mu\text{m}$). U Debelom Lugu, najveća prosečna vrednost ovog parametra je zabeležena kod hrvatske provenijencije "Vrani kamen" ($6.43 \mu\text{m}$), iza koje su se našle dve provenijencije iz Nemačke: "Hasbruch" ($6.37 \mu\text{m}$) i "Höllerbach" ($6.29 \mu\text{m}$). Provenijencije sa najmanjom širinom stomatalnog otvora su bile: "Höllerbach" ($5.70 \mu\text{m}$), na Fruškoj gori, odnosno "Tajan, Žepče" ($5.81 \mu\text{m}$), u Debelom Lugu (grafikon 23d).

Kod provenijencija starosti 5 godina, najveću prosečnu dužinu ćelija zatvaračica su imale bosanske provenijencije: "Vranica-Bistrica" ($22.84 \mu\text{m}$), na Fruškoj gori, i "Crni vrh" ($24.20 \mu\text{m}$), u Debelom Lugu. Najmanja prosečna dužina ćelija zatvaračica, na oba lokaliteta, je zabeležena kod srpske provenijencije "Fruška gora" ($La_{FG}=21.06 \mu\text{m}$; $La_{DL}=20.33 \mu\text{m}$). Širina ćelija zatvaračica je pokazala sličan trend kao i dužina, bar kada su u pitanju najveće i najmanje prosečne vrednosti. Najveća širina ćelija zatvaračica, na Fruškoj gori, je kao i u slučaju dužine, konstatovana kod provenijencija: "Vranica-Bistrica" ($19.42 \mu\text{m}$) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($19.01 \mu\text{m}$), dok su u Debelom Lugu to su bile provenijencije: "Crni vrh" ($20.30 \mu\text{m}$) i "Grmeč, Bastra-Corkova" ($19.04 \mu\text{m}$). Najmanja širina ćelija zatvaračica, na oba lokaliteta, je utvrđena kod provenijencije "Fruška gora" ($Wb_{FG}=17.33 \mu\text{m}$; $Wb_{DL}=17.16 \mu\text{m}$).

Tabela 43. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti dužine ćelija zatvaračica, širine ćelija zatvaračica, dužine stomatalnog otvora i širine stomatalnog otvora kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Dužina ćelija zatvaračica (μm)				Širina ćelija zatvaračica (μm)				Dužina stomatalnog otvora (μm)				Širina stomatalnog otvora (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	23.64 <i>a</i>	3.21	22.49 <i>a</i>	4.47	19.76 <i>a</i>	4.70	18.58 <i>a</i>	4.41	13.20 <i>ab</i>	6.50	13.57 <i>abcd</i>	7.95	6.16 <i>abc</i>	7.36	6.23 <i>abc</i>	7.92
Vrani kamen (HR25)	22.23 <i>cde</i>	5.18	21.80 <i>abc</i>	4.01	19.10 <i>ab</i>	3.85	18.53 <i>a</i>	4.37	12.63 <i>b</i>	6.63	13.10 <i>bcd</i>	4.74	5.75 <i>d</i>	4.71	6.43 <i>a</i>	4.01
Tajan, Žepče (BiH30)	21.60 <i>e</i>	3.93	21.76 <i>abc</i>	6.78	18.29 <i>c</i>	2.70	17.80 <i>bcd</i>	6.12	12.48 <i>b</i>	6.78	12.78 <i>d</i>	9.79	5.93 <i>bcd</i>	6.43	5.81 <i>d</i>	3.40
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	22.32 <i>bcde</i>	6.06	22.38 <i>ab</i>	3.53	18.11 <i>c</i>	5.88	17.97 <i>abcd</i>	3.35	12.65 <i>b</i>	11.1	13.74 <i>ab</i>	3.84	6.03 <i>abcd</i>	8.18	6.17 <i>abc</i>	5.47
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	22.30 <i>bcde</i>	2.71	22.27 <i>abc</i>	7.83	18.67 <i>bc</i>	1.94	17.61 <i>cd</i>	4.46	12.95 <i>ab</i>	2.98	13.58 <i>abc</i>	10.2	5.96 <i>abcd</i>	6.28	6.17 <i>abc</i>	8.95
Fruška gora (SRB36)	23.00 <i>ab</i>	3.89	22.27 <i>ab</i>	2.87	18.98 <i>b</i>	4.30	18.38 <i>ab</i>	5.18	12.86 <i>ab</i>	3.07	13.43 <i>abcd</i>	6.35	6.33 <i>a</i>	7.61	6.19 <i>abc</i>	7.83
Kopaonik (SRB38)	22.87 <i>abc</i>	3.62	22.13 <i>abc</i>	3.67	18.76 <i>bc</i>	5.56	17.74 <i>bcd</i>	6.94	13.63 <i>a</i>	8.36	14.06 <i>a</i>	5.57	6.37 <i>a</i>	11.54	6.12 <i>abcd</i>	6.53
Valkonya (HU42)	22.84 <i>bc</i>	3.96	22.36 <i>ab</i>	4.11	19.06 <i>b</i>	3.86	17.94 <i>abcd</i>	2.92	13.18 <i>ab</i>	6.52	13.50 <i>abcd</i>	5.91	5.98 <i>abcd</i>	6.06	6.07 <i>bcd</i>	6.65
Schelklingen (DE47)	21.81 <i>de</i>	2.96	21.40 <i>c</i>	2.37	18.20 <i>c</i>	3.60	17.46 <i>d</i>	2.19	12.89 <i>ab</i>	5.91	12.86 <i>cd</i>	5.05	6.14 <i>abc</i>	6.44	5.99 <i>cd</i>	5.33
Höllerbach (DE48)	22.66 <i>bcd</i>	2.96	22.11 <i>abc</i>	3.37	18.41 <i>bc</i>	2.61	17.98 <i>abcd</i>	2.19	13.10 <i>ab</i>	10.32	13.71 <i>ab</i>	5.90	5.70 <i>d</i>	5.76	6.29 <i>abc</i>	3.94
Hasbruch (DE49)	22.56 <i>bcd</i>	1.31	22.34 <i>ab</i>	2.53	18.71 <i>bc</i>	2.88	18.23 <i>abc</i>	2.67	12.91 <i>ab</i>	4.50	13.35 <i>abcd</i>	3.77	6.12 <i>abcd</i>	5.91	6.37 <i>ab</i>	4.64
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	22.18 <i>cde</i>	2.54	21.62 <i>bc</i>	3.08	18.67 <i>bc</i>	2.14	18.12 <i>abcd</i>	3.93	13.20 <i>ab</i>	4.54	13.77 <i>ab</i>	8.41	6.18 <i>ab</i>	5.18	6.23 <i>abc</i>	6.17
Prosečno za lokalitet	22.50	3.53	22.08	4.05	18.73	3.67	18.03	4.06	12.97	6.43	13.45	6.46	6.05	6.79	6.17	5.90

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 23. Varijabilnost: a) dužine ćelija zatvaračica (μm), b) širine ćelija zatvaračica (μm), c) dužine stomatalnog otvora (μm) i d) širine stomatalnog otvora (μm) kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

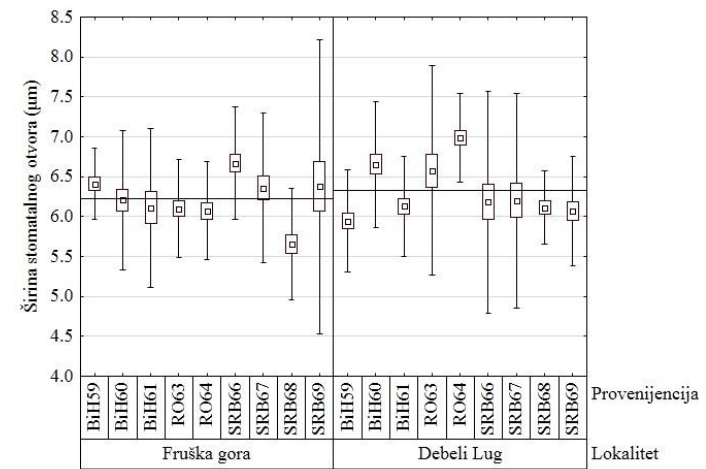
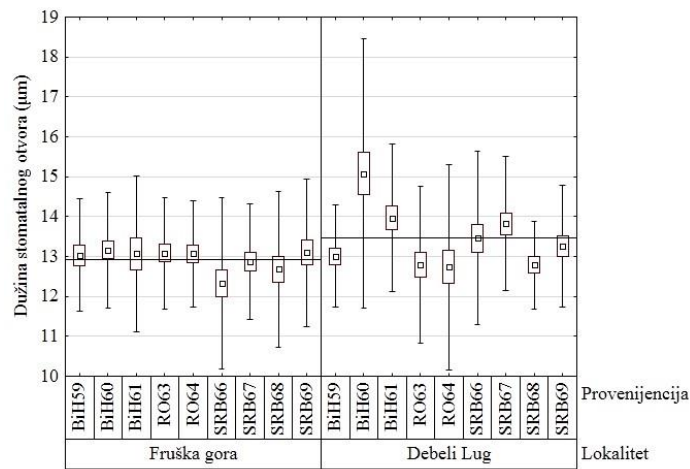
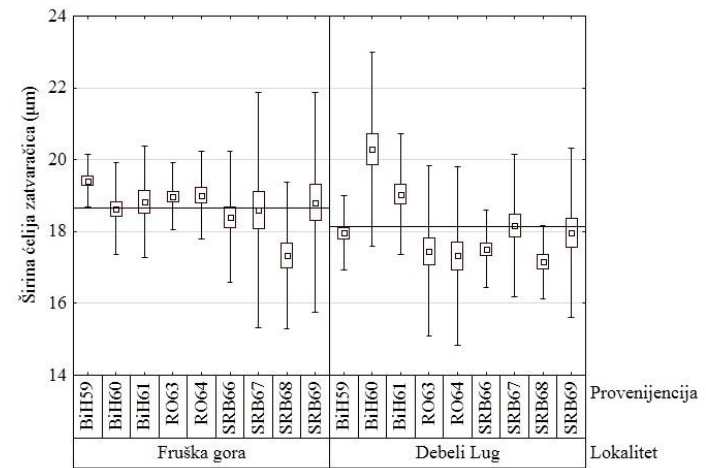
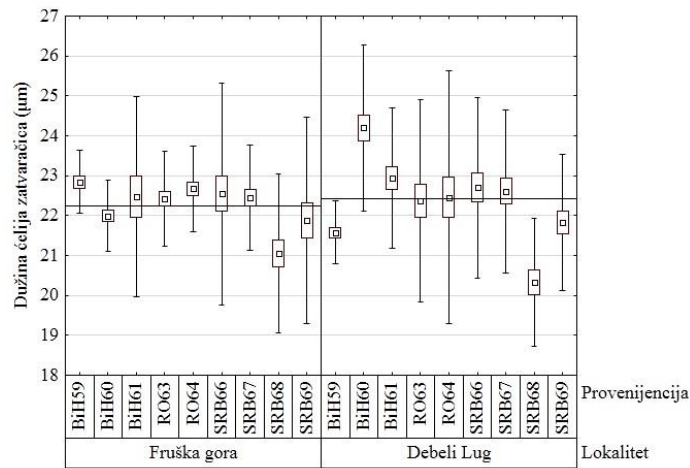
Zanimljiv je i podataka da su na Fruškoj gori, tri provenijencije kod kojih je izmerena najmanja prosečna širina ćelija zatvaračica, upravo provenijencije iz Srbije: "Fruška gora", "Avala" i "Boranja". Merenja dužine stomatalnog otvora su pokazala da je najveću prosečnu dužinu, na oba lokaliteta, imala provenijencija "Crni vrh" ($L_{FG}=13.17 \mu\text{m}$; $L_{DL}=15.08 \mu\text{m}$). Najmanja prosečna dužina stomatalnog otvora, na Fruškoj gori, je kao i u slučaju prosečne širine ćelija zatvaračica, zabeležena kod tri srpske provenijencije: "Avala", "Fruška gora" i "Boranja". U Debelom Lugu, najveća prosečna dužina stomatalnog otvora, je pored pomenute provenijencije "Crni vrh", zabeležena i kod provenijencija "Grmeč, Bastra-Corkova" i "Boranja", koje su se karakterisale i najvećom prosečnom širinom ćelija zatvaračica. Isti trend je zabeležen i kada se radi o provenijencijama sa najmanjom dužinom stomatalnog otvora, s obzirom da su provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A", "Fruška gora" i "Alesd, U.P.II/51A", imale i najmanju širinu ćelija zatvaračica. Rangiranje provenijencija u pogledu prosečne širine stomatalnog otvora je, kao i u slučaju godinu dana starijih provenijencija, pokazalo da nije bilo nikakvo trenda rangiranja, kao što je opisano kod drugih parametara građe stomatalnog aparata. Jedina zajednička pojava je bila da je na Fruškoj gori, najmanja prosečna širina stoma zabeležena kod provenijencije "Fruška gora" ($5.66 \mu\text{m}$), koja se na ovom lokalitetu karakterisla i najmanjom dužinom i širinom ćelija zatvaračica. Najveću prosečnu širinu stomatalnog otvora, na Fruškoj gori, je imala provenijencija "Avala" ($6.67 \mu\text{m}$), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($6.99 \mu\text{m}$). Na drugoj strani, najmanja širina stomatalnog otvora, u Debelom Lugu, je registrovana kod provenijencije "Vranica-Bistrica" ($5.94 \mu\text{m}$).

U 2011. godini, kod provenijencija starosti 7 godina, najveća dužina ćelija zatvaračica, na Fruškoj gori, je registrovana kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($22.93 \mu\text{m}$), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Valkonya" ($23.92 \mu\text{m}$). Najmanja prosečna dužina ćelija zatvaračica je, na oba lokaliteta, ustanovljena kod nemačke provenijencije "Schelklingen" ($L_{FG}=21.02 \mu\text{m}$; $L_{DL}=22.27 \mu\text{m}$). Ako se ovi rezultati uporede sa rezultatima iz 2010. godine, može se primetiti da je i u prethodnoj godini provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" imala najveće prosečne vrednosti dužine ćelija zatvaračica, odnosno da je provenijencija "Schelklingen" bila pretposlednja na Fruškoj gori i poslednja u Debelom Lugu po pitanju prosečne dužine ovog parametra.

Tabela 44. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti dužine ćelija zatvaračica, širine ćelija zatvaračica, dužine stomatalnog otvora i širine stomatalnog otvora kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Dužina ćelija zatvaračica (μm)				Širina ćelija zatvaračica (μm)				Dužina stomatalnog otvora (μm)				Širina stomatalnog otvora (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	22.84 <i>a</i>	1.74	21.58 <i>d</i>	1.84	19.42 <i>a</i>	1.92	17.96 <i>cd</i>	2.87	13.03 <i>ab</i>	5.41	13.01 <i>cd</i>	4.93	6.41 <i>ab</i>	3.45	5.94 <i>c</i>	5.36
Cmi vrh (BiH60)	21.99 <i>ab</i>	2.02	24.20 <i>a</i>	4.29	18.64 <i>ab</i>	3.41	20.30 <i>a</i>	6.63	13.17 <i>a</i>	5.49	15.08 <i>a</i>	11.21	6.21 <i>b</i>	7.04	6.65 <i>a</i>	5.93
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	22.48 <i>ab</i>	5.57	22.94 <i>b</i>	3.83	18.83 <i>ab</i>	4.15	19.04 <i>b</i>	4.43	13.07 <i>ab</i>	7.49	13.97 <i>b</i>	6.66	6.11 <i>b</i>	8.14	6.13 <i>c</i>	5.13
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	22.42 <i>ab</i>	2.64	22.37 <i>bcd</i>	5.68	18.98 <i>ab</i>	2.45	17.45 <i>cd</i>	6.79	13.08 <i>a</i>	5.34	12.80 <i>d</i>	7.66	6.10 <i>b</i>	5.03	6.58 <i>ab</i>	9.98
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	22.67 <i>ab</i>	2.37	22.46 <i>bcd</i>	7.06	19.01 <i>ab</i>	3.22	17.32 <i>cd</i>	7.16	13.07 <i>a</i>	5.10	12.74 <i>d</i>	10.11	6.07 <i>b</i>	5.04	6.99 <i>a</i>	4.01
Avala (SRB66)	22.54 <i>ab</i>	6.17	22.70 <i>bc</i>	4.98	18.41 <i>b</i>	4.97	17.52 <i>cd</i>	3.10	12.33 <i>b</i>	8.68	13.46 <i>bcd</i>	8.08	6.67 <i>a</i>	5.29	6.18 <i>bc</i>	11.26
Boranja (SRB67)	22.44 <i>ab</i>	2.94	22.61 <i>bc</i>	4.52	18.60 <i>ab</i>	8.77	18.17 <i>bc</i>	5.45	12.87 <i>ab</i>	5.65	13.82 <i>bc</i>	6.08	6.36 <i>ab</i>	7.38	6.20 <i>bc</i>	10.86
Fruška gora (SRB68)	21.06 <i>c</i>	4.71	20.33 <i>e</i>	3.92	17.33 <i>c</i>	5.87	17.16 <i>d</i>	2.97	12.68 <i>ab</i>	7.73	12.79 <i>d</i>	4.27	5.66 <i>c</i>	6.20	6.11 <i>c</i>	3.71
Cer (SRB69)	21.88 <i>bc</i>	5.92	21.83 <i>cd</i>	3.91	18.81 <i>ab</i>	8.13	17.97 <i>cd</i>	6.59	13.10 <i>a</i>	7.06	13.27 <i>bcd</i>	5.74	6.38 <i>ab</i>	14.50	6.07 <i>c</i>	5.65
Prosečno za lokalitet	22.26	3.79	22.34	4.45	18.67	4.77	18.10	5.11	12.93	6.44	13.44	7.19	6.22	6.90	6.32	6.88

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



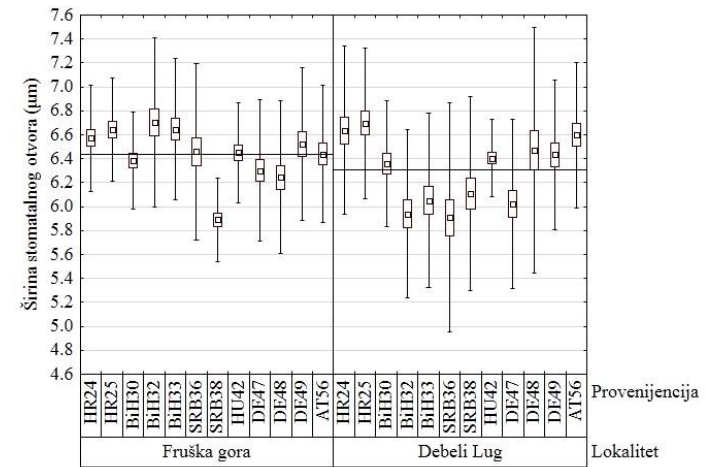
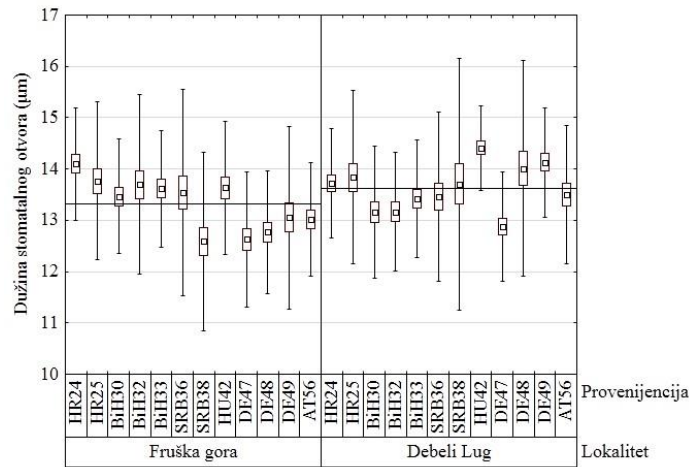
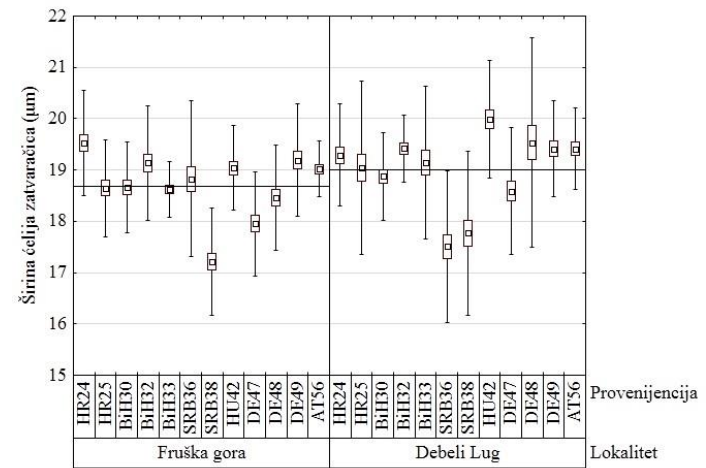
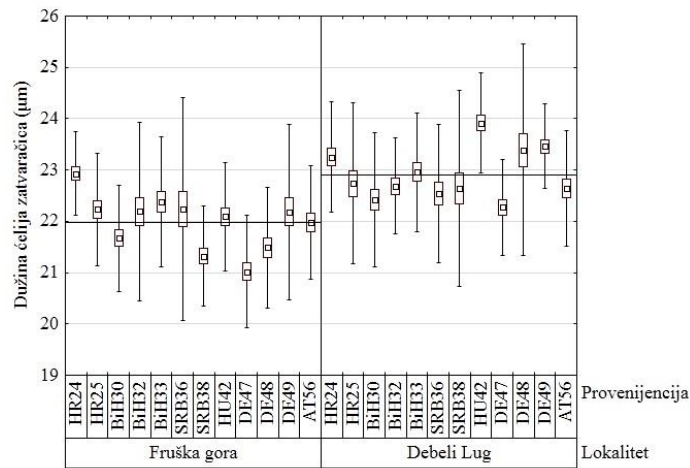
Grafikon 24. Varijabilnost: a) dužine ćelija zatvaračica (μm), b) širine ćelija zatvaračica (μm), c) dužine stomatalnog otvora (μm) i d) širine stomatalnog otvora (μm) kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Prosečna širina ćelija zatvaračica, u 2011. godini, kod biljaka starosti 7 godina, na Fruškoj gori, je kao i u prethodnoj godina, bila najveća kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (19.53 μm). U Debelom Lugu, najveća prosečna širina ćelija zatvaračica je bila kod provenijencije "Valkonya" (19.99 μm). Poređenja radi, iste provenijencije su imale i najveće prosečne vrednosti dužine ćelija zatvaračica u 2010. godini. Najmanje prosečne vrednosti širine ćelija zatvaračica su na Fruškoj gori zabeležene kod provenijencije "Kopaonik" (17.21 μm), a u Debelom Lugu kod provenijencije "Fruška gora" (17.51 μm). Kao i u slučaju prosečne dužine i širine ćelija zatvaračica, i u slučaju prosečne dužine stomatalnog otvora, najveće prosečne vrednosti su zabeležene kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (14.10 μm), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Valkonya" (14.41 μm), u Debelom Lugu. Ako se na bazi najviših i najnižih prosečnih vrednosti ovog parametra pogleda rangiranje provenijencija, može se primetiti da se on na Fruškoj gori poklapa sa rangiranjem provenijencija zasnovanom na prosečnoj širini ćelija zatvaračica, a u Debelom Lugu na rangiranju provenijencija napravljenom na osnovu prosečne dužine ćelija zatvaračica. Preciznije, na Fruškoj gori je provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" imala kako najveću prosečnu širinu ćelija zatvaračica, tako i najveću prosečnu dužinu stomatalnog otvora, odnosno tri provenijencije kod kojih je ustanovljena najmanja prosečna širina ćelija zatvaračica su se karakterisale i najmanjom prosečnom dužinom stomatalnog otvora - "Kopaonik", "Schelklingen" i "Höllerbach". Dalje, ako se pogleda Debeli Lug, primećuje se da su tri provenijencije imale najveće prosečne vrednosti, kako dužine ćelija zatvaračica, tako i širine stomatalnog otvora ("Valkonya", "Hasbruch" i "Höllerbach"), dok je na drugoj strani provenijencija "Schelklingen" imala najmanje prosečne vrednosti ovih parametara. Prosečna širina stomatalnog otvora, na Fruškoj gori je bila najveća kod provenijencije "Crni vrh, Tešanj" (6.70 μm), a u Debelom Lugu kod provenijencije "Vrani kamen" (6.70 μm). Najmanje vrednosti ovog parametra su zabeležene kod srpskih provenijencija - "Kopaonik" (5.89 μm), na Fruškoj gori, i "Fruška gora" (5.91 μm), u Debelom Lugu. Kada se uporedi rangiranje provenijencija, u pogledu prosečne širine stomatalnog otvora, iz 2010. i 2011. godine, dolazi se do podatka se da su u Debelom Lugu, provenijencije sa najvećim vrednostima, tokom obe godine, bile: "Vrani kamen", "Sjeverni Dilj Čaglinski", "Scharnstein, Mitterndorf", "Höllerbach" i "Hasbruch".

Tabela 45. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti dužine ćelija zatvaračica, širine ćelija zatvaračica, dužine stomatalnog otvora i širine stomatalnog otvora kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Dužina ćelija zatvaračica (μm)				Širina ćelija zatvaračica (μm)				Dužina stomatalnog otvora (μm)				Širina stomatalnog otvora (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	22.93 <i>a</i>	1.77	23.25 <i>cd</i>	2.32	19.53 <i>a</i>	2.64	19.29 <i>bc</i>	2.58	14.10 <i>a</i>	3.88	13.72 <i>bcde</i>	3.87	6.57 <i>abc</i>	3.37	6.64 <i>ab</i>	5.29
Vrani kamen (HR25)	22.23 <i>bc</i>	2.46	22.74 <i>abc</i>	3.46	18.64 <i>cd</i>	2.52	19.04 <i>bcd</i>	4.45	13.77 <i>ab</i>	5.59	13.83 <i>abcd</i>	6.10	6.65 <i>ab</i>	3.24	6.70 <i>a</i>	4.71
Tajan, Žepče (BiH30)	21.67 <i>cde</i>	2.40	22.42 <i>ab</i>	2.93	18.67 <i>cd</i>	2.37	18.88 <i>cd</i>	2.25	13.46 <i>bc</i>	4.14	13.17 <i>ef</i>	4.89	6.38 <i>cde</i>	3.18	6.36 <i>bcd</i>	4.16
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	22.19 <i>bc</i>	3.92	22.69 <i>abc</i>	2.06	19.14 <i>ab</i>	2.90	19.42 <i>abc</i>	1.69	13.70 <i>ab</i>	6.37	13.17 <i>def</i>	4.37	6.70 <i>a</i>	5.28	5.94 <i>e</i>	5.89
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	22.37 <i>ab</i>	2.84	22.96 <i>bcd</i>	2.53	18.62 <i>cd</i>	1.45	19.15 <i>bcd</i>	3.90	13.62 <i>abc</i>	4.19	13.42 <i>cdef</i>	4.30	6.65 <i>ab</i>	4.43	6.05 <i>de</i>	6.00
Fruška gora (SRB36)	22.24 <i>bc</i>	4.87	22.54 <i>ab</i>	3.00	18.83 <i>bcd</i>	4.02	17.51 <i>e</i>	4.23	13.54 <i>abc</i>	7.40	13.46 <i>cdef</i>	6.16	6.46 <i>abcde</i>	5.71	5.91 <i>e</i>	8.07
Kopaonik (SRB38)	21.32 <i>ef</i>	2.30	22.64 <i>ab</i>	4.24	17.21 <i>f</i>	3.03	17.77 <i>e</i>	4.49	12.59 <i>d</i>	6.92	13.71 <i>bcde</i>	8.95	5.89 <i>f</i>	2.94	6.11 <i>cde</i>	6.61
Valkonya (HU42)	22.09 <i>bc</i>	2.40	23.92 <i>e</i>	2.05	19.04 <i>bc</i>	2.16	19.99 <i>a</i>	2.87	13.63 <i>abc</i>	4.74	14.41 <i>a</i>	2.87	6.45 <i>bcde</i>	3.24	6.41 <i>abc</i>	2.52
Schelklingen (DE47)	21.02 <i>f</i>	2.61	22.27 <i>a</i>	2.12	17.95 <i>e</i>	2.83	18.59 <i>d</i>	3.32	12.63 <i>d</i>	5.23	12.88 <i>f</i>	4.11	6.30 <i>de</i>	4.67	6.03 <i>e</i>	5.86
Höllerbach (DE48)	21.49 <i>def</i>	2.75	23.39 <i>de</i>	4.41	18.46 <i>d</i>	2.78	19.54 <i>ab</i>	5.24	12.77 <i>d</i>	4.69	14.01 <i>abc</i>	7.51	6.24 <i>e</i>	5.11	6.47 <i>ab</i>	7.92
Hasbruch (DE49)	22.19 <i>bc</i>	3.86	23.46 <i>de</i>	1.76	19.19 <i>ab</i>	2.86	19.41 <i>abc</i>	2.43	13.05 <i>cd</i>	6.83	14.13 <i>ab</i>	3.77	6.52 <i>abcd</i>	4.87	6.43 <i>ab</i>	4.87
Scharstein, Mitterndorf (AT56)	21.97 <i>bc</i>	2.53	22.65 <i>ab</i>	2.50	19.02 <i>bc</i>	1.42	19.41 <i>abc</i>	2.06	13.02 <i>cd</i>	4.27	13.50 <i>bcdef</i>	4.98	6.44 <i>bcde</i>	4.44	6.60 <i>ab</i>	4.59
Prosečno za lokalitet	21.98	2.89	22.91	2.78	18.69	2.58	19.00	3.29	13.32	5.35	13.62	5.16	6.44	4.21	6.30	5.54

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 25. Varijabilnost: a) dužine ćelija zatvaračica (μm), b) širine ćelija zatvaračica (μm), c) dužine stomatalnog otvora (μm) i d) širine stomatalnog otvora (μm) kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

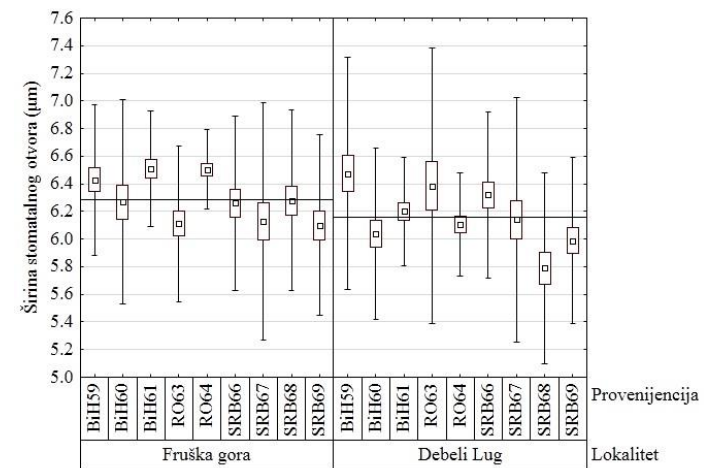
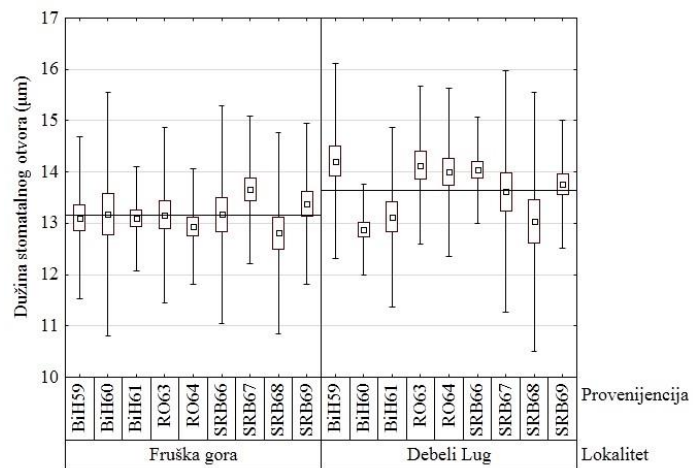
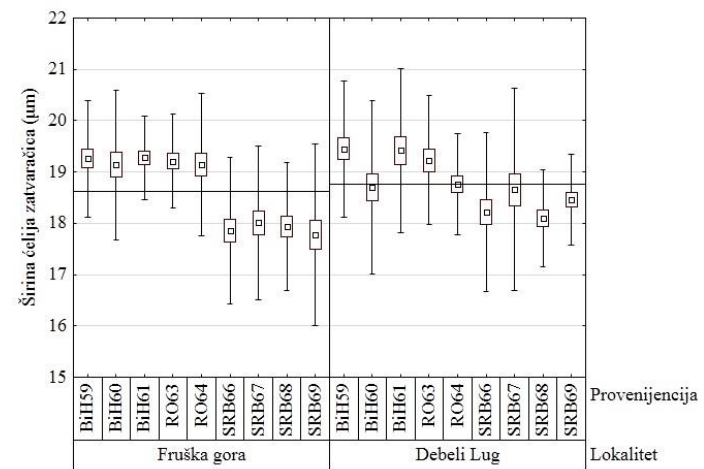
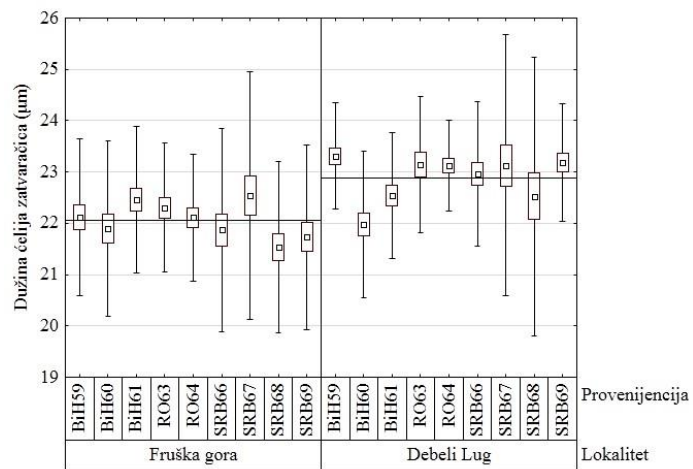
Ako se, pak, analizira rangiranje provenijencija u 2011. godini, uzimajući u obzir sve parametre veličine stomatalnog aparata, na Fruškoj gori se izdvajaju tri provenijencije koje su imale najmanje prosečne vrednosti svih istraživanih parametara - "Schelklingen", "Höllerbach" i "Kopaonik".

Najveća prosečna vrednost dužine ćelija zatvaračica kod provenijencija starosti 6 godina, u 2011.god., je izmerena kod provenijencije "Boranja" (22.54 μm), na Fruškoj gori i provenijencije "Vranica-Bistrica" (23.31 μm), u Debelom Lugu. Suprotno, najmanje prosečne vrednosti ovog parametra su bile "rezervisane" za tri srpske provenijencije na Fruškoj gori ("Fruška gora" (21.53 μm), "Cer" (21.73 μm) i "Avala" (21.87 μm)), odnosno dve bosanske i jednu srpsku provenijenciju u Debelom Lugu - "Crni vrh" (21.98 μm), "Fruška gora" (22.52 μm) i "Grmeč, Bastra-Corkova" (22.54 μm). Poredeći vrednosti iz 2010. i 2011. godine, zajedničko je da su u obe godine, najmanje vrednosti na Fruškoj gori, imale provenijencije "Fruška gora" i "Cer". Kada je u pitanju prosečna širina ćelija zatvaračica, interesantno je da je rangiranje provenijencija gotovo identično na oba lokaliteta. Jedina razlika jesu prve dve provenijencije, s obzirom da je na Fruškoj gori najveća prosečna vrednost širine ćelija zatvaračica zabeležena kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova", a u Debelom Lugu kod provenijencije "Vranica-Bistrica" i provenijencije "Fruška gora" i "Cer". Najmanje vrednosti pomenutog parametra, na oba lokaliteta, su konstatovana kod srpskih provenijencija. Najveće i najmanje prosečne vrednosti dužine stomatalnog otvora su zabeležene kod srpskih provenijencija "Boranja" (13.66 μm) i "Fruška gora" (12.81 μm), na Fruškoj gori, odnosno bosanskih provenijencija "Vranica-Bistrica" (14.21 μm) i "Crni vrh" (12.88 μm), u Debelom Lugu. Posmatrajući rang provenijencija tokom 2010. i 2011. godine, primećuje se da je u obe godine i na oba lokaliteta, provenijencija "Fruška gora" zauzimala ili poslednje ili preposlednje mesto po vrednostima prosečne dužine stomatalnog otvora. Najveće prosečne vrednosti širine stomatalnog otvora, na Fruškoj gori, su imale provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (6.51 μm), dok u Debelom Lugu to bile "Vranica-Bistrica" (6.47 μm) i "Alesd, U.P.II/51A" (6.38 μm). Najmanje prosečne vrednosti, na oba lokaliteta, su utvrđene kod srpskih provenijencije, "Cer" (6.10 μm), na Fruškoj gori i "Fruška gora" (5.79 μm), u Debelom Lugu.

Tabela 46. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti dužine ćelija zatvaračica, širine ćelija zatvaračica, dužine stomatalnog otvora i širine stomatalnog otvora kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Dužina ćelija zatvaračica (μm)				Širina ćelija zatvaračica (μm)				Dužina stomatalnog otvora (μm)				Širina stomatalnog otvora (μm)			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	22.12 <i>abc</i>	3.47	23.31 <i>a</i>	2.22	19.26 <i>a</i>	2.95	19.45 <i>a</i>	3.42	13.11 <i>ab</i>	6.03	14.21 <i>a</i>	6.67	6.43 <i>a</i>	4.26	6.47 <i>a</i>	6.51
Crni vrh (BiH60)	21.89 <i>abc</i>	3.90	21.98 <i>c</i>	3.26	19.14 <i>a</i>	3.82	18.70 <i>bcd</i>	4.52	13.18 <i>ab</i>	9.03	12.88 <i>c</i>	3.41	6.27 <i>ab</i>	5.91	6.04 <i>cde</i>	5.16
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	22.46 <i>ab</i>	3.19	22.54 <i>bc</i>	2.72	19.28 <i>a</i>	2.13	19.42 <i>a</i>	4.11	13.09 <i>ab</i>	3.89	13.12 <i>bc</i>	6.69	6.51 <i>a</i>	3.22	6.20 <i>abcd</i>	3.16
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	22.31 <i>ab</i>	2.83	23.15 <i>ab</i>	2.87	19.21 <i>a</i>	2.39	19.23 <i>ab</i>	3.25	13.16 <i>ab</i>	6.48	14.13 <i>a</i>	5.47	6.11 <i>b</i>	4.60	6.38 <i>ab</i>	7.80
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	22.11 <i>abc</i>	2.80	23.12 <i>ab</i>	1.91	19.15 <i>a</i>	3.64	18.77 <i>bc</i>	2.63	12.94 <i>ab</i>	4.32	14.00 <i>a</i>	5.85	6.51 <i>a</i>	2.20	6.10 <i>bcde</i>	3.06
Avala (SRB66)	21.87 <i>abc</i>	4.54	22.96 <i>ab</i>	3.05	17.86 <i>b</i>	4.00	18.22 <i>cd</i>	4.27	13.17 <i>ab</i>	8.08	14.04 <i>a</i>	3.70	6.26 <i>ab</i>	5.06	6.32 <i>abc</i>	4.76
Boranja (SRB67)	22.54 <i>a</i>	5.37	23.13 <i>ab</i>	5.49	18.01 <i>b</i>	4.15	18.66 <i>bcd</i>	5.28	13.66 <i>a</i>	5.26	13.62 <i>abc</i>	8.67	6.13 <i>b</i>	7.01	6.14 <i>bcd</i>	7.21
Fruška gora (SRB68)	21.53 <i>c</i>	3.87	22.52 <i>bc</i>	6.04	17.94 <i>b</i>	3.46	18.10 <i>d</i>	2.61	12.81 <i>b</i>	7.64	13.03 <i>bc</i>	9.68	6.28 <i>ab</i>	5.19	5.79 <i>e</i>	5.95
Cer (SRB69)	21.73 <i>bc</i>	4.14	23.18 <i>ab</i>	2.46	17.78 <i>b</i>	4.97	18.46 <i>cd</i>	2.38	13.38 <i>ab</i>	5.88	13.76 <i>ab</i>	4.55	6.10 <i>b</i>	5.35	5.99 <i>de</i>	5.01
Prosečno za lokalitet	22.06	3.79	22.88	3.34	18.63	3.50	18.78	3.61	13.17	6.29	13.64	6.08	6.29	4.76	6.16	5.40

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%).



Grafikon 26. Varijabilnost: a) dužine ćelija zatvaračica (μm), b) širine ćelija zatvaračica (μm), c) dužine stomatalnog otvora (μm) i d) širine stomatalnog otvora (μm) kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Zanimljivo je primetiti da se u Debelom Lugu provenijencija "Vranica-Bistrica" karakterisala najvećim prosečnim vrednostima svih parametara veličine stomatalnog aparata, a da je rumunska provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" uvek zauzimala drugo ili treće mesto po rangju.

Tabela 47. Rezultati analize varijanse za dužinu ćelija zatvaračica, širinu ćelija zatvaračica, dužinu stomatalnog otvora i širinu stomatalnog otvora u provenijencijskim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Dužina ćelija zatvaračica								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	0.17	0.6780	12.3	0.0006	41.29	<.0001	119.44	<.0001
Provenijencija (P)	8.38	<.0001	4.3	<.0001	2.63	0.0099	8.22	<.0001
Interakcija (P x L)	4.22	<.0001	0.8	0.6649	1.57	0.1373	3.49	0.0002
Širina ćelija zatvaračica								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	13.71	0.0003	48.0	<.0001	2.19	0.1410	16.83	<.0001
Provenijencija (P)	6.89	<.0001	4.9	<.0001	13.53	<.0001	21.07	<.0001
Interakcija (P x L)	5.25	<.0001	0.9	0.5380	1.60	0.1282	5.61	<.0001
Dužina stomatalnog otvora								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	10.20	0.0017	16.48	<.0001	13.44	0.0003	9.61	0.0022
Provenijencija (P)	3.49	0.0010	2.45	0.0067	2.36	0.0202	4.44	<.0001
Interakcija (P x L)	2.82	0.0061	0.44	0.9344	1.86	0.0697	3.68	<.0001
Širina stomatalnog otvora								
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	1.70	0.1947	5.5	0.0204	6.57	0.0113	10.40	0.0015
Provenijencija (P)	2.87	0.0053	1.6	0.0912	3.68	0.0006	7.01	<.0001
Interakcija (P x L)	5.00	<.0001	2.3	0.0122	2.78	0.0067	5.34	<.0001

Rezultati analize varijanse su, kao i u slučaju parametara anatomske građe lista, pokazali da izvori varijabilnosti nisu imali podjednak uticaj na sve istraživane parametre, tj. da je njihov uticaj, osim od samog parametra, zavisio i od godine istraživanja i starosne grupe provenijencija (tabela 47).

Ipak, iz rezultata datih u tabeli 47 može se videti da u 2010. godini, kod provenijencija starosti 6 godina, i u 2011. godini, kod provenijencija iste starosti, interakcija "lokalitet x provenijencija", za razliku od "lokaliteta" i "provenijencije", nije imala statistički značajan efekat na dužinu ćelija zatvaračica, širinu ćelija zatvaračica i dužinu stomatalnog otvora. Takođe, u 2010. godini, kod provenijencija starosti 5 godina, nije bilo statistički značajnih razlika između lokaliteta u pogledu dužine ćelija zatvaračica i širine stomatalnog otvora. Nakon merenja iz 2011. godine, kod provenijencija starosti 7 godina je konstatovano da su svi izvori varijabilnosti bili statistički značajni u pogledu svih istraživanih parametara.

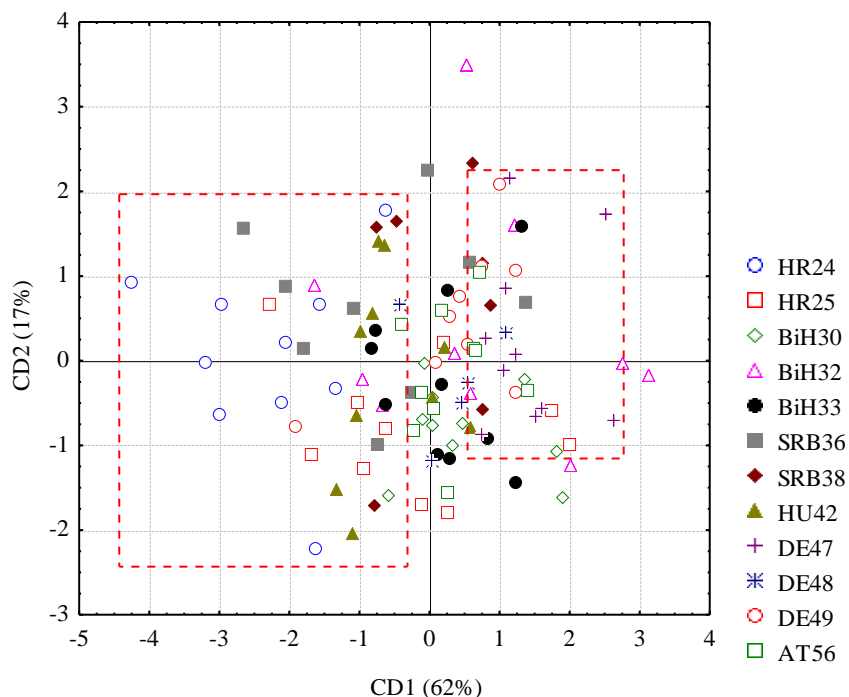
Rezultati kanonijske diskriminantne analize (CDA) su pokazali da je na Fruškoj gori, u 2010. godini, postojalo statistički značajno razdvajanje provenijencija samo po prvoj kanonijskoj osi (CD1) (tabela 48). Ova osa je opisivala 62% varijabilnosti, čemu je najviše doprineo broj stoma po jedinici lisne površine (0.630589) (tabela 49). Na grafiku 27 postoji odvajanje provenijencije HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski"), koja je imala najmanji broj stoma (194 stome/mm²), od provenijencije DE47 ("Schelklingen"), koja je imala najveći broj stoma (294 stome/ mm²).

Tabela 48. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.944819	0.697003	0.297473	121.8495	55	0.000001
1	0.262548	0.456017	0.578530	55.0000	40	0.057457
2	0.152872	0.364144	0.730423	31.5703	27	0.248374
3	0.110676	0.315670	0.842084	17.2735	16	0.368114
4	0.069196	0.254397	0.935282	6.7242	7	0.458155

Tabela 49. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	0.630589	0.437404	-0.591655	0.208940	-0.436679
L _A	-0.534423	0.756041	-0.642711	-0.491479	0.256145
L _a	-0.476702	-0.276992	-0.108734	0.487040	-0.759149
W _B	0.052648	0.687431	0.723467	-0.106066	-0.349546
W _b	0.487555	-0.114220	-0.018354	1.090822	0.451402
Eigenvalue	0.944819	0.262548	0.152872	0.110676	0.069196
Cum.Prop.	0.613475	0.783948	0.883208	0.955071	1.000000



Grafikon 27. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

U Debelom Lugu, u 2010. godini, provenijencije su se odvajale po prvoj kanonijskoj osi koja je opisivala 45% varijabilnosti (tabela 50). Ovo odvajanje je najviše bilo rezultat razlika u širini ćelija zatvaračica (1.425414) (tabela 51). Druga

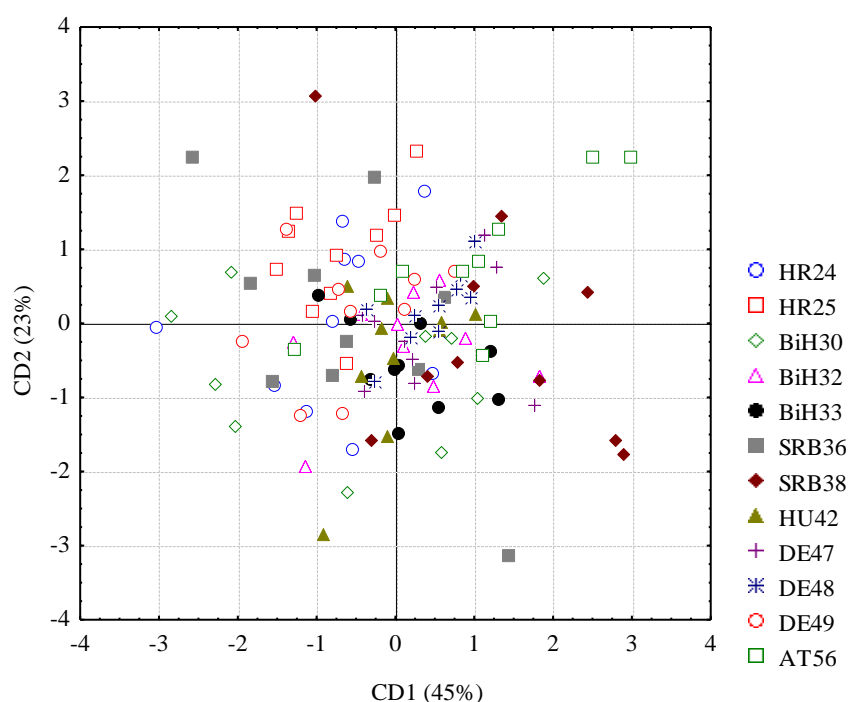
kanonijska osa (CD2) je opisivala narednih 23% varijabilnosti između provenijencija. Razdvajanju provenijencija po CD2 je najviše doprinela dužina ćelija zatvaračica, što se može videti iz vrednost standardizovanog koeficijenta za CD2 (-0.940719). Usled velike heterogenost individua unutar provenijencija, na grafiku se ne može jasno uočiti dobijeno među grupno razdvajanje po CD1 i CD2 (grafikon 28).

Tabela 50. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.461629	0.561989	0.404565	99.99612	55	0.000199
1	0.235577	0.436648	0.591324	58.05570	40	0.032278
2	0.165951	0.377268	0.730627	34.68074	27	0.147139
3	0.133146	0.342784	0.851874	17.71493	16	0.340852
4	0.035950	0.186285	0.965298	3.90270	7	0.790914

Tabela 51. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
L_a	-0.625675	0.565752	-0.510586	0.894173	0.134963
W_B	1.425414	0.275595	0.105788	0.813954	-0.078263
L_A	-0.864351	-0.940719	0.506511	-0.410907	0.735857
W_b	-0.042281	0.585348	0.720047	-0.920912	-0.068026
SD	0.396795	0.173354	-0.359366	-0.290063	0.819545
Eigenvalue	0.461629	0.235577	0.165951	0.133146	0.035950
Cum.Prop.	0.447205	0.675422	0.836188	0.965174	1.000000



Grafikon 28. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

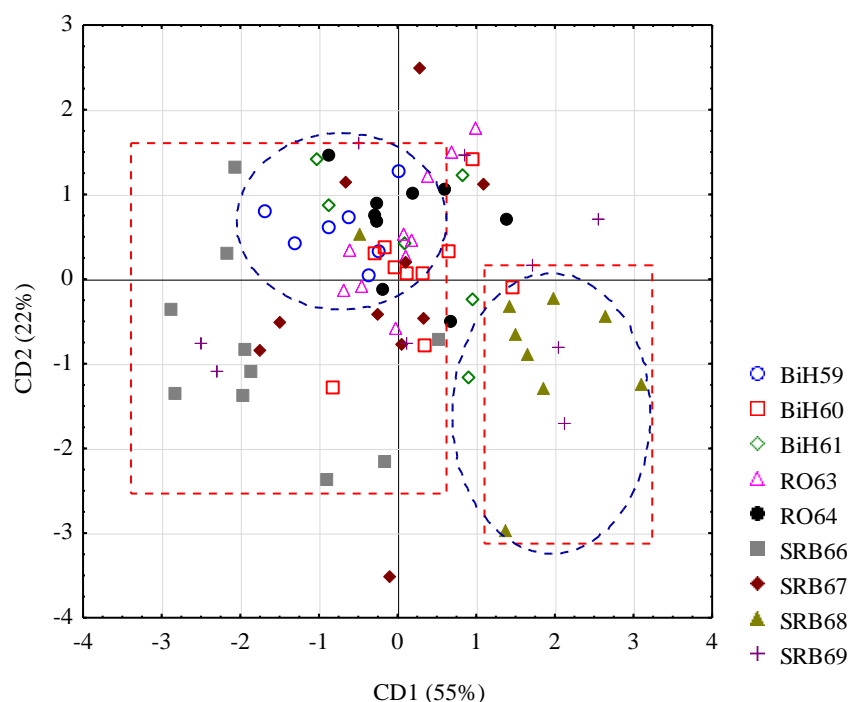
Kada je reč o provenijencijama starosti 5 godina, na Fruškoj gori, one se odvajaju po prvoj kanonijskoj osi koja opisuje 55% varijabilnosti (tabela 52). Prema toj osi postoji odvajanje provenijencije SRB66 ("Avala") od provenijencije SRB68 ("Fruška gora"), koje su se najviše razlikovale prema vrednosti širine stomatalnog otvora. Posmatrano preko srednjih vrednosti provenijencija SRB66 je imala najveću širinu stomatalnog otvora (6.67 μm), dok je provenijencija SRB68 imala najmanju (5.66 μm) (Grafikon 29). Ovo odvajanje objašnjava najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja iznosi -0.797689 (Tabela 53). Razdvajanju provenijencije BiH59 ("Vranica-Bistrica") od provenijencije SRB68 ("Fruška gora"), po drugoj kanonijskoj osi, na osnovu apsolutne vrednosti standardizovanog koeficijenta od 0.689272, doprinosi vrednost širine ćelija zatvaračica. Najveća prosečna vrednost ovog parametra je upravo bila kod provenijencije BiH59 (19.42 μm), dok je najmanja bila kod provenijencije SRB68 (17.33 μm).

Tabela 52. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.820508	0.671344	0.297713	87.23703	40	0.000023
1	0.343330	0.505550	0.541989	44.10072	28	0.027153
2	0.266588	0.458778	0.728070	22.84983	18	0.196427
3	0.078323	0.269507	0.922164	5.83432	10	0.828986
4	0.005641	0.074894	0.994391	0.40500	4	0.982066

Tabela 53. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	-0.354284	0.016364	0.870802	0.453776	0.003171
L _A	-0.542842	0.349703	0.301636	-0.845377	0.368831
W _B	-0.210344	0.689272	-0.110320	0.502737	-0.640544
L _a	0.744296	0.433518	0.046990	0.461355	0.673533
W _b	-0.797689	-0.548471	-0.405524	0.460325	0.177155
Eigenvalue	0.820508	0.343330	0.266588	0.078323	0.005641
Cum.Prop.	0.541808	0.768519	0.944556	0.996275	1.000000



Grafikon 29. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

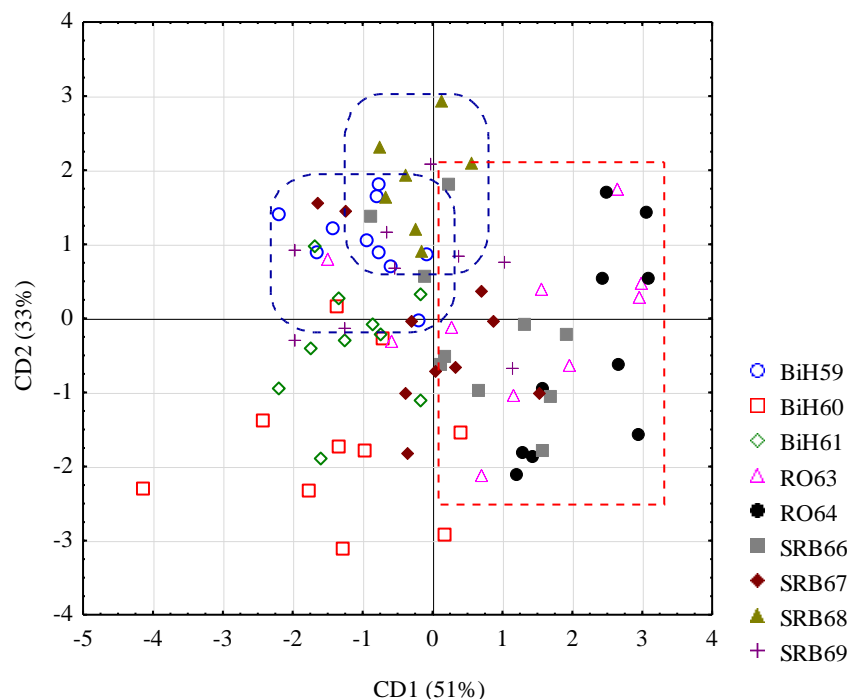
U Debelom Lugu, provenijencije starosti 5 godina su se statistički značajno odvajale po tri kanonijske diskriminantne ose (tabela 54). Prva osa je opisivala 51% varijabilnosti, druga je opisivala narednih 33% varijabilnosti, dok je treća osa opisivala 8% varijabilnosti (tabela 55). Razdvajanje provenijencija po CD1 najvećim delom je rezultat razlika u širini ćelija zatvaračica (-1.08830), na osnovu čega postoji odvajanje rumunskih provenijencija RO63 (17.32 μm) i RO64 (17.45 μm) od ostalih provenijencija. Odvajanju provenijencija po CD2 je najviše rezultat razlika u pogledu dužine ćelija zatvaračica (-0.825484). Najjasnije odvajanje provenijencija koje se uočava na grafikonu 30 jeste odvajanje provenijencija BiH59 ("Vranica-Bistrica") i SRB68 ("Fruška gora"). Navedene provenijencije su imale najmanje prosečne dužine ćelija zatvaračica koje su iznosile 21.58 μm i 20.33 μm , respektivno.

Tabela 54. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.435091	0.767683	0.140698	152.9687	40	0.000000
1	0.935932	0.695308	0.342613	83.5499	28	0.000000
2	0.223767	0.427610	0.663276	32.0240	18	0.021844
3	0.203795	0.411453	0.811695	16.2732	10	0.092075
4	0.023422	0.151280	0.977114	1.8058	4	0.771416

Tabela 55. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	-0.23405	0.157813	-0.69692	0.550891	0.441578
L _A	0.52606	-0.825484	-1.06413	-0.176051	-0.075210
W _B	-1.08830	-0.066980	0.46107	0.495086	-0.676246
L _a	-0.22654	0.008298	0.49914	-0.518377	1.022746
W _b	0.68672	-0.254918	0.40539	0.602836	0.296973
Eigenvalue	1.43509	0.935932	0.22377	0.203795	0.023422
Cum.Prop.	0.50854	0.840191	0.91948	0.991700	1.000000



Grafikon 30. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

U 2011. godini, na Fruškoj gori, provenijencije starosti 7 godina su se statistički značajno odvajale po tri kanonijski diskriminantne ose (tabela 56). Prva osa je opisivala 56% varijabilnosti (tabela 57). Razdvajanju provenijencija po ovoj osi najviše je doprinela dužina stomatalnog otvora. Ovo odvajanje objašnjava najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja iznosi 0.842622 (tabela 57). Sa grafikona 31 se vidi da je po CD1 postojalo odvajanje provenijencija SRB38 ("Kopaonik") i DE47 ("Schelklingen") u odnosu na provenijenciju HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski"). Provenijencija HR24 se karakterisala najvećom prosečnom vrednošću dužine stomatalnog otvora, dok su provenijencije SRB38 i DE47, imale najmanje prosečne vrednosti za dati parametar. Druga kanonijska osa je opisivala narednih 28% varijabilnosti. Razdvajanje provenijencija po ovoj osi je u najvećoj meri bio rezultat razlika u broju stoma po jedinici lisne površine (-0.895858). Kao posledica toga na grafikonu 31 se uočava odvajanje provenijencije BiH30 ("Tajan, Žepče") od provenijencija DE47 ("Schelklingen"), DE49 ("Hasbruch") i BiH32 ("Crni vrh,

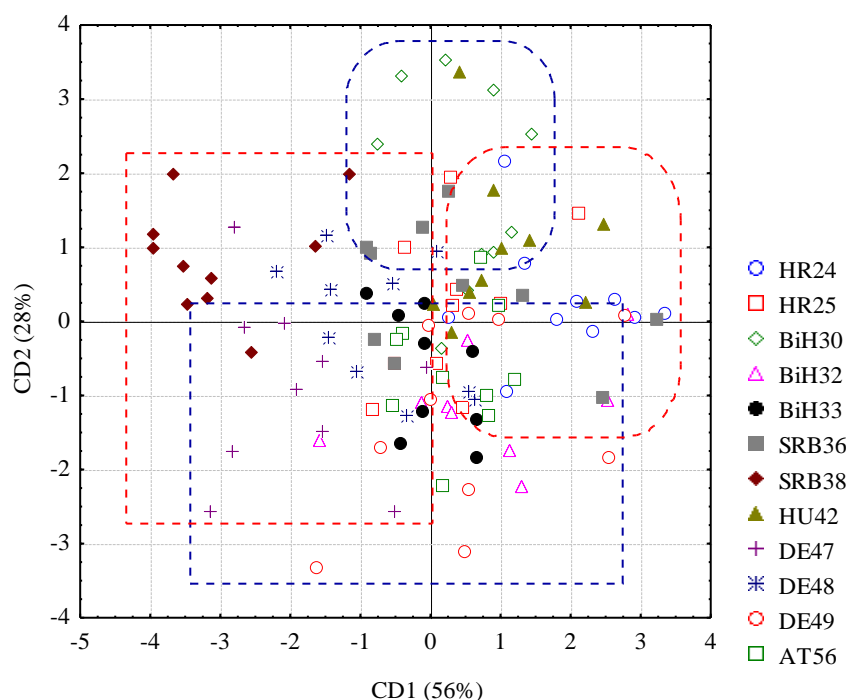
Tešanj"). Provenijencija BiH30 je imala najmanji broj stoma po mm², za razliku od preostale tri provenijencije koje su imale najveći broj stoma po mm².

Tabela 56. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.828273	0.804007	0.113989	235.6241	55	0.000000
1	0.928873	0.693947	0.322393	122.8203	40	0.000000
2	0.265598	0.458104	0.621855	51.5428	27	0.003005
3	0.214460	0.420225	0.787018	25.9862	16	0.054223
4	0.046242	0.210233	0.955802	4.9047	7	0.671595

Tabela 57. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
L _a	0.842622	-0.097759	-0.094518	-0.619060	0.210454
SD	-0.289043	-0.895858	0.061114	0.053618	0.385972
W _b	0.172134	-0.435357	-0.557086	0.468929	-0.739067
L _A	0.000071	-0.237671	1.257126	0.367116	-0.427082
W _B	0.180861	0.351235	-0.579694	0.390189	1.141643
Eigenvalue	1.828273	0.928873	0.265598	0.214460	0.046242
Cum.Prop.	0.556815	0.839711	0.920601	0.985917	1.000000



Grafikon 31. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

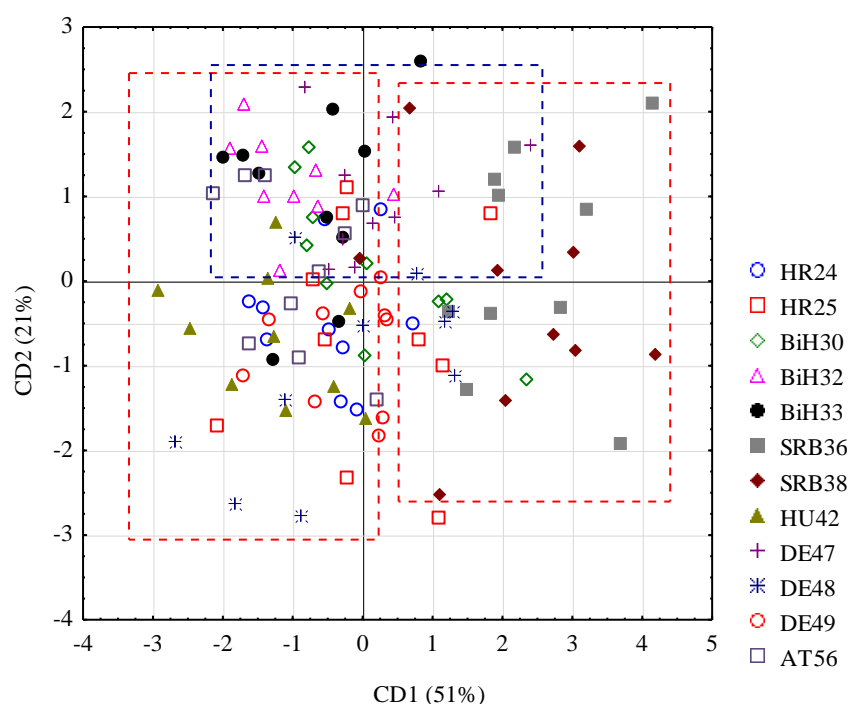
Posmatrano za lokalitet Debeli Lug, provenijencije starosti 7 godina su se statistički značajno odvajale po četiri kanonijske ose (tabela 58). Prva osa je opisivala 51% varijabilnosti, druga osa je opisivala 21%, dok je treća osa opisivala 20% varijabilnosti između provenijencija (tabela 59). Razdvajanju provenijencija po CD1 je najviše doprinela širina ćelija zatvaračica, s obzirom na apsolutnu vrednost standardizovanog koeficijenta za ovu osu (-1.09788). Po CD1 se uočava jasno odvajanje dve srpske provenijencije SRB36 ("Fruška gora") i SRB38 ("Kopaonik"), od ostatka provenijencija, što je bilo posledica najmanjih prosečnih vrednosti širine ćelija zatvaračica kod pomenutih provenijencija (grafikon 32). Odvajanju provenijencija po CD2 je najviše doprinela širina stomatalnog otvora (W_b) (-0.592834). Po ovoj osi se vidi da postoji odvajanje provenijencija DE47 ("Schelklingen") i BiH32 ("Tajan, Žepče") od ostalih provenijencija, s obzirom da su one imale najmanje prosečne vrednosti širine stomatalnog otvora.

Tabela 58. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.426407	0.766725	0.131840	221.8650	55	0.000000
1	0.589903	0.609123	0.319898	124.8030	40	0.000000
2	0.565868	0.601146	0.508607	74.0308	27	0.000003
3	0.182830	0.393153	0.796411	24.9266	16	0.071131
4	0.061550	0.240793	0.942019	6.5405	7	0.478238

Tabela 59. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	-0.36061	0.509931	-0.297482	0.777509	0.15166
L _A	-0.08487	-0.128007	0.775010	0.897996	-1.12605
W _B	-1.07309	0.175903	0.076716	-0.487854	0.32348
L _a	0.26604	-0.316110	-0.097017	0.000678	1.46776
W _b	0.07425	-0.592834	-0.874033	0.178440	-0.39782
Eigenvalue	1.42641	0.589903	0.565868	0.182830	0.06155
Cum.Prop.	0.50464	0.713345	0.913542	0.978224	1.00000



Grafikon 32. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

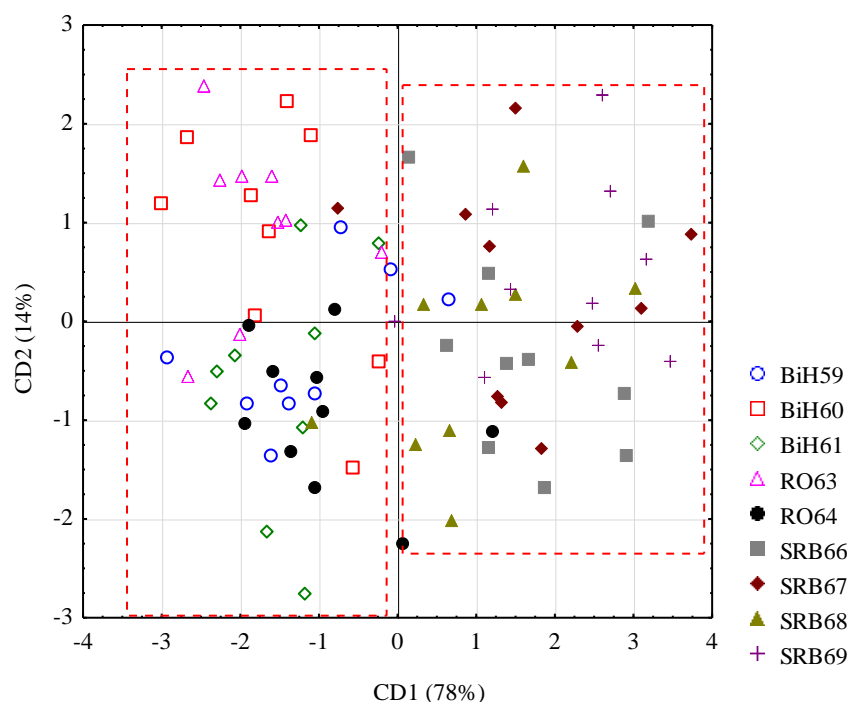
Kada se posmatraju rezultati CDA za mlađu grupu provenijencija na Fruškoj gori, u 2011. godini, vidi se da je statistički značajno odvajanje provenijencija postojalo po dve kanonijske ose (tabela 60). CD1 je opisivala 78% varijabilnosti između provenijencija i odvajanje istih po ovoj osi je bilo, u najvećoj meri, rezultat razlika u širini ćelija zatvaračica (-1.22591) (tabela 61). Iz grafikona 33 se vidi da je postojalo jasno razdvajanje dve grupe provenijencija, gde su se na jednoj strani ose nalazile srpske provenijencije, a na drugoj provenijencije iz Rumunije i Bosne i Hercegovine. Srpske provenijencije su se karakterisale najmanjim vrednostima širine ćelija zatvaračica, koja je kod svih provenijencija bila ispod proseka za lokalitet. Druga kanonijska osa je opisivala 14% varijabilnosti, i po njoj je odvajanje provenijencija bilo rezultat razlika u dužini stomatalnog otvora (1.11067). Usled velike heterogenosti individua unutar provenijencija, na grafiku se ne može jasno uočiti dobijeno razdvajanje po CD2 (grafikon 33).

Tabela 60. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	2.606825	0.850146	0.146410	149.8650	40	0.000000
1	0.439928	0.552739	0.528075	49.8044	28	0.006800
2	0.203994	0.411620	0.760389	21.3661	18	0.261346
3	0.071756	0.258750	0.915504	6.8858	10	0.736176
4	0.019163	0.137123	0.981197	1.4806	4	0.830078

Tabela 61. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	-0.56919	0.41365	-0.390202	0.672438	-0.221288
L _A	-0.23932	-0.55766	1.312108	0.847987	0.280084
W _B	-1.22591	0.24455	0.068277	-0.638204	0.094252
L _a	0.71783	1.11067	-0.616167	-0.444787	-0.994489
W _b	0.19734	-1.00276	-0.432584	0.369415	-0.489311
Eigenvalue	2.60683	0.43993	0.203994	0.071756	0.019163
Cum.Prop.	0.78010	0.91175	0.972792	0.994265	1.000000



Grafikon 33. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kao i u slučaju provenijencija na Fruškoj gori, i u Debelom Lugu je zabeleženo njihovo statistički značajno razdvajanje po dve kanonijske ose (tabela 62). Prva kanonijska osa je opisivala 45% varijabilnosti, a druga 27% (tabela 63). Odvajanju po CD1 je najviše doprinela širina ćelija zatvaračica, što objašnjava i najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja iznosi -1.16358. Po ovoj osi postoji jasno odvajanje provenijencije SRB66 ("Avala"), od bosanskih provenijencija BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova") i BiH60 ("Crni vrh"), s obzirom da se srpska provenijencija karakterisala najmanjom prosečnom vrednošću širine ćelija zatvaračica (grafikon 34). Razdvajanju provenijencija po CD2 su najviše doprineli prosečan broj stoma (-0.646859) i širina stomatalnog otvora (0.660139). Na grafiko postoji odvajanje provenijencija BiH59 ("Vranica-Bistrica") i SRB66 ("Avala"), na jednoj strani, od provenijencije SRB68 ("Fruška gora"), na drugoj strani. Provenijencije BiH59 i SRB66 su se karakterisale visokim prosečnim vrednostima širine stomatalnog otvora, kao i najmanjim brojem stoma po jedinici lisne površine. Za razliku od njih, provenijencija

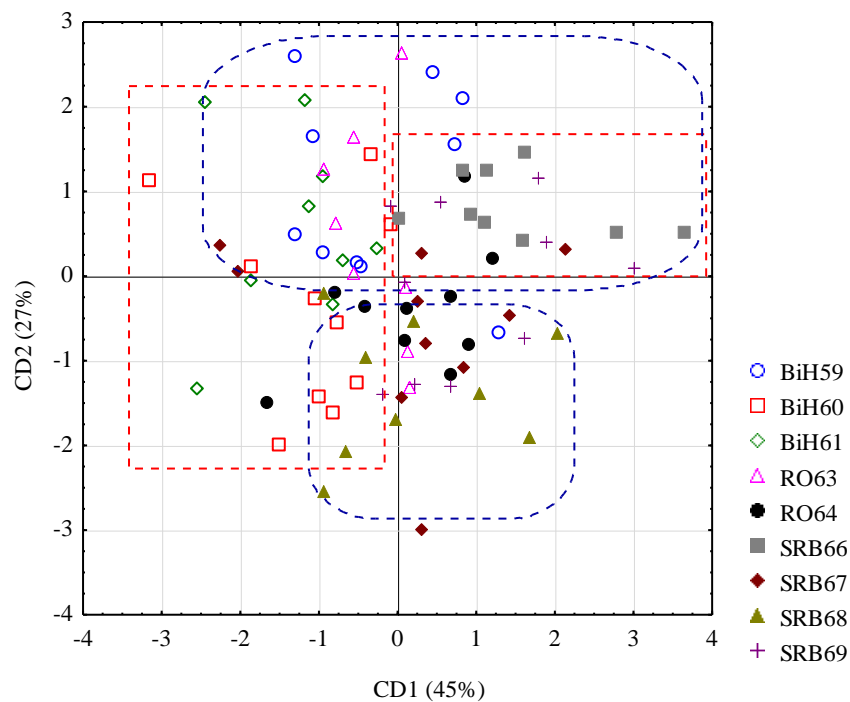
SRB68, je imala najmanju prosečnu širinu stomatalnog otvora, ali je zato bila drugo rangirana u pogledu prosečnog broja stoma po mm².

Tabela 62. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane stomatalne karakteristike kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Root removed	Eigenvalue	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.794309	0.665344	0.245596	108.1132	40	0.000000
1	0.589312	0.608931	0.440675	63.0975	28	0.000161
2	0.231020	0.433204	0.700370	27.4232	18	0.071392
3	0.110565	0.315528	0.862170	11.4193	10	0.325795
4	0.044391	0.206165	0.957496	3.3444	4	0.501930

Tabela 63. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5
SD	-0.39021	-0.646859	0.526349	0.452708	-0.113168
L _A	0.73798	-0.222076	0.410300	-0.722829	-0.979037
W _B	-1.16358	0.163035	0.366789	-0.372071	0.352611
L _a	0.27437	0.146489	0.421361	0.462732	1.309642
W _b	0.11098	0.660139	-0.201444	0.677160	-0.838883
Eigenvalue	0.79431	0.589312	0.231020	0.110565	0.044391
Cum.Prop.	0.44886	0.781885	0.912434	0.974915	1.000000



Grafikon 34. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti posmatranih stomatalnih karakteristika kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

6.3. Varijabilnost fizioloških karakteristika lista bukve u provenijeničnim testovima na Fruškoj gori i u Debelom Lugu

6.3.1. Neto fotosinteza, transpiracija, stomatalna provodljivost i efikasnost korišćenja vode

Najveće prosečne vrednosti neto fotosinteze zabeležene su kod provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($12.47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), "Crni vrh, Tešanj" ($11.25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Kopaonik" ($10.72 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). U Debelom Lugu, najviše prosečne vrednosti su registrovane kod dve srpske provenijencije: "Fruška gora" ($13.04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Kopaonik" ($12.59 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), i dve hrvatske provenijencije: "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($12.39 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Vrani kamen" ($11.59 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Što se tiče provenijencija sa najmanjim prosečnim vrednostima neto fotosinteze, na Fruškoj gori je

to bila austrijska provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf" ($7.88 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a u Debelom Lugu mađarska provenijencija "Valkonya" ($9.35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Najveći intenzitet transpiracije u provenijeničnom testu na Fruškoj gori je registrovan kod provenijencije "Crni vrh, Tešanj" ($2.95 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), dok je u Debelom Lugu, to bila provenijencija "Fruška gora" ($3.89 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Najmanju transpiraciju na Fruškoj gori je imala mađarska provenijencija "Valkonya" ($2.0 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). U Debelom Lugu najmanji intenzitet transpiracije je izmeren kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($2.55 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Istoj grupi homogenosti, zajedno sa hrvatskom provenijencijom, su pripadale i provenijencije "Hasbruch" i "Scharnstein, Mitterndorf".

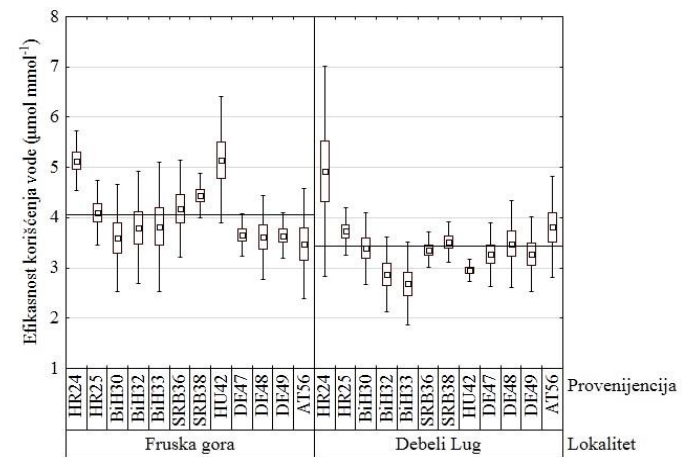
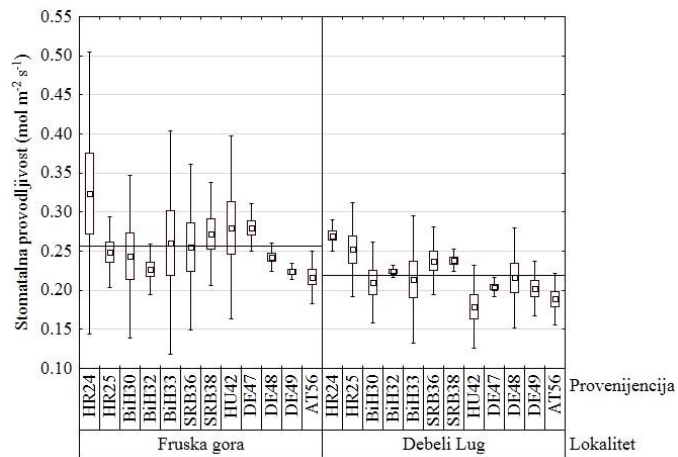
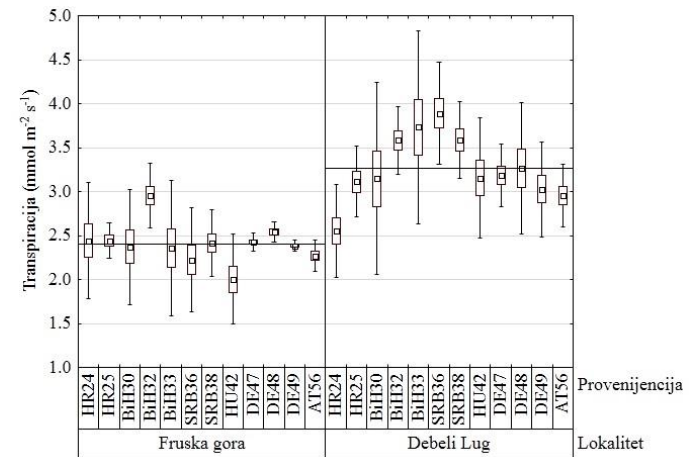
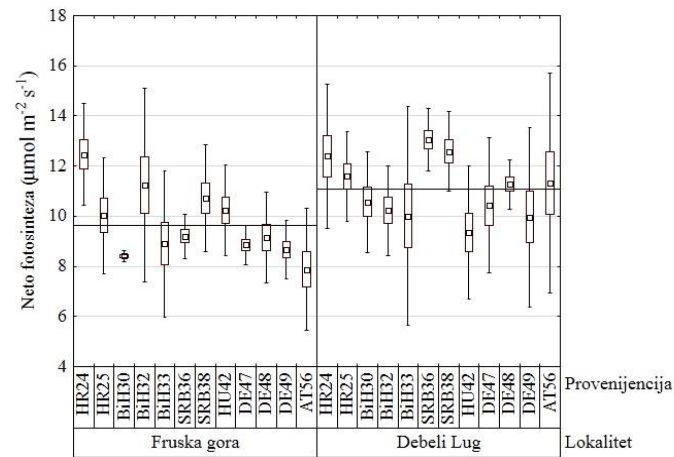
Najveće prosečne vrednosti stomatalne provodljivosti (g_s), na oba lokaliteta, su zabeležene kod hrvatske provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($\bar{x}_{FG}=0.324 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=0.27 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Najmanje vrednosti g_s su na Fruškoj gori utvrđene kod provenijencija "Hasbruch" ($0.224 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Scharnstein, Mitterndorf" ($0.217 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), koje su pripadale istoj grupi homogenosti. U Debelom Lugu, najmanju prosečnu vrednost g_s je imala provenijencija "Valkonya" ($0.179 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Najveće prosečne vrednosti efikasnosti korišćenja vode, na Fruškoj gori, su zabeležene kod provenijencija "Valkonya" ($5.15 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) i "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($5.13 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), koje su pripadale istoj grupi homogenosti. U Debelom Lugu, najveću prosečnu vrednost WUE je imala provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($4.93 \mu\text{mol mmol}^{-1}$).

Tabela 64. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	A				E				gs				WUE			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	12.47 <i>a</i>	8.10	12.39 <i>abc</i>	11.61	2.44 <i>b</i>	13.47	2.55 <i>e</i>	10.36	0.324 <i>a</i>	27.86	0.270 <i>a</i>	3.70	5.13 <i>a</i>	5.84	4.93 <i>a</i>	21.20
Vrani kamen (HR25)	10.03 <i>bcde</i>	11.56	11.59 <i>abcd</i>	7.71	2.44 <i>b</i>	4.15	3.11 <i>cd</i>	6.48	0.249 <i>ab</i>	9.04	0.252 <i>ab</i>	11.98	4.10 <i>bc</i>	7.90	3.73 <i>b</i>	6.37
Tajan, Žepče (BiH30)	8.42 <i>ef</i>	1.34	10.56 <i>bcd</i>	9.55	2.37 <i>bc</i>	13.80	3.15 <i>cd</i>	17.32	0.243 <i>ab</i>	21.34	0.210 <i>cde</i>	12.45	3.60 <i>c</i>	14.87	3.39 <i>bcd</i>	10.53
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	11.25 <i>ab</i>	17.20	10.23 <i>cd</i>	8.73	2.95 <i>a</i>	6.17	3.58 <i>abc</i>	5.36	0.227 <i>b</i>	7.08	0.224 <i>bcd</i>	1.79	3.80 <i>bc</i>	14.67	2.87 <i>de</i>	13.08
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	8.90 <i>def</i>	16.33	10.01 <i>d</i>	21.82	2.36 <i>bc</i>	16.36	3.73 <i>ab</i>	14.73	0.261 <i>ab</i>	27.41	0.214 <i>cde</i>	19.08	3.82 <i>bc</i>	16.91	2.68 <i>e</i>	15.33
Fruška gora (SRB36)	9.20 <i>cdef</i>	4.86	13.04 <i>a</i>	4.75	2.22 <i>bc</i>	13.24	3.89 <i>a</i>	7.42	0.255 <i>ab</i>	20.86	0.237 <i>abc</i>	9.09	4.18 <i>bc</i>	11.62	3.36 <i>bcd</i>	5.30
Kopaonik (SRB38)	10.72 <i>abc</i>	9.93	12.59 <i>ab</i>	6.34	2.41 <i>bc</i>	7.81	3.59 <i>abc</i>	6.08	0.272 <i>ab</i>	12.15	0.238 <i>abc</i>	3.03	4.44 <i>ab</i>	5.05	3.51 <i>bc</i>	5.68
Valkonya (HU42)	10.24 <i>bcd</i>	8.87	9.35 <i>d</i>	14.25	2.00 <i>c</i>	12.78	3.16 <i>cd</i>	10.80	0.280 <i>ab</i>	20.86	0.179 <i>e</i>	14.91	5.15 <i>a</i>	12.19	2.96 <i>cde</i>	3.74
Schelklingen (DE47)	8.86 <i>def</i>	4.45	10.43 <i>bcd</i>	12.89	2.43 <i>b</i>	2.02	3.18 <i>bcd</i>	5.63	0.280 <i>ab</i>	5.39	0.204 <i>cde</i>	2.94	3.66 <i>c</i>	5.72	3.27 <i>bcd</i>	9.63
Höllerbach (DE48)	9.15 <i>cdef</i>	9.95	11.27 <i>abcd</i>	4.33	2.54 <i>b</i>	2.23	3.27 <i>bcd</i>	11.43	0.243 <i>ab</i>	3.72	0.216 <i>cde</i>	14.90	3.61 <i>c</i>	11.51	3.48 <i>bc</i>	12.44
Hasbruch (DE49)	8.67 <i>def</i>	6.64	9.97 <i>d</i>	18.01	2.38 <i>bc</i>	1.31	3.03 <i>de</i>	8.92	0.224 <i>b</i>	2.36	0.202 <i>cde</i>	8.63	3.64 <i>c</i>	6.23	3.28 <i>bcd</i>	11.43
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	7.88 <i>f</i>	15.42	11.32 <i>abcd</i>	19.32	2.27 <i>bc</i>	3.91	2.95 <i>de</i>	6.00	0.217 <i>b</i>	7.85	0.189 <i>ed</i>	8.89	3.48 <i>c</i>	15.82	3.81 <i>b</i>	13.18
Prosečno za lokalitet	9.65	9.55	11.06	11.61	2.40	8.10	3.27	9.21	0.256	13.83	0.22	9.28	4.05	10.69	3.44	10.66

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), A – neto fotosinteza ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), E – transpiracija ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), gs – stomatalna provodljivost ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), WUE – efikasnost korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$).



Grafikon 35. Varijabilnost: a) neto fotosinteze ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), b) intenziteta transpiracije ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), c) stomatalne provodljivosti ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i d) efikasnosti korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$) kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Suprotno ovim provenijencijama, najmanja vrednost efikasnosti korišćenja vode je konstatovana kod provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf" ($3.48 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" ($2.68 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) u Debelom Lugu.

Kada se posmatraju rezultati merenja kod provenijencija starosti 5 godina, primećuje se da su na oba lokaliteta najviše prosečne vrednosti neto fotosinteze registrovane kod srpske provenijencije "Avala" ($\bar{x}_{FG}=11.41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=11.41 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i rumunske provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($\bar{x}_{FG}=10.71 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=11.35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (tabela 65). Najniže prosečne vrednosti neto fotosinteze su imale srpske provenijencije "Boranja" ($8.91 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), na Fruškoj gori, i "Cer" ($9.60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) u Debelom Lugu. Takođe, po nižim vrednostima A , na oba lokaliteta, su se izdvojile provenijencije "Fruška gora" ($\bar{x}_{FG}=9.60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=9.70 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Crni vrh" ($\bar{x}_{FG}=9.22 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=9.93 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Najveće i najmanje prosečne vrednosti intenziteta transpiracije, kod sadnica starosti 5. godina, na Fruškoj gori, su zabeležene kod srpskih provenijencija "Avala" ($3.96 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Fruška gora" ($2.13 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). U Debelom Lugu najveću transpiraciju je imala provenijencija iz Bosne i Hercegovine - "Vranica-Bistrica" ($3.45 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), dok su najmanje vrednosti zabeležene kod provenijencija "Cer" ($2.65 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Grmeč, Bastra-Corkova" ($2.72 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), koje su i pripadale istoj grupi homogenosti.

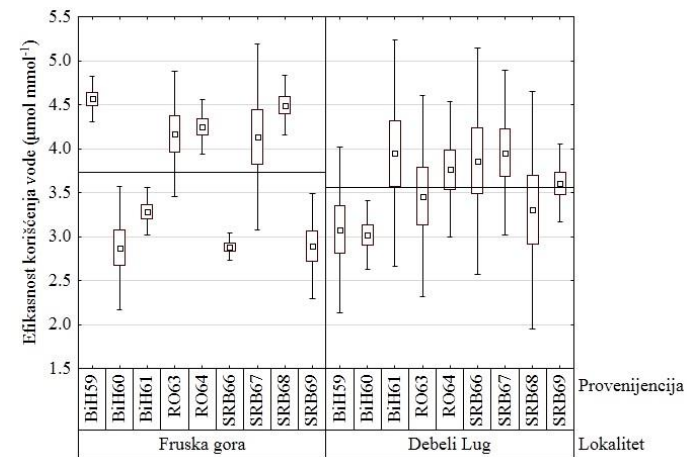
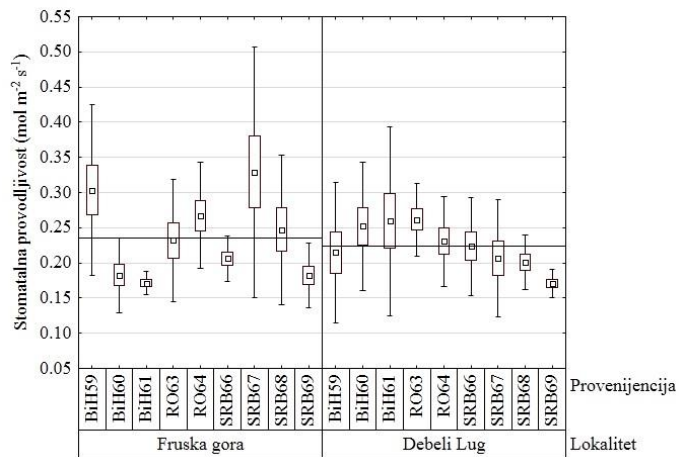
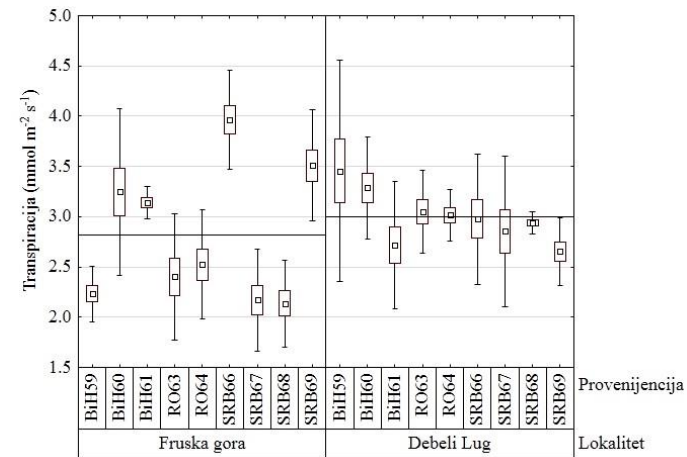
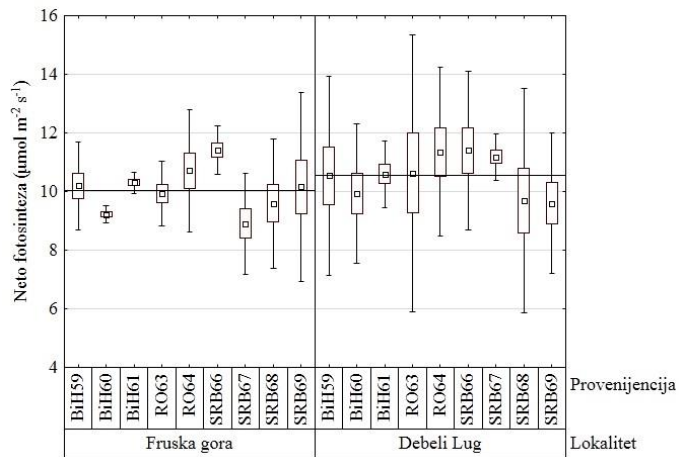
Stomatalna provodljivost je na Fruškoj gori bila najveća kod provenijencije "Boranja" ($0.329 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" ($0.261 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Obrnuto, najmanje prosečne vrednosti g_s su imale provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($0.171 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), na Fruškoj gori, i "Cer" ($0.171 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), u Debelom Lugu.

Najveća vrednost efikasnosti korišćenja vode, na Fruškoj gori, je utvrđena kod provenijencije "Vranica-Bistrica" ($4.57 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), koji je zajedno sa još četiri provenijencija ("Fruška gora", "Alba-Iulia, U.P.V/154A", "Alesd, U.P.II/51A" i "Boranja") činila prvu grupu homogenosti. Drugu grupu homogenosti su činile preostale četiri provenijencije. Najmanja WUE na oba lokaliteta je utvrđena kod provenijencije "Crni Vrh" ($\bar{x}_{FG}=2.87 \mu\text{mol mmol}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=3.02 \mu\text{mol mmol}^{-1}$).

Tabela 65. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	A				E				gs				WUE			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	10.19 <i>abc</i>	7.33	10.54 <i>a</i>	16.07	2.23 <i>c</i>	6.22	3.45 <i>a</i>	15.94	0.303 <i>ab</i>	19.97	0.215 <i>ab</i>	23.28	4.57 <i>a</i>	2.84	3.08 <i>b</i>	15.27
Crni vrh (BiH60)	9.22 <i>c</i>	1.52	9.93 <i>a</i>	12.00	3.25 <i>b</i>	12.77	3.29 <i>ab</i>	7.74	0.183 <i>de</i>	14.58	0.252 <i>a</i>	18.15	2.87 <i>b</i>	12.19	3.02 <i>b</i>	6.39
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	10.30 <i>abc</i>	1.75	10.59 <i>a</i>	5.34	3.14 <i>b</i>	2.60	2.72 <i>c</i>	11.68	0.171 <i>e</i>	4.72	0.259 <i>a</i>	25.95	3.28 <i>b</i>	4.12	3.95 <i>a</i>	16.32
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	9.93 <i>bc</i>	5.49	10.63 <i>a</i>	22.23	2.40 <i>c</i>	13.15	3.05 <i>abc</i>	6.76	0.232 <i>bcd</i>	18.71	0.261 <i>a</i>	9.96	4.17 <i>a</i>	8.57	3.46 <i>ab</i>	16.46
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	10.71 <i>ab</i>	9.75	11.35 <i>a</i>	12.65	2.52 <i>c</i>	10.76	3.01 <i>abc</i>	4.22	0.267 <i>abc</i>	14.16	0.231 <i>a</i>	13.91	4.25 <i>a</i>	3.63	3.76 <i>ab</i>	10.21
Avala (SRB66)	11.41 <i>a</i>	3.62	11.41 <i>a</i>	11.88	3.96 <i>a</i>	6.17	2.98 <i>abc</i>	10.88	0.206 <i>cde</i>	7.71	0.223 <i>ab</i>	15.67	2.88 <i>b</i>	2.70	3.86 <i>ab</i>	16.68
Boranja (SRB67)	8.91 <i>c</i>	9.70	11.18 <i>a</i>	3.53	2.17 <i>c</i>	11.78	2.86 <i>bc</i>	13.11	0.329 <i>a</i>	27.02	0.207 <i>ab</i>	20.17	4.13 <i>a</i>	12.84	3.95 <i>a</i>	11.82
Fruška gora (SRB68)	9.60 <i>bc</i>	11.52	9.70 <i>a</i>	19.69	2.13 <i>c</i>	10.21	2.94 <i>abc</i>	1.95	0.247 <i>abc</i>	21.49	0.201 <i>ab</i>	9.65	4.49 <i>a</i>	3.81	3.30 <i>ab</i>	20.46
Cer (SRB69)	10.16 <i>abc</i>	15.80	9.60 <i>a</i>	12.54	3.51 <i>ab</i>	7.87	2.65 <i>c</i>	6.31	0.182 <i>de</i>	12.67	0.171 <i>b</i>	5.78	2.89 <i>b</i>	10.36	3.61 <i>ab</i>	6.10
Prosečno za lokalitet	10.05	7.39	10.55	12.88	2.81	9.06	2.99	8.73	0.236	15.67	0.22	15.84	3.73	6.78	3.55	13.30

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), A – neto fotosinteza ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), E – transpiracija ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), gs – stomatalna provodljivost ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), WUE – efikasnost korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$).



Grafikon 36. Varijabilnost: a) neto fotosinteze ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), b) intenziteta transpiracije ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), c) stomatalne provodljivosti ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i d) efikasnosti korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$) kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Tokom 2011. godine došlo je do promene ranga provenijencija, kako kod biljaka starosti 7 godina, tako i kod onih godinu dana mladih. Takođe, kod većine provenijencija su zabeležene niže prosečne vrednosti neto fotosinteze u poređenju sa prethodnom godinom. To je posebno evidentno u Debelom Lugu, gde je u poređenju sa 2010. godinom neto fotosinteza bila manja za oko 13%. Na Fruškoj gori, ta razlika je bila manje izražena i iznosila je oko 6.5%. Smanjenje neto fotosinteze je najviše došlo do izražaja u Debelom Lugu kod provenijencije "Fruška gora (SRB36)". Prosečna vrednost neto fotosinteze kod ove provenijencije je bila manja za oko 40%. To je rezultiralo time da provenijencija "Fruška gora (SRB36)", iako najbolja u 2010.-oj, padne na poslednje mesto u 2011. godini. Ista provenijencije je, takođe, pokazala nisku prosečnu vrednost neto fotosinteze i u provenijeničnom testu na Fruškoj gori, gde je niža A zabeležena samo kod austrijske provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf". Ako se posmatra poredak provenijencija u 2010. i 2011. godini, primećuje se da je na oba lokaliteta, kod provenijencija obe starosti, došlo do izdvajanja pojedinih provenijencija čije su prosečne vrednosti neto fotosinteze bile među najvišim. Uzimajući u obzir samo provenijencije starosti 7 godina, na Fruškoj gori to su bile provenijencije "Crni vrh, Tešanj" i "Sjeverni Dilj Čaglinski". Ako se zanemari provenijencija "Fruška gora", koja se, u 2011. godini, pokazala slabom na oba lokaliteta, u Debelom Lugu su po najvišim vrednostima A, tokom obe godine merenja izdvojile provenijencije "Kopaonik" i "Sjeverni Dilj Čaglinski". Najniža prosečna vrednost neto fotosinteze na Fruškoj gori je ponovo registrovana kod austrijske provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf".

U pogledu intenziteta transpiracije, poređenje rezultata iz 2010. i 2011. godine je, kao i u slučaju neto fotosinteze, pokazalo da su u 2011. godini prosečne vrednosti transpiracije bile manje u poređenju sa istim iz 2010. godine.

Kada se posmatraju starije grupe provenijencija, na Fruškoj gori su se po najvećim prosečnim vrednostima E , kao i tokom 2010. godine, izdvojile četiri provenijencije: "Crni vrh, Tešanj", "Höllerbach", "Vrani kamen" i "Sjeverni Dilj Čaglinski". Mađarska provenijencija "Valkonya" je tokom obe godine istraživanja imala najmanji intenzitet transpiracije. Takođe, na Fruškoj gori je došlo do jasnog izdvajanja šest provenijencija, koje su se karakterisale najmanjim vrednostima E , i njihovog izdvajanja u zasebnu grupu homogenosti. U Debelom Lugu, kod starijih sadnica, takođe, nije bilo značajnih promena u pogledu provenijencija koje su tokom istraživanja

pokazale najveći, odnosno najmanji intenzitet transpiracija. Sa izuzetkom provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf", koja je tokom 2011. godine imala najveću E , odnosno provenijencije "Fruška gora", koja je imala najvišu E tokom 2010. godine, konstantno visoke prosečne vrednosti transpiracije tokom obe godine su registrovane kod tri provenijencije: "Crni vrh, Tešanj", "Grmeč, Bosanska Krupa" i "Kopaonik". Provenijencija sa najmanjim intenzitetom E , tokom obe godine, je bila provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski".

Stomatalna provodljivost kod biljaka je, kao i u slučaju neto fotosinteze i transpiracije, bila niža tokom 2011. godine. U provenijeničnom testu na Fruškoj gori, kod biljaka starosti 7 godina, stomatalna provodljivost je bila najveća kod provenijencija "Crni vrh, Tešanj" ($0.197 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($0.187 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), koje su pripadale istoj grupi homogenosti. Na drugoj strani, najmanja g_s je, kao i tokom 2010. godine, registrovana kod provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf" ($0.147 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Najveće vrednosti g_s , u Debelom Lugu, tokom 2011. godine su, kao i godinu dana ranije, zabeležene kod hrvatskih provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($0.225 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i "Vrani kamen" ($0.187 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Najmanju g_s , kod provenijencija starosti 7. godina, u Debelom Lugu, imala je provenijencija "Fruška gora" ($0.143 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

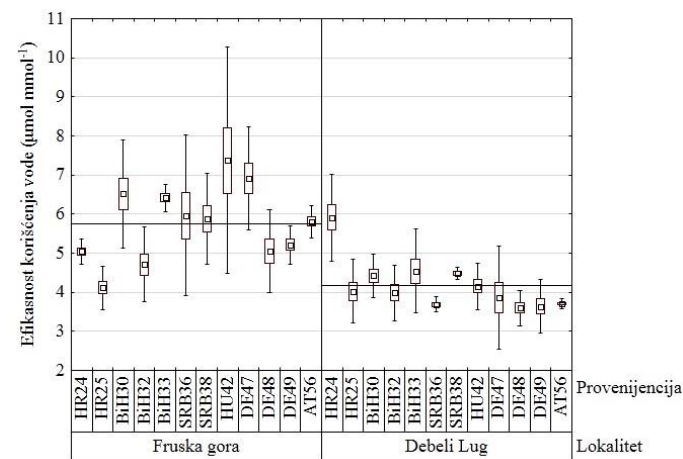
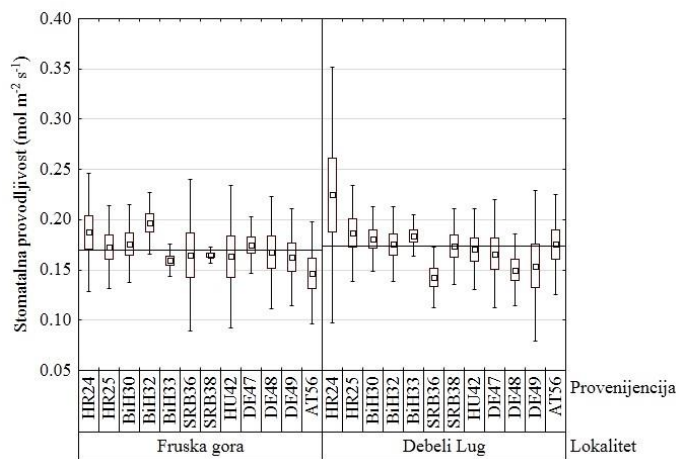
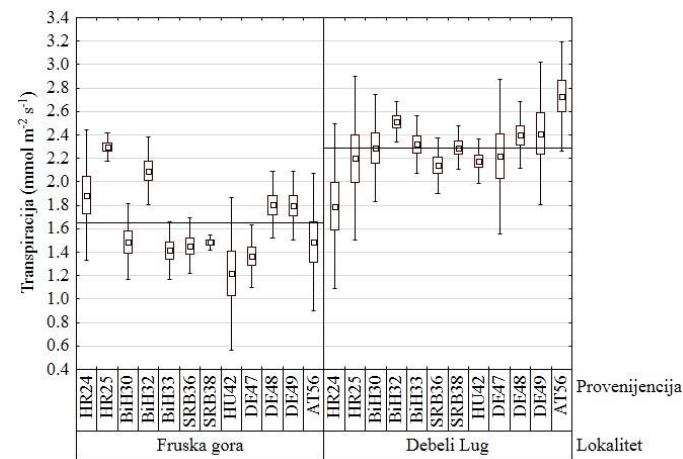
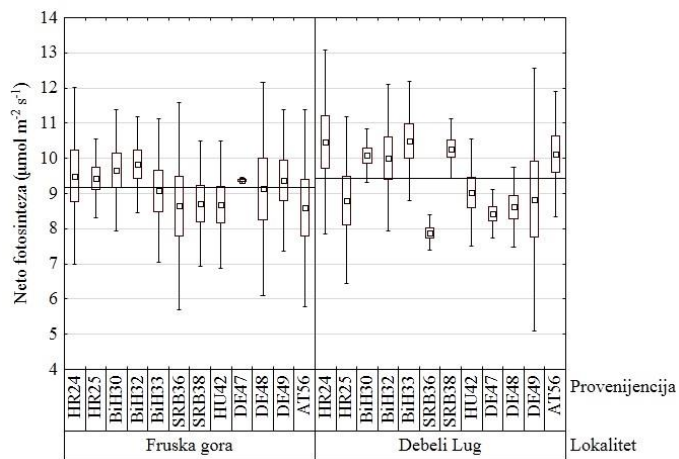
U pogledu efikasnost korišćenja vode, nakon obrade rezultata merenja, obavljenih tokom 2011. godine, i poređenja istih sa rezultatima merenja iz 2010. godine, dolazi se do zaključka da se kod starije grupe provenijencija, po najvišim vrednostima ovog parametra, na oba lokaliteta izdvojila po jedna provenijencija – "Valkonya" na Fruškoj gori, i "Sjeverni Dilj Čaglinski" u Debelom Lugu. Tokom 2011. godine, najniža vrednost WUE , na Fruškoj gori, je registrovana kod provenijencije "Vrani kamen" ($4.11 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Höllerbach" ($3.60 \mu\text{mol mmol}^{-1}$).

Kod provenijencije starosti 6 godina, najviše prosečne vrednosti neto fotosinteze, na lokalitetu Fruška gora, su registrovane kod rumunske provenijencije "Alesd, U.P.II/51A" ($10.47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i srpskih provenijencija "Avala" ($10.17 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i "Fruška gora" ($10.16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Provenijencija sa najnižom prosečnom vrednošću neto fotosinteze je, kao i u prethodnoj godini, bila provenijencija "Boranja" ($7.62 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Tabela 66. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	A				E				gs				WUE			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	9.50 <i>a</i>	13.25	10.47 <i>a</i>	12.54	1.89 <i>bc</i>	14.70	1.79 <i>c</i>	19.53	0.187 <i>a</i>	15.63	0.225 <i>a</i>	28.30	5.04 <i>cd</i>	3.15	5.91 <i>a</i>	9.44
Vrani kamen (HR25)	9.43 <i>a</i>	5.89	8.81 <i>bcd</i>	13.45	2.29 <i>a</i>	2.65	2.20 <i>bc</i>	15.85	0.173 <i>ab</i>	11.83	0.187 <i>ab</i>	12.78	4.11 <i>e</i>	6.71	4.03 <i>bcd</i>	10.06
Tajan, Žepče (BiH30)	9.66 <i>a</i>	8.97	10.08 <i>abc</i>	3.77	1.49 <i>e</i>	10.90	2.29 <i>b</i>	9.97	0.176 <i>ab</i>	10.96	0.181 <i>ab</i>	8.95	6.52 <i>ab</i>	10.64	4.42 <i>bc</i>	6.25
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	9.83 <i>a</i>	6.95	10.02 <i>abc</i>	10.45	2.09 <i>ab</i>	6.95	2.51 <i>ab</i>	3.47	0.197 <i>a</i>	7.77	0.175 <i>ab</i>	10.60	4.71 <i>d</i>	10.08	3.99 <i>bcd</i>	8.95
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	9.08 <i>a</i>	11.21	10.49 <i>a</i>	8.04	1.41 <i>e</i>	8.59	2.32 <i>b</i>	5.28	0.159 <i>ab</i>	5.07	0.184 <i>ab</i>	5.65	6.41 <i>ab</i>	2.78	4.54 <i>b</i>	11.79
Fruška gora (SRB36)	8.64 <i>a</i>	17.00	7.89 <i>d</i>	3.24	1.45 <i>e</i>	8.19	2.14 <i>bc</i>	5.53	0.165 <i>ab</i>	22.86	0.143 <i>b</i>	10.52	5.96 <i>bc</i>	17.21	3.69 <i>d</i>	2.66
Kopaonik (SRB38)	8.72 <i>a</i>	10.23	10.27 <i>ab</i>	4.13	1.48 <i>e</i>	2.10	2.29 <i>b</i>	4.10	0.165 <i>ab</i>	2.53	0.173 <i>ab</i>	10.97	5.88 <i>bc</i>	9.92	4.48 <i>b</i>	1.77
Valkonya (HU42)	8.69 <i>a</i>	10.46	9.03 <i>abcd</i>	8.38	1.22 <i>e</i>	26.88	2.18 <i>bc</i>	4.34	0.163 <i>ab</i>	21.64	0.171 <i>ab</i>	11.74	7.38 <i>a</i>	19.65	4.15 <i>bcd</i>	7.17
Schelklingen (DE47)	9.38 <i>a</i>	0.47	8.43 <i>d</i>	4.13	1.37 <i>e</i>	9.70	2.22 <i>bc</i>	14.85	0.175 <i>ab</i>	8.04	0.166 <i>b</i>	16.21	6.91 <i>ab</i>	9.50	3.87 <i>cd</i>	17.12
Höllerbach (DE48)	9.13 <i>a</i>	16.56	8.62 <i>cd</i>	6.59	1.80 <i>c</i>	7.85	2.40 <i>ab</i>	5.90	0.167 <i>ab</i>	16.58	0.150 <i>b</i>	12.00	5.04 <i>cd</i>	10.49	3.60 <i>d</i>	6.25
Hasbruch (DE49)	9.37 <i>a</i>	10.75	8.84 <i>bcd</i>	21.16	1.80 <i>cd</i>	8.16	2.41 <i>ab</i>	12.59	0.163 <i>ab</i>	14.87	0.154 <i>b</i>	24.33	5.21 <i>cd</i>	4.73	3.64 <i>d</i>	9.47
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	8.60 <i>a</i>	16.30	10.12 <i>abc</i>	8.74	1.49 <i>de</i>	19.73	2.73 <i>a</i>	8.50	0.147 <i>b</i>	17.32	0.175 <i>ab</i>	14.17	5.81 <i>bc</i>	3.54	3.71 <i>d</i>	1.71
Prosečno za lokalitet	9.17	10.67	9.42	8.72	1.65	10.53	2.29	9.16	0.170	12.93	0.170	13.85	5.75	9.03	4.17	7.72

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), A – neto fotosinteza ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), E – transpiracija ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), gs – stomatalna provodljivost ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), WUE – efikasnost korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$).



Grafikon 37. Varijabilnost: a) neto fotosinteze ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), b) intenziteta transpiracije ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), c) stomatalne provodljivosti ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i d) efikasnosti korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$) kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

U Debelom Lugu je došlo do zanimljive rotacije u poretku provenijencija. Naime, srpske provenijencije "Fruška gora" i "Cer", kod kojih su tokom 2010. godine bile zabeležene najmanje prosečne vrednosti neto fotosinteze, su se u 2011. godini karakterisale najvišim vrednostima neto fotosinteze ($\bar{x}_{\text{Fruška gora}}=9.97 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; $\bar{x}_{\text{Cer}}=10.15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Najniže prosečne vrednosti ovog parametra, u Debelom Lugu, su imale provenijencije "Crni vrh" ($8.71 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($8.16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Transpiracija je u 2011. godine, na Fruškoj gori, bila najveća kod provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($2.02 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), "Avala" ($1.96 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i "Grmeč, Bastra-Corkova" ($1.93 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Najniže vrednost E su izmerene kod provenijencije "Boranja" ($1.38 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), koja je i tokom 2010. godine pripadala poslednjoj grupi homogenosti. U Debelom Lugu, najviša prosečna vrednost transpiracije je zabeležena kod bosanske provenijencije "Crni vrh" ($2.62 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), dok je najniža prosečna vrednost E bila kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($1.41 \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

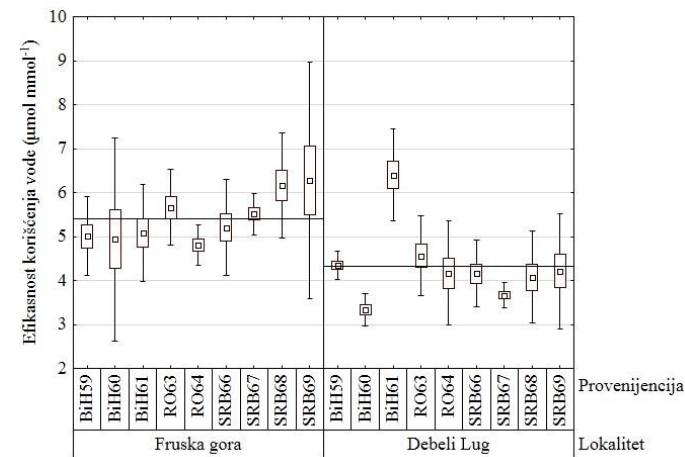
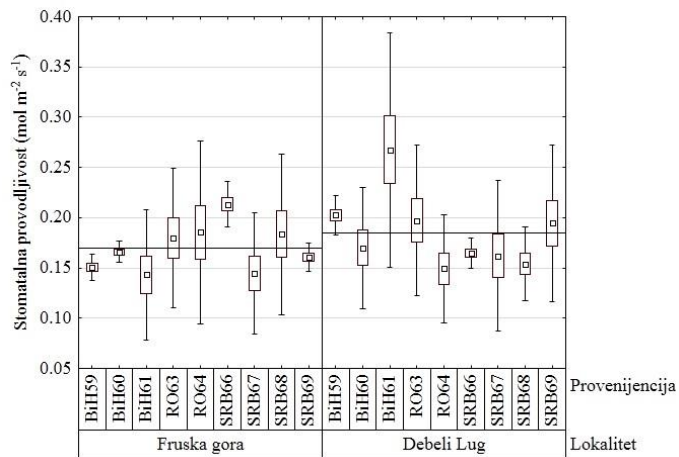
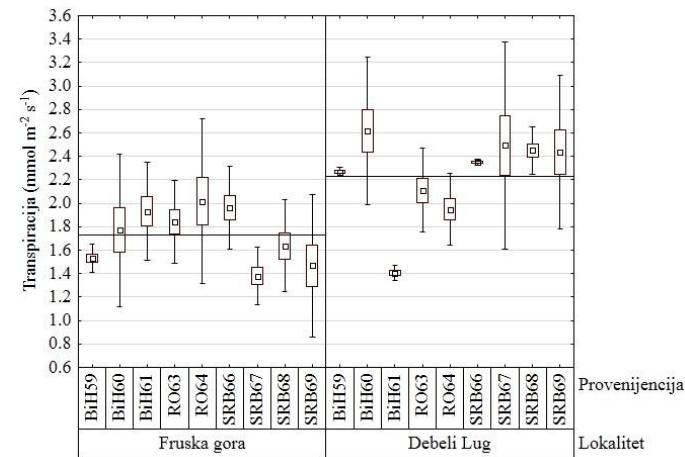
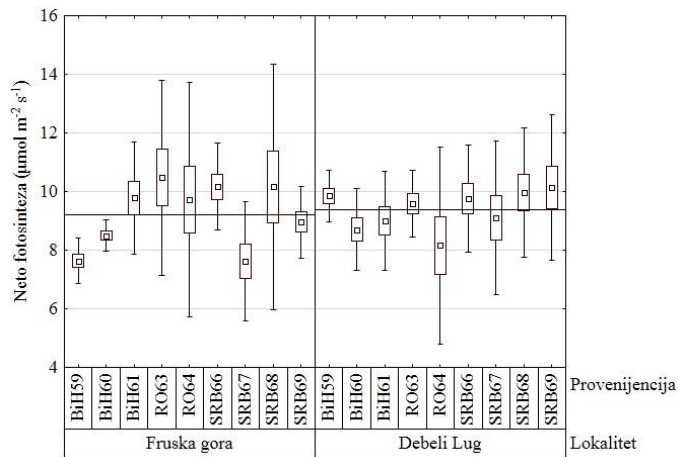
Najveća prosečna vrednost stomatalne provodljivosti, na Fruškoj gori, kod sadnica starosti 6 godina, je utvrđena kod provenijencije "Avala" ($0.213 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), dok je najmanja registrovana kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($0.143 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), koja je imala najmanju g_s i prilikom merenja iz 2010. godine. Suprotno rezultatima sa Fruške gore, u Debelom Lugu je najveća g_s konstatovana kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($0.267 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Takođe, i tokom 2010. godine, ova provenijencija je pripadala prvoj grupi homogenosti. Najmanja g_s u Debelom Lugu je zabeležena kod provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($0.149 \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Najveću prosečnu vrednost efikasnosti korišćenja vode, na Fruškoj gori, je imala srpska provenijencija "Cer" ($6.28 \mu\text{mol mmol}^{-1}$). S obzirom da su LSD testom, na Fruškoj gori, formirane svega dve grupe homogenosti, može se reći da se ova provenijencija statistički značajno razlikovala samo od provenijencija "Crni Vrh" i "Alba-Iulia, U.P.V/154A". Najveća vrednost WUE u Debelom Lugu je, kao i godinu dana ranije, registrovana kod bosanske provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($6.40 \mu\text{mol mmol}^{-1}$), koja je jedina činila prvu grupu homogenosti.

Tabela 67. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	A				E				gs				WUE			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	7.64 <i>bc</i>	5.10	9.85 <i>ab</i>	4.40	1.53 <i>bc</i>	3.91	2.27 <i>abc</i>	0.91	0.151 <i>b</i>	4.27	0.203 <i>ab</i>	4.87	5.00 <i>ab</i>	8.93	4.34 <i>b</i>	3.67
Crni vrh (BiH60)	8.49 <i>abc</i>	3.13	8.71 <i>ab</i>	7.95	1.77 <i>abc</i>	18.37	2.62 <i>a</i>	11.98	0.166 <i>ab</i>	3.19	0.170 <i>bc</i>	17.76	4.93 <i>b</i>	23.45	3.34 <i>d</i>	5.63
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	9.78 <i>a</i>	9.82	9.00 <i>ab</i>	9.47	1.93 <i>a</i>	10.86	1.41 <i>d</i>	2.39	0.143 <i>b</i>	22.69	0.267 <i>a</i>	21.80	5.08 <i>ab</i>	10.91	6.40 <i>a</i>	8.24
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	10.47 <i>a</i>	15.95	9.59 <i>ab</i>	6.00	1.84 <i>ab</i>	9.59	2.11 <i>bc</i>	8.44	0.180 <i>ab</i>	19.28	0.197 <i>abc</i>	19.08	5.66 <i>ab</i>	7.62	4.56 <i>b</i>	9.84
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	9.73 <i>ab</i>	20.51	8.16 <i>b</i>	20.56	2.02 <i>a</i>	17.39	1.95 <i>cd</i>	7.89	0.185 <i>ab</i>	24.47	0.149 <i>c</i>	18.08	4.80 <i>b</i>	4.73	4.17 <i>bc</i>	14.21
Avala (SRB66)	10.17 <i>a</i>	7.32	9.77 <i>ab</i>	9.31	1.96 <i>a</i>	8.90	2.35 <i>abc</i>	0.49	0.213 <i>a</i>	5.33	0.165 <i>bc</i>	4.60	5.20 <i>ab</i>	10.45	4.16 <i>bc</i>	9.15
Boranja (SRB67)	7.62 <i>c</i>	13.33	9.10 <i>ab</i>	14.40	1.38 <i>c</i>	8.94	2.49 <i>a</i>	17.75	0.145 <i>b</i>	20.75	0.162 <i>bc</i>	23.06	5.51 <i>ab</i>	4.37	3.66 <i>cd</i>	3.92
Fruška gora (SRB68)	10.16 <i>a</i>	20.67	9.97 <i>a</i>	11.04	1.64 <i>abc</i>	12.01	2.45 <i>ab</i>	4.11	0.183 <i>ab</i>	21.85	0.154 <i>bc</i>	11.90	6.16 <i>a</i>	9.67	4.07 <i>bc</i>	12.80
Cer (SRB69)	8.96 <i>abc</i>	6.84	10.15 <i>a</i>	12.28	1.47 <i>bc</i>	20.67	2.43 <i>ab</i>	13.43	0.161 <i>b</i>	4.37	0.195 <i>abc</i>	20.04	6.28 <i>a</i>	21.42	4.21 <i>bc</i>	15.55
Prosečno za lokalitet	9.22	11.41	9.37	10.60	1.73	12.29	2.23	7.49	0.170	14.02	0.18	15.69	5.40	11.28	4.32	9.22

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), A – neto fotosinteza ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), E – transpiracija ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), gs – stomatalna provodljivost ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), WUE – efikasnost korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$).



Grafikon 38. Varijabilnost: a) neto fotosinteze ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), b) intenziteta transpiracije ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), c) stomatalne provodljivosti ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) i d) efikasnosti korišćenja vode ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$) kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 \cdot \text{StD}$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Visoke vrednosti efikasnosti korišćenja vode, tokom obe godine istraživanja, imala je provenijencija "Alesd, U.P.II/51A". Na osnovu rezultata LSD testa ova provenijencija se na Fruškoj gori nije statistički značajno razlikovala od provenijencija koje su imale najveće vrednosti *WUE*, što je bio slučaj i u Debelom Lugu, tokom 2010. godine. Jedino u 2011. godini, ona nije činila prvu grupu homogenosti, u kojoj je, kao što je već rečeno, bila samo jedna provenijencija ("Grmeč, Bastra-Corkova").

Najmanju *WUE* na oba lokaliteta, tokom obe godine, je imala bosanska provenijencija "Crni Vrh".

Rezultati analize varijanse za neto fotosintezu pokazuju da su "lokalitet", "provenijencija" i interakcije "provenijencija x lokalitet" bili statistički značajan izvor varijabilnosti samo tokom 2010. godine, kod provenijencija starosti 6 godina. Kod biljaka starosti 5 godina u 2010. godini, kao i kod biljaka starosti 6 i 7 godina, tokom 2011. godine, nije postojala statistički značajna razlika kako između lokaliteta i provenijencija, tako i u pogledu interakcije "provenijencija x lokalitet" (tabela 68).

Tabela 68. Rezultati analize varijanse za neto fotosintezu u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	2.16	0.1503	24.66	<.0001	0.28	0.6001	1.05	0.3098
Provenijencija (P)	1.55	0.1755	4.04	0.0003	1.97	0.0798	1.72	0.0977
Interakcija (P x L)	0.65	0.7320	2.30	0.0236	1.77	0.1149	1.33	0.2394

Kada je u pitanju intenzitet transpiracije, utvrđeno je da su postojale statistički značajne razlike, kako između ispitivanih lokaliteta, tako i između provenijencija zasađenih na istom lokalitetu (tabela 69). Takođe, interakcija "provenijencija x lokalitet" se pokazala kao značajan izvor varijabilnosti tokom obe godine istraživanja, kod obe starosne grupe provenijencija.

Tabela 69. Rezultati analize varijanse za intenzitet transpiracije u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	7.68	0.0088	172.86	<.0001	63.41	<.0001	169.52	<.0001
Provenijencija (P)	7.87	<.0001	3.81	0.0006	2.74	0.0180	5.37	<.0001
Interakcija (P x L)	11.53	<.0001	3.13	0.0030	8.52	<.0001	5.74	<.0001

Ispitivanje varijabilnosti stomatalne provodljivosti je pokazalo da su u zavisnosti od godine istraživanja i strosne grupe provenijencija, različiti izvori varijabilnosti imali statističku značajnost (tabela 70). Tako, kod biljaka starosti 5 godina, utvrđeno je da su "provenijencija" i interakcija "provenijencija x lokalitet" bili statistički značajan izvor varijabilnosti, za razliku od "lokaliteta".

Merenja izvršena godinu dana kasnije (2011. godina), na istoj starosnoj grupi, pokazala su da između lokaliteta i između provenijencija nisu konstatovane statistički značajne razlike. Što se tiče starije grupe provenijencija, tokom 2010. godine, utvrđeno je da su statistički značajne razlike postojale između posmatranih lokaliteta i provenijencija na jednom lokalitetu, dok interakcija PxL nije bila statistički značajna. Obradom podataka merenja iz 2011. godine, konstatovano je da, kod provenijencija starosti 7 godina, svi posmatrani izvori varijabilnosti nisu bili statistički značajni (tabela 70).

Tabela 70. Rezultati analize varijanse za stomatalnu provodljivost u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	0.69	0.4119	19.53	<.0001	2.89	0.0976	0.33	0.5710
Provenijencija (P)	2.79	0.0163	2.73	0.0081	1.33	0.2608	1.80	0.0809
Interakcija (P x L)	4.09	0.0015	1.07	0.4011	4.12	0.0014	0.85	0.5897

Varijabilnost u pogledu efikasnosti korišćenja vode je imala sličan trend kao kod intenziteta transpiracije, sa tom razlikom da u 2010.-toj godini, kod provenijencija starosti 5 godina, "lokalitet" nije bio statistički značajan izvor varijabilnosti (tabela 70).

Tabela 71. Rezultati analize varijanse za efikasnost korišćenja vode u provenijencijskim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	1.68	0.2026	36.26	<.0001	55.95	<.0001	197.93	<.0001
Provenijencija (P)	5.30	0.0002	6.11	<.0001	4.54	0.0007	7.74	<.0001
Interakcija (P x L)	6.90	<.0001	3.20	0.0025	4.77	0.0005	7.15	<.0001

Procena multivarijantnog odnosa između analiziranih fizioloških parametara, izvršena je kanonijskom diskriminantnom analizom podataka, posebno za svaki lokalitet i starosnu grupu provenijencija. CDA analizom su bile obuhvaćene samo oni fiziološki parametri za koje je analiza varijanse pokazala da su se međusobno statistički značajno razlikovali.

Kod starije grupe provenijencija, na Fruškoj gori, tokom 2010. godine, statistički značajno razdvajanje provenijencija je zabeleženo po prvoj (CD1) i drugoj (CD2) kanonijskoj osi (tabela 72), pri čemu je najveće razdvajanje provenijencija je bilo po CD1, koja je opisivala 93% varijabilnosti (Tabela 73). Prema toj osi je postojalo odvajanje provenijencija HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski") i HU42 ("Valkonya"), koje su se od ostalih provenijencija razlikovale najviše prema vrednostima efikasnosti korišćenja vode (grafikon 39). Ovo odvajanje objašnjava najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja iznosi 4.02214. Kod pomenutih provenijencija su zabeležene najveće prosečne vrednosti WUE , koja su iznosile: $WUE_{HR24}=5.15 \mu\text{mol mmol}^{-1}$ i $WUE_{HU42}=5.14 \mu\text{mol mmol}^{-1}$.

Po drugoj kanonijskoj diskriminantnoj osi, razdvajanju provenijencija HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski") i BiH32 ("Crni vrh, Tešanj"), od provenijencija AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), BiH30 ("Tajan, Žepče"), DE49 ("Hasbruch") i DE47 ("Schelklingen"), doprinose najviše vrednosti neto fotosinteze (1.130084). Kod prvih

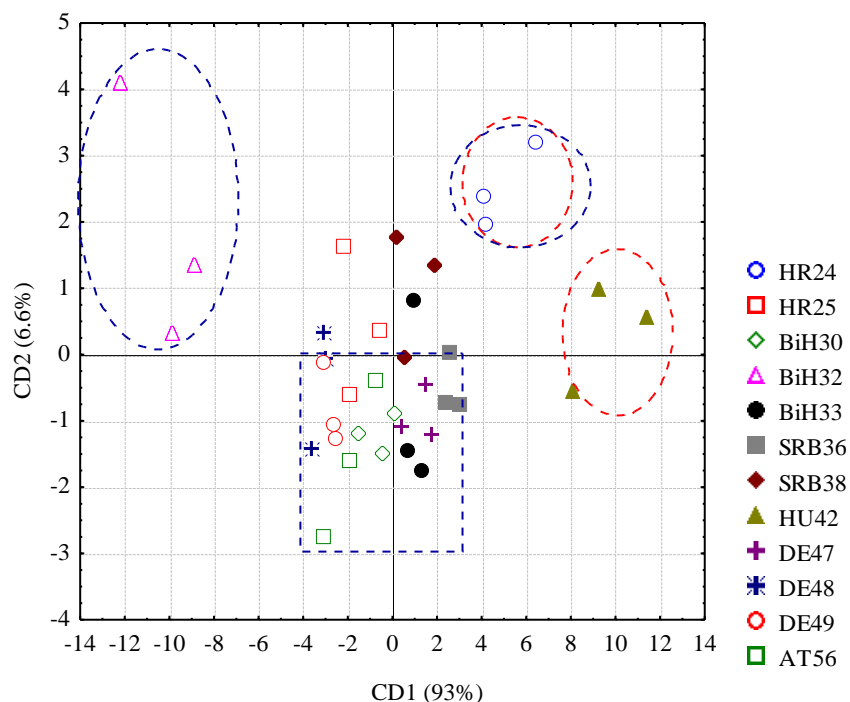
provenijencija su zabeležene najveće prosečne vrednosti A, dok su kod drugih zabeležene najmanje prosečne vrednosti ovog parametra.

Tabela 72. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za neto fotosintezu, stomatalnu provodljivost i efikasnost korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	32.04199	0.984751	0.008191	132.1286	33	0.000000
1	2.23489	0.831186	0.270659	35.9397	20	0.015634
2	0.14214	0.352774	0.875551	3.6548	9	0.932630

Tabela 73. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
WUE	4.02214	-0.067775	-0.391533
A	-3.76455	1.130084	0.065215
gs	3.64939	-0.249268	0.741902
Eigenval	32.04199	2.234891	0.142138
Cum.Prop	0.93094	0.995870	1.000000



Grafikon 39. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Kod provenijencije iste starosti, u Debelom Lugu, statistički značajno razdvajanje provenijencija je zabeleženo samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 74). CD1 je opisivala 82% svih razlika zabeleženih između provenijencija (tabela 75). Ovom odvajanju provenijencija su značajno doprinele vrednosti efikasnosti korišćenja vode, neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti, ali su se one ipak najviše odvajale zahvaljujući vrednostima *WUE*. U prilog ovoj konstataciji govori najveća apsolutna vrednost standardizovanog koeficijenta za ova parametar (-1.51375).

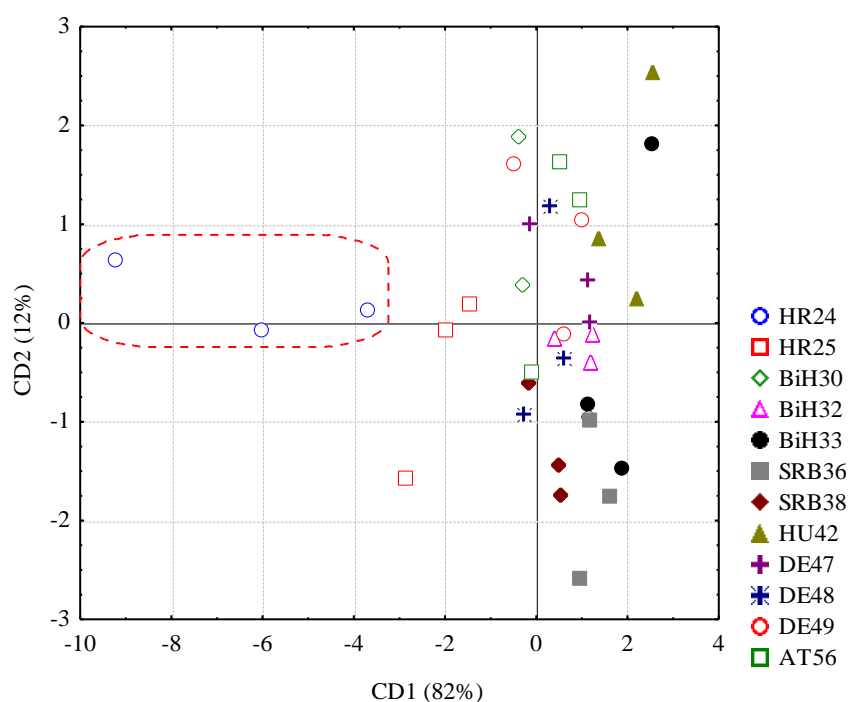
Na grafikonu 40 se može videti da je po CD1 postojalo odvajanje provenijencije HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski") do ostalih provenijencija. Kod ove provenijencije je zabeležena najveća prosečna vrednost *WUE* ($4.93 \mu\text{mol mmol}^{-1}$) i ona se jedina nalazila u prvom intervalu homogenosti.

Tabela 74. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za neto fotosintezu, stomatalnu provodljivost i efikasnost korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	6.912315	0.934674	0.040783	87.98580	33	0.000001
1	1.042967	0.714504	0.322690	31.10424	20	0.053829
2	0.516887	0.583742	0.659245	11.45815	9	0.245607

Tabela 75. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
WUE	-1.51375	0.579680	0.235564
gs	-1.11854	-0.353830	-0.705360
A	1.28860	-0.963634	0.800459
Eigenval	6.91232	1.042967	0.516887
Cum.Prop	0.81588	0.938990	1.000000



Grafikon 40. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

Kao i kod starije grupe provenijencija, i kod provenijencija starosti 5 godina, na Fruškoj gori, statistički značajno odvajanje istih je zabeleženo samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 76), koja je objasnila 96% varijabilnosti (tabela 77).

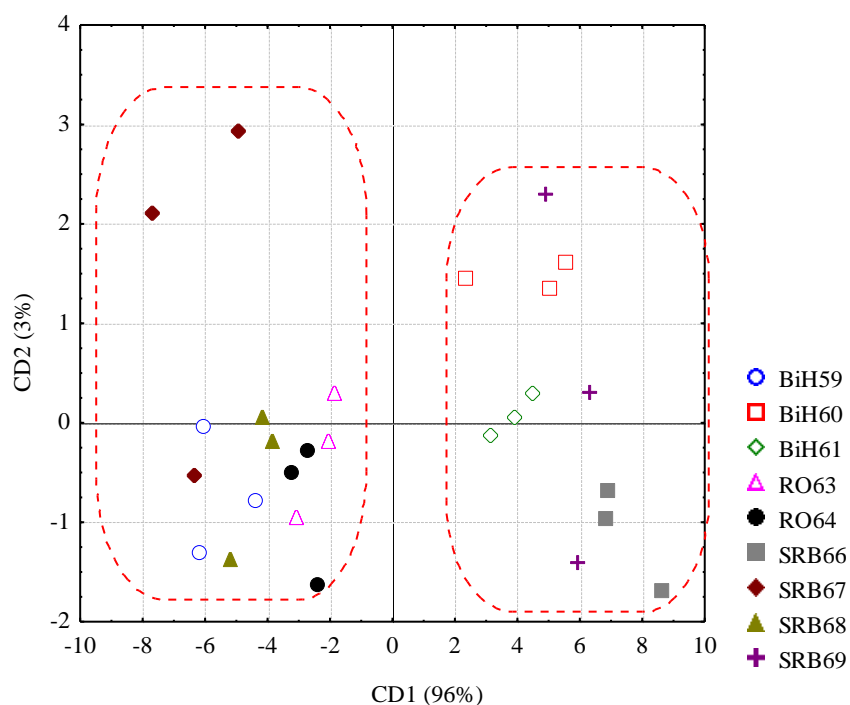
Tabela 76. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za stomatalnu provodljivost, transpiraciju i efikasnost korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	37.58423	0.986956	0.008031	96.48786	24	0.000000
1	1.22298	0.741723	0.309887	23.43098	14	0.053608
2	0.45165	0.557789	0.688872	7.45400	6	0.280892

Ovo odvajanje je najvećim delom bila definisano vrednostima transpiracije (1.39346) i stomatalne provodljivosti (-1.32288) (tabela 77).

Tabela 77. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalne provodljivosti, transpiracije i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
WUE	-0.17140	-1.16255	0.063423
E	1.39346	-0.99643	-0.262680
gs	-1.32288	0.36785	-0.757877
Eigenval	37.58423	1.22298	0.451649
Cum.Prop	0.95734	0.98850	1.000000



Grafikon 41. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti stomatalne provodljivosti, transpiracije i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

Iz grafikona 41 se vidi da su se po prvoj kanonijskoj osi sve istraživane provenijencije odvajale u dve grupe. Na jednoj strani su bile provenijencije BiH60 ("Crni vrh"), BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova"), SRB66 ("Avala") i SRB69 ("Cer"), dok su na drugoj strani bile preostale. Ove provenijencije su karakterisale najvećim prosečnim vrednostima transpiracije, kao i najmanjim prosečnim vrednostima stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode.

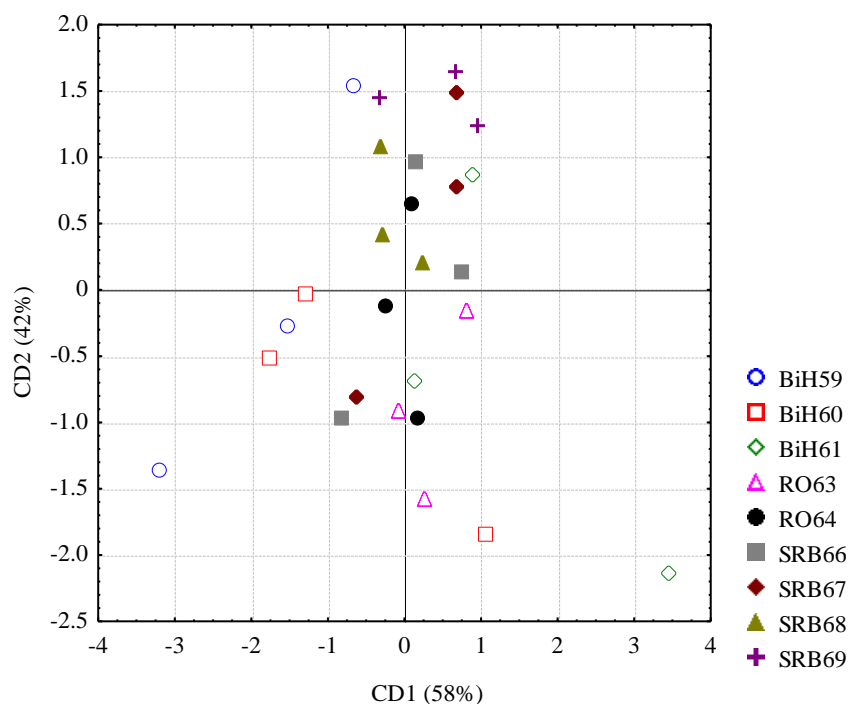
U Debelom Lugu, kod provenijencija starosti 5 godina, nije postojalo statistički značajno odvajanje provenijencija niti po jednoj od kanonijskih diskriminantnih osa (tabela 78).

Tabela 78. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za stomatalnu provodljivost i transpiraciju kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Roots Removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.035424	0.713233	0.280451	26.06282	16	0.053151
1	0.751815	0.655106	0.570836	11.49338	7	0.118499

Tabela 79. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalne provodljivosti i transpiracije kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
E	-1.07261	-0.170577
gs	0.57558	-0.921032
Eigenval	1.03542	0.751815
Cum.Prop	0.57934	1.000000



Grafikon 42. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti stomatalne provodljivosti i transpiracije kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

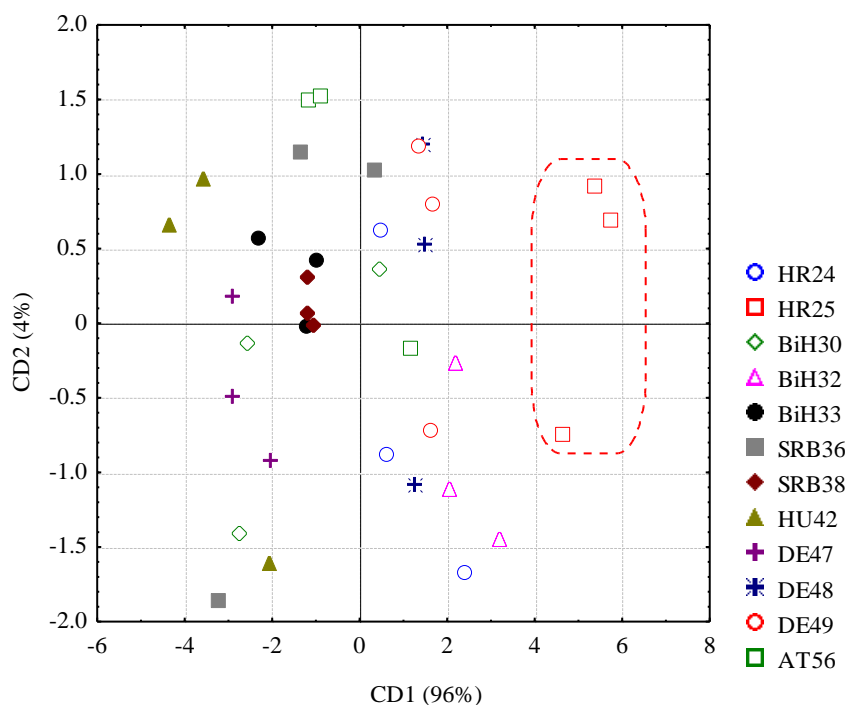
Na Fruškoj gori je, u 2011. godini, kod starije grupe provenijencija, kao i u 2010. godini, zabeleženo statistički značajno odvajanje provenijencija samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 80), koja je opisivala 96% varijabilnosti.

Tabela 80. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za stomatalnu provodljivost i transpiraciju kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	8.217828	0.944200	0.079237	70.98881	22	0.000000
1	0.369129	0.519239	0.730391	8.79690	10	0.551481

Tabela 81. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu stomatalne provodljivosti i transpiracije kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
E	1.54789	0.12062
gs	-1.10637	-1.08925
Eigenval	8.21783	0.36913
Cum.Prop	0.95701	1.00000



Grafikon 43. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti stomatalne provodljivosti i transpiracije kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

Kada se posmatra odvajanje provenijencija po CD1, uočava se da je došlo do odvajanja provenijencije HR25 ("Vrani kamen") od ostalih provenijencija (grafikon 43). Ovom odvajanju je najviše doprinela vrednost transpiracije, što se može videti iz

vrednosti standardizovanog koeficijenta za ovaj parametar (tabela 81), a i činjenice da je upravo kod pomenute provenijencije zabeležena najveća prosečna vrednost E ($2.29 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

U Debelom Lugu je, u 2011. godini, kod provenijencija starosti 7 godina, registrovano statistički značajno odvajanje provenijencija samo po CD1 (tabela 82), koja je opisivala 87% varijabilnosti (tabela 83). Najvarijabilnije među ispitivanim karakteristikama su bile transpiracija i stomatalna provodljivost.

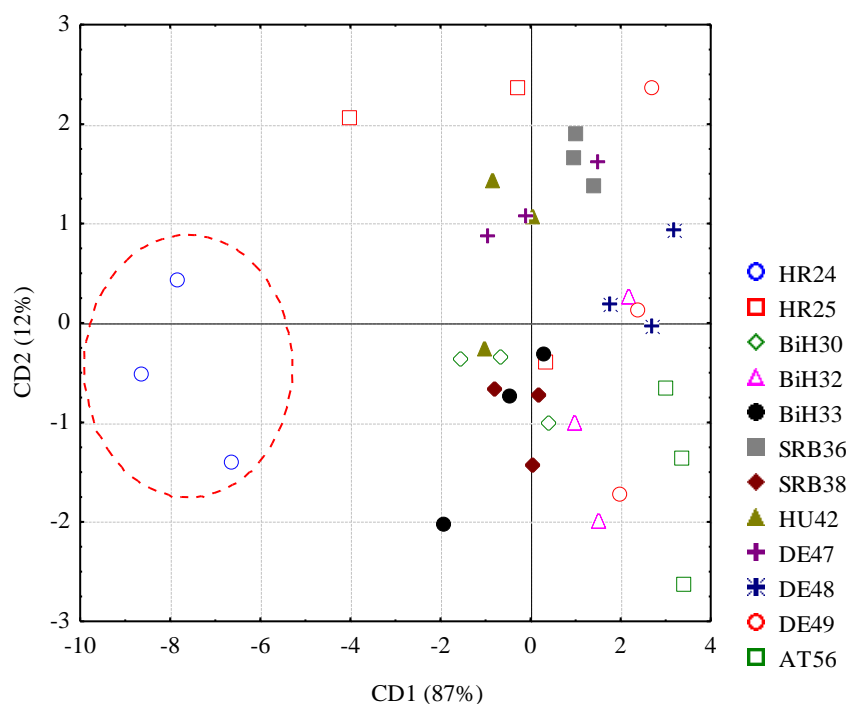
Na grafikonu 44 se vidi da je po CD1 postojalo jasno odvajanje provenijencije HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglini") od ostalih provenijencija. Ona se karakterisala najmanjom vrednošću transpiracije ($1.79 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) i najvećom vrednošću stomatalne provodljivosti ($0.225 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Tabela 82. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za efikasnost korišćenja vode, transpiraciju i stomatalnu provodljivost kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigenvalue	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	11.12002	0.957858	0.029176	97.19619	33	0.00000
1	1.54571	0.779219	0.353614	28.58757	20	0.096204
2	0.11087	0.315912	0.900199	2.89132	9	0.968448

Tabela 83. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu efikasnosti korišćenja vode, transpiracije i stomatalne provodljivosti kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
WUE	-0.26739	-1.09378	0.412282
E	1.58149	-1.52555	0.105483
gs	-1.65155	0.68532	-0.897843
Eigenval	11.12002	1.54571	0.110865
Cum.Prop	0.87034	0.99132	1.000000



Grafikon 44. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti efikasnosti korišćenja vode, transpiracije i stomatalne provodljivosti kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

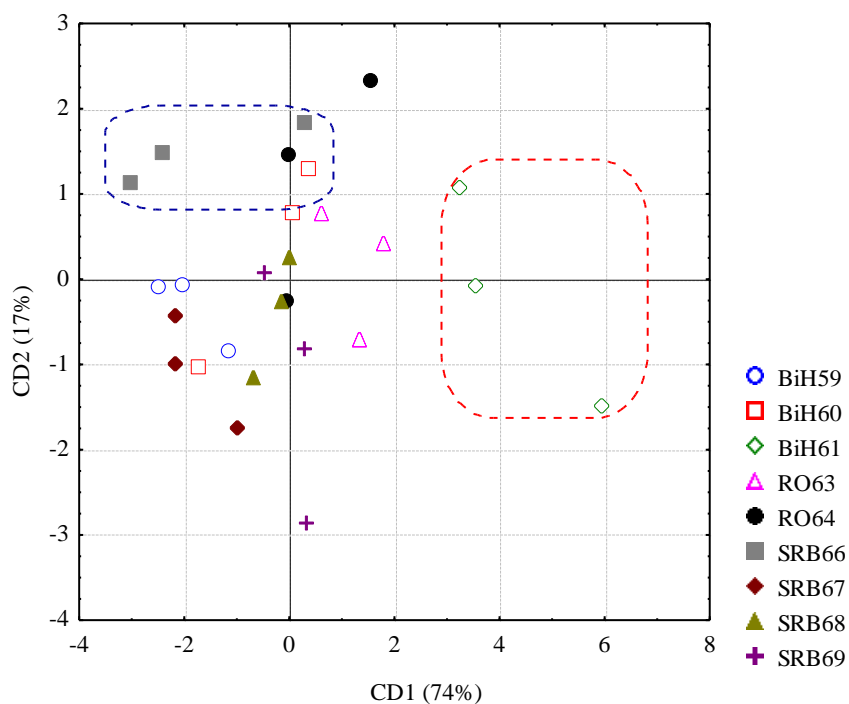
Jedini slučaj kada je postojalo statistički značajno odvajanje ($p \leq 0.05$) provenijencija po dve kanonijske ose, zabeležen je kod mlađe grupe provenijencija, u 2011. godini, na Fruškoj gori (tabela 84).

Tabela 84. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za transpiraciju, stomatalnu provodljivost i efikasnost korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	4.921048	0.911653	0.049576	60.08512	24	0.000062
1	1.090437	0.722240	0.293540	24.51485	14	0.039670
2	0.629657	0.621590	0.613626	9.76739	6	0.134796

Tabela 85. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
E	2.98234	0.243283	-0.208484
gs	-2.67293	0.680464	-0.346218
WUE	2.05439	-0.584750	-0.860214
Eigenval	4.92105	1.090437	0.629657
Cum.Prop	0.74099	0.905188	1.000000



Grafikon 45. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti transpiracije, stomatalnu provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Prva kanonijska osa je opisivala 74% varijabilnosti i tu je zabeleženo odvajanje provenijencije BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova") od ostalih provenijencija (grafikon 45). Odvajanju provenijencija po CD1 je najviše doprinela vrednost E (2.98234), ali je velikim delom bilo definisano i vrednostima gs (-2.67293) i WUE (2.05439). Druga glavna osa je objašnjavala narednih 17% ukupne varijabilnosti (tabela 85). Po ovoj osi, odvajanju je najviše doprinela vrednost stomatalne provodljivosti, na osnovu čega je i došlo do odvajanja provenijencije SRB66 ("Avala") od ostalih provenijencija, s obzirom da je imala najveću prosečnu vrednost gs (0.213 mol m⁻² s⁻¹).

U Debelom Lugu je, u 2011. godini, kod provenijencija starosti 6 godina, utvrđeno statistički značajno odvajanje provenijencija po prvoj kononijskoj osi (tabela 86), koja je opisivala 94% varijabilnosti (tabela 87).

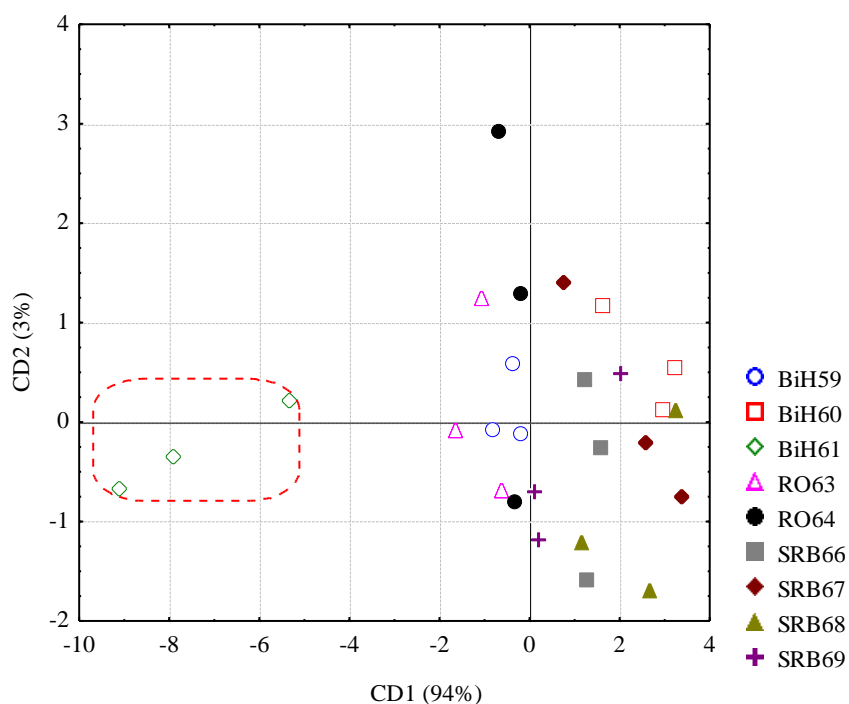
Odvajanje provenijencija po CD1 je bilo slično kao i u slučaju Fruške gore, iz dva razloga: 1) odvajanju provenijencija je najviše doprinela vrednost transpiracije (1.32802), mada je ono velikim delom bilo definisano i vrednošću stomatalne provodljivosti (-1.21035) (tabela 87), 2) jasno odvajanje je zabeleženo jedino u slučaju provenijencije BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova") (grafikon 46), koja se od ostalih provenijencija odvajala zahvaljujući najmanjoj prosečnoj vrednosti transpiracije (1.41 mmol m⁻² s⁻¹) i najvećim prosečnim vrednostima stomatalne provodljivosti (0.267 mol m⁻² s⁻¹) i efikasnosti korišćenja vode (6.40 μmol mmol⁻¹).

Tabela 86. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za efikasnost korišćenja vode, transpiraciju i stomatalnu provodljivost kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	12.89258	0.963337	0.034643	67.25312	24	0.000006
1	0.51618	0.583480	0.481282	14.62603	14	0.404187
2	0.37040	0.519892	0.729712	6.30210	6	0.390214

Tabela 87. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu efikasnosti korišćenja vode, transpiracije i stomatalne provodljivosti kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
WUE	0.07777	-1.22930	0.470911
E	1.32802	-1.09548	-0.031422
gs	-1.21035	0.62151	-0.955557
Eigenval	12.89258	0.51618	0.370403
Cum.Prop	0.93566	0.97312	1.000000



Grafikon 46. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti efikasnosti korišćenja vode, transpiracije i stomatalne provodljivosti kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

6.3.2. Koncentracija hlorofila a, b, a+b i karotenoida u listu sadnica bukve

U 2010. godini, kod provenijencija starosti 6 godina, najveća prosečna koncentracija hlorofila a po jedinici suve materije je izmerena kod provenijencije "Höllerbach" (5.649 mg g⁻¹), na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (3.808 mg g⁻¹), u Debelom Lugu. Interesantno je da je provenijencija "Höllerbach", koja je imala najveću koncentraciju *Chl a* na Fruškoj gori, bila poslednje rangirana u pogledu ovog parametra u Debelom Lugu. Na Fruškoj gori, najmanja koncentracija hlorofila a je zabeležena kod bosanske provenijencije "Crni vrh, Tešanj" (2.696 mg g⁻¹).

Rangiranje provenijencija, koje su se karakterisale najvišim i najnižim koncentracijama hlorofila b, je imalo sličan trend kao što je to bio slučaju kod hlorofila a. Tako su, na Fruškoj gori, najveće koncentracije *Chl b* ponovo konstatovane kod provenijencija "Höllerbach" (2.096 mg g⁻¹) i "Valkonya" (2.007 mg g⁻¹), dok je najmanju koncentraciju imala već pominjana provenijencija iz Bosne i Hercegovine - "Crni vrh, Tešanj" (1.082 mg g⁻¹). U Debelom Lugu, se po najvećim koncentracijama hlorofila b, kao i u slučaju *Chl a*, izdvojilo pet provenijencija, među kojima je prednjačila hrvatska provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" (1.604 mg g⁻¹), koja je na osnovu rezultata LSD testa, jedina, u oba slučaja, pripadala prvom stepenu homogenosti. Prestale četiri provenijencije su bile: "Vrani kamen", "Schelklingen", "Fruška gora" i "Crni vrh, Tešanj".

Rangiranje provenijencija u pogledu koncentracije ukupnog hlorofila (hlorofil a+b) je pratilo trend rangiranja provenijencija koji je već opisan za *Chl a* i *Chl b*. Ovo je i bilo za očekivati s obzirom da koncentracija ukupnog hlorofila predstavlja prost zbir koncentracija hlorofila a i hlorofila b.

Koncentracija karotenoida u listu sadnica bukve, na Fruškoj gori, je kao i u slučaju prethodno opisanih parametara, bila najveća kod provenijencija "Höllerbach" (1.775 mg g⁻¹) i "Valkonya" (1.470 mg g⁻¹). Takođe, istih pet provenijencija ("Vrani kamen", "Kopaonik", "Grmeč, Bosanska Krupa", "Crni vrh, Tešanj" i "Schelklingen"), koje su se karakterisale najmanjom koncentracijom ukupnog hlorofila, imale su i najmanju koncentraciju karotenoida po jedinici suve materije. U Debelom Lugu, najveća koncentracija *Car* je zabeležena kod bosanske provenijencije "Crni vrh, Tešanj"

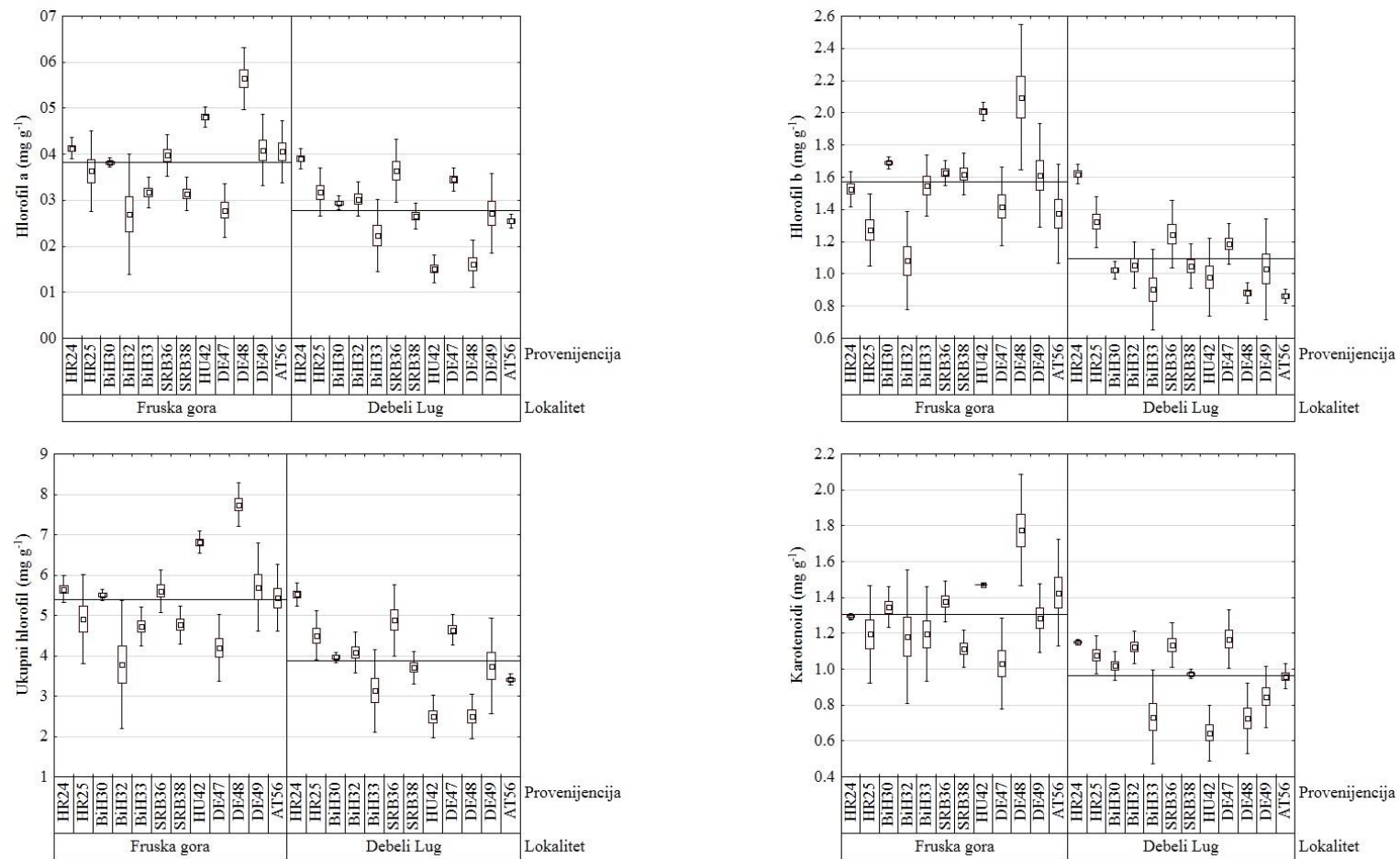
(1.155 mg g⁻¹), koju su pratile provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" (1.148 mg g⁻¹), "Schelklingen" (1.113 mg g⁻¹) i "Fruška gora" (1.067 mg g⁻¹). Na drugoj strani, kao i u slučaju ukupnog hlorofila, provenijencije kod kojih je registrovana značajno manja koncentracija karotenoida su bile: "Valkonya" (0.588 mg g⁻¹), "Grmeč, Bosanska Krupa" (0.668 mg g⁻¹) i "Höllerbach" (0.680 mg g⁻¹).

Kod provenijencija starosti 5 godina je interesantno da je provenijencija "Avala", kod koje je u Debelom Lugu zabeležena najveća koncentracija hlorofila a (2.866 mg g⁻¹), na Fruškoj gori bila poslednje rangirana provenijencija u pogledu ovog parametra (2.677 mg g⁻¹). Na drugoj strani, najveća koncentracija hlorofila a, na Fruškoj gori, je registrovana kod bosanske provenijencije "Vranica-Bistrica" (4.449 mg g⁻¹). Najmanju koncentraciju *Chl a*, u Debelom Lugu, je imala druga bosanska provenijencija: "Grmeč, Bastra-Corkova" (1.302 mg g⁻¹).

Tabela 88. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b, ukupnog hlorofila i karotenoida u listu biljaka kod provenijencija starosti 6 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Chl a				Chl b				Chl a+b				Car			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj	4.126	2.80	3.808	2.89	1.527	3.53	1.604	1.93	5.653	2.91	5.412	2.58	1.293	0.67	1.148	0.70
Čaglinski (HR24)	<i>c</i>		<i>a</i>		<i>bcd</i>		<i>a</i>		<i>c</i>		<i>a</i>		<i>bcde</i>		<i>a</i>	
Vrani kamen (HR25)	3.634	12.12	3.272	8.26	1.273	8.75	1.258	5.98	4.907	11.24	4.530	6.80	1.195	11.43	1.050	4.91
Tajan, Žepče (BiH30)	<i>cd</i>		<i>cd</i>		<i>e</i>		<i>b</i>		<i>ed</i>		<i>bc</i>		<i>cdef</i>		<i>ab</i>	
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	3.815	1.33	3.020	2.56	1.690	1.07	0.996	2.70	5.505	1.19	4.015	1.58	1.345	4.25	1.064	3.99
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	<i>c</i>		<i>def</i>		<i>b</i>		<i>ef</i>		<i>cd</i>		<i>d</i>		<i>bcd</i>		<i>bc</i>	
Fruška gora (SRB36)	2.696	24.21	3.115	6.05	1.082	14.14	1.097	6.79	3.778	21.03	4.212	6.23	1.181	15.83	1.155	4.02
Kopaonik (SRB38)	<i>e</i>		<i>de</i>		<i>f</i>		<i>de</i>		<i>f</i>		<i>cd</i>		<i>edf</i>		<i>a</i>	
Valkonya (HU42)	3.172	5.22	1.996	17.40	1.548	6.17	0.845	13.77	4.720	5.07	2.841	16.32	1.195	11.02	0.668	17.76
Schelklingen (DE47)	<i>de</i>		<i>g</i>		<i>bcd</i>		<i>efg</i>		<i>e</i>		<i>f</i>		<i>cdef</i>		<i>fe</i>	
Höllerbach (DE48)	3.981	5.70	3.264	9.31	1.627	2.42	1.125	8.44	5.608	4.73	4.389	9.06	1.378	4.09	1.067	5.48
Hasbruch (DE49)	<i>c</i>		<i>ab</i>		<i>b</i>		<i>bc</i>		<i>c</i>		<i>b</i>		<i>cb</i>		<i>a</i>	
Scharstein, Mitterndorf(AT56)	3.143	5.83	2.503	5.27	1.619	4.00	0.981	6.48	4.762	5.01	3.484	5.42	1.114	4.54	0.959	1.37
Prosečno za lokalitet	<i>de</i>		<i>ef</i>		<i>b</i>		<i>de</i>		<i>e</i>		<i>de</i>		<i>ef</i>		<i>c</i>	
	4.807	2.34	1.677	10.06	2.007	1.41	1.080	12.42	6.814	2.05	2.757	10.65	1.470	0.16	0.588	11.93
	<i>b</i>		<i>h</i>		<i>a</i>		<i>efg</i>		<i>b</i>		<i>g</i>		<i>b</i>		<i>f</i>	
	2.779	10.55	3.406	3.62	1.418	8.61	1.164	5.33	4.197	9.82	4.570	4.06	1.031	12.39	1.113	6.99
	<i>e</i>		<i>bc</i>		<i>cde</i>		<i>cd</i>		<i>ef</i>		<i>b</i>		<i>f</i>		<i>a</i>	
	5.649	5.95	1.655	15.93	2.096	10.74	0.911	3.57	7.745	3.54	2.566	11.17	1.775	8.77	0.680	13.57
	<i>a</i>		<i>h</i>		<i>a</i>		<i>fg</i>		<i>a</i>		<i>g</i>		<i>a</i>		<i>fe</i>	
	4.089	9.47	2.463	16.06	1.613	9.94	0.973	15.18	5.702	9.59	3.436	15.76	1.285	7.42	0.793	10.11
	<i>c</i>		<i>ef</i>		<i>bc</i>		<i>e</i>		<i>c</i>		<i>de</i>		<i>bcde</i>		<i>de</i>	
	4.057	8.28	2.587	3.08	1.374	11.18	0.874	2.37	5.431	7.58	3.462	2.05	1.425	10.45	0.951	3.63
	<i>c</i>		<i>fg</i>		<i>de</i>		<i>g</i>		<i>cd</i>		<i>ef</i>		<i>b</i>		<i>cd</i>	
Prosečno za lokalitet	3.881	7.82	2.730	8.37	1.587	6.83	1.076	7.08	5.468	6.98	3.806	7.64	1.302	7.59	0.936	7.04

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), Chl a – hlorofila a (mg g^{-1}), Chl b – hlorofila b (mg g^{-1}), Chl a+b – ukupni hlorofil (mg g^{-1}), Car – karotenoidi (mg g^{-1}).



Grafikon 47. Varijabilnost koncentracije: a) hlorofila a (mg g⁻¹), b) hlorofila b (mg g⁻¹), c) ukupnog hlorofila (mg g⁻¹) i d) karotenoida (mg g⁻¹) u listu biljaka kod provenijencija starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Najveća koncentracija hlorofila b, na oba lokaliteta, je zabeležena kod provenijencije "Vranica-Bistrica" ($\bar{x}_{FG}=1.789 \text{ mg g}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=1.299 \text{ mg g}^{-1}$), dok je najmanja koncentracija *Chl b*, na oba lokaliteta, bila kod provenijencije "Fruška gora" ($\bar{x}_{FG}=1.222 \text{ mg g}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=0.652 \text{ mg g}^{-1}$).

Koncentracija ukupnog hlorofila, na Fruškoj gori, je kao i u slučaju *Chl a* i *Chl b*, bila najveća kod provenijencije "Vranica-Bistrica" (6.239 mg g^{-1}). Najmanje prosečne koncentracije hlorofila a+b, na Fruškoj gori, su konstatovane kod tri srpske provenijencije: "Boranja" (4.925 mg g^{-1}), "Fruška gora" (4.605 mg g^{-1}) i "Avala" (4.020 mg g^{-1}). Ovo su ujedno i bile tri provenijencije kod kojih je, na Fruškoj gori, koncentracija ukupnog hlorofila bila manja od 5 mg g^{-1} suve materije. U Debelom Lugu, najveća koncentracija *Chl a+b* je bila kod provenijencija: "Avala" (3.977 mg g^{-1}) i "Vranica-Bistrica" (3.766 mg g^{-1}), dok je najmanja koncentracija *Chl a+b* zabeležena kod provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (2.063 mg g^{-1}).

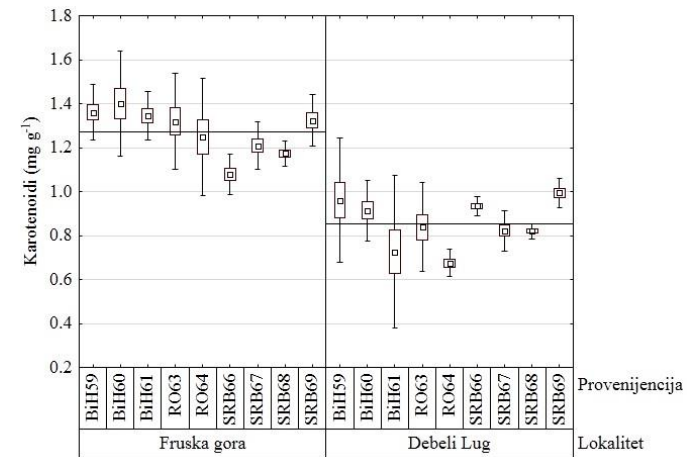
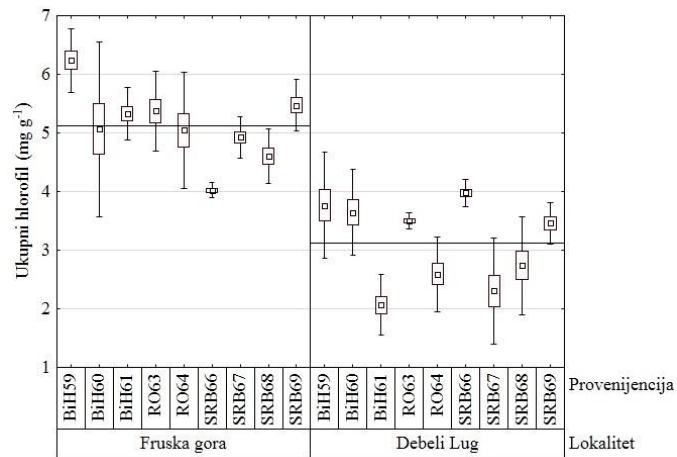
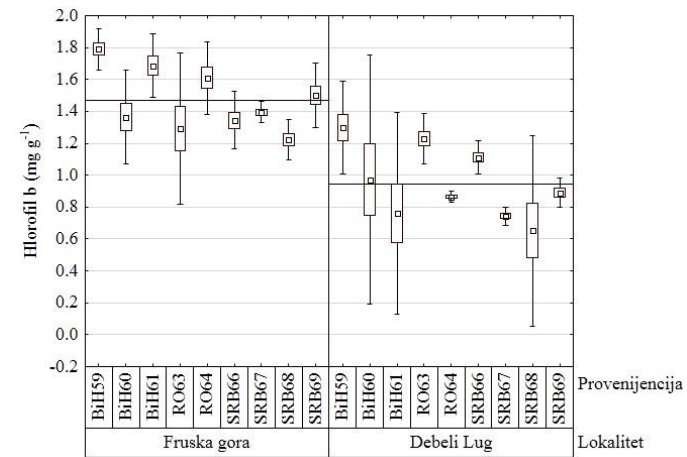
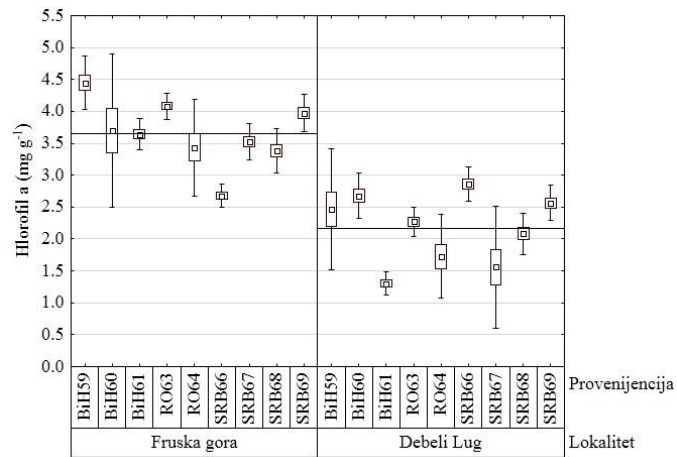
Koncentracija karotenoida u listu provenijencija, zasađenih na Fruškoj gori, je bila najveća kod bosanskih provenijencija: "Crni vrh" (1.399 mg g^{-1}), "Vranica-Bistrica" (1.361 mg g^{-1}) i "Grmeč, Bastra-Corkova" (1.345 mg g^{-1}), koje su pripadale istom stepenu homogenosti. Provenijencije kod kojih je detektovana najmanja koncentracija *Car*, su kao i u slučaju koncentracije ukupnog hlorofila, bile tri srpske provenijencije: "Avala" (1.078 mg g^{-1}), "Fruška gora" (1.173 mg g^{-1}) i "Boranja" (1.209 mg g^{-1}), i jedne rumunske: "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (1.248 mg g^{-1}). U Debelom Lugu, najveća koncentracija karotenoida je bila kod provenijencija "Cer" (0.993 mg g^{-1}) i "Vranica-Bistrica" (0.961 mg g^{-1}), dok je najmanja koncentracija zabeležena kod provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (0.675 mg g^{-1}), koja je bila i jedina provenijencije koja je imala koncentraciju karotenoida po jedinici suve materije ispod 0.7 mg g^{-1} .

U 2011. godini, kod provenijencija starosti 7 godina, najveća koncentracija hlorofila a po jedinici suve materije, na Fruškoj gori, je konstatovana kod provenijencije "Hasbruch" (3.973 mg g^{-1}), dok je u Debelom Lugu to bila provenijencija "Crni vrh, Tešanj" (2.749 mg g^{-1}). Najmanje koncentracije *Chl a* su, na oba lokaliteta, registrovane kod nemačke provenijencije "Höllerbach" ($\bar{x}_{FG}=2.330 \text{ mg g}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=1.690 \text{ mg g}^{-1}$), što je u Debelom Lugu bio slučaj i tokom 2010. godine.

Tabela 89. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b, ukupnog hlorofila i karotenoida u listu biljaka kod provenijencija starosti 5 godina (2010. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Chl a				Chl b				Chl a+b				Car			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	4.449	4.63	2.467	19.17	1.789	3.66	1.299	11.12	6.239	4.34	3.766	11.98	1.361	4.61	0.961	14.82
	<i>a</i>		<i>abc</i>		<i>a</i>		<i>a</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>	
Crni vrh (BiH60)	3.699	16.23	2.673	6.64	1.365	10.79	0.971	40.16	5.064	14.67	3.644	10.10	1.399	8.50	0.913	7.46
	<i>bcd</i>		<i>ab</i>		<i>de</i>		<i>bcd</i>		<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>	
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	3.643	3.31	1.302	7.05	1.686	5.93	0.760	41.48	5.330	4.14	2.063	12.57	1.345	4.14	0.727	23.96
	<i>bcd</i>		<i>e</i>		<i>ab</i>		<i>cd</i>		<i>b</i>		<i>d</i>		<i>abc</i>		<i>cd</i>	
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	4.082	2.50	2.271	5.13	1.292	18.28	1.228	6.47	5.374	6.29	3.499	1.92	1.319	8.33	0.837	12.08
	<i>ab</i>		<i>bc</i>		<i>de</i>		<i>ab</i>		<i>b</i>		<i>ab</i>		<i>abc</i>		<i>bc</i>	
Alba-Iulia, U.P.V/154A(RO64)	3.437	11.04	1.726	19.03	1.609	7.13	0.865	2.01	5.045	9.78	2.592	12.24	1.248	10.64	0.675	4.67
	<i>d</i>		<i>de</i>		<i>bc</i>		<i>cd</i>		<i>bc</i>		<i>cd</i>		<i>bcd</i>		<i>d</i>	
Avala (SRB66)	2.677	3.32	2.866	4.71	1.344	6.73	1.111	4.71	4.020	1.64	3.977	2.85	1.078	4.34	0.934	2.26
	<i>e</i>		<i>a</i>		<i>de</i>		<i>abc</i>		<i>d</i>		<i>a</i>		<i>e</i>		<i>ab</i>	
Boranja (SRB67)	3.530	4.00	1.560	30.74	1.395	2.43	0.743	3.74	4.925	3.54	2.303	19.69	1.209	4.46	0.822	5.56
	<i>cd</i>		<i>e</i>		<i>de</i>		<i>d</i>		<i>bc</i>		<i>cd</i>		<i>cd</i>		<i>bcd</i>	
Fruška gora (SRB68)	3.383	5.03	2.083	7.83	1.222	5.23	0.652	45.73	4.605	5.06	2.736	15.29	1.173	2.43	0.820	2.08
	<i>d</i>		<i>cd</i>		<i>e</i>		<i>d</i>		<i>cd</i>		<i>c</i>		<i>de</i>		<i>bcd</i>	
Cer (SRB69)	3.971	3.69	2.567	5.28	1.502	6.73	0.891	5.07	5.473	3.96	3.458	5.23	1.324	4.43	0.993	3.25
	<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>cd</i>		<i>cd</i>		<i>b</i>		<i>b</i>		<i>abc</i>		<i>a</i>	
Prosečno za lokalitet	3.652	5.97	2.168	11.73	1.467	7.43	0.947	17.83	5.119	5.94	3.115	10.21	1.273	5.76	0.854	8.46

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), Chl a – hlorofila a (mg g^{-1}), Chl b – hlorofila b (mg g^{-1}), Chl a+b – ukupni hlorofil (mg g^{-1}), Car – karotenoidi (mg g^{-1}).



Grafikon 48. Varijabilnost koncentracije: a) hlorofila a (mg g⁻¹), b) hlorofila b (mg g⁻¹), c) ukupnog hlorofila (mg g⁻¹) i d) karotenoida (mg g⁻¹) u listu biljaka kod provenijencija starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Ako se posmatra poredak provenijencija u Debelom Lugu, primetiće se da su, tokom 2011. godine, najmanje koncentracije hlorofila a, pored već pomenute provenijencije "Höllerbach", zabeležene i kod preostale dve nemačke provenijencije: "Hasbruch" (1.755 mg g^{-1}) i "Schelklingen" (1.874 mg g^{-1}). Ako se u obzir uzmu rezultati iz obe godine istraživanja, primećuje se da su se i na Fruškoj gori, i u Debelom Lugu izdvojile po dve provenijencije, koje su se karakterisale visokim koncentracijama *Chl a*, tokom obe godine. Radi se o provenijencijama "Hasbruch" i "Sjeverni Dilj Čaglinski", na Fruškoj gori, odnosno "Sjeverni Dilj Čaglinski" i "Vrani kamen", u Debelom Lugu.

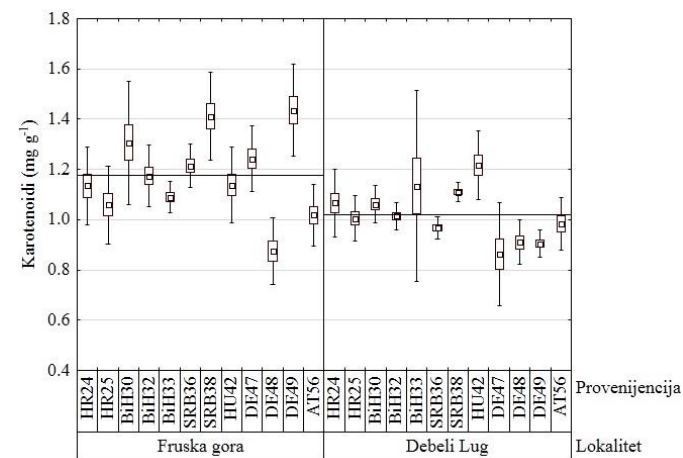
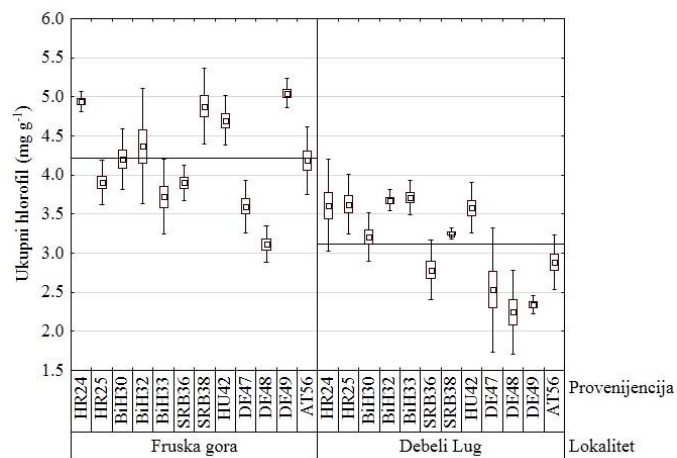
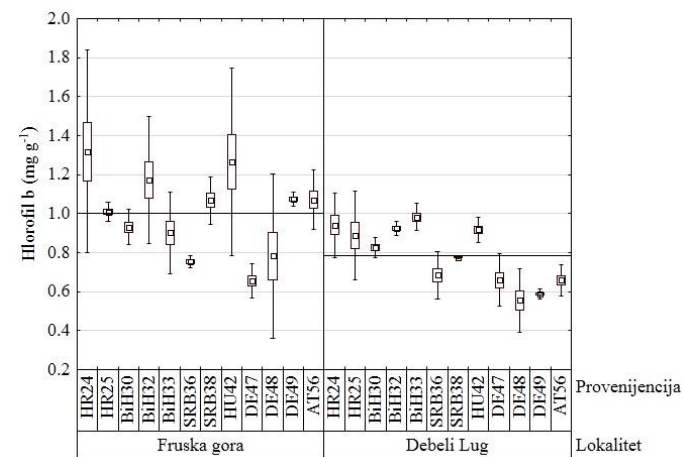
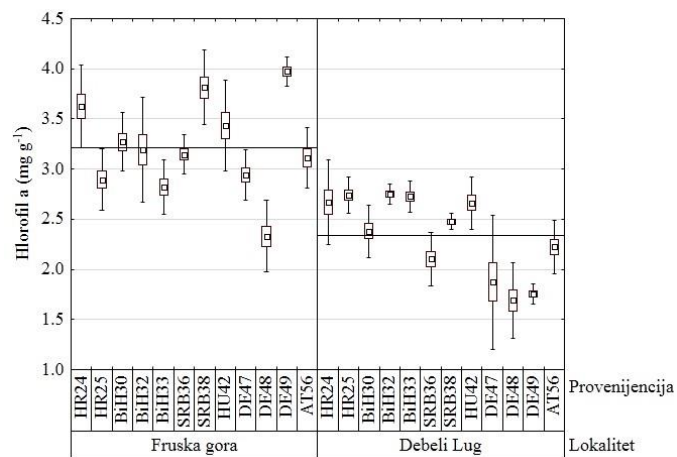
Koncentracija hlorofila b, je na oba lokaliteta bila najveća kod provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($\bar{x}_{FG}=1.318 \text{ mg g}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=0.941 \text{ mg g}^{-1}$), što je u Debelom Lugu bio slučaj i u 2010. godini. Takođe, provenijencija "Valkonya" je na Fruškoj gori, tokom obe godine, bila drugo rangirana. Zajedničko za oba lokaliteta je takođe da su u pogledu koncentracije *Chl b*, u 2011. godini, prvom stepenu homogenosti pripadale i provenijencije: "Valkonya" i "Crni vrh, Tešanj". Najmanje koncentracije hlorofila b, na oba lokaliteta, su zabeležene kod nemačkih provenijencija: "Schelklingen" (0.656 mg g^{-1}), na Fruškoj gori i "Höllerbach" (0.555 mg g^{-1}), u Debelom Lugu. U Debelom Lugu, najmanje koncentracije hlorofila b su takođe zabeležene i kod preostale dve nemačke provenijencije ("Hasbruch" i "Schelklingen"), kojima se ovaj put pridružila i provenijencija iz Austrije: "Scharnstein, Mitterndorf".

Najveća koncentracija hlorofila a+b, na Fruškoj gori, je zabeležena kod provenijencije "Hasbruch" (5.048 mg g^{-1}). U Debelom Lugu, najveće koncentracije ukupnog hlorofila su izmerene kod bosanskih provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (3.708 mg g^{-1}) i "Crni vrh, Tešanj" (3.675 mg g^{-1}). Najmanje koncentracije *Chl a+b* su, kao i u slučaju hlorofila a, na oba lokaliteta, registrovane kod nemačke provenijencije "Höllerbach" ($\bar{x}_{FG}=3.113 \text{ mg g}^{-1}$; $\bar{x}_{DL}=2.245 \text{ mg g}^{-1}$), što je u Debelom Lugu bio slučaj i u 2010. godini.

Tabela 90. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b, ukupnog hlorofila i karotenoida u listu biljaka kod provenijencija starosti 7 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Chl a				Chl b				Chl a+b				Car			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Sjeverni Dilj	3.625	5.74	2.671	7.91	1.318	19.72	0.941	8.86	4.943	1.31	3.612	8.15	1.135	6.87	1.066	6.36
Čaglinski (HR24)	<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>a</i>		<i>a</i>		<i>cde</i>		<i>bc</i>			
Vrani kamen (HR25)	2.896	5.27	2.738	3.33	1.009	2.39	0.887	12.90	3.905	3.59	3.625	5.25	1.059	7.28	1.005	4.56
Tajan, Žepče (BiH30)	<i>gh</i>		<i>a</i>		<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>de</i>		<i>a</i>		<i>de</i>		<i>bcde</i>	
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	3.272	4.50	2.382	5.50	0.932	4.84	0.828	3.14	4.204	4.57	3.209	4.86	1.305	9.33	1.061	3.52
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	<i>de</i>		<i>cd</i>		<i>cd</i>		<i>bc</i>		<i>cd</i>		<i>bc</i>		<i>ab</i>		<i>bc</i>	
Fruška gora (SRB36)	3.193	8.22	2.749	1.81	1.174	13.87	0.926	1.94	4.367	8.46	3.675	1.84	1.175	5.30	1.014	2.65
Kopaonik (SRB38)	<i>def</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>bc</i>		<i>a</i>		<i>bcd</i>		<i>bcd</i>	
Valkonya (HU42)	2.819	4.80	2.725	2.80	0.902	11.59	0.983	3.56	3.721	6.45	3.708	2.99	1.090	2.78	1.134	16.83
Schelklingen (DE47)	<i>h</i>		<i>a</i>		<i>cd</i>		<i>a</i>		<i>ef</i>		<i>a</i>		<i>de</i>		<i>ab</i>	
Höllerbach (DE48)	3.147	3.15	2.102	6.27	0.753	2.05	0.685	8.80	3.900	2.93	2.787	6.83	1.215	3.53	0.968	2.30
Hasbruch (DE49)	<i>defg</i>		<i>ef</i>		<i>de</i>		<i>de</i>		<i>de</i>		<i>d</i>		<i>bc</i>		<i>cde</i>	
Schamstein, Mitterndorf(AT56)	3.814	4.87	2.476	1.62	1.068	5.75	0.776	0.41	4.881	5.01	3.252	1.13	1.412	6.16	1.110	1.67
Prosečno za lokalitet	<i>ab</i>		<i>bc</i>		<i>abc</i>		<i>cd</i>		<i>a</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>ab</i>	
	3.433	6.64	2.661	4.94	1.266	19.01	0.917	3.50	4.699	3.39	3.578	4.51	1.138	6.65	1.216	5.56
	<i>cd</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>ab</i>		<i>a</i>		<i>cd</i>		<i>a</i>	
	2.940	4.23	1.874	17.89	0.656	6.69	0.659	10.22	3.596	4.68	2.532	15.68	1.242	5.24	0.862	11.86
	<i>fgh</i>		<i>fg</i>		<i>e</i>		<i>e</i>		<i>f</i>		<i>de</i>		<i>bc</i>		<i>f</i>	
	2.330	7.67	1.690	11.19	0.784	26.96	0.555	14.69	3.113	3.78	2.245	12.06	0.875	7.67	0.910	4.84
	<i>i</i>		<i>g</i>		<i>de</i>		<i>f</i>		<i>g</i>		<i>e</i>		<i>f</i>		<i>def</i>	
	3.973	1.87	1.755	2.83	1.075	1.68	0.588	2.10	5.048	1.82	2.342	2.57	1.436	6.39	0.905	2.94
	<i>a</i>		<i>g</i>		<i>abc</i>		<i>ef</i>		<i>a</i>		<i>e</i>		<i>a</i>		<i>ef</i>	
	3.113	4.89	2.223	6.08	1.072	7.11	0.658	6.20	4.184	5.20	2.881	6.11	1.018	5.99	0.983	5.38
	<i>efg</i>		<i>de</i>		<i>abc</i>		<i>e</i>		<i>cd</i>		<i>cd</i>		<i>e</i>		<i>cde</i>	
Prosečno za lokalitet	3.213	5.15	2.337	6.01	1.001	10.14	0.783	6.36	4.214	4.27	3.121	6.00	1.175	6.10	1.020	5.71

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), Chl a – hlorofila a (mg g^{-1}), Chl b – hlorofila b (mg g^{-1}), Chl a+b – ukupni hlorofil (mg g^{-1}), Car – karotenoidi (mg g^{-1}).



Grafikon 49. Varijabilnost koncentracije: a) hlorofila a (mg g^{-1}), b) hlorofila b (mg g^{-1}), c) ukupnog hlorofila (mg g^{-1}) i d) karotenoida (mg g^{-1}) u listu biljaka kod provenijencija starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (\square) prosečnu vrednost (\bar{x}), (\square) $\bar{x} \pm \text{SE}$, (I) $\bar{x} \pm 2 * \text{StD}$ i ($—$) prosečna vrednost po lokalitetu.

Takođe, poređenja radi, provenijencije "Hasbruch", "Sjeverni Dilj Čaglinski" i "Valkonya", na Fruškoj gori, odnosno provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" i "Vrani kamen", u Debelom Lugu, su se tokom i 2010. i 2011. godine, karakterisale iznad prosečnim vrednostima ukupnog hlorofila, dok su se provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" i "Schelklingen", uz pomenutu provenijenciju "Höllerbach", na Fruškoj gori, tokom obe godine istraživanja, karakterisale najmanjim koncentracijama *Chl a+b*.

Najveća i najmanja koncentracija karotenoida po jedinici suve materije, na Fruškoj gori, je kao i u slučaju ukupnog hlorofila konstatovana kod provenijencije "Hasbruch" (1.436 mg g⁻¹), odnosno provenijencije "Höllerbach" (0.875 mg g⁻¹), koja je ujedno bila i jedina provenijencija kod koje je koncentracija *Car* bila manja od 1 mg g⁻¹. U Debelom Lugu, najveća koncentracija karotenoida je registrovana kod mađarske provenijencije "Valkonya" (1.216 mg g⁻¹), dok su, kao i u slučaju ostalih fotosintetičkih pigmenata, najmanje koncentracije izmerene kod nemačkih provenijencija "Schelklingen" (0.862 mg g⁻¹), "Hasbruch" (0.905 mg g⁻¹) i "Höllerbach" (0.910 mg g⁻¹). Zajedničko za obe godine istraživanja je, da su u Debelom Lugu, od pet najslabije rangiranih provenijencija, tri bile iste tokom obe godine: "Hasbruch", "Höllerbach" i "Scharnstein, Mitterndorf".

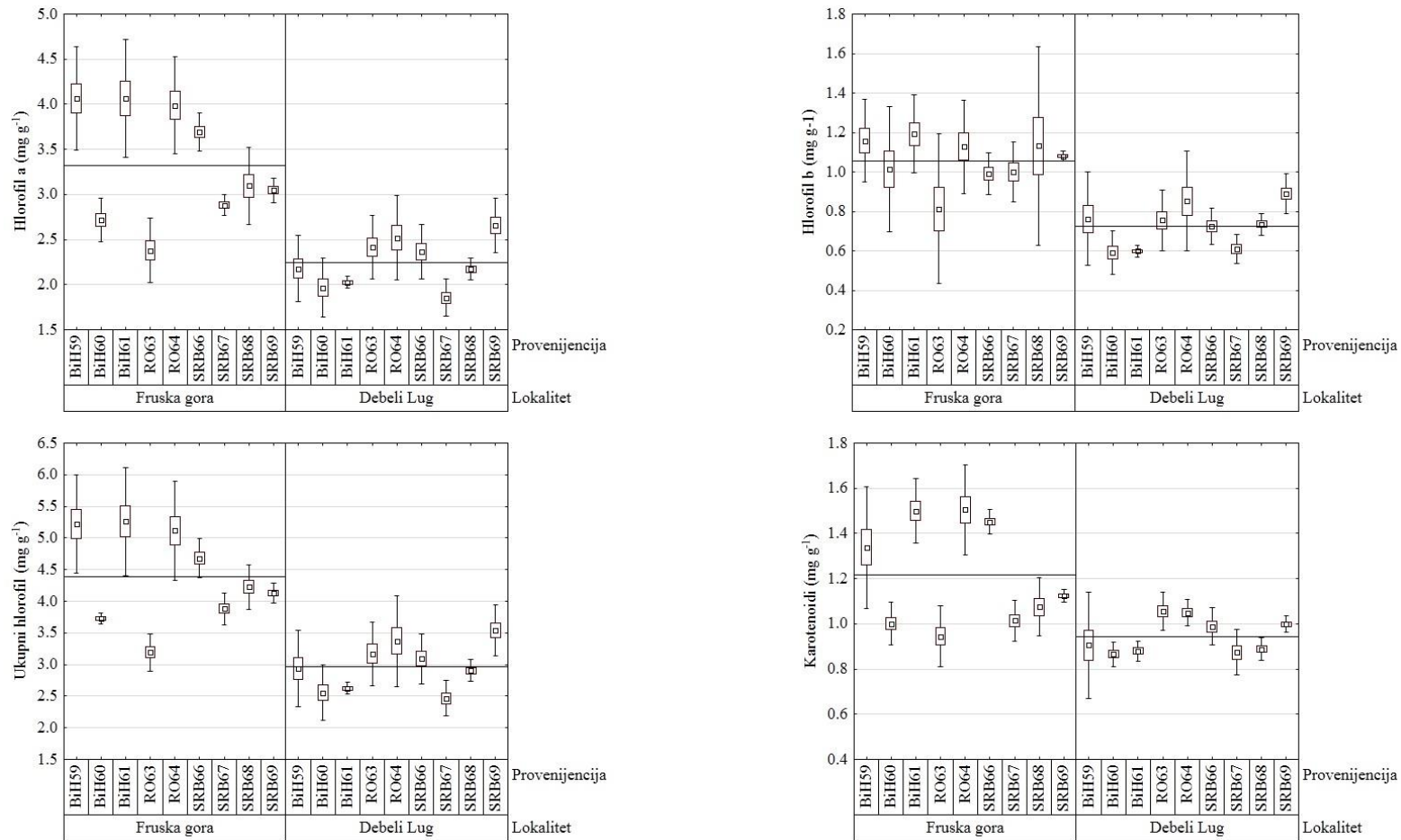
Tokom 2011. godine, kod provenijencija starosti 6 godina, najveća koncentracija hlorofila a je zabeležena kod bosanskih provenijencija "Grmeč, Bastra-Corkova" (4.066 mg g⁻¹) i "Vranica-Bistrica" (4.064 mg g⁻¹), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Cer" (2.656 mg g⁻¹) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (2.520 mg g⁻¹), u Debelom Lugu. Najmanje prosečne vrednosti koncentracije *Chl a*, su očitane kod provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" (2.380 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (2.715 mg g⁻¹), na Fruškoj gori i provenijencija "Boranja" (1.855 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (1.966 mg g⁻¹), u Debelom Lugu.

Kao i kod prethodno opisanog parametra, i u slučaju koncentracije hlorofila b, najveće prosečne vrednosti, na Fruškoj gori, su registrovane kod provenijencija "Grmeč, Bastra-Corkova" (1.193 mg g⁻¹) i "Vranica-Bistrica" (1.158 mg g⁻¹), dok su u Debelom Lugu to bile provenijencija "Cer" (0.890 mg g⁻¹) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (0.851 mg g⁻¹). Najmanju prosečnu koncentraciju *Chl b* po jedinici suve materije lista je imala provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" (0.813 mg g⁻¹), na Fruškoj gori, i provenijencija "Crni vrh" (0.590 mg g⁻¹) u Debelom Lugu.

Tabela 91. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b, ukupnog hlorofila i karotenoida u listu biljaka kod provenijencija starosti 6 godina (2011. godina). *Mala slova u poljima ispod srednjih vrednosti označavaju rezultate LSD testa za nivo signifikantnosti $p \leq 0.05$.*

Provenijencija	Chl a dw				Chl b dw				Chl a+b				Car			
	Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug		Fruška gora		Debeli Lug	
	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	4.064	7.02	2.178	8.45	1.158	9.03	0.762	15.59	5.222	7.42	2.940	10.19	1.339	10.08	0.905	12.93
Crni vrh (BiH60)	2.715	4.45	1.966	8.26	1.013	15.70	0.590	9.33	3.728	1.24	2.556	8.50	1.001	4.78	0.866	3.14
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	4.066	8.04	2.027	1.62	1.193	8.30	0.598	2.54	5.259	8.08	2.625	1.80	1.500	4.70	0.880	2.50
Alesd, U.P.II/51A(RO63)	2.380	7.50	2.418	7.24	0.813	23.39	0.755	10.18	3.192	4.56	3.173	7.93	0.945	7.20	1.055	3.99
Alba-Iulia, U.P.V/154A(RO64)	3.987	6.77	2.520	9.27	1.127	10.54	0.851	14.82	5.114	7.59	3.372	10.66	1.505	6.67	1.050	2.75
Avala (SRB66)	3.692	2.83	2.365	6.37	0.990	5.42	0.725	6.38	4.683	3.33	3.090	6.35	1.452	1.90	0.988	4.17
Boranja (SRB67)	2.881	2.00	1.855	5.56	1.000	7.69	0.609	6.09	3.882	3.23	2.464	5.68	1.015	4.42	0.874	5.78
Fruška gora (SRB68)	3.096	6.91	2.172	2.81	1.132	22.24	0.734	3.73	4.228	4.15	2.906	2.95	1.074	6.00	0.888	2.81
Cer (SRB69)	3.048	2.25	2.656	5.73	1.080	1.19	0.890	5.74	4.128	1.97	3.546	5.69	1.124	1.23	0.999	1.82
Prosečno za lokalitet	3.325	5.31	2.240	6.15	1.056	11.50	0.724	8.27	4.382	4.62	2.963	6.64	1.217	5.22	0.954	4.43

Legenda: \bar{x} – srednja vrednost, CV – koeficijent varijacije (%), Chl a – hlorofila a (mg g^{-1}), Chl b – hlorofila b (mg g^{-1}), Chl a+b – ukupni hlorofil (mg g^{-1}), Car – karotenoidi (mg g^{-1}).



Grafikon 50. Varijabilnost koncentracije: a) hlorofila a (mg g⁻¹), b) hlorofila b (mg g⁻¹), c) ukupnog hlorofila (mg g⁻¹) i d) karotenoida (mg g⁻¹) u listu biljaka kod provenijencija starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▤) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Rangiranje provenijencija u pogledu prosečnih vrednosti koncentracije ukupnog hlorofila je, na oba lokaliteta, u potpunosti pratilo rangiranje provenijencija koje je ranije konstatovano za prosečnu koncentraciju hlorofila a. To znači da su se ponovo kao najbolje rangirane provenijencije izdvojile "Grmeč, Bastra-Corkova" (5.259 mg g⁻¹) i "Vranica-Bistrica" (5.222 mg g⁻¹), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Cer" (3.546 mg g⁻¹) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (3.372 mg g⁻¹), u Debelom Lugu. Na drugoj strani, najmanje prosečne vrednosti koncentracije *Chl a+b*, su zabeležene kod provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" (3.192 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (3.728 mg g⁻¹), na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Boranja" (2.464 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (2.556 mg g⁻¹), u Debelom Lugu.

Najveće prosečne vrednosti koncentracije karotenoida su, na Fruškoj gori, imale provenijencije: "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (1.505 mg g⁻¹) i "Grmeč, Bastra-Corkova" (1.500 mg g⁻¹), dok su u Debelom Lugu to bile dve rumunske provenijencije: "Alesd, U.P.II/51A" (1.055 mg g⁻¹) i "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (1.050 mg g⁻¹), koje su ujedno bile i jedine provenijencije na ovom lokalitetu koje su imale koncentraciju karotenoida veću od 1 mg g⁻¹. Najmanje koncentracije karotenoida su, kao i u slučaju ukupnog hlorofila, konstatovane kod provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" (0.945 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (1.001 mg g⁻¹), na Fruškoj gori i provenijencija "Boranja" (0.874 mg g⁻¹) i "Crni vrh" (0.866 mg g⁻¹), u Debelom Lugu.

Istraživanje varijabilnosti koncentracije fotosintetičkih pigmenata, pokazalo je da su "lokalitet" i "provenijencija", kao i interakcije "provenijencija x lokalitet" bili statistički, visoko značajan izvor varijabilnosti kod biljaka obe starosti, tokom obe godine istraživanja (Tabela 92 – Tabela 95).

Tabela 92. Rezultati analize varijanse za koncentraciju hlorofila a po jedinici suve materije, u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	398.26	<.0001	245.20	<.0001	488.00	<.0001	519.73	<.0001
Provenijencija (P)	10.64	<.0001	11.36	<.0001	23.02	<.0001	23.75	<.0001
Interakcija (P x L)	11.17	<.0001	36.00	<.0001	20.85	<.0001	17.90	<.0001

Tabela 93. Rezultati analize varijanse za koncentraciju hlorofila b po jedinici suve materije, u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	133.90	<.0001	375.17	<.0001	125.21	<.0001	77.69	<.0001
Provenijencija (P)	5.79	<.0001	12.48	<.0001	3.38	0.0054	13.56	<.0001
Interakcija (P x L)	3.73	<.0001	22.67	<.0001	3.01	0.0107	4.31	0.0002

Tabela 94. Rezultati analize varijanse za koncentraciju ukupnog hlorofila po jedinici suve materije, u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	465.00	<.0001	321.79	<.0001	477.25	<.0001	541.40	<.0001
Provenijencija (P)	11.51	<.0001	11.77	<.0001	18.69	<.0001	32.50	<.0001
Interakcija (P x L)	10.68	<.0001	35.28	<.0001	16.73	<.0001	17.38	<.0001

Tabela 95. Rezultati analize varijanse za koncentraciju karotenoida po jedinici suve materije, u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Starost biljaka 5 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 6 godina		Starost biljaka 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	324.70	<.0001	246.64	<.0001	262.90	<.0001	78.87	<.0001
Provenijencija (P)	5.06	0.0003	5.74	<.0001	25.21	<.0001	10.20	<.0001
Interakcija (P x L)	4.12	0.0014	19.29	<.0001	20.89	<.0001	9.51	<.0001

Kanonijskom diskriminantnom analizom su bili obuhvaćeni samo oni parametri za koje je analiza varijanse pokazala da su se međusobno statistički značajno razlikovali.

Rezultatima CDA je ustanovljeno da su se u 2010. godini, na Fruškoj gori, provenijencije starosti 6 godina statistički značajno odvajale po dve kanonijske ose (tabela 96). Prva kanonijska osa (CD1) je opisivala 66% varijabilnosti (tabela 97).

Ovome je najviše doprinela koncentracija hlorofila a (0.76179). Po njoj je došlo do odvajanja provenijencija DE48 ("Höllerbach") i HU42 ("Valkonya"), u odnosu na provenijencije DE47 ("Schelklingen"), BiH32 ("Crni vrh, Tešanj"), SRB38 ("Kopaonik") i BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa") (grafikon 51). Provenijencije DE48 i HU42 su se karakterisale najvećim prosečnim koncentracijama hlorofila a po jedinici suve materija lišća, dok je kod provenijencija DE47, BiH32, SRB38 i BiH33 zabeležena najmanja prosečna koncentracija *Chl a*.

Tabela 96. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

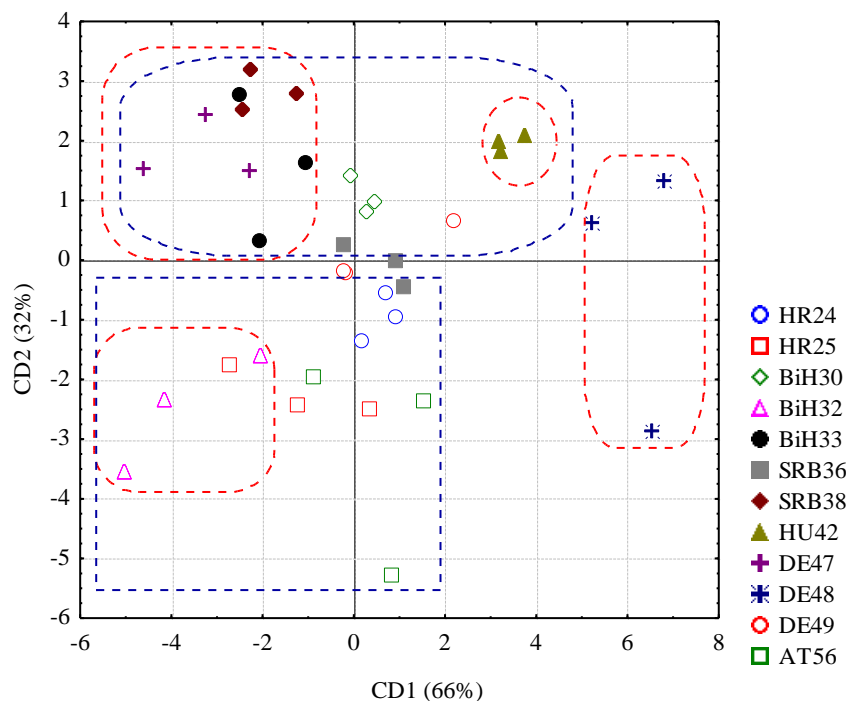
Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	10.70265	0.956321	0.009457	128.1787	33	0.000000
1	5.17879	0.915509	0.110667	60.5337	20	0.000006
2	0.46244	0.562325	0.683791	10.4528	9	0.315083

Tabela 97. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	0.76179	-0.589846	0.700243
Chl b	0.18399	1.279409	-0.147876
Car	0.25368	-0.623877	-0.939223
Eigenval	10.70265	5.178793	0.462436
Cum.Prop	0.65484	0.971706	1.000000

Druga kanonijska (CD2) osa je opisivala narednih 32% varijabilnosti i razdvajanju provenijencija po ovoj osi je najviše doprinela vrednost koncentracije hlorofila b (1.279409). Na osnovu distribucije provenijencija, može se uočiti da je došlo do odvajanja provenijencija HU42 ("Valkonya"), BiH30 ("Tajan, Žepce"), SRB38 ("Kopaonik"), DE47 ("Schelklingen") i BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa"), u odnosu

na provenijencije BiH32 ("Crni vrh, Tesanj"), HR25 ("Vrani kamen") i AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf") i HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski").



Grafikon 51. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Kod provenijencija starosti 6 godina, u Debelom Lugu, statistički značajno odvajanje provenijencija je zabeleženo po tri kanonijske ose (tabela 98). Prva osa opisuje 70% ukupne varijabilnosti između provenijencija i ona je najvećim delom rezultat razlike u koncentraciji hlorofila a (1.47401) (tabela 99). Po CD1 došlo do razdvajanja provenijencija DE48 ("Höllerbach") i HU42 ("Valkonya"), od provenijencija AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), DE47 ("Schelklingen"), BiH30 ("Tajan, Žepče"), BiH32 ("Crni vrh, Tešanj"), SRB36 ("Fruška gora"), s obzirom da su se one karakterisale najmanjim prosečnim vrednostima koncentracije hlorofila a (grafikon 52). Odvajanju provenijencija po CD2, koja opisuje 26% varijabilnosti provenijencija, najviše doprinosi koncentracija hlorofila b (1.220612) koja je bila

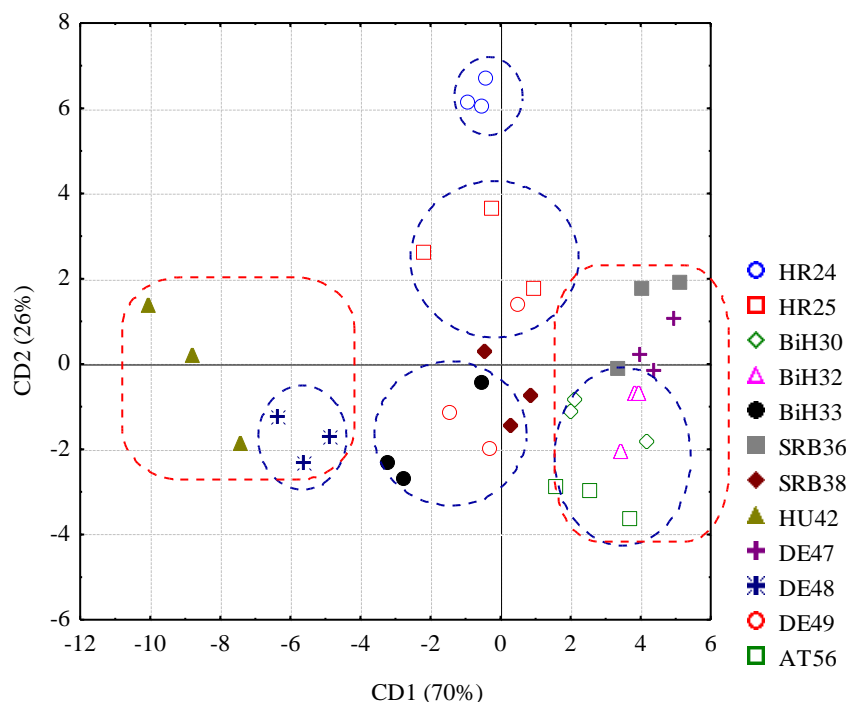
najveća za provenijencije HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski") i HR25 ("Vrani kamen"), u odnosu na grupu provenijencija iz Bosne: BiH30, BiH32 i BiH33, nemačku provenijenciju DE48 i austrijsku provenijenciju AT56.

Tabela 98. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	22.45122	0.978447	0.001918	172.0541	33	0.000000
1	8.52648	0.946060	0.044978	85.2938	20	0.000000
2	1.33384	0.755991	0.428478	23.3067	9	0.005543

Tabela 99. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	1.47401	-0.149034	-1.11017
Chl b	-1.51073	1.220612	0.31007
Car	0.66815	-0.172490	1.09215
Eigenval	22.45122	8.526481	1.33384
Cum.Prop	0.69484	0.958719	1.00000



Grafikon 52. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

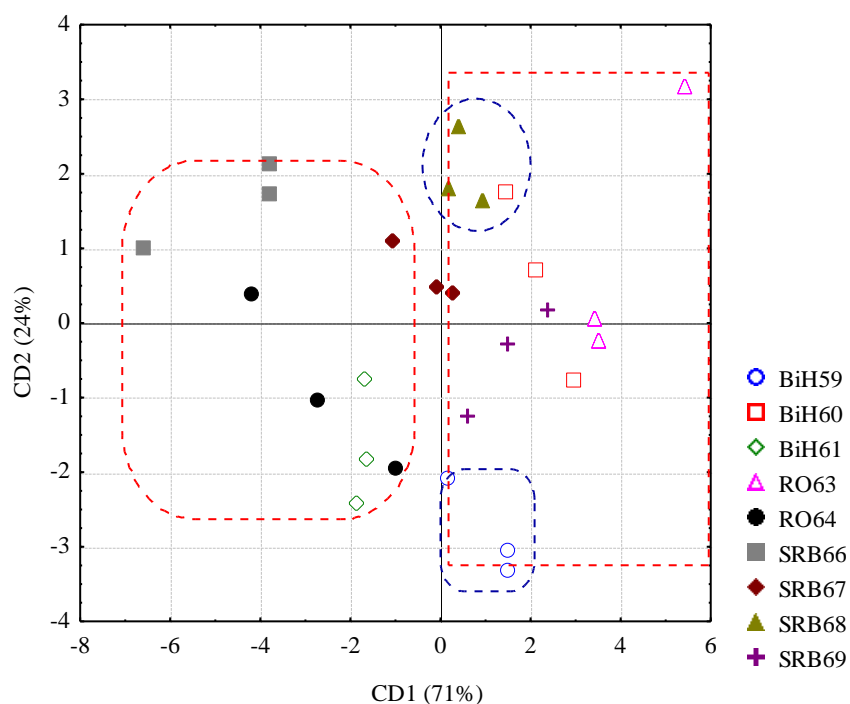
Kod provenijencija starosti 5 godina, na Fruškoj gori, statistički značajno odvajanje provenijencija je postojalo po CD1 i CD2 (tabela 100). CD1 je opisivala 71% varijabilnosti i razdvajanju provenijencija po ovoj osi su najviše doprinele koncentracije *Chl a* (1.24479) i koncentracija *Chl b* (-1.21777) (tabela 101).

Tabela 100. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	9.619410	0.951752	0.013398	86.25337	24	0.000000
1	3.356712	0.877764	0.142276	38.99970	14	0.000365
2	0.613277	0.616558	0.619856	9.56535	6	0.144190

Tabela 101. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	1.24479	-0.132368	0.557358
Chl b	-1.21777	-0.858625	0.056601
Car	0.60927	-0.104335	-0.935049
Eigenval	9.61941	3.356712	0.613277
Cum.Prop	0.70786	0.954871	1.000000



Grafikon 53. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Na bazi toga, po ovoj osi je postojalo odvajanje provenijencija SRB66 ("Avala"), RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A") i BiH61 ("Grmeč, Bastra-Corkova"), od

provenijencija BiH59 ("Vranica-Bistrica"), BiH60 ("Crni vrh"), RO63 ("Alesd, U.P.II/51A"), SRB68 ("Fruška gora") i SRB69 ("Cer"). CD2 je opisivala narednih 25% varijabilnosti i razdvajanju provenijencija po ovoj osi je najviše doprinela koncentracija *Chl b* (-0.858625). Najjasnije odvajanje provenijencija po CD2 u ovom slučaju jeste između provenijencije BiH59 i provenijenciju SRB68. Provenijencija BiH59 se karakterisale najvećom prosečnom vrednošću koncentracije hlorofila b (1.789 mg g⁻¹), dok je provenijencija SRB68 imala najmanju koncentraciju *Chl b* (1.222 mg g⁻¹) (grafikon 53).

U Debelom Lugu, kod mlađe grupe provenijencija, zabeleženo je njihovo statistički značajno razdvajanje samo po prvoj kanoničkoj osi (tabela 102).

Tabela 102. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

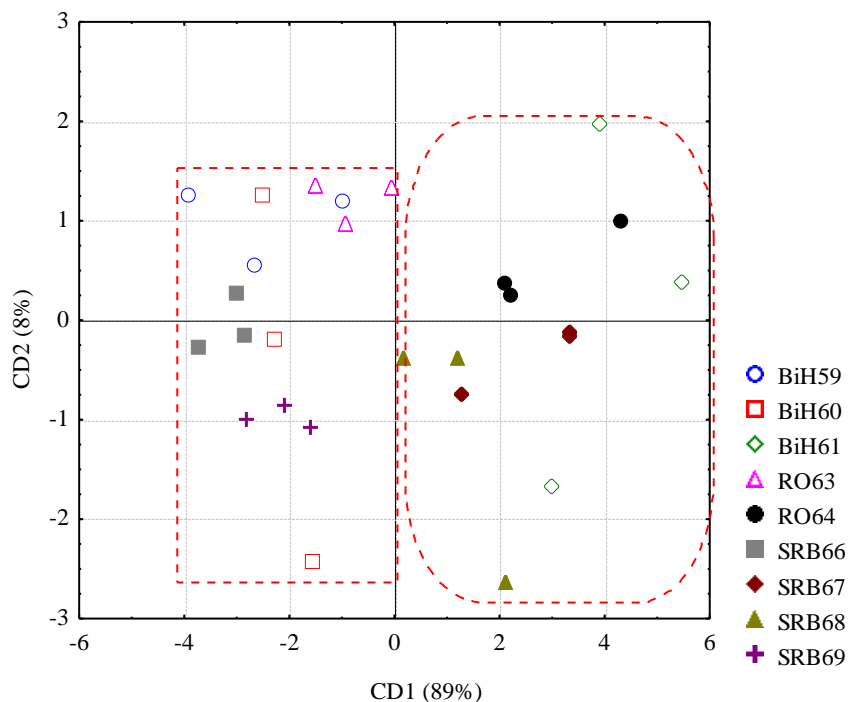
Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	9.973876	0.953349	0.034701	67.21985	24	0.000006
1	0.897212	0.687685	0.380802	19.30950	14	0.153457
2	0.384154	0.526818	0.722463	6.50179	6	0.369384

Tabela 103. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	-0.884770	-0.207138	-0.490682
Chl b	-0.454173	0.898475	0.138628
Car	-0.631031	-0.276674	0.768673
Eigenval	9.973876	0.897212	0.384154
Cum.Prop	0.886154	0.965869	1.000000

Ova osa je opisivala 89% varijabilnosti i razdvajanju po njoj je najviše doprinela koncentracija hlorofila a (-0.884770) (tabela 103). Na osnovu toga, došlo je do odvajanja

dve grupe provenijencija. Na jednoj strani su bile one kod kojih su zabeležene (naj)veće prosečne vrednosti koncentracije *Chl a* po jedinici suve materije (BiH59, BiH60, RO63, SRB66 i SRB69), dok su na drugoj strani bile provenijencija kod kojih su registrovane (naj)manje vrednosti: BiH61, RO64, SRB67 i SRB68 (grafikon 54).



Grafikon 54. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

U 2011. godini, na lokalitetu Fruška gora, provenijencije starosti 7 godina su se statistički značajno odvajale po dve kanonijske ose (tabela 104). CD1 je objašnjavala 62% svih razlika između provenijencija, dok je CD2 objašnjavala narednih 37% varijabilnosti (tabela 105). Na grafiku 55 su uočava da je po CD1 postojalo razdvajanje provenijencije DE48 ("Höllerbach"), od grupe provenijencija, koju su činile HR24 ("Sjeverini Dilj Čaglinski"), SRB38 ("Kopaonik"), HU42 ("Valkonya") i DE49 ("Hasbruch"). Ovom odvajanju je najviše doprinela koncentracija hlorofila a, što se može videti iz apsolutne vrednosti standardizovanog koeficijenta (0.92403). Prosečna

koncentracija *Chl a* je bila najmanja upravo kod provenijencije DE48, dok su se preostale četiri provenijencije karakterisale najvećim prosečnim vrednostima koncentracije *Chl a*.

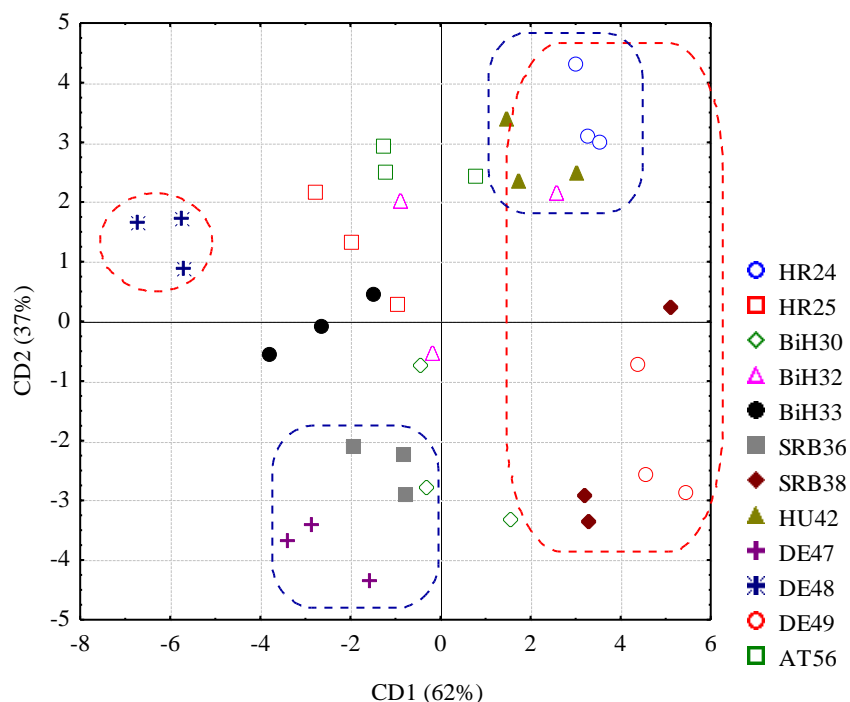
Odvajanje provenijencija po CD2 je bilo najviše pod uticajem koncentracije hlorofila b (-1.07723) u listovima biljaka. Najveće koncentracije su zabeležene kod provenijencija HR24 (1.318 mg g⁻¹) i HU42 (1.266 mg g⁻¹), dok su najmanje koncentracije bile kod provenijencija DE47 (0.656 mg g⁻¹) i SRB36 (0.753 mg g⁻¹).

Tabela 104. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	13.57231	0.965079	0.006377	139.0153	33	0.000000
1	8.16188	0.943850	0.092924	65.3394	20	0.000001
2	0.17460	0.385547	0.851354	4.4255	9	0.881245

Tabela 105. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	0.92403	0.25790	-0.496641
Chl b	0.11847	-1.07723	0.487004
Car	0.47954	0.96829	0.513816
Eigenval	13.57231	8.16188	0.174600
Cum.Prop	0.61949	0.99203	1.000000



Grafikon 55. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

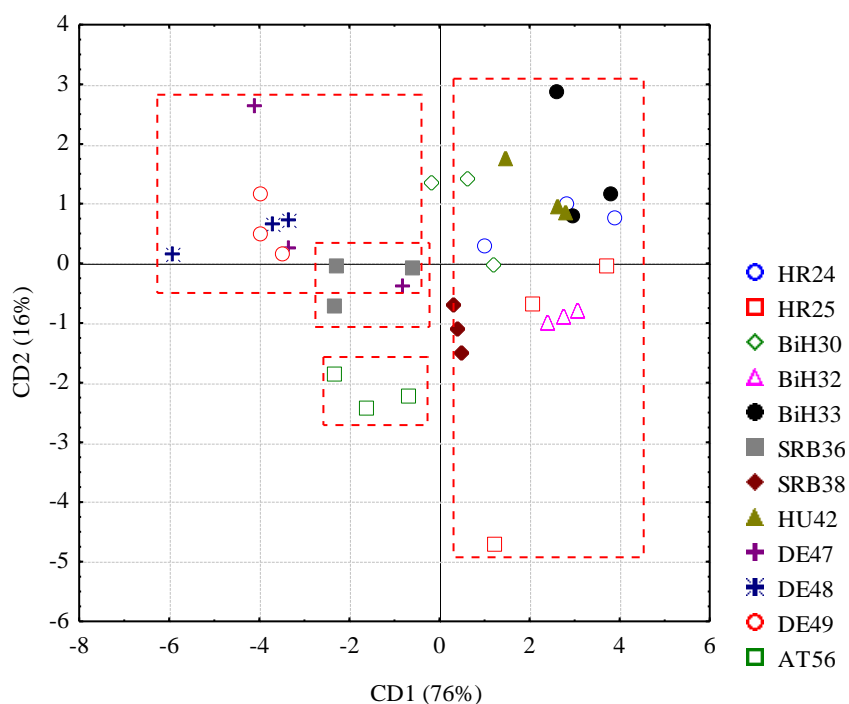
U Debelom Lugu, kod provenijencija starosti 7 godina, statistički značajno odvajanje provenijencija je postojalo po tri kanonijske diskriminantne ose (tabela 106). Prva osa je opisivala 76% varijabilnosti, druga osa je opisivala narednih 16%, dok je treća opisivala 8% svih razlika između posmatranih provenijencija (tabela 107).

Tabela 106. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	10.12919	0.954016	0.013334	118.7291	33	0.000000
1	2.09544	0.822766	0.148399	52.4659	20	0.000097
2	1.17694	0.735283	0.459359	21.3929	9	0.011016

Tabela 107. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	0.54464	-1.67100	0.148329
Chl b	0.51915	1.46446	-0.579513
Car	-0.02021	0.49675	1.014079
Eigenval	10.12919	2.09544	1.176945
Cum.Prop	0.75582	0.91218	1.000000



Grafikon 56. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

Jasno odvajanje po CD1 se uočava između dve grupe provenijencija. Na jednoj strani ose su se našle provenijencije kod kojih su zabeležene veće vrednosti

koncentracije *Chl a* (BiH32 ("Crni vrh, Tešanj"), HR25 ("Vrani kamen"), BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa"), HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski"), HU42 ("Valkonya") i SRB38 ("Kopaonik")), dok su se ne drugoj našle provenijencije sa manjim koncentracijama (BiH30 ("Tajan, Žepče"), SRB36 ("Fruška gora"), AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), DE47 ("Schelklingen"), DE48 ("Höllerbach") i DE49 ("Hasbruch")) (grafikon 56). Ono što je ipak zanimljivo zapaziti, jeste odvajanje nemačkih provenijencija (DE47, DE48 i DE49) od ostalih provenijencija, s obzirom da su se one karakterisale najmanjim prosečnim koncentracijama hlorofila a po jedinici suve materija.

U slučaju provenijencija starosti 5 godina, na lokalitetu Fruška gora, statistički značajno odvajanje istih je postojalo samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 108), koja je uz to opisivala 95% varijabilnosti između provenijencija (tabela 109).

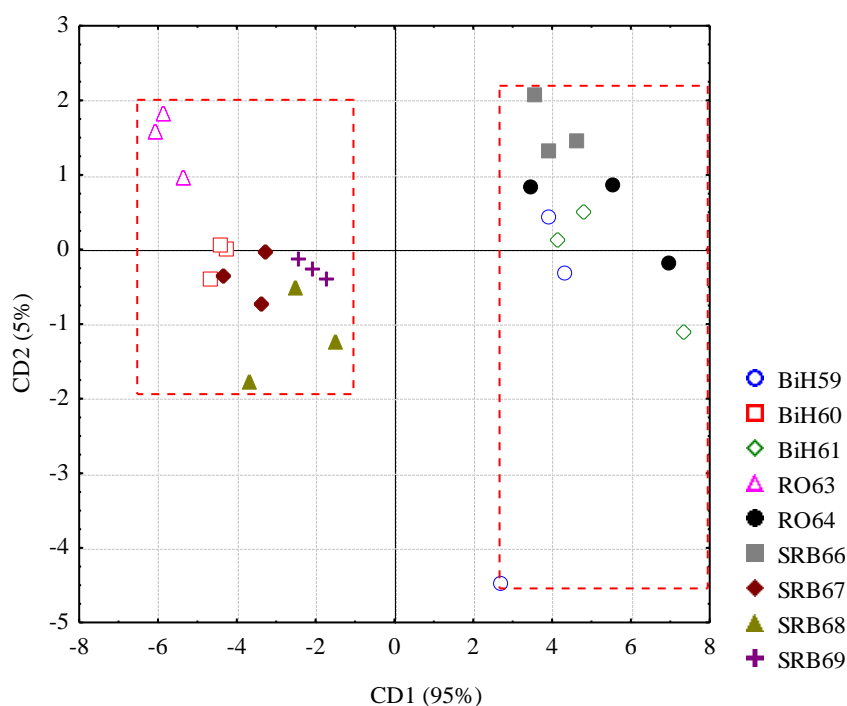
Tabela 108. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	27.49461	0.982296	0.012496	87.64750	24	0.000000
1	1.44626	0.768904	0.356058	20.65321	14	0.110855
2	0.14809	0.359148	0.871013	2.76198	6	0.838073

Tabela 109. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Car	0.82033	0.680410	-0.339647
Chl a	0.69176	-0.548793	0.477537
Chl b	-0.30103	-0.817176	-0.708080
Eigenval	27.49461	1.446263	0.148089
Cum.Prop	0.94519	0.994909	1.000000

Kao i u 2010. godini, po CD1 je došlo do jasnog razdvajanja provenijencija u dve grupe, s tim što je za razliku od 2010. kada je tom razdvajanju najviše doprinela koncentracija hlorofila a, u 2011. godini odvajanju je najviše doprinela koncentracija karotenoida po jedinici suve materije lišća (0.82033). Na grafikonu 57 se vidi da su se na jednoj strani našle četiri provenijencije, koje su imale koncentraciju karotenoida iznad proseka za lokalitet ("Alba-Iulia, U.P.V/154A" (RO64), "Grmeč, Bastra-Corkova" (BiH61), "Avala" (SRB66) i "Vranica-Bistrica" (BiH59)), dok su na drugoj strani bile preostale provenijencije koji su imale koncentraciju *Car*, ispod proseka za lokalitet.



Grafikon 57. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

U Debelom Lugu, u drugoj godini istraživanja, mlađe provenijencije su se statistički značajno odvajale po dve kanonijske diskriminante ose (tabela 110). Prva osa je opisivala 71% varijabilnosti između provenijencija, dok je druga osa opisivala narednih 22% varijabilnosti (tabela 111). Razdvajanju provenijencija po CD1 je najviše

doprinela koncentracija hlorofila a, što se vidi i iz priložene vrednosti standardizovanog koeficijenta za prvu osu (2.68234).

Tabela 110. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za koncentraciju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

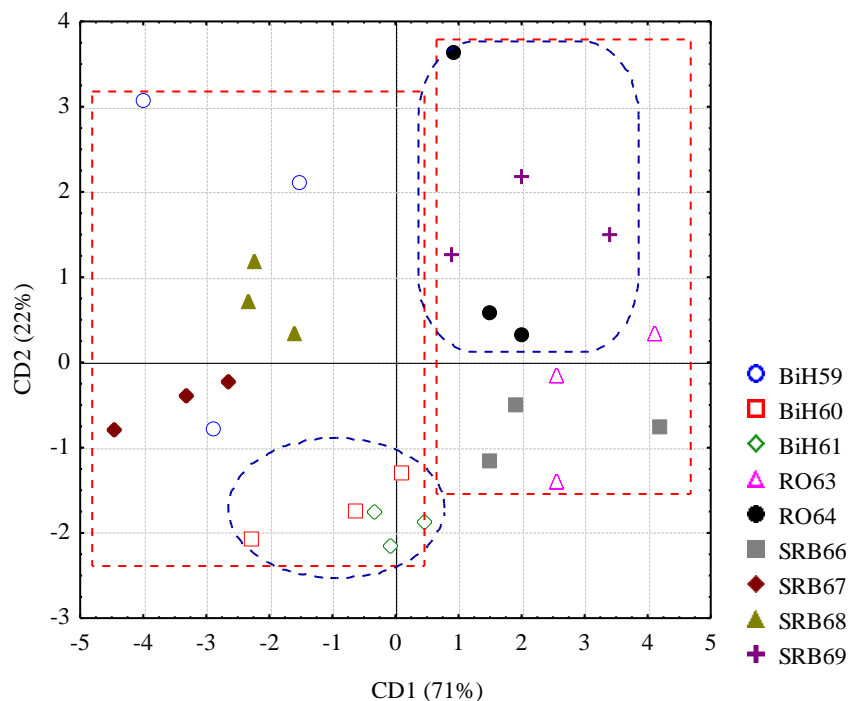
Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	7.925457	0.942317	0.017492	80.92007	24	0.000000
1	2.560824	0.848037	0.156125	37.14191	14	0.000702
2	0.798771	0.666382	0.555935	11.74208	6	0.067976

Tabela 111. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2	CD3
Chl a	2.68234	-1.00986	-1.33869
Chl b	-2.47571	1.91438	0.59064
Car	0.44637	-0.01822	1.08880
Eigenval	7.92546	2.56082	0.79877
Cum.Prop	0.70230	0.92922	1.00000

Po ovoj osi je postojalo odvajanje provenijencija iz Rumunije (RO63 ("Alesd, U.P.II/51A") i RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A")) i dve provenijencije iz Srbije (SRB66 ("Avala") i SRB69 ("Cer")) u odnosu na preostale provenijencije. Upravo su se navedene četiri provenijencije karakterisale najvećim prosečnim vrednostima koncentracije *Chl a* po jedinici suve materije lista (grafikon 58). Razdvajanje provenijencija po CD2 je bilo najviše pod kontrolom koncentracije hlorofila b (1.91438). Ovde je zabeleženo jasno odvajanje provenijencija SRB69 i RO64, u odnosu na dve provenijencije iz Bosne i Hercegovine – BiH60 i BiH61. Prve su imale najveće prosečne vrednosti koncentracije Chl b, koje su iznosile 0.890 mg g⁻¹ i 0.851 mg g⁻¹, respektivno, dok su se navedene provenijencije iz Bosne karakterisale najmanjim

prosečnim vrednostima ovog parametra ($\text{Chl } b_{\text{BiH60}}=0.590 \text{ mg g}^{-1}$; $\text{Chl } b_{\text{BiH61}}=0.598 \text{ mg g}^{-1}$).



Grafikon 58. Distribucija individua unutar provenijencija na osnovu vrednosti koncentracije hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u listu sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

6.4. Varijabilnost morfoloških parametara u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu

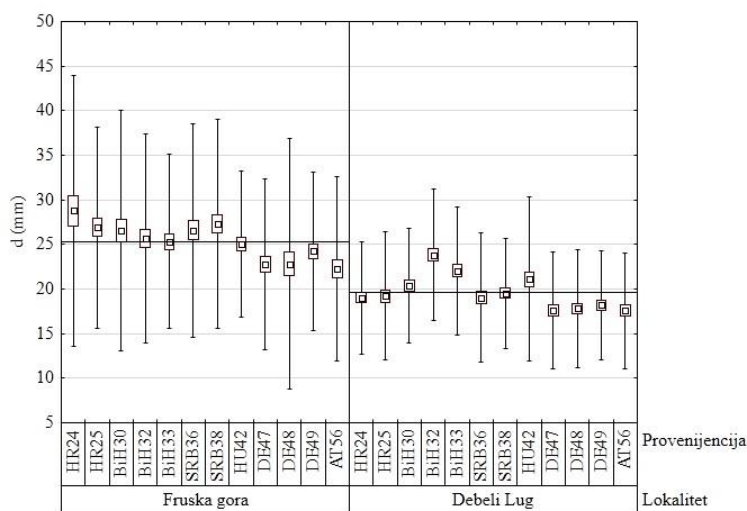
6.4.1. Prečnik u zoni korenovog vrata i visina sadnica

Prečnici sadnica u zoni korenovog vrata. Rezultati deskriptivne statistike za provenijencije starosti 6 godina, u 2010. godini, dati su u tabeli 112. Najveći prosečni prečnik sadnica u zoni korenovog vrata registrovan je, na Fruškoj gori, kod provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" (28.77 mm), "Kopaonik" (27.34 mm) i "Vrani kamen" (26.90 mm) (tabela 112).

Tabela 112. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti prečnika u zoni korenovog vrata kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	28.77	a	26.48	19.03	def	16.49
Vrani kamen (HR25)	26.90	abc	20.97	19.20	cdef	18.70
Tajan, Žepče (BiH30)	26.56	abc	25.48	20.37	bcd	15.87
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	25.65	abcd	22.81	23.83	a	15.45
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	25.35	bcde	19.17	22.04	ab	16.22
Fruška gora (SRB 36)	26.61	abc	22.49	19.05	def	19.12
Kopaonik (SRB 38)	27.34	ab	21.50	19.54	cde	15.84
Valkonya (HU42)	25.04	bcdef	16.35	21.11	bc	21.81
Schelklingen (DE47)	22.76	def	21.07	17.59	f	18.59
Höllerbach (DE48)	22.83	ef	30.88	17.80	f	18.47
Hasbruch (DE49)	24.24	cdef	18.38	18.21	ef	16.73
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	22.25	f	23.24	17.57	f	18.41
Prosečno za lokalitet	25.36		22.40	19.61		17.64

Legenda: \bar{x} - prosečani prečnik u zoni korenovog vrata (mm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 59. Varijabilnost prečnika u zoni korenovog vrata sadnica kod provenijencija starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (■) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

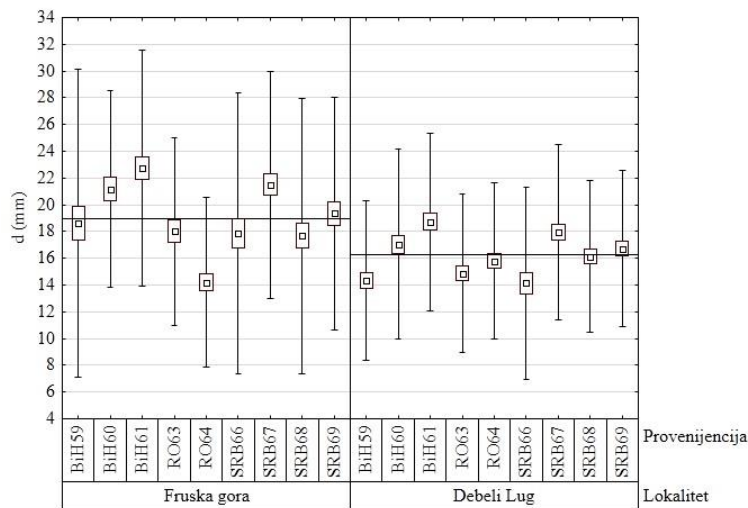
U Debelom Lugu to bile bosanske provenijencije "Crni vrh, Tešanj" (23.83 mm) i "Grmeč, Bosanska Krupa" (22.04 mm), kao i mađarska provenijencija "Valkonya" (21.11 mm). Na Fruškoj gori je došlo do izdvajanja provenijencija sa prostora Hrvatske i zapadnog Balkana, po višim vrednostima prečnika u poređenju sa provenijencijama iz Mađarske, Nemačke i Austrije. Austrijska provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf", kao i nemačke provenijencije "Schelklingen", "Höllerbach" i "Hasbruch" su, na oba lokaliteta pokazale najmanje prosečne vrednosti prečnika. Interesantno je, takođe, da je i poredak ovih provenijencija bio jednak i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Kod provenijencija starosti 5 godina, kao najbolje i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su se izdvojile sledeće provenijencije: "Grmeč, Bastra-Corkova" ($\bar{x}_{FG}=22.77$ mm; $\bar{x}_{DL}=18.74$ mm), "Boranja" ($\bar{x}_{FG}=21.49$ mm; $\bar{x}_{DL}=17.96$ mm), "Crni vrh" ($\bar{x}_{FG}=21.17$ mm; $\bar{x}_{DL}=17.06$ mm) i "Cer" ($\bar{x}_{FG}=19.35$ mm; $\bar{x}_{DL}=16.71$ mm). Ove provenijencije su imale isti poredak na oba lokaliteta. Provenijencija sa najmanjom prosečnom vrednošću prečnika u zoni korenovog vrata na Fruškoj gori je bile rumunska provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (14.19 mm), a u Debelom Lugu srpska provenijencija "Avala" (14.15 mm).

Tabela 113. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti prečnika u zoni korenovog vrata kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	18.63	c	30.88	14.36	e	20.71
Crni vrh (BiH60)	21.17	ab	17.40	17.06	bc	20.87
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	22.77	a	19.36	18.74	a	17.70
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	18.01	c	19.49	14.88	de	19.98
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	14.19	d	22.41	15.80	cde	18.45
Avala (SRB66)	17.88	c	29.35	14.15	e	25.40
Boranja (SRB67)	21.49	ab	19.80	17.96	ab	18.33
Fruška gora (SRB68)	17.68	c	29.10	16.13	cd	17.61
Cer (SRB69)	19.35	bc	22.42	16.71	bc	17.47
Prosečno za lokalitet	19.02		23.36	16.20		19.61

Legenda: \bar{x} - prosečani prečnik u zoni korenovog vrata (mm), CV - koeficijent varijacije (%).



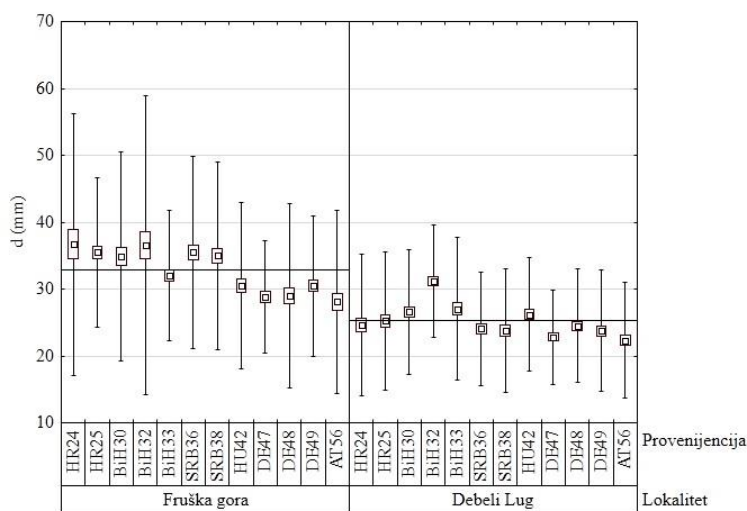
Grafikon 60. Varijabilnost prečnika u zoni korenovog vrata vrata sadnica kod provenijencija starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (□) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Kada je u pitanju 2011. godina, provenijencije starosti 7 godina su pokazale sledeći poredak: na Fruškoj gori, kao i u prethodnoj godini, kao najbolja se pokazala hrvatska provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" (36.66 mm), dok su je pratile bosanska provenijencija "Crni vrh, Tešanj" (36.58 mm) i srpska provenijencija "Fruška gora" (35.49 mm) (tabela 114). Među četiri najbolje rangirane provenijencije se takođe, kao i u 2010. godini, našla i druga hrvatska provenijencija "Vrani kamen" (35.48 mm). U Debelom Lugu su, i u drugoj godini istraživanja, prednjačile bosanske provenijencije "Crni vrh, Tešanj" (31.18 mm) i "Grmeč, Bosanska Krupa" (27.03 mm), dok su, u odnosu na prethodnu godinu, poredak zamenile provenijencije "Valkonya" i "Tajan, Žepče", tako da se može reći da su u 2011. godini najveće vrednosti prosečnog prečnika u zoni korenovog vrata sadnica registrovane kod tri provenijencije iz Bosne i Hercegovine. Na drugoj strani, poredak provenijencija kod kojih je zabeležen najmanji prosečan prečnik se nije mnogo menjao u odnosu na prethodnu godinu.

Tabela 114. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti prečnika u zoni korenovog vrata kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	36.66	a	26.70	24.63	cdef	21.47
Vrani kamen (HR25)	35.48	ab	15.79	25.24	bcde	20.48
Tajan, Žepče (BiH30)	34.86	ab	22.42	26.56	bc	17.60
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	36.58	a	30.58	31.18	a	13.40
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	32.05	bc	15.26	27.03	b	19.72
Fruška gora (SRB 36)	35.49	ab	20.17	24.06	defg	17.60
Kopaonik (SRB 38)	34.99	ab	20.01	23.78	efg	19.37
Valkonya (HU42)	30.53	cd	20.39	26.20	bcd	16.21
Schelkingen (DE47)	28.84	cd	14.48	22.84	fg	15.46
Höllerbach (DE48)	29.01	d	23.75	24.47	cdefg	17.34
Hasbruch (DE49)	30.49	cd	17.23	23.76	efg	19.02
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	28.12	d	24.43	22.34	g	19.25
Prosečno za lokalitet	32.76		20.93	25.17		18.08

Legenda: \bar{x} - prosečan prečnik u zoni korenovog vrata (mm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 61. Varijabilnost prečnika u zoni korenovog vrata vrata sadnica kod provenijencija starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

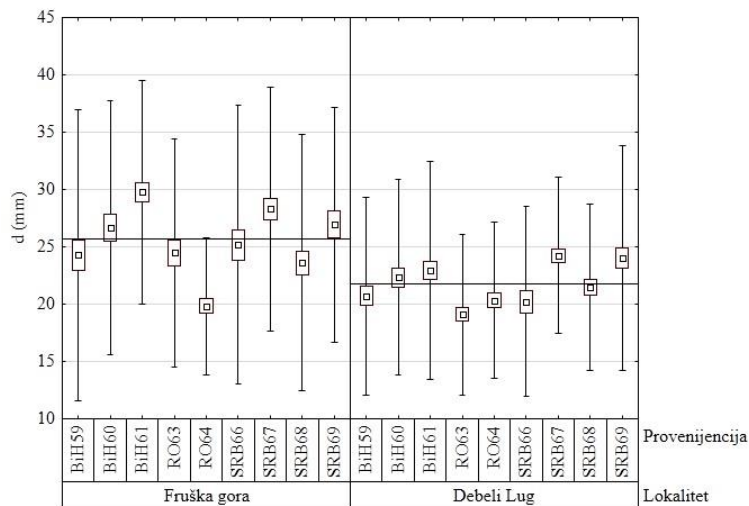
Na Fruškoj gori, ponovo su se kao najlošije pokazale provenijencije koje potiču iz zapadne i centralne Evrope: "Scharnstein, Mitterndorf" (28.12 mm), "Schelklingen" (28.84 mm), "Höllerbach" (29.01 mm), "Hasbruch" (30.49 mm) i "Valkonya" (30.53 mm). U poređenju sa prethodnom godinom, diferenciranje između pomenutih provenijencija i provenijencija koje potiču sa Balkana je bilo još jače izraženo. Slična situacija je bila i u Debelom Lugu, gde su najmanji prosečni prečnici zabeleženi kod provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf" (22.34 mm), "Schelklingen" (22.84 mm) i "Hasbruch" (23.76 mm).

Kod se govori o rezultatima merenja sa kraja 2011. godine, sprovedenim na provenijencijama starosti 6 godina, najveće prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata su registrovane kod dve srpske i dve bosanske provenijencije ("Boranja", "Cer", "Grmeč, Bastra-Corkova" i "Crni vrh") (tabela 115). Poredak ovih provenijencija se razlikovao na Fruškoj gori i u Debelom Lugu. Ono što je zajedničko za oba lokaliteta jeste da su jedino navedene 4 provenijencije imale vrednosti iznad prosečnih za lokalitet (grafikon 62).

Tabela 115. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti prečnika u zoni korenovog vrata kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	24.28	cd	26.10	20.70	cd	20.92
Crni vrh (BiH60)	26.67	bc	20.74	22.35	abc	19.07
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	29.76	a	16.43	22.94	ab	20.63
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	24.47	cd	20.37	19.09	d	18.34
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	19.84	f	15.05	20.34	cd	16.68
Avala (SRB66)	25.17	cd	24.13	20.21	cd	20.51
Boranja (SRB67)	28.31	ab	18.82	24.26	a	14.12
Fruška gora (SRB68)	23.62	d	23.73	21.50	bc	16.91
Cer (SRB69)	26.93	abc	18.98	24.03	a	20.46
Prosečno za lokalitet	25.45		20.48	21.71		18.63

Legenda: \bar{x} - prosečan prečnik u zoni korenovog vrata (mm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 62. Varijabilnost prečnika u zoni korenovog vrata vrata sadnica kod provenijencija starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Najmanje prosečne vrednosti prečnika su zabeležene kod rumunskih provenijencija. Na Fruškoj gori je to bila, kao i u prethodnoj godini, provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" (19.84 mm), dok se u Debelom Lugu radilo o provenijenciji "Alesd, U.P.II/51A" (19.09 mm).

U tabeli 116 su dati rezultati analize varijanse za prečnik sadnica u zoni korenovog vrata u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu. Rezultati su pokazali da su "lokalitet", "provenijencije" i interakcija "provenijencija x lokalitet" bili statistički značajan izvor varijabilnosti u obe godine istraživanja.

Tabela 116. Rezultati analize varijanse za prečnik sadnica u zoni korenovog vrata u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

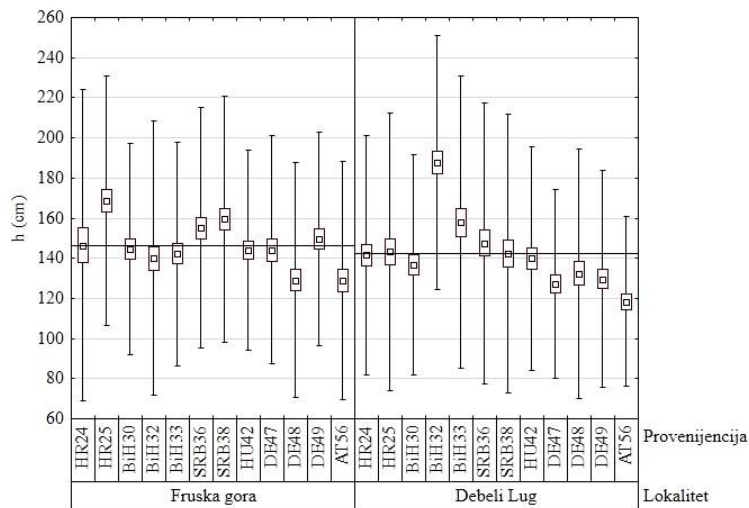
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	58.34	<.0001	249.82	<.0001	73.18	<.0001	315.71	<.0001
Provenijencija (P)	13.90	<.0001	7.23	<.0001	12.55	<.0001	10.59	<.0001
Interakcija (P x L)	3.39	0.0009	3.00	0.0006	2.77	0.0053	3.90	<.0001

Visina sadnica. Najviše vrednosti visina sadnica u provenijeničnom testu osnovanom na Fruškoj gori pokazala je hrvatska provenijencija "Vrani kamen" (168.53 cm), kao i srpske provenijencije "Kopaonik" (159.59 cm) i "Fruška gora" (155.15 cm). U Debelom Lugu prednjačile su dve provenijencije iz Bosne i Hercegovine: "Crni Vrh, Tešanj" (187.81 cm) i "Grmeč, Bosanska Krupa" (157.92 cm). Pratile su ih provenijencije "Fruška gora" (147.53 cm), "Vrani kamen" (143.21 cm) i "Kopaonik" (142.48 cm). Najniže vrednosti prosečnih visina, na oba lokaliteta, su zabeležene kod austrijske provenijencije "Scharnstein, Mitterndorf" ($\bar{x}_{FG}=129.04$ cm, $\bar{x}_{DL}=118.43$ cm). Na Fruškoj gori, ovu provenijenciju je sledila nemačka provenijencijom "Höllerbach" (129.17 cm), i to su dve provenijencije kod kojih je izmerena daleko najmanja prosečna visina, s obzirom da je prva sledeće rangirana provenijencije "Crni Vrh, Tešanj" imala prosečnu visinu od 140.09 cm. U Debelom Lugu, osim provenijencije iz Austrije, najmanje prosečne vrednosti visina su zabeležene i kod sve tri provenijencije iz nemačke: "Höllerbach" (132.53 cm), "Hasbruch" (129.70 cm) i "Schelklingen" (127.25 cm).

Tabela 117. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti visina kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	146.57	bcd	26.45	141.55	bcd	21.01
Vrani kamen (HR25)	168.53	a	18.46	143.21	bcd	24.21
Tajan, Žepče (BiH30)	144.60	bcd	18.26	136.87	cd	20.07
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	140.09	de	24.36	187.81	a	16.85
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	142.23	cde	19.62	157.92	b	23.02
Fruška gora (SRB 36)	155.15	abc	19.36	147.53	bc	23.73
Kopaonik (SRB 38)	159.59	ab	19.24	142.48	bcd	24.34
Valkonya (HU42)	143.90	bcd	17.28	139.87	cd	20.02
Schelklingen (DE47)	144.19	bcd	19.76	127.25	de	18.46
Höllerbach (DE48)	129.17	e	22.57	132.53	cde	23.46
Hasbruch (DE49)	149.66	bcd	17.71	129.70	de	20.81
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	129.04	e	22.97	118.43	e	17.89
Prosečno za lokalitet	146.06		20.50	142.10		21.16

Legenda: \bar{x} - prosečna visina (cm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 63. Varijabilnost visina sadnica kod provenijencija starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (○) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

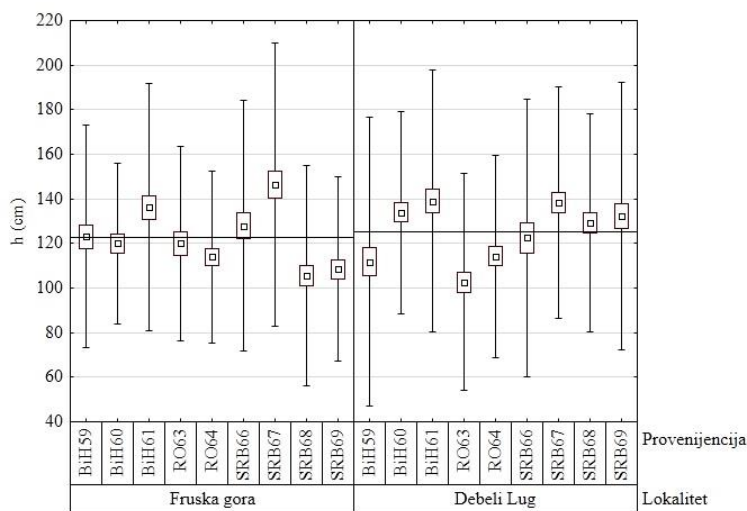
Kod sadnica starosti 5 godina, najviše vrednosti visina, na oba lokaliteta, su zabeležene kod provenijencija "Boranja" i "Grmeč, Bastra-Corkova" (tabela 118).

Tabela 118. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti visina kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	123.05	bc	20.26	111.81	cd	28.99
Crni vrh (BiH60)	119.94	bcd	15.08	133.89	ab	17.00
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	136.18	ab	20.35	139.07	a	21.08
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	120.00	cd	18.23	102.59	d	23.69
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	113.89	cd	16.89	114.25	cd	19.90
Avala (SRB66)	127.87	bc	22.01	122.55	bc	25.37
Boranja (SRB67)	146.54	a	21.65	138.29	a	18.72
Fruška gora (SRB68)	105.50	e	23.50	129.34	ab	18.90
Cer (SRB69)	108.52	de	19.01	132.31	ab	22.73
Prosečno za lokalitet	122.39		19.66	124.90		21.82

Legenda: \bar{x} - prosečna visina (cm), CV - koeficijent varijacije (%).

Na Fruškoj gori, iza pomenutih provenijencija su sledile provenijencije "Avala" i "Vranica-Bistrica", dok su u Debelom Lugu to bile provenijencije "Crni vrh" i "Cer". Kao provenijencije sa najmanjom prosečnom visinom, u 2010. godini, su se pokazale provenijencije "Fruška gora" (105.50 cm) na Fruškoj gori i "Alesd, U.P.II/51A" u Debelom Lugu (102.59 cm).



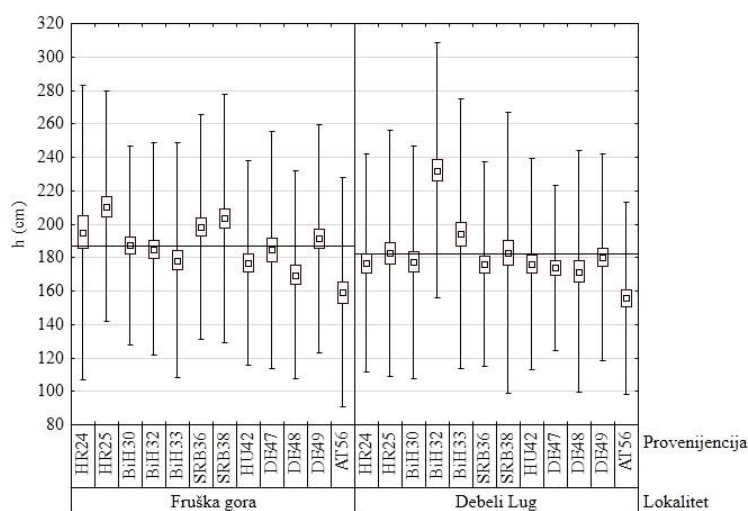
Grafikon 64. Varijabilnost visina sadnica kod provenijencija starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▭) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Tokom 2011. godine, kod sadnica starosti 7 godina, na Fruškoj gori su se, kao i u prethodnoj godini, po najvišoj prosečnoj visini izdvojile provenijencije "Vrani kamen" (210.53 cm), "Kopaonik" (203.49 cm) i "Fruška gora" (198.30 cm) (Tabela 119). U Debelom Lugu ponovo su najviše vrednosti prosečnih visina pokazale provenijencije iz Bosne i Hercegovine: "Crni vrh, Tešanj" (232.24 cm) i "Grmeč, Bosanska Krupa" (194.06 cm). Ove dve provenijencije su bile praćene srpskom provenijencijom "Kopaonik" (182.66 cm) i hrvatskom provenijencijom "Vrani kamen" (182.57 cm). Interesantno je, posmatrajući poredak provenijencija, da su na oba lokaliteta provenijencije "Hasbruch" i "Tajan, Žepče" zauzele peto i šesto mesto.

Tabela 119. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti visina kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	195.15	abcd	22.55	176.68	bc	18.48
Vrani kamen (HR25)	210.53	a	16.36	182.57	bc	20.17
Tajan, Žepče (BiH30)	187.34	bcd	15.82	177.47	bc	19.60
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	184.94	cde	17.17	232.24	a	16.43
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	178.43	de	19.64	194.06	b	20.77
Fruška gora (SRB 36)	198.30	abc	17.00	175.88	c	17.40
Kopaonik (SRB 38)	203.49	ab	18.22	182.66	bc	23.03
Valkonya (HU42)	176.77	de	17.37	176.29	c	17.89
Schelkingen (DE47)	184.63	cde	19.24	173.87	c	14.16
Höllerbach (DE48)	169.75	ef	18.38	171.76	c	20.98
Hasbruch (DE49)	191.40	bcd	17.84	180.29	bc	17.09
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	159.21	f	21.59	155.78	d	18.41
Prosečno za lokalitet	186.66		18.43	181.63		18.70

Legenda: \bar{x} - prosečna visina (cm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 65. Varijabilnost visina sadnica kod provenijencija starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (○) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

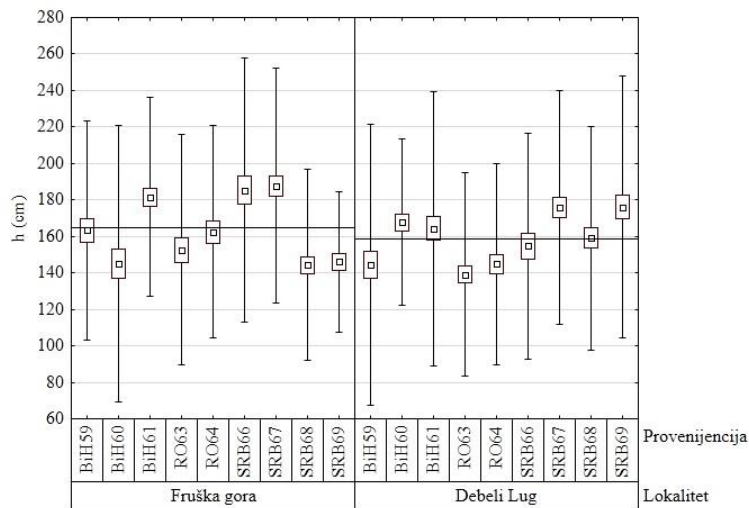
Provenijencije sa najmanjom prosečnom visinom, na oba lokaliteta, su bile austrijska provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf" ($\bar{x}_{FG}=159.21$ cm; $\bar{x}_{DL}=155.78$ cm) i nemačka provenijencija "Höllerbach" ($\bar{x}_{FG}=169.75$ cm; $\bar{x}_{DL}=171.76$ cm).

Kada je reč o biljkama starosti 6 godina, u 2011. godini, najviša prosečna visina sadnica na lokalitetu Fruška gora je registrovana kod provenijencija "Boranja" (187.64 cm), "Avala" (185.33 cm) i "Grmeč, Bastra-Corkova" (181.45 cm), a u Debelom Lugu kod provenijencija "Cer" (176.17 cm), "Boranja" (176.0 cm) i "Crni vrh" (167.69 cm). Na drugoj strani, kao i u 2010. godini, najmanje visine sadnica su imale provenijencije "Fruška gora" (144.20 cm) na Fruškoj gori, odnosno "Alesd, U.P.II/51A" (139.14 cm) u Debelom Lugu. Ako se posmatra rang provenijencija, odnosno provenijencije koje su imale prosečne srednje visine iznad proseka za lokalitet, primetiće se da se tokom obe godine, na oba lokaliteta radilo o jednim istim provenijencijama. Na Fruškoj gori, to su bile provenijencije: "Boranja", "Avala", "Grmeč, Bastra-Corkova" i "Vranica-Bistrica", a u Debelom Lugu: "Boranja", "Crni vrh", "Grmeč, Bastra-Corkova", "Cer" i "Fruška gora".

Tabela 120. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti visina kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	163.26	b	18.47	144.63	cd	26.61
Crni vrh (BiH60)	145.05	cd	26.13	167.69	ab	13.63
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	181.45	a	15.03	164.29	ab	22.90
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	152.57	bcd	20.67	139.14	d	20.05
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	162.50	bc	17.89	144.83	cd	19.05
Avala (SRB66)	185.33	a	19.54	154.74	bcd	19.96
Boranja (SRB67)	187.64	a	17.15	176.00	a	18.25
Fruška gora (SRB68)	144.20	d	18.16	159.00	bc	19.30
Cer (SRB69)	146.11	bcd	13.24	176.17	a	20.39
Prosečno za lokalitet	163.12		18.48	158.50		20.02

Legenda: \bar{x} - prosečna visina (cm), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 66. Varijabilnost visina sadnica kod provenijencija starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Posmatrano za visine sadnica, "provenijencije" i interakcija "provenijencija x lokalitet" su bili statistički značajan izvor varijabilnosti tokom 2010. i 2011. godine, dok je "lokaliteta" bio statistički značajan samo tokom 2011. godine i to kod biljaka starosti 7 godina (tabela 121).

Tabela 121. Rezultati analize varijanse za visine sadnica u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

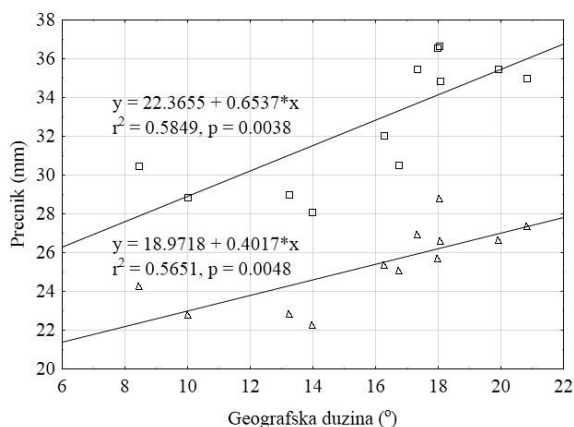
Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	0.80	0.3701	3.60	0.0581	2.33	0.1277	4.54	0.0335
Provenijencija (P)	9.14	<.0001	7.98	<.0001	8.01	<.0001	9.32	<.0001
Interakcija (P x L)	4.60	<.0001	6.38	<.0001	5.70	<.0001	5.72	<.0001

Kako bi se ispitaio obrazac genetske varijabilnosti u provenijeničnim testovima na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, primenjena je linearna regresija, gde su elementi rasta (prečnik u zoni korenovog vrata i visina sadnica) posmatrani u odnosu na

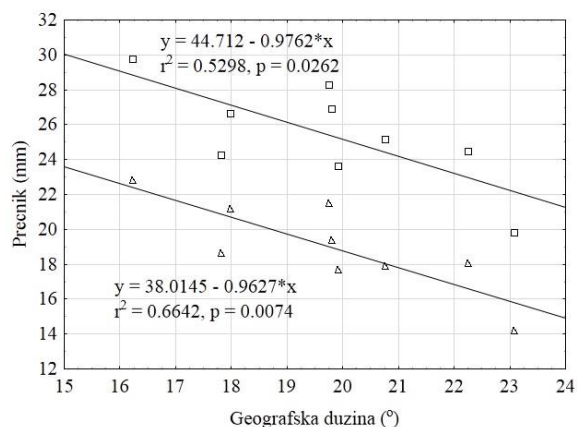
geografsku širinu i dužinu lokaliteta sa kojih provenijencije potiču (grafikon 67 – grafikon 74).

Grafikon 67. Zavisnost srednjih vrednosti prečnika ispitivanih provenijencija na Fruškoj gori od geografske dužine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeležene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 67.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 67.b. grupa mlađjih provenijencija.

67.a.

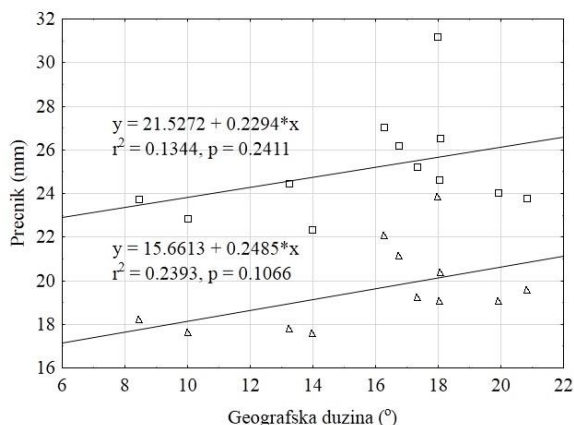


67.b.

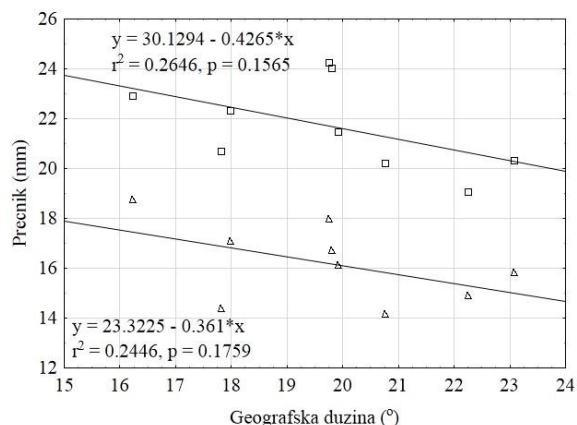


Grafikon 68. Zavisnost srednjih vrednosti prečnika ispitivanih provenijencija u Debelom Lugu od geografske dužine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeležene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 68.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 68.b. grupa mlađjih provenijencija.

68.a.

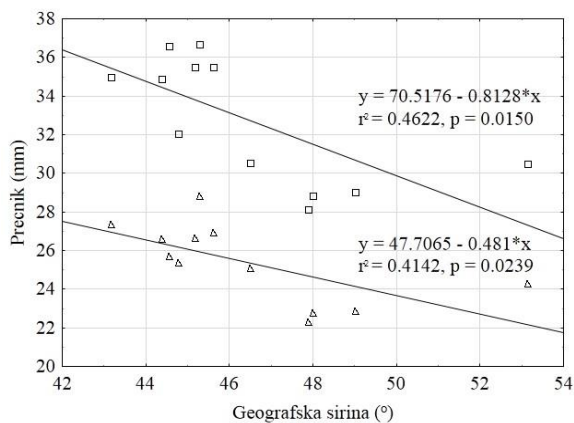


68.b.

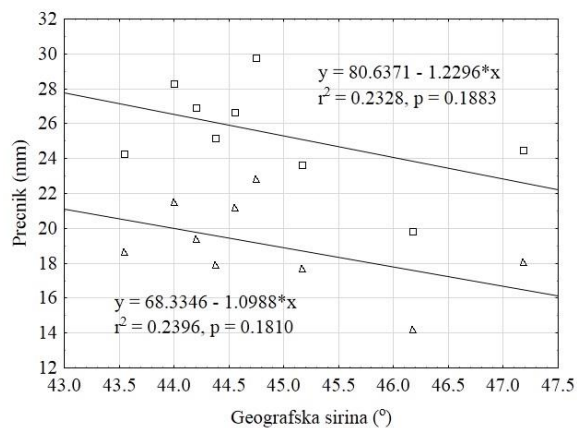


Grafikon 69. Zavisnost srednjih vrednosti prečnika ispitivanih provenijencija na Fruškoj gori od geografske širine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeleže vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 69.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 69.b. grupa mlađjih provenijencija.

69.a.



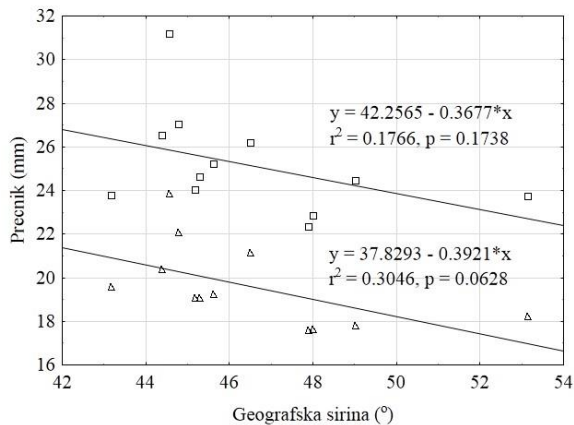
69.b.



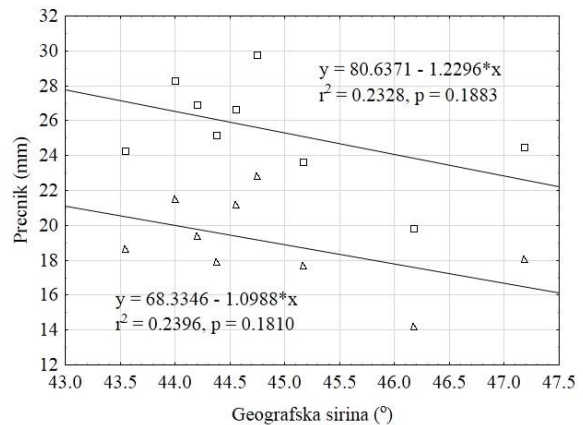
Grafikon 70. Zavisnost srednjih vrednosti prečnika ispitivanih provenijencija u Debelom Lugu od geografske širine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeleže vrednosti prečnika izmerene nakon vegetacionog perioda

2011. godine. Na grafikonu 70.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 70.b. grupa mlađjih provenijencija.

70.a.

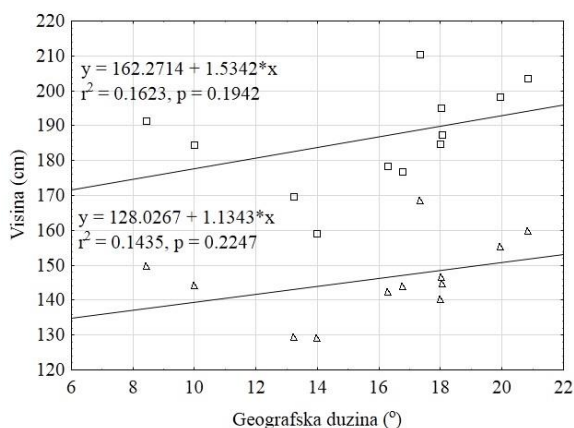


70.b.

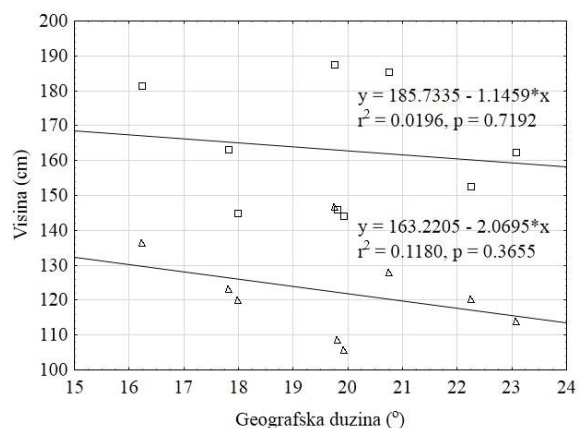


Grafikon 71. Zavisnost srednjih vrednosti visina ispitivanih provenijencija na Fruškoj gori od geografske dužine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeležene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 71.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 71.b. grupa mlađjih provenijencija.

71.a.



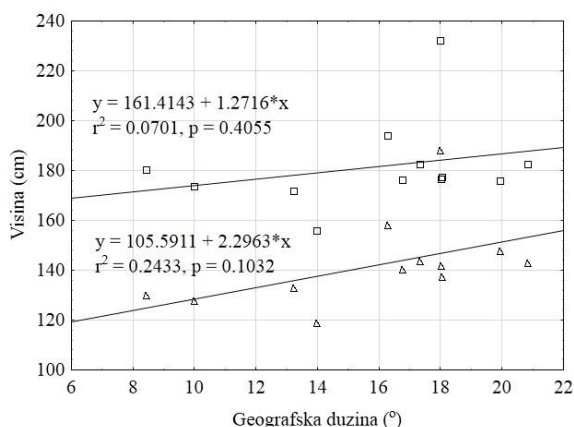
71.b.



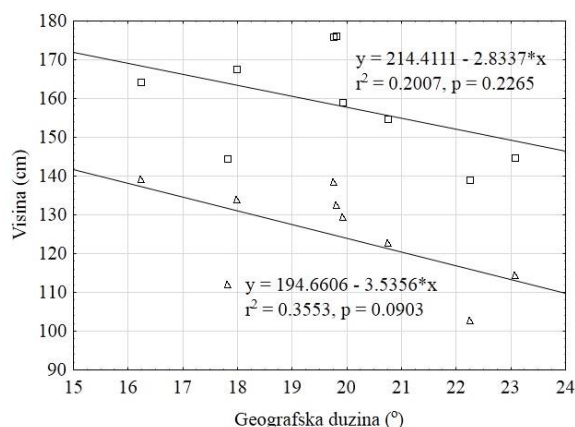
Grafikon 72. Zavisnost srednjih vrednosti visina ispitivanih provenijencija u Debelom Lugu od geografske dužine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su

označene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (□) obeleže vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 72.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 6.b. grupa mlađjih provenijencija.

72.a.

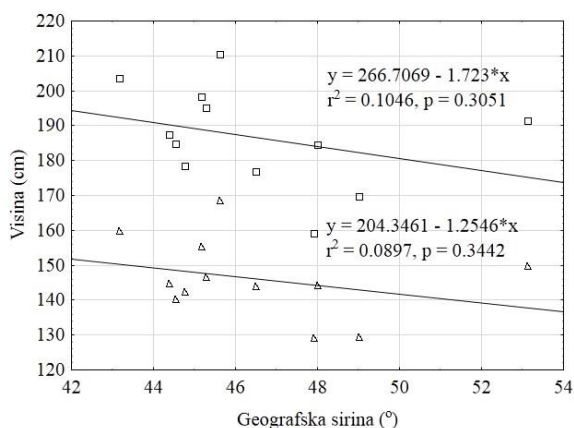


72.b.

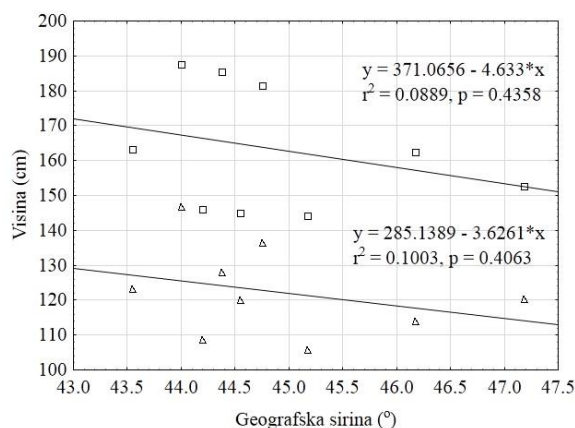


Grafikon 73. Zavisnost srednjih vrednosti visina ispitivanih provenijencija na Fruškoj gori od geografske širine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (□) obeleže vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 73.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 73.b. grupa mlađjih provenijencija.

73.a.

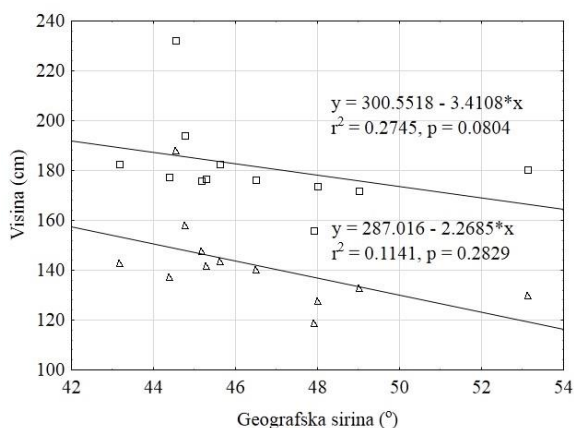


73.b.

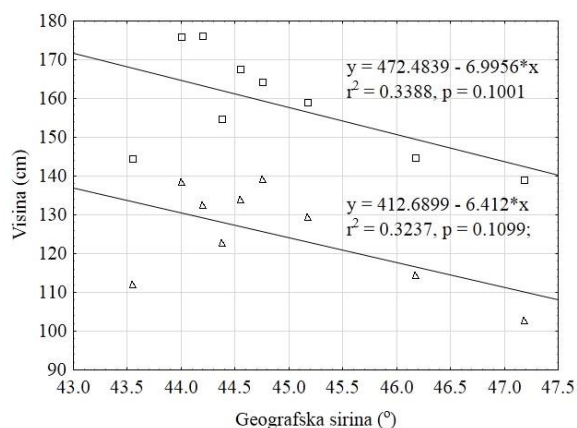


Grafikon 74. Zavisnost srednjih vrednosti visina ispitivanih provenijencija u Debelom Lugu od geografske širine lokaliteta sa kojih provenijencije potiču. Simbolom (Δ) su označene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2010. godine, dok su simbolom (\square) obeležene vrednosti visina izmerene nakon vegetacionog perioda 2011. godine. Na grafikonu 74.a. je predstavljena grupa starijih provenijencija, a na grafikonu 74.b. grupa mlađih provenijencija.

74.a.



74.b.



Prezentovanje rezultata kanonijske diskriminantne analize (CDA), u slučaju elemenata rasta, je izvršeno sa određenim izmenama u odnosu na ostale parametre koji su praćeni u okviru doktorske disertacije. Naime, zbog velike brojnosti i heterogenosti individua na nivou svake od provenijencija, često nije bilo moguće uočiti odvajanja pojedinačnih provenijencija po kanonijskim osama. Iz tog razloga je, za svaku starosnu grupu provenijencija, lokalitet i godinu istraživanja pored "standardnih" grafikona, priložen još po jedan grafikon, na kojem su provenijencije prikazane preko srednjih vrednosti, a sve sa ciljem da se dobije jasnija predstava o potencijalnom odvajanju provenijencija.

Rezultati CDA, kod sadnica starosti 6 godina, na Fruškoj gori, pokazuju da je postojalo statistički značajno razdvajanje provenijencija prema vrednostima ispitivanih elemenata rasta sadnica: H (visina sadnica) i d (prečnik sadnica u zoni korenovog vrata), što je potvrđeno i rezultatima χ^2 testa, s obzirom na značajnost dobijenih kanonijskih osa ($p \leq 0.05$) (tabela 122). Prva kanonijska osa (CD1) opisuje 59% svih razlika između analiziranih provenijencija, dok druga kanonijska osa (CD2) opisuje 41% razlika (tabela

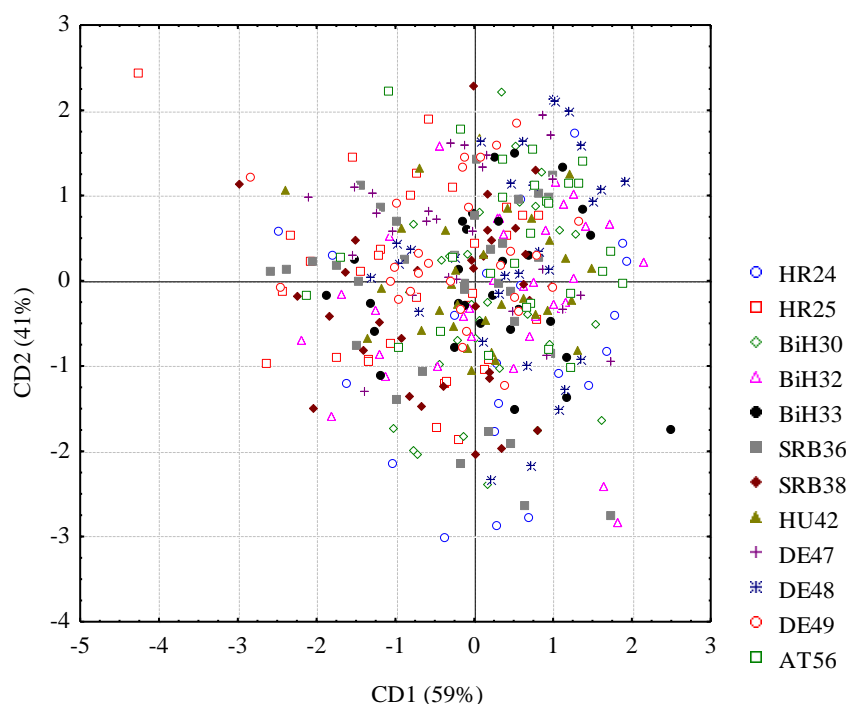
123). Usled velike heterogenost individua unutar provenijencija, na grafiku se ne može jasno uočiti dobijeno među grupno razdvajanje (grafikon 75).

Tabela 122. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen- value	Canonici R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.148941	0.360046	0.789387	82.30144	22	0.000000
1	0.102585	0.305026	0.906959	33.98489	10	0.000186

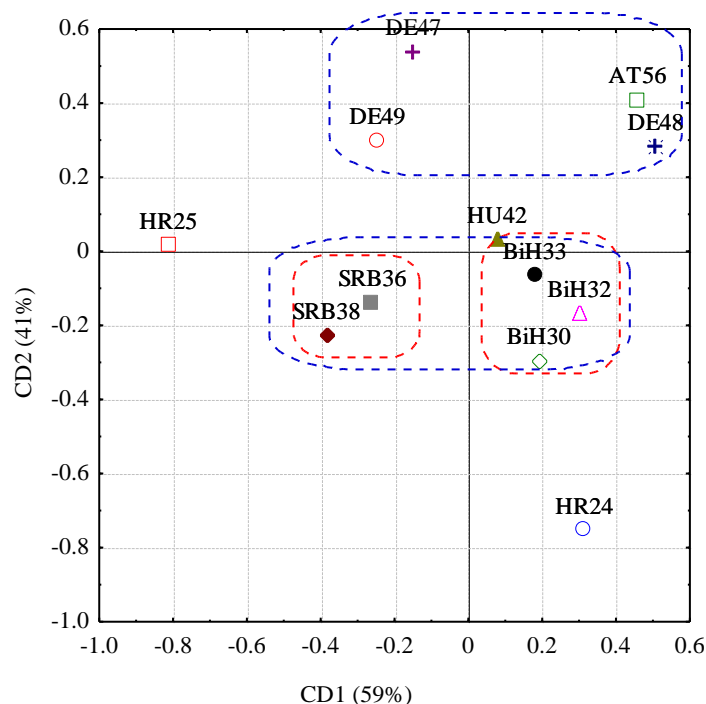
Tabela 123. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
H	-1.29202	0.48069
d	0.54063	-1.26811
Eigenval	0.14894	0.10259
Cum.Prop	0.59215	1.00000



Grafikon 75. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kada se posmatra razdvajanje provenijencija na osnovu srednjih vrednosti kanonijskih varijabli za svaku provenijenciju (grafikon 76), uočava se da je po CD1 došlo do razdvajanja provenijencija koje potiču iz: a) Srbije i b) Bosne i Hercegovine, dok je po CD2 konstatovano i razdvajanje provenijencija iz Nemačke i Austrije u odnosu na provenijencije iz Srbije i Bosne i Hercegovine. Razdvajanju provenijencija je najviše doprinela visina sadnice prema prvoj osi (-1.29202) (tabela 123). Prema srednjim vrednostima, provenijencije poreklom iz Srbije su imale visinu od 157.4 cm, u odnosu na provenijencije poreklom iz Bosne, čija je prosečna visina bila 142.3 cm. Prema drugoj osi razdvajanju, provenijencija iz Srbije i Bosne i Hercegovine, od provenijencija poreklom iz Nemačke, je više doprinela vrednost prečnika u zoni korenovog vrata (-1.26811) (tabela 123). Srednje vrednosti d su bile 23.28 mm za provenijencije poreklom iz Nemačke i 22.25 mm za provenijenciju poreklom iz Austrije, u odnosu na provenijencije poreklom iz Srbije i Bosne koje su imale srednje vrednosti od 26.98 mm i 25.85 mm, respektivno.



Grafikon 76. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Kod provenijencija starosti 6 godina, na lokalitetu Debeli Lug, tokom 2010. godine, kao i u slučaju provenijencija na Fruškoj gori, konstatovano je postojanje statistički značajnog razdvajanja provenijencija prema vrednostima ispitivanih elemenata rasta sadnica.

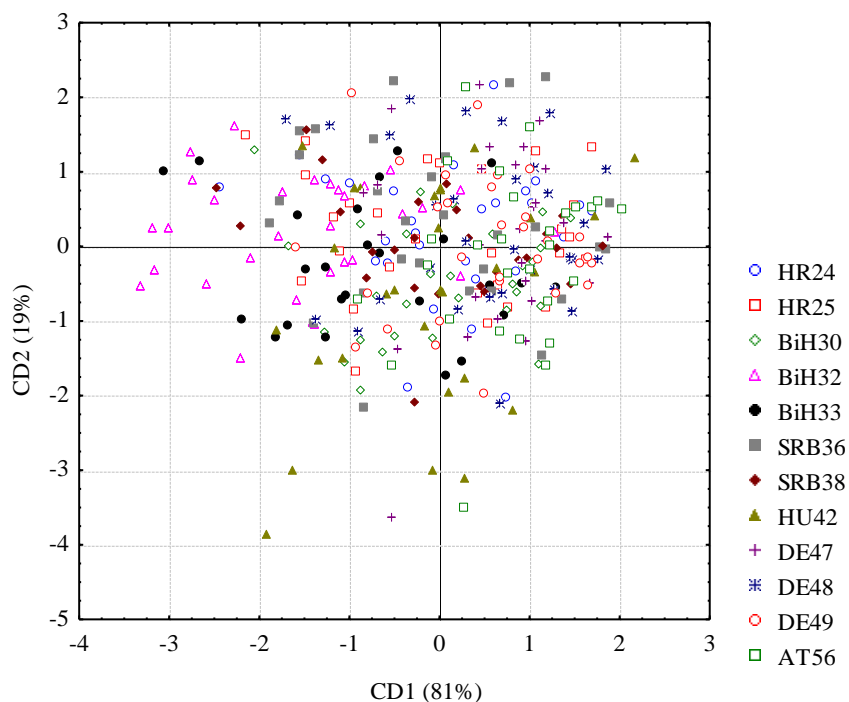
Tabela 124. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonial R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.372427	0.520926	0.671402	135.0534	22	0.000000
1	0.085246	0.280268	0.921450	27.7325	10	0.001992

Tabela 125. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

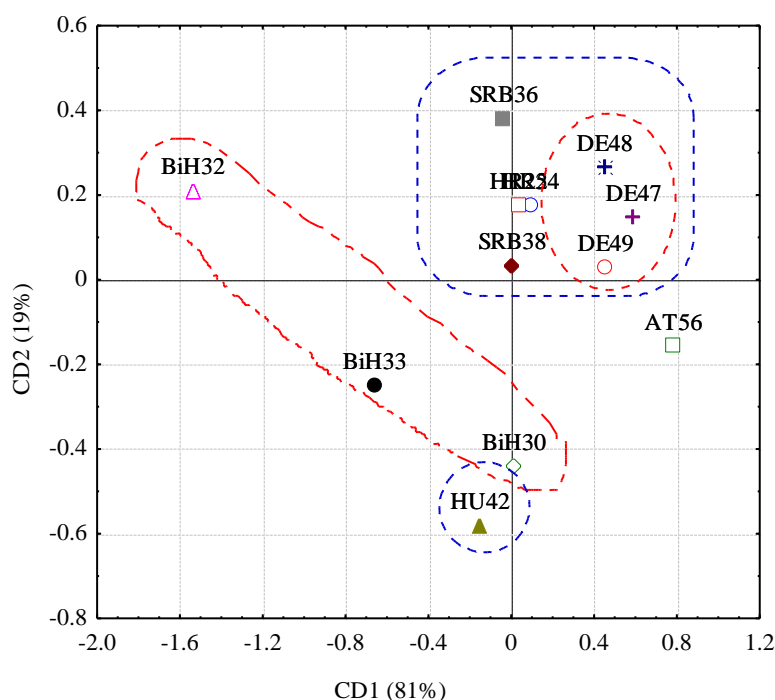
Variable	CD1	CD2
H	-0.645263	1.07630
d	-0.467842	-1.16443
Eigenval	0.372427	0.08525
Cum.Prop	0.813741	1.00000

Provenijencije se se odvajale po prvoj kanonijskoj osi koja je opisivala 82% varijabilnosti (tabela 124). Odvajanje provenijencije BiH32 ("Crni vrh, Tešanj") po prvoj kanonijskoj osi (grafikon 77) od ostalih provenijencija jeste posledica visoke prosečne vrednosti visine, s obzirom da je imala daleko najveću vrednost ovog parametra i zahvaljujući tome bila jedina provenijencija u prvom intervalu homogenosti.



Grafikon 77. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kada se na grafikonu provenijencije predstave preko srednjih vrednosti, uočava se da je po prvoj kanonijskoj osi došlo do razdvajanja provenijencija iz Nemačke i provenijencija iz Bosne i Hercegovine. Razdvajanju provenijencija je najviše doprinela visina sadnice što objašnjava najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja je iznosila -0.645263 (tabela 125). Provenijencije iz Bosne su imale prosečnu visinu od 160.9 cm, u poređenju sa prosečnom visinom provenijencija iz Nemačke, koja je iznosila 129.8 cm. Po drugoj kanonijskoj osi je zabeleženo odvajanje provenijencija poreklom iz Nemačke, Hrvatske i Srbije, u odnosu na provenijenciju iz Mađarske (HU42) (grafikon 78). Na ovo razdvajanje je najviše uticala vrednost prečnika u zoni korenovog vrata sadnica (-1.16443). Prosečna vrednost d kod navedenih provenijencija su iznosile: 19.30 (Srbija), 19.12 (Hrvatska), 17.87 mm (Nemačka), u poređenju sa srednjom vrednošću provenijencije iz Mađarske (21.11 mm).



Grafikon 78. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

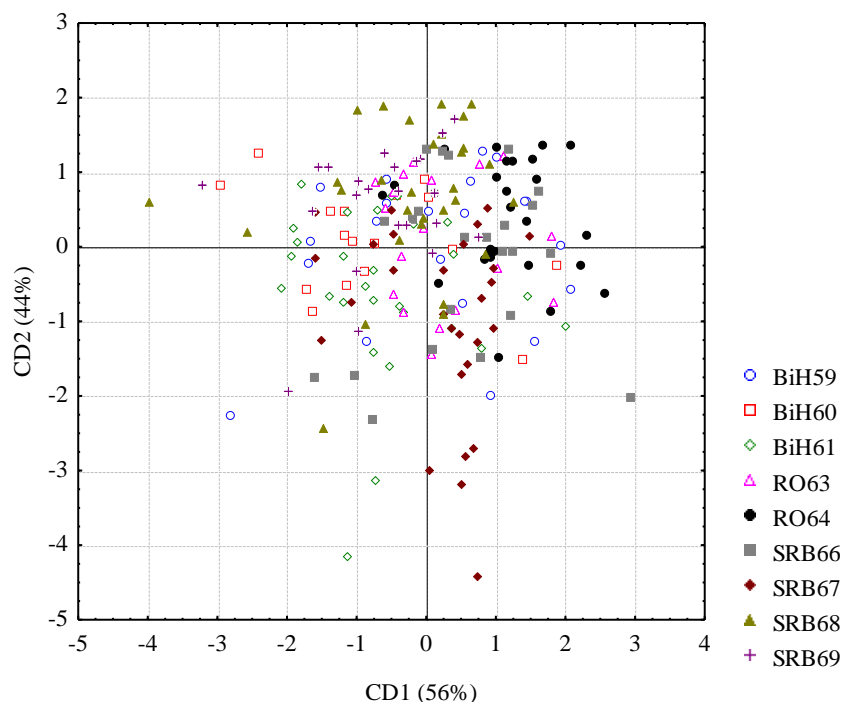
Kod mlađe grupe provenijencija, u 2010. godini, na Fruškoj gori, χ^2 testom je utvrđeno postojanje statistički značajnog razdvajanja provenijencija prema vrednostima visina i prečnika u zoni korenovog vrata (tabela 126) ($p \leq 0.000$). Prva kanonijska osa je opisivala 56% svih razlika između analiziranih provenijencija, dok je druga kanonijska osa opisivala 44% razlika (tabela 127). Kao i u slučaju starije grupe provenijencija, raslih na Fruškoj gori, usled velike heterogenost individua unutar provenijencija, na grafiku se ne može jasno uočiti razdvajanje između grupa (grafikon 79).

Tabela 126. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen- value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.372180	0.520800	0.563703	119.5178	16	0.000000
1	0.292820	0.475917	0.773503	53.5482	7	0.000000

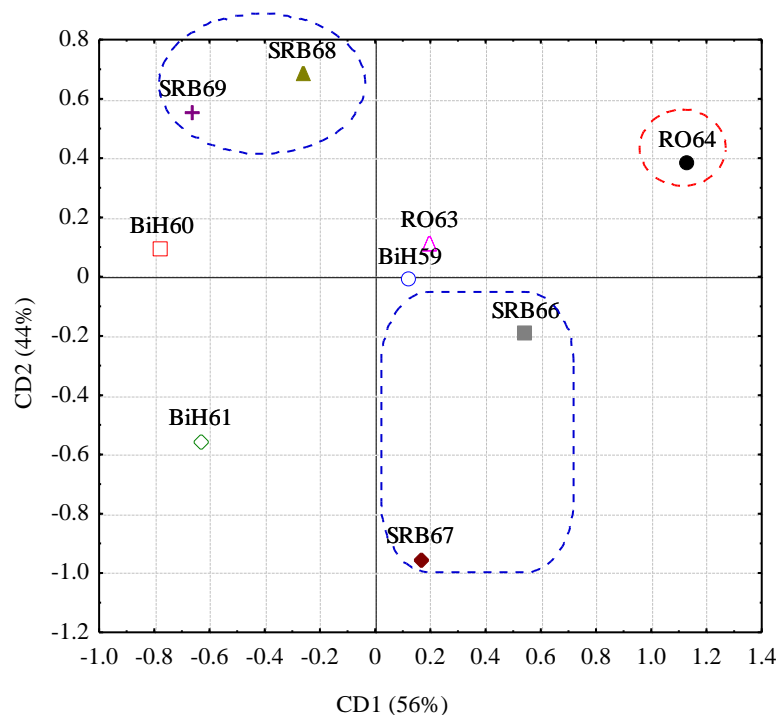
Tabela 127. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
d	-1.37695	-0.033177
H	0.97096	-0.976896
Eigenval	0.37218	0.292820
Cum.Prop	0.55967	1.000000



Grafikon 79. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Posmatrano kroz prosečne vrednosti po provenijencijama, po prvoj kanonijskoj osi se uočava jedino odvajanje provenijencije RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A") (grafikon 80). Razdvajanju provenijencija po CD1 je najviše doprinela vrednost prečnika u zoni korenovog vrata sadnica, na šta upućuje apsolutna vrednost standardizovanog koeficijenta, koja je iznosila -1.37695. Ova provenijencija je imala daleko najmanju prosečnu vrednost ovog parametra (14.19 mm), tako da je ona bila i jedina provenijencija koja je pripadala poslednjem intervalu homogenosti (tabela 127). Odvajanje provenijencija po CD2 je obeležilo odvajanje dve grupe provenijencija poreklom iz Srbije. Razdvajanju provenijencija po ovoj osi je najviše doprinela visina sadnica, s obzirom na vrednost standardizovanog koeficijenta od -0.976896. Tako, na jednoj strani su se našle provenijencije "Boranja" (SRB67) i "Avala" (SRB66), kod kojih je zabeležena prosečna H od 137.2 cm, dok su na drugoj strani bile provenijencije "Fruška gora" (SRB68) i "Cer" (SRB69), sa prosečnom H od 107 cm.



Grafikon 80. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Kao i kod mlađe grupe provenijencija raslih na Fruškoj gori, i kod provenijencija u Debelom Lugu je utvrđeno statistički značajno razdvajanje po CD1 i CD2, na osnovu vrednosti ispitivanih elemenata rasta. Signifikantnost kanonijskih diskriminantnih osa potvrđena je rezultatima χ^2 testa prikazanim u tabeli 128.

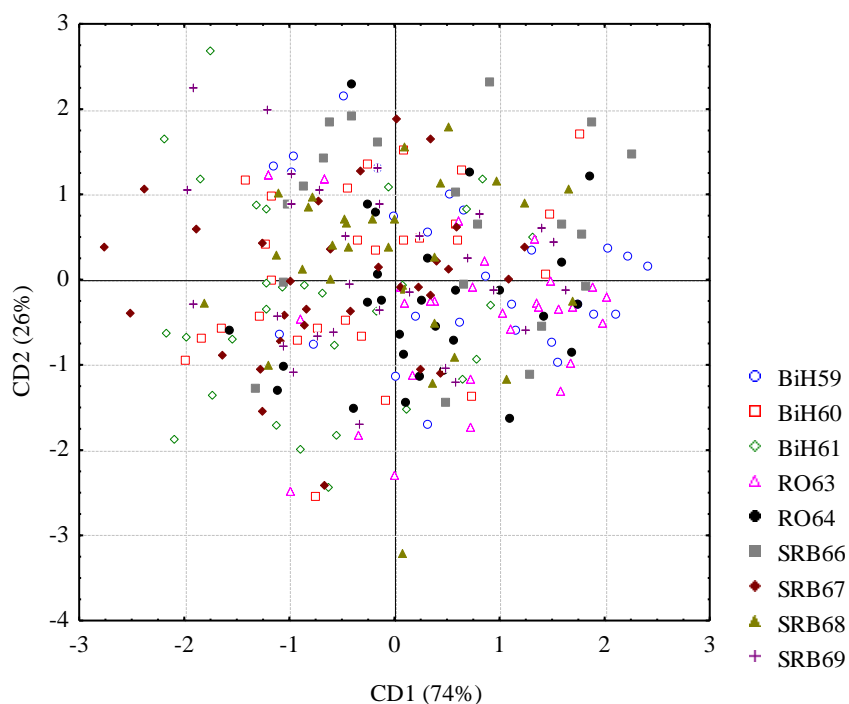
Tabela 128. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.254734	0.450576	0.731989	76.28160	16	0.000000
1	0.088789	0.285567	0.918451	20.79873	7	0.004080

Tabela 129. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

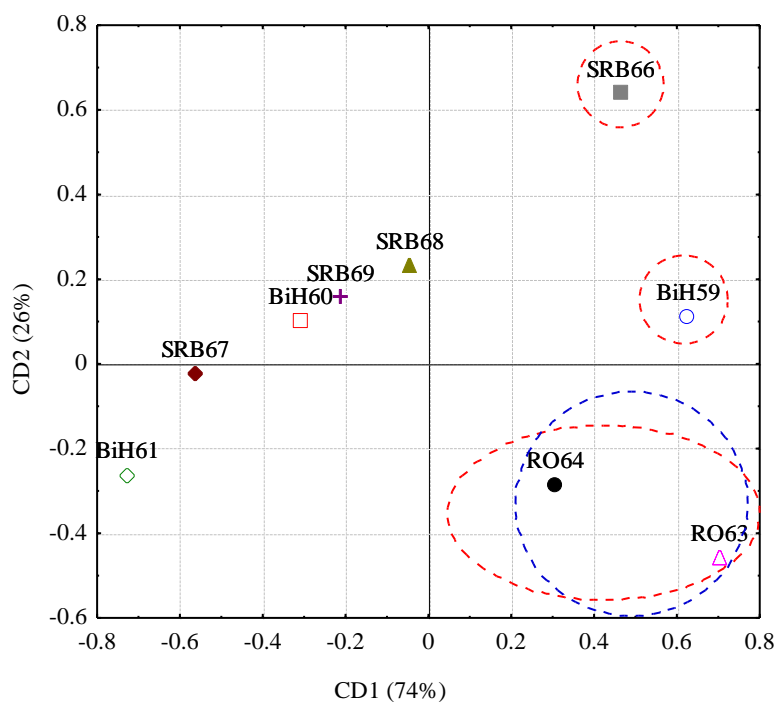
Variable	CD1	CD2
d	-0.602151	-1.09457
H	-0.515255	1.13806
Eigenval	0.254734	0.08879
Cum.Prop	0.741533	1.00000

Provenijencije su se odvajale po prvoj kanonijskoj osi koja je opisivala 74% varijabilnosti. Prema toj osi postoji odvajanje provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" (BiH61), što se može pripisati najvećim vrednostima prečnika u zoni korenovog vrata sadnica (grafikon 81).



Grafikon 81. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Grafičkim predstavljanjem provenijencija preko srednjih vrednosti, po CD1 se uočava odvajanje provenijencija BiH59 ("Vranica-Bistrica"), SRB66 ("Avala") i obe rumunske provenijencije – RO63 ("Alesd, U.P.II/51A") i RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A") (grafikon 82). Ovome je najviše doprineo prečnik sadnica (-0.602151), s obzirom da je kod pomenutih provenijencija zabeležena i najmanja prosečna vrednost ovog parametra (tabela 129). Po drugoj kanonijskoj osi odvajanje provenijencija je zasnovano, pre svega, na srednjoj vrednosti visine sadnica, što potvrđuje i apsolutna vrednost standardizovanog koeficijenta za ovaj parametar (1.13806). Zanimljivo je primetiti, da je kao i u slučaju CD1, i ovde došlo do odvajanje grupe provenijencija poreklom iz Rumunije (RO63 i RO64).



Grafikon 82. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Kada se analiziraju rezultati kanonijske diskriminantne analize iz 2011. godine, uočava se da je kod starije grupe provenijencija, na Fruškoj gori, postojalo statistički

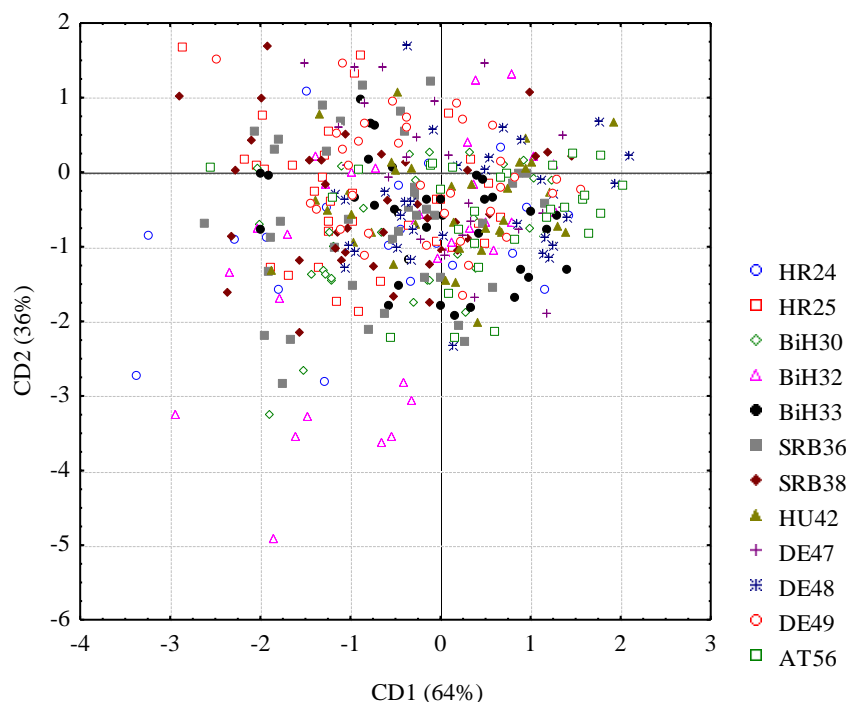
značajno razdvajanje provenijencija prema vrednostima H i d , po obe kanonijske ose (tabela 130). CD1 je opisivala 64% varijabilnosti, dok je CD2 doprinela narednih 36% varijacije. S obzirom na veliku individualnu varijabilnost na nivou pojedinačnih provenijencija, na grafikonu 83 se ne može uočiti jasno razdvajanje ni jedne od istraživanih provenijencija, kako po CD1, tako i po CD2.

Tabela 130. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen- value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.196414	0.405177	0.751897	108.0740	22	0.000000
1	0.111630	0.316891	0.899580	40.1085	10	0.000016

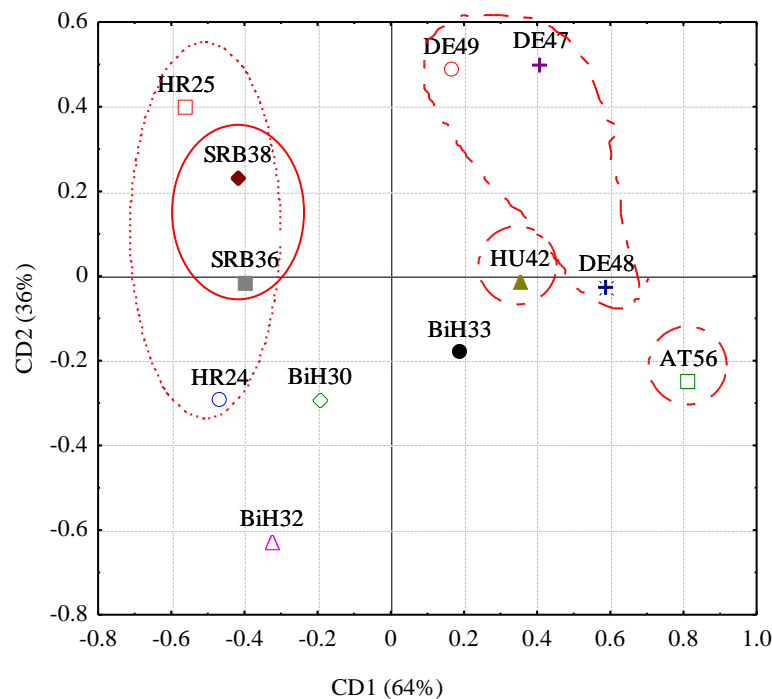
Tabela 131. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
d	-0.668026	-1.03958
H	-0.448837	1.15132
Eigenval	0.196414	0.11163
Cum.Prop	0.637617	1.00000



Grafikon 83. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Posmatrano preko srednjih vrednosti elementa rasta i porekla provenijencija, po prvoj kanonijskoj osi, se jasno uočava odvajanje provenijencija iz Srbije i Hrvatske u odnosu na provenijencije iz Nemačke, Mađarske i Austrije (grafikon 84). Ovo odvajanje je zasnovano prvenstveno na prosečnim vrednostima prečnika, o čemu govori i najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu koja iznosi -0.668026 (tabela 131). Provenijencije iz Srbije i Hrvatske su imale prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata od 35.24 mm i 36.07 mm, respektivno, dok su se provenijencije iz Mađarske, Nemačke i Austrije karakterisale prosečnim vrednostima prečnika od 30.53 mm, 29.44 mm i 28.12 mm, respektivno. Posmatrano za drugu kanonijsku osu, nije konstatovano značajnije odvajanje grupa zasnovanih na poreklu provenijencija.



Grafikon 84. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. Crvenom bojom su obeležene provenijencije koje se odvajaju po CD1.

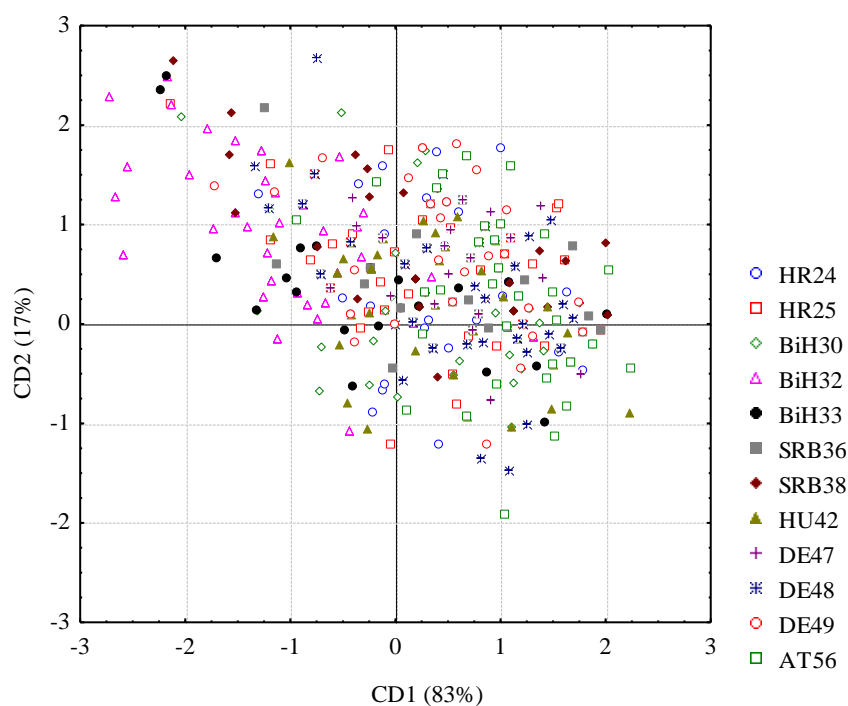
Kao i na Fruškoj gori, i u Debelom Lugu je, kod starije grupe provenijencija, registrovano statistički značajno odvajanje provenijencija po kanonijskim diskriminantnim osama (tabela 132). Prva kanonijska osa opisuje 83% svih razlika između analiziranih provenijencija, a druga 17% (tabela 133).

Tabela 132. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.336208	0.501611	0.700096	139.7629	22	0.000000
1	0.068977	0.254020	0.935474	26.1473	10	0.003547

Tabela 133. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
H	-0.598491	1.08783
d	-0.521418	-1.12681
Eigenval	0.336208	0.06898
Cum.Prop	0.829764	1.00000

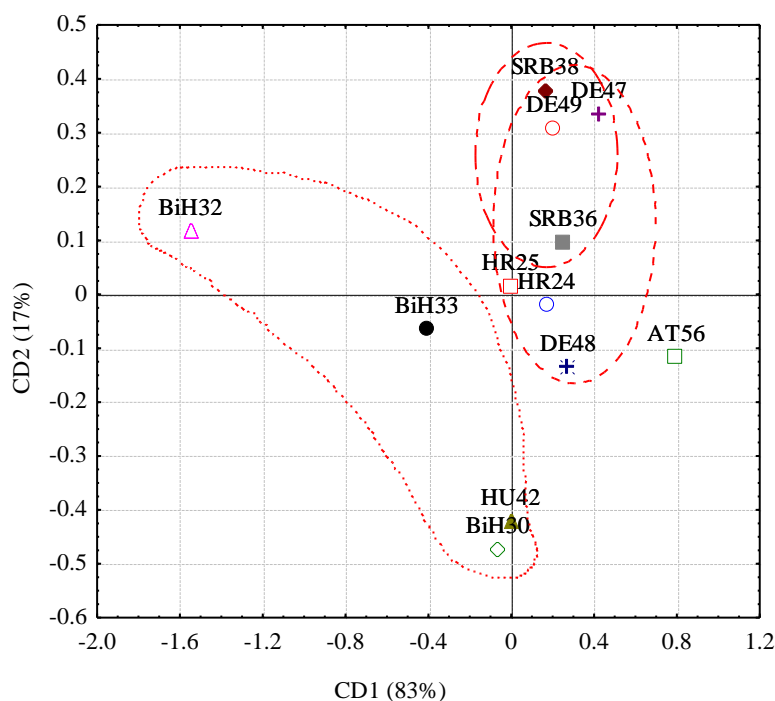


Grafikon 85. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Prema prvoj osi postoji odvajanje provenijencija BiH32 ("Crni vrh, Tešanj") i AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), čemu je najviše doprinela vrednost visine sadnica (-0.598491) (grafikon 85). Prosečna visina sadnica je bila najveća kod provenijencije BiH32 ("Crni vrh, Tešanj"), dok je najmanja bila kod provenijencije AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"). Odvajanju provenijencije BiH32 po drugoj kanonijskoj

osi, na osnovu apsolutne vrednosti standardizovanog koeficijenta od -1.12681, doprinosi vrednost prečnika u zoni korenovog vrata sadnica, s obzirom da je ova provenijencija, pored najveće prosečne visine, imala i najveću prosečnu vrednost ovog parametra (31.18 mm).

Kada je u pitanju distribucija provenijencija zasnovana na srednjim vrednostima elemenata rasta, zanimljivo je posmatrati prvu kanonijsku osu (grafikon 86). Prema ovoj osi, provenijencije poreklom iz Bosne i Hercegovine su se jasno odvojile od provenijencija poreklom iz Srbije, Nemačke i Austrije. Ovome je svakako najviše doprinela visina sadnica, kao što je već i objašnjeno, a što se može videti i iz vrednosti standardizovanog koeficijenta za prvu osu. Prosečna vrednost visina sadnica kod provenijencija iz Bosne i Hercegovine iznosi 201.3 cm, dok ove vrednosti kod provenijencija poreklom iz Srbije, Nemačke i Austrije iznose 179.3 cm, 175.3 cm i 155.8 cm, respektivno.



Grafikon 86. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

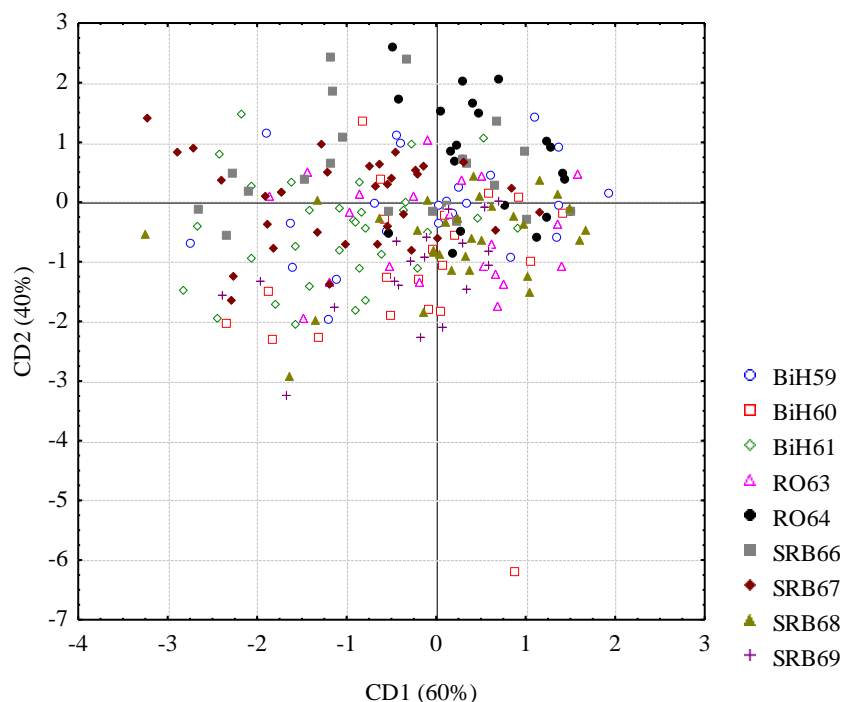
U 2011. godini, kod mlađe grupe provenijencija, koje su rasle na lokalitetu Fruška gora, χ^2 testom je konstatovano značajno odvajanje provenijencija po kanonijskim osama (tabela 134). Prva kanonijska osa opisuje 59% svih razlika između analiziranih provenijencija, dok druga kanonijska osa opisuje 41% razlika (tabela 135). Usled velike heterogenosti individua na nivou svake od ispitivanih provenijencija nije uočeno jasno odvajanje ni jedne od provenijencija po kanonijskim osama (grafikon 87).

Tabela 134. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.434446	0.550333	0.541843	132.6667	16	0.000000
1	0.286597	0.471970	0.777244	54.5582	7	0.000000

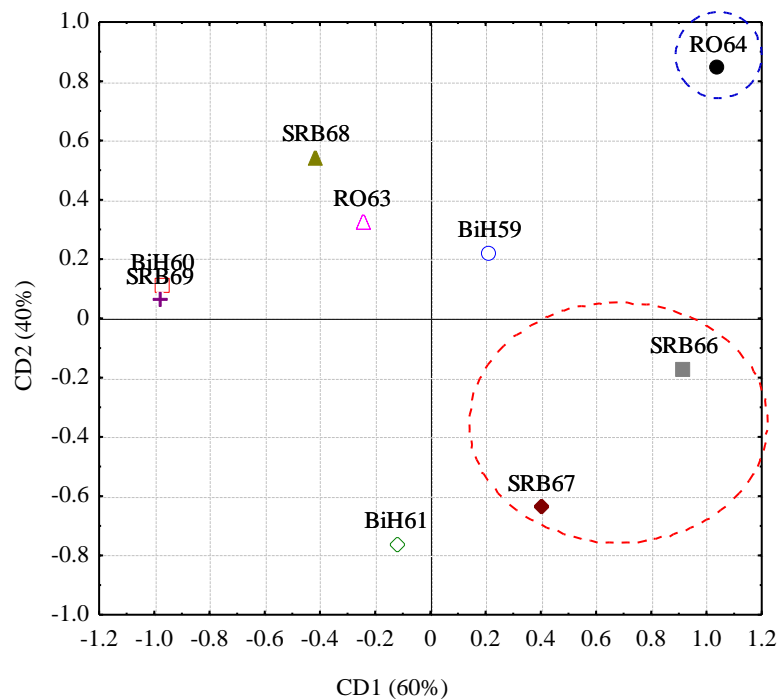
Tabela 135. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
H	1.20176	-0.368419
d	-1.02121	-0.732868
Eigenval	0.43445	0.286597
Cum.Prop	0.60252	1.000000



Grafikon 87. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Rezultati CDA, prikazani preko srednjih vrednosti istraživanih parametara su dati na grafikonu 88. Na datom grafikonu se može primetiti da je postojalo značajno odvajanje provenijencija na obe ose, ali da nije došlo do izraženijeg grupisanja provenijencija poreklom iz istih zemalja. Eventualno, po prvoj kanonijskoj osi, se može uočiti odvajanje dve provenijencije iz Srbije: SRB66 ("Avala") i SRB67 ("Boranja"), čemu je najviše doprinela prosečna visina sadnica kod ovih provenijencija, jer su upravo pomenut provenijencije imale najveće vrednosti ovog parametra. Po drugoj osi je očigledno odvajanje rumunske provenijencije RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A"), što je uzrokovano daleko najmanjom prosečnom vrednošću prečnika u zoni korenovog vrata sadnica kod ove provenijencije, zbog čega ja i bila jedina provenijencija u poslednjem intervalu homogenosti.



Grafikon 88. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1, dok isprekidana plava linija označava razdvajanje po CD2.*

Za razliku od prethodno analiziranih rezultata CDA, u Debelom Lugu, tokom 2011. godine, kod mlađe grupe provenijencija, χ^2 test je pokazao statistički značajno odvajanje provenijencija samo po CD1, dok odvajanje po CD2 nije bilo statistički značajno (tabela 136).

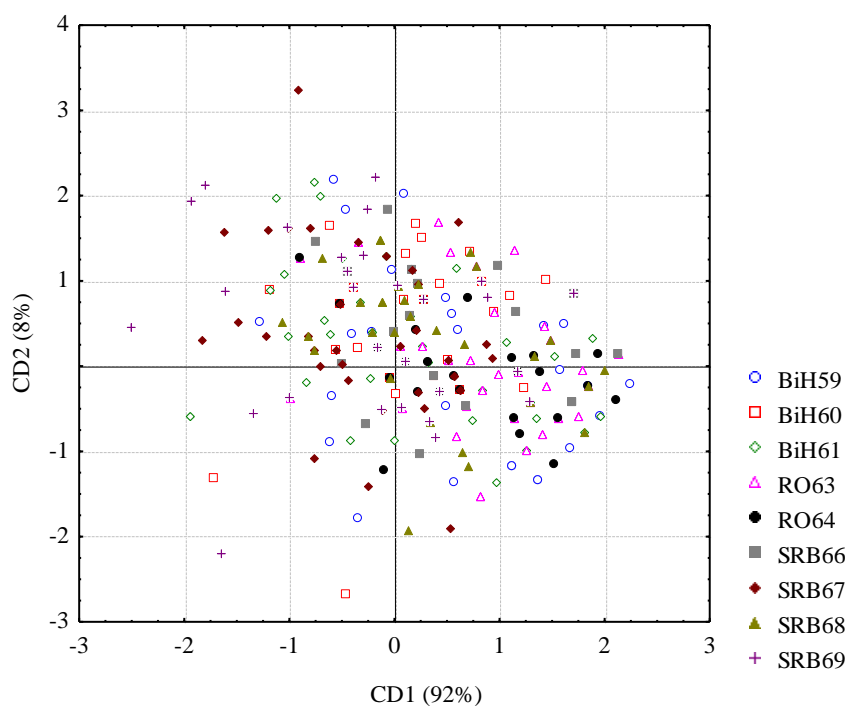
Tabela 136. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prečnik i visinu kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.225538	0.428990	0.800933	57.60321	16	0.000001
1	0.018771	0.135741	0.981574	4.82602	7	0.681185

Tabela 137. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prečnika i visina kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

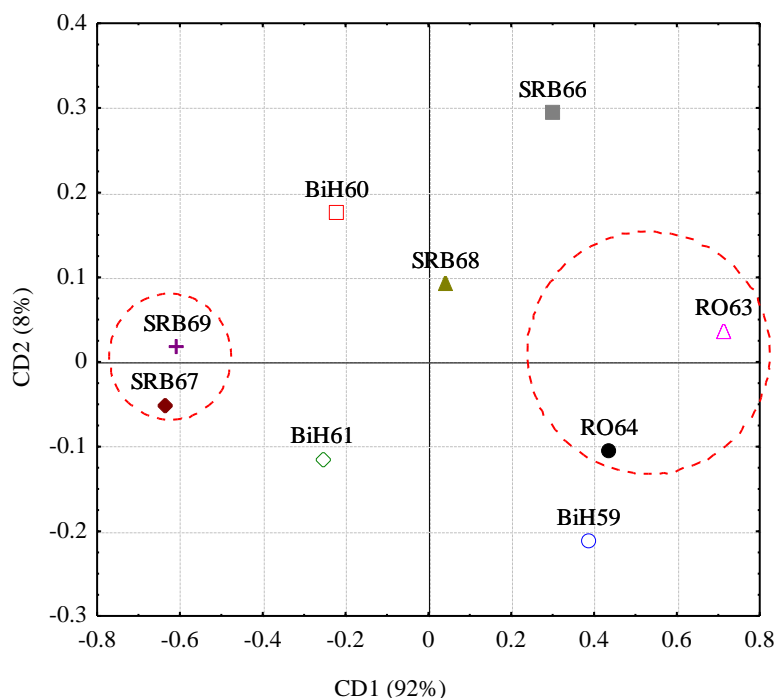
Variable	CD1	CD2
d	-0.602896	-1.12408
H	-0.506973	1.17048
Eigenval	0.225538	0.01877
Cum.Prop	0.923166	1.00000

Prva kanonijska osa je opisivala čak 92% varijabilnosti, dok je druga kanonijska osa opisivala svega 8% (tabela 137). Takođe, kao i u slučaju provenijencija raslih na Fruškoj gori, usled velike heterogenosti individua, ni ovde nije moglo da se uoči jasno odvajanje neke od provenijencija po CD1 i/ili CD2 (grafikon 89).



Grafikon 89. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prečnika i visina, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Posmatrano kroz prosečne vrednosti provenijencija, odvajanju po prvoj kanonijskoj osi, je najviše doprineo prosečan prečnik sadnica, što objašnjava i najveća vrednost standardizovanog koeficijenta za prvu osu od -0.602896, za ovaj parametar. Po ovoj osi je postojalo odvajanje provenijencija poreklom iz Rumunije – RO63 ("Alesd, U.P.II/51A") i RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A"), od dve provenijencije iz Srbije – SRB67 ("Boranja") i SRB 69 ("Cer") (grafikon 90). Provenijencije iz Rumunije su imale prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata sadnica u iznosu od: RO63=19.09 mm i RO64=20.34 mm, dok su provenijencije iz Srbije bile najbolje rangirane sa prosečnim d od SRB67=24.26 mm i SRB69=24.03 mm.



Grafikon 90. Distribucija provenijencija na osnovu prosečnih vrednosti prečnika i visina sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom. *Isprekidana crvena linija označava razdvajanje po CD1.*

6.4.2. Lisna površina i broj listova na biljkama

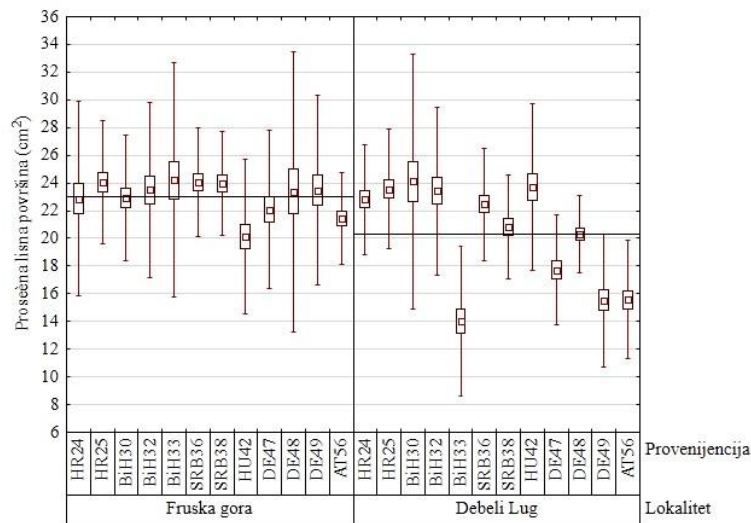
Lisna površina. Tokom 2010. godine, kod biljaka obe starosti, utvrđeno je da su provenijencije na Fruškoj gori, generalno, imale veću prosečnu lisnu površinu od istih

provenijencija u Debelom Lugu (grafikon 91). Izuzetak su bile provenijencije "Tajan, Žepče" i "Valkony", kod provenijencija starih 6 godina, odnosno provenijencija "Boranja" kod provenijencija starih 5 godina, koje su imale veću prosečnu lisnu površinu na lokalitetu Debeli Lug (tabela 138). Najveće vrednosti prosečne lisne površini, kod biljaka starosti 6 godina, na oba lokaliteta, tokom 2010. godine, su registrovane kod provenijencija iz Bosne i Hercegovine: "Grmeč, Bosanska Krupa" na Fruškoj gori (24.21 cm²), odnosno "Tajan, Žepče" u Debelom Lugu (24.11 cm²). Kada se posmatraju najmanje prosečne vrednosti lisne površine, one su na Fruškoj gori registrovane kod provenijencije "Valkony" (20.14 cm²), a u Debelom Lugu kod provenijencije "Grmeč, Bosanska Krupa" (14.02 cm²). Iz ovoga se vidi da su prosečne vrednosti lisne površine bile mnogo ujednačenije na Fruškoj gori, nego u Debelom Lugu.

Tabela 138. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti lisne površine kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	22.86	a	15.36	22.83	ab	8.69
Vrani kamen (HR25)	24.03	a	9.27	23.56	a	9.11
Tajan, Žepče (BiH30)	22.90	a	9.94	24.11	a	19.14
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	23.49	a	13.44	23.43	a	12.93
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	24.21	a	17.47	14.02	e	19.29
Fruška gora (SRB36)	24.08	a	8.17	22.48	abc	9.04
Kopaonik (SRB38)	23.97	a	7.77	20.82	bc	9.02
Valkonya (HU42)	20.14	b	13.78	23.73	a	12.64
Schelklingen (DE47)	22.09	ab	12.89	17.72	d	11.19
Höllerbach (DE48)	23.38	a	21.65	20.29	c	6.80
Hasbruch (DE49)	23.47	a	14.61	15.54	e	15.40
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	21.45	ab	7.66	15.57	e	13.74
Prosečno za lokalitet	23.01		12.67	20.34		12.25

Legenda: \bar{x} - prosečna lisna površina (cm²), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 91. Varijabilnost lisne površine kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▢) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

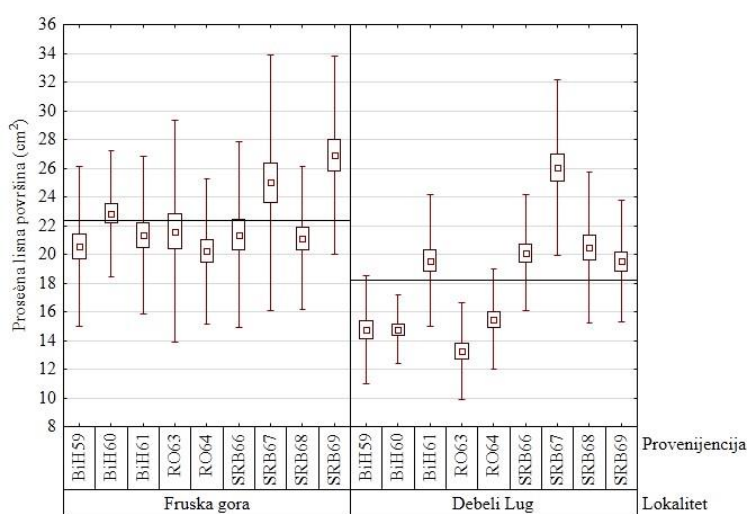
Kada se govori o provenijencijama čije su biljke u 2010. godini bile 5 godina starosti, na oba lokaliteta su najveće prosečne vrednosti lisne površine bile kod srpskih provenijencije (tabela 139).

Tabela 139. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti lisne površine kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	20.55	cd	13.59	14.75	c	12.77
Crni vrh (BiH60)	22.85	bc	9.59	14.75	c	8.10
Grmec, Bastra-Corkova (BiH61)	21.35	cd	12.88	19.56	b	11.69
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	21.59	cd	17.89	13.24	d	12.72
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	20.22	d	12.52	15.48	c	11.36
Avala (SRB66)	21.38	cd	15.10	20.11	b	10.03
Boranja (SRB67)	24.99	ab	17.76	26.04	a	11.72
Fruška gora (SRB68)	21.11	cd	11.81	20.47	b	12.80
Cer (SRB69)	26.88	a	12.81	19.52	b	10.89
Prosečno za lokalitet	22.32		13.77	18.21		11.34

Legenda: \bar{x} - prosečna lisna površina (cm²), CV - koeficijent varijacije (%).

Na Fruškoj gori, najveća prosečna lisna površina je zabeležena kod provenijencija "Cer" (26.88 cm²) i "Boranja" (24.99 cm²), dok su u Debelom Lugu prednjačile tri srpske provenijencije: "Boranja" (26.04 cm²), "Fruška gora" (20.47 cm²) i "Avala" (20.11 cm²) (tabela 139). Kao provenijencije sa najmanjom lisnom površinom izdvojile su se rumunske provenijencije: "Alba-Iulia, U.P.V/154A" na Fruškoj gori (20.22 cm²) i "Alesd, U.P.II/51A" u Debelom Lugu (13.24 cm²). Ove provenijencije su na oba lokaliteta bile praćene provenijencijom iz Bosne i Hercegovine: "Vranica-Bistrica" ($\bar{x}_{FG}=20.55 \text{ cm}^2$ i $\bar{x}_{DL}=14.75 \text{ cm}^2$).



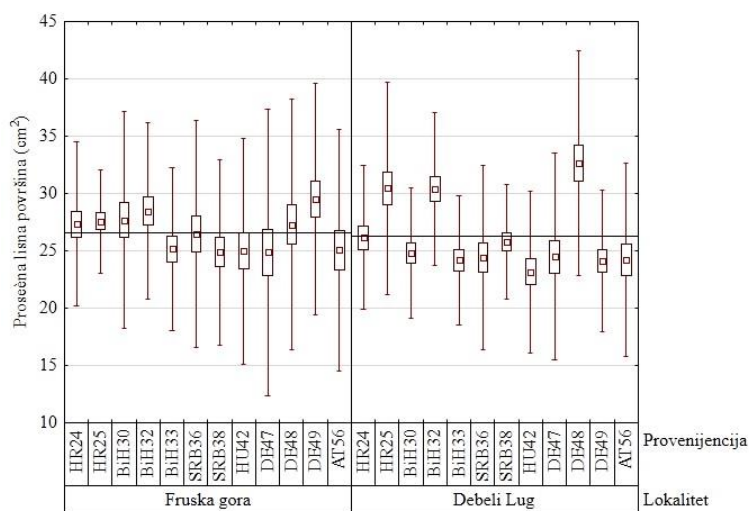
Grafikon 92. Varijabilnost prosečne lisne površine kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (◻) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

U 2011. godini kod provenijencija starosti 7 godina, na oba lokaliteta, najveću prosečnu lisnu površinu su imale provenijencije iz Nemačke, i to provenijencija "Hasbruch" (29.51 cm²) na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Höllerbach" (32.64 cm²) u Debelom Lugu (Grafikon 93). Provenijencija "Hasbruch", na Fruškoj gori, je bila praćene sa po dve provenijencije iz BiH ("Crni vrh, Tešanj" i "Tajan, Žepče") i dve provenijencije iz Hrvatske ("Vrani kamen" i "Sjeverni Dilj Čaglinski").

Tabela 140. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti lisne površine kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	27.34	ab	13.11	26.14	b	12.02
Vrani kamen (HR25)	27.58	ab	8.18	30.45	a	15.15
Tajan, Žepče (BiH30)	27.69	ab	17.15	24.82	b	11.52
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	28.47	ab	13.52	30.41	a	10.99
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	25.17	b	14.15	24.18	b	11.68
Fruška gora (SRB36)	26.46	ab	18.76	24.41	b	16.44
Kopaonik (SRB38)	24.87	b	16.31	25.78	b	9.74
Valkonya (HU42)	24.99	b	19.75	23.15	b	15.33
Schelkingen (DE47)	24.86	b	25.08	24.49	b	18.40
Höllerbach (DE48)	27.28	ab	20.02	32.64	a	15.01
Hasbruch (DE49)	29.51	a	17.05	24.09	b	12.79
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	25.06	b	21.12	24.22	b	17.33
Prosečno za lokalitet	26.61		17.02	26.23		13.87

Legenda: \bar{x} - prosečna lisna površina (cm²), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 93. Varijabilnost lisne površine kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (○) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

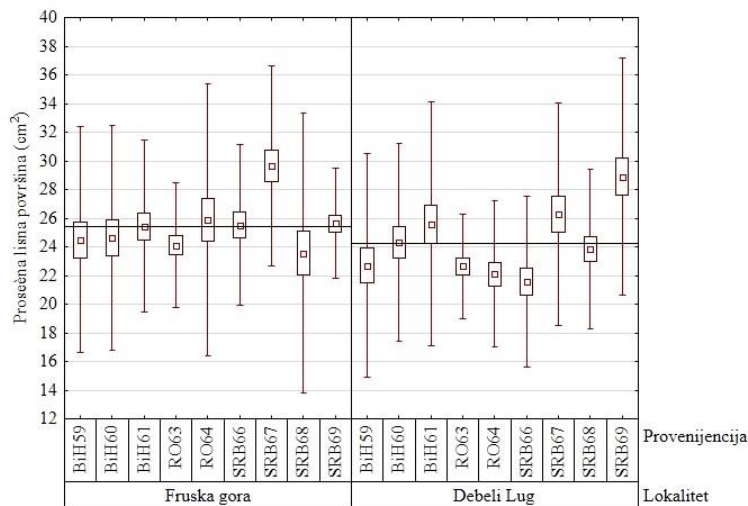
U Debelom Lugu, iza provenijencije "Höllerbach" našlo pet provenijencija poreklom iz Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Srbije ("Vrani kamen" (HR), "Crni vrh, Tešanj" (BiH), "Sjeverni Dilj Čaglinški" (HR), "Kopaonik" (SRB) i "Tajan, Žepče" (BiH)). Jedine dve provenijencije koje su na oba lokaliteta imale prosečne vrednosti lisne površine iznad proseka za lokalitet su bile provenijencije ("Vrani kamen" i "Crni vrh, Tešanj"). Kao provenijencije sa najmanjom prosečnom lisnom površinom su se izdvojile, na Fruškoj gori, provenijencija "Schelklingen" (24.86 cm²) i u Debelom Lugu provenijencija "Valkonya" (23.15 cm²) (tabela 140).

Tokom 2011. godine, kod biljaka starosti 6 godina, ponovo su se na oba lokaliteta, kao najbolje izdvojile srpske provenijencije. Na Fruškoj gori to je bila provenijencija "Boranja" (29.68 cm²), dok su u Debelom Lugu prednjačile dve srpske provenijencije: "Cer" (28.88 cm²) i "Boranja" (26.27 cm²). Na drugoj strani, najmanja prosečna lisna površina na Fruškoj gori je izmerena upravo kod lokalne provenijencije (25.61 cm²), dok je u Debelom Lugu ona izmerena kod provenijencije "Avala" (21.57 cm²) (grafikon 94).

Tabela 141. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti lisne površine kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	24.49	b	16.12	22.70	cd	17.19
Crni vrh (BiH60)	24.63	b	15.91	24.32	bcd	14.24
Grmec, Bastra-Corkova (BiH61)	25.45	b	11.74	25.60	abc	16.58
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	24.11	b	9.06	22.64	cd	8.07
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	25.87	b	18.37	22.09	d	11.55
Avala (SRB66)	25.53	b	11.01	21.57	d	13.82
Boranja (SRB67)	29.68	a	11.75	26.27	ab	14.75
Fruška gora (SRB68)	23.55	b	20.70	23.83	bcd	11.69
Cer (SRB69)	25.62	b	7.49	28.88	a	14.33
Prosečno za lokalitet	25.44		13.57	24.21		13.58

Legenda: \bar{x} - prosečna lisna površina (cm²), CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 94. Varijabilnost lisne površine kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Istraživanje varijabilnosti prosečne lisne površine u provenijeničnim testovima bukve u Srbiji, tokom 2010. godine, pokazalo je da su "lokalitet", "provenijencija", kao i interakcija "provenijencija x lokalitet" bili značajan izvor varijabilnosti kod biljaka obe starosti (tabela 142).

Tabela 142. Rezultati analize varijanse za lisnu površinu u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	118.01	<.0001	65.70	<.0001	5.70	0.0181	0.47	0.4949
Provenijencija (P)	21.88	<.0001	10.64	<.0001	4.77	<.0001	4.70	<.0001
Interakcija (P x L)	9.89	<.0001	11.18	<.0001	2.19	0.0304	2.12	0.0198

Merenja prosečne lisne površine, obavljena tokom 2011. godine, pokazala su da su razlike između provenijencija i dalje bile statistički visoko značajne. Interakcija "provenijencija x lokalitet" je ponovo bila statistički značajan izvor varijabilnosti, ali je ona bila manje izražena nego u 2010. godini. Kada se posmatra razlika u pogledu

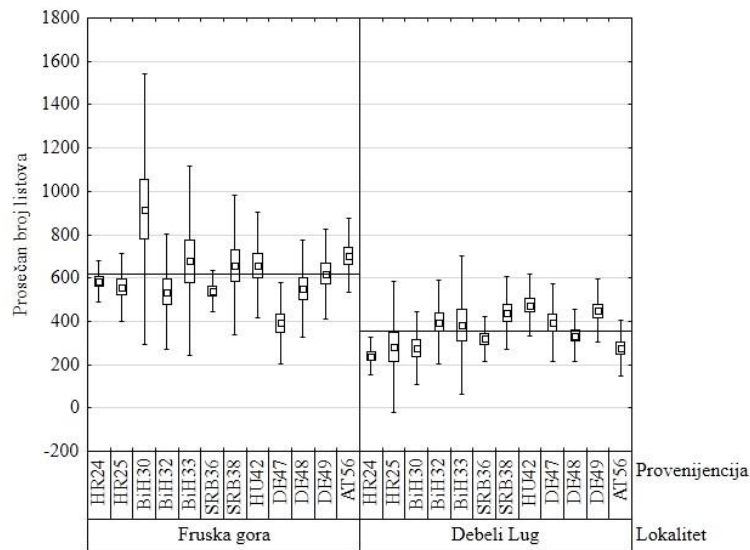
prosečne lisne površine između lokaliteta, iz tabele 142 se vidi da u 2011. godini, kod biljaka starosti 7 godina, "lokalitet" nije bio statistički značajan ($p=0.49$), dok je kod biljaka starosti 6 godina postojala statistički značajna razlika u između lokaliteta ($p=0.0181$).

Broj listova. Tokom 2010. godine, kod provenijencija obe starosti, utvrđeno je da su provenijencije na Fruškoj gori imale veći prosečan broj listova od istih provenijencija u Debelom Lugu (grafikon 95). Izuzetak su bile provenijencije "Schelklingen (DE47)" i "Fruška gora (SRB68)" kod kojih je konstatovan veći prosečan broj listova kod sadnica raslih na lokalitetu Debeli Lug (tabela 143 i tabela 144). Najveći prosečan broj listova, kod biljaka starosti 6 godina, tokom prve godine istraživanja, je utvrđen kod bosanske provenijencije "Tajan, Žepče" ($\bar{x}=918$), na Fruškoj gori, odnosno mađarske provenijencije "Valkonya" ($\bar{x}=474$), u Debelom Lugu. Najmanji prosečan broj listova je registrovan kod provenijencije "Schelklingen" ($\bar{x}=393$), na Fruškoj gori, i provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($\bar{x}=240$) u Debelom Lugu.

Tabela 143. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja listova kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglinski (HR24)	584	bc	8.05	240	e	17.60
Vrani kamen (HR25)	559	bc	14.07	282	de	53.24
Tajan, Žepče (BiH30)	918	a	34.06	277	de	30.45
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	536	c	24.84	395	abc	24.47
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	679	abc	32.22	383	abcd	41.78
Fruška gora (SRB 36)	539	bc	8.83	319	cde	16.41
Kopaonik (SRB 38)	659	bc	24.50	438	abc	19.14
Valkonya (HU42)	658	bc	18.54	474	a	15.04
Schelklingen (DE47)	393	d	23.93	395	abc	22.50
Höllerbach (DE48)	551	bc	20.29	334	bcde	17.89
Hasbruch (DE49)	620	bc	16.75	448	ab	16.27
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	703	ab	12.11	276	de	23.44
Prosečno za lokalitet	617		19.85	355		24.85

Legenda: \bar{x} – prosečan broj listova, CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 95. Varijabilnost broja listova kod biljaka starosti 6 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

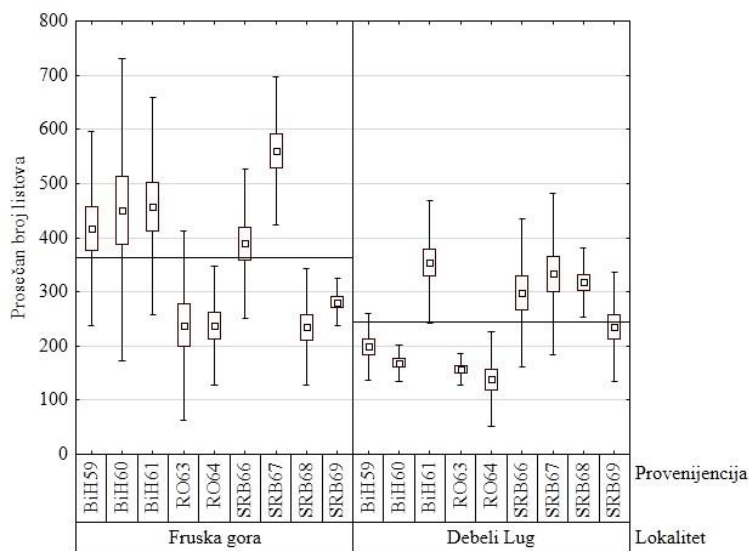
Tabela 144. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja listova kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	417	b	21.63	198	cd	15.45
Crni vrh (BiH60)	451	ab	30.98	169	de	9.81
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	458	ab	21.95	355	a	15.90
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	238	c	36.73	157	de	9.34
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	238	c	23.26	138	e	31.53
Avala (SRB66)	389	b	17.84	298	ab	22.75
Boranja (SRB67)	560	a	12.20	333	a	22.30
Fruška gora (SRB68)	234	c	22.94	318	a	10.07
Cer (SRB69)	281	c	7.76	235	bc	21.52
Prosečno za lokalitet	363		21.70	245		17.63

Legenda: \bar{x} – prosečan broj listova, CV - koeficijent varijacije (%).

Kod provenijencija starosti 5 godina, najveći prosečan broj listova, na oba lokaliteta, je konstatovan kod srpske provenijencije "Boranja" ($\bar{x}_{FG}=560$; $\bar{x}_{DL}=333$) i

bosanske provenijencije "Grmeč, Bastra-Corkova" ($\bar{x}_{FG}=458$; $\bar{x}_{DL}=355$). Na drugoj strani, najmanji prosečan broj listova su imale provenijencija "Fruška gora" ($\bar{x}=234$) na Fruškoj gori, odnosno provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($\bar{x}=138$), u Debelom Lugu (tabela 144). Rumunske provenijencije "Alba-Iulia, U.P.V/154A" i "Alesd, U.P.II/51A", su na oba lokaliteta, pripadale poslednjem intervalu homogenosti.



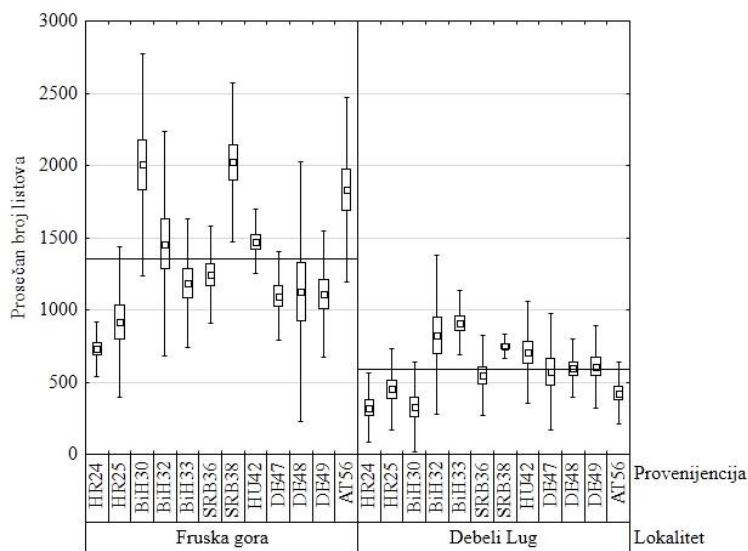
Grafikon 96. Varijabilnost broja listova kod biljaka starosti 5 godina (2010. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

U 2011. godini, razlika u prosečnom broju listova između provenijencija na dva lokaliteta je postala još izraženija, s obzirom da su provenijencije na Fruškoj gori imale, uopšteno gledajući, više nego duplo veći prosečan broj listova od istih provenijencija u Debelom Lugu. Kod provenijencija starosti 7 godina, na Fruškoj gori su se po najvećem prosečnom broju listova jasno izdvojile provenijencije "Kopaonik" ($\bar{x}=2024$) i "Tajan, Žepče" ($\bar{x}=2006$), kod koje je u 2010. godini registrovan najveći prosečan broj listova. U Debelom Lugu, najveći prosečan broj listova je utvrđen kod bosanskih provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" ($\bar{x}=911$) i "Crni vrh, Tešanj" ($\bar{x}=825$) (tabela 145). Najmanji prosečan broj listova, na oba lokaliteta je zabeležen kod hrvatske provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski" ($\bar{x}_{FG}=728$; $\bar{x}_{DL}=323$).

Tabela 145. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja listova kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Sjeverni Dilj Čaglini (HR24)	728	g	13.00	323	f	36.69
Vrani kamen (HR25)	915	fg	28.53	452	ef	31.35
Tajan, Žepče (BiH30)	2006	a	19.15	329	f	46.86
Crni vrh, Tešanj (BiH32)	1458	bcd	26.55	825	ab	33.39
Grmeč, Bosanska Krupa (BiH33)	1184	cdef	18.87	911	a	12.35
Fruška gora (SRB 36)	1244	cde	13.41	547	de	25.07
Kopaonik (SRB 38)	2024	a	13.62	748	abc	5.60
Valkonya (HU42)	1472	bc	7.55	706	bcd	24.73
Schelklingen (DE47)	1096	ef	13.95	572	cde	35.12
Höllerbach (DE48)	1128	ef	39.82	595	cde	17.02
Hasbruch (DE49)	1109	def	19.66	607	cde	23.37
Scharnstein, Mitterndorf (AT56)	1832	ab	17.50	424	ef	25.42
Prosečno za lokalitet	1350		19.30	587		26.41

Legenda: \bar{x} – prosečan broj listova, CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 97. Varijabilnost broja listova kod biljaka starosti 7 godina (2011. godina).
Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

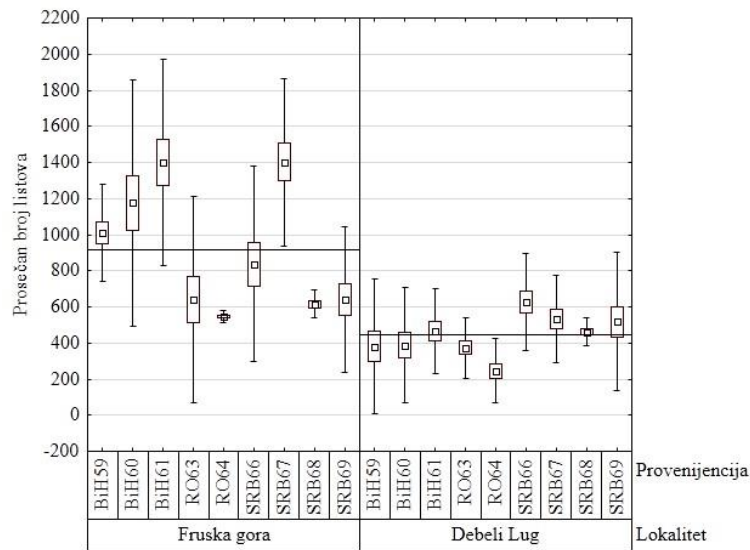
Interesantno je da su se na Fruškoj gori, kao provenijencije sa najmanjim prosečnim brojem listova, izdvojile sve provenijencije iz Hrvatske i Nemačke.

Kao i u prvoj godini istraživanja, i u drugoj godini, kod mlađe grupe provenijencija, najveći prosečan broj listova, na Fruškoj gori, je registrovan kod srpske provenijencije "Boranja" ($\bar{x}=1402$) i bosanskih provenijencija "Grmeč, Bastra-Corkova" ($\bar{x}=1399$), "Crni vrh" ($\bar{x}=1176$) i "Vranica-Bistrica" ($\bar{x}=1010$). Takođe, poredak ovih provenijencija je ostao nepromenjen u odnosu na prethodnu godinu. U Debelom Lugu, najveći prosečan broj listova su imale srpske provenijencije "Avala" ($\bar{x}=627$), "Boranja" ($\bar{x}=531$) i "Cer" ($\bar{x}=518$) (tabela 146). Najmanji prosečan broj listova, na oba lokaliteta, je imala rumunska provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A" ($\bar{x}_{FG}=544$; $\bar{x}_{DL}=245$).

Tabela 146. Deskriptivni pokazatelji varijabilnosti broja listova kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina).

Provenijencija	Fruška gora			Debeli Lug		
	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV	\bar{x}	LSD _{0.05}	CV
Vranica-Bistrica (BiH59)	1010	bc	13.40	381	bc	49.19
Crni vrh (BiH60)	1176	ab	29.07	388	bc	41.08
Grmeč, Bastra-Corkova (BiH61)	1399	a	20.36	464	ab	25.51
Alesd, U.P.II/51A (RO63)	639	de	44.59	374	bc	22.31
Alba-Iulia, U.P.V/154A (RO64)	544	e	3.14	245	c	36.21
Avala (SRB66)	838	cd	32.21	627	a	21.50
Boranja (SRB67)	1402	a	16.50	531	ab	22.78
Fruška gora (SRB68)	614	de	6.32	461	ab	8.37
Cer (SRB69)	640	de	31.37	518	ab	36.92
Prosečno za lokalitet	918		21.88	443		29.32

Legenda: \bar{x} – prosečan broj listova, CV - koeficijent varijacije (%).



Grafikon 98. Varijabilnost broja listova kod biljaka starosti 6 godina (2011. godina). Simboli označavaju: (□) prosečnu vrednost (\bar{x}), (▣) $\bar{x} \pm SE$, (I) $\bar{x} \pm 2*StD$ i (—) prosečna vrednost po lokalitetu.

Analizom varijanse je utvrđeno da su u pogledu prosečnog broja listova postojale statistički značajne razlike, kako između ispitivanih lokaliteta, tako i između provenijencija zasađenih na istom lokalitetu. Takođe, interakcije "provenijencija x lokalitet" se pokazao kao značajan izvor varijabilnosti tokom obe godine istraživanja, kod obe starosne grupe provenijencija (tabela 147).

Tabela 147. Rezultati analize varijanse za broj listova u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu.

Izvor varijacije	2010. godina				2011. godina			
	Biljke starosti 5 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 6 godina		Biljke starosti 7 godina	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Lokalitet (L)	77.30	<.0001	155.22	<.0001	119.60	<.0001	362.43	<.0001
Provenijencija (P)	19.14	<.0001	3.05	0.0015	8.54	<.0001	10.42	<.0001
Interakcija (P x L)	7.29	<.0001	4.50	<.0001	8.18	<.0001	8.33	<.0001

Rezultati kanonijske diskriminantne analize, koja je sprovedena za provenijencije starosti 6 godina (2010. godina), na Fruškoj gori, su pokazali da nije

postojalo statistički značajno odvajanje provenijencija niti po jednoj od kanonijskih osa (tabela 148).

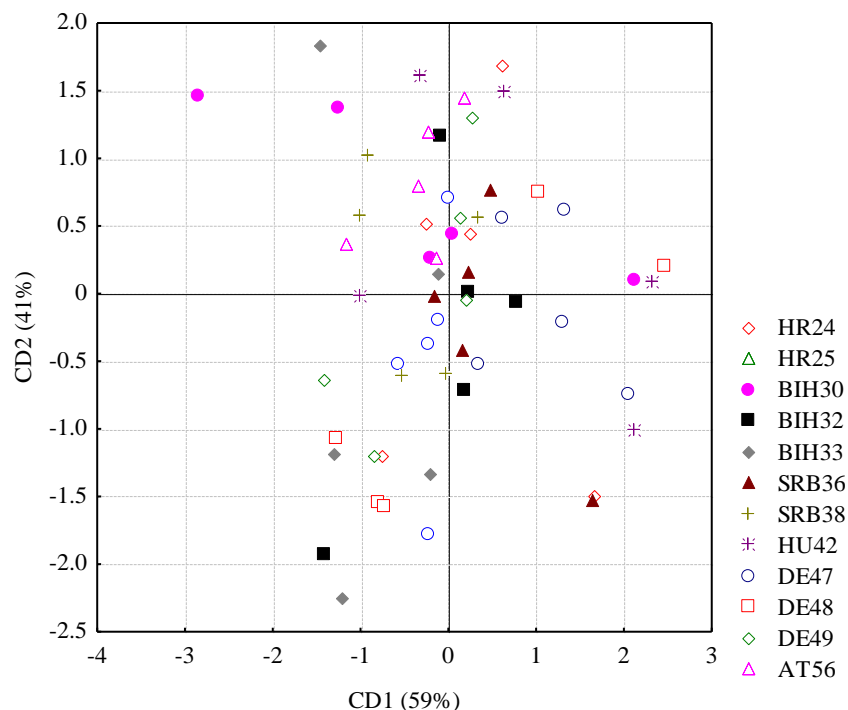
Tabela 148. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.370605	0.519995	0.580131	28.31407	22	0.165505
1	0.257655	0.452625	0.795131	11.92094	10	0.290382

Tabela 149. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LN	-0.836460	0.574085
LA	-0.424887	-0.921255
Eigenval	0.370605	0.257655
Cum.Prop	0.589891	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 99. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Za razliku od provenijencija raslih na Fruškoj gori, u Debelom Lugu su rezultati χ^2 testa pokazali da je postojalo statistički značajno odvajanje provenijencija po obe kanonijske ose (tabela 150).

Tabela 150. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

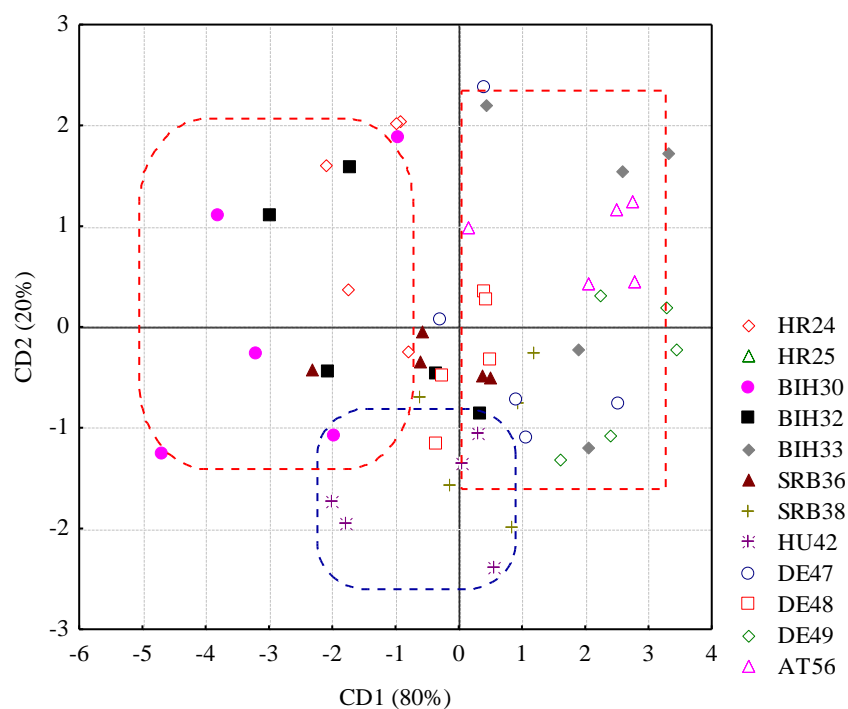
Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	3.208161	0.873136	0.132656	105.0397	22	0.000000
1	0.791347	0.664651	0.558239	30.3143	10	0.000761

Provenijencije su se odvajale po prvoj kanonijskoj osi koja je opisivala 80% varijabilnosti, dok je druga kanonijska osa opisivala 20% varijabilnosti (tabela 151).

Tabela 151. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LA	-0.952291	-0.315953
LN	0.392508	-0.923376
Eigenval	3.208161	0.791347
Cum.Prop	0.802139	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 100. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Na grafikonu 100 se može primetiti da je po CD1 došlo do razdvajanja provenijencije BiH30 ("Tajan, Žepče"), od provenijencija AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf"), DE49 ("Hasbruch") i BiH33 ("Grmeč, Bosanska Krupa"). Razdvajanju provenijencija je najviše doprinela prosečna lisna površina sadnice prema prvoj osi, što se može videti na osnovu vrednosti standardizovanog koeficijenta (-0.952291) (tabela 2). Naime, provenijencija BiH30 se karakterisala najvećom prosečnom lisnom površinom (24.11 cm²), dok su provenijencije AT56, DE49 i BiH33 imale najmanju prosečnu lisnu površinu, koje su iznosile 15.57 cm², 15.54 cm² i 14.02 cm², respektivno. Odvajanju provenijencija prema CD2 je najviše doprineo prosečan broj listova kod sadnica (-0.923376). Na grafikonu 100 je primetno odvajanje provenijencije HU42 ("Valkonya"), kod koje je konstatovan najveći prosečan broj listova (474 komada).

Kod provenijencija starosti 5 godina, na lokalitetu Fruška gora, rezultati χ^2 testa su pokazali da je postojalo statistički značajno odvajanje provenijencija po kanonijskim osama ($p \leq 0.05$) (tabela 152). Provenijencije su se odvajale po prvoj kanonijskoj osi koja je opisivala 58% varijabilnosti (tabela 153). Prema toj osi postoji odvajanje provenijencije "Cer" (SRB69), čemu je najviše doprineo broj listova (281 komad), mada je ovu provenijenciju obeležila i najveća vrednost prosečne lisne površine (26.88 cm²) (grafikon 101). Druga kanonijska osa je opisivala preostalih 42% varijabilnosti. Odvajanje provenijencija po CD2 je bilo primarno pod uticajem veličine prosečne lisne površine (-0.830208). Po njoj je vidljivo odvajanje provenijencije RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A"), kod koje je konstatovana najmanja vrednost prosečne ovog parametra (20.22 cm²).

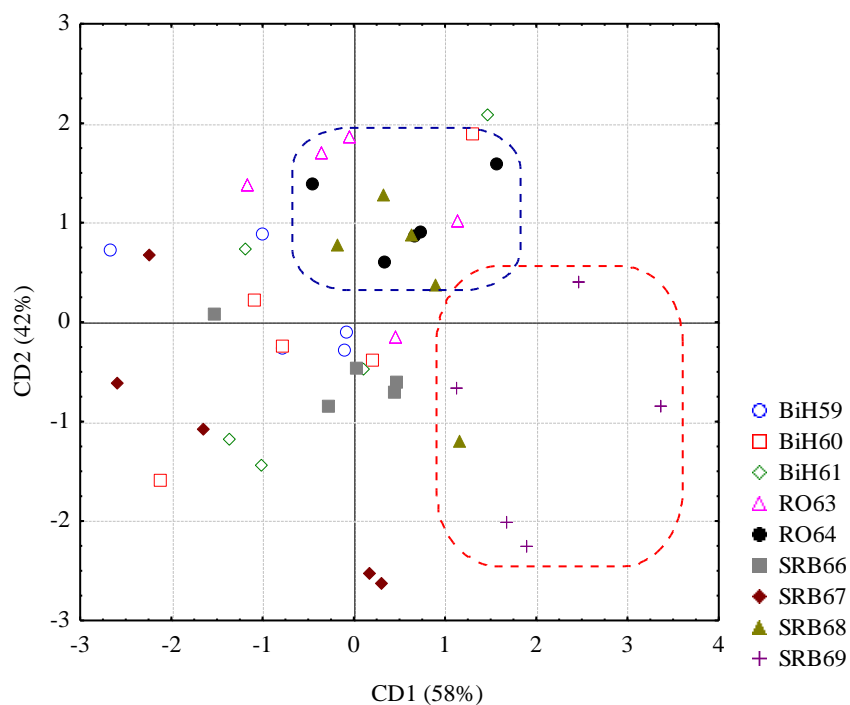
Tabela 152. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2010. godina).

Roots Removed	Eigen- value	Canonial R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.089779	0.722136	0.267920	50.70709	16	0.000018
1	0.786054	0.663405	0.559893	22.33034	7	0.002228

Tabela 153. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom na Fruškoj gori (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LN	-0.939735	-0.406744
LA	0.599414	-0.830208
Eigenval	1.089779	0.786054
Cum.Prop	0.580957	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 101. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kada reč o sadnicama starosti 5 godina, koje su se nalazile na lokalitetu Debelu Lug, χ^2 test je pokazao statistički značajno odvajanje provenijencija samo po CD1

(tabela 154), koja je opisivala čak 95% svih razlika između analiziranih provenijencija (tabela 155).

Tabela 154. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina).

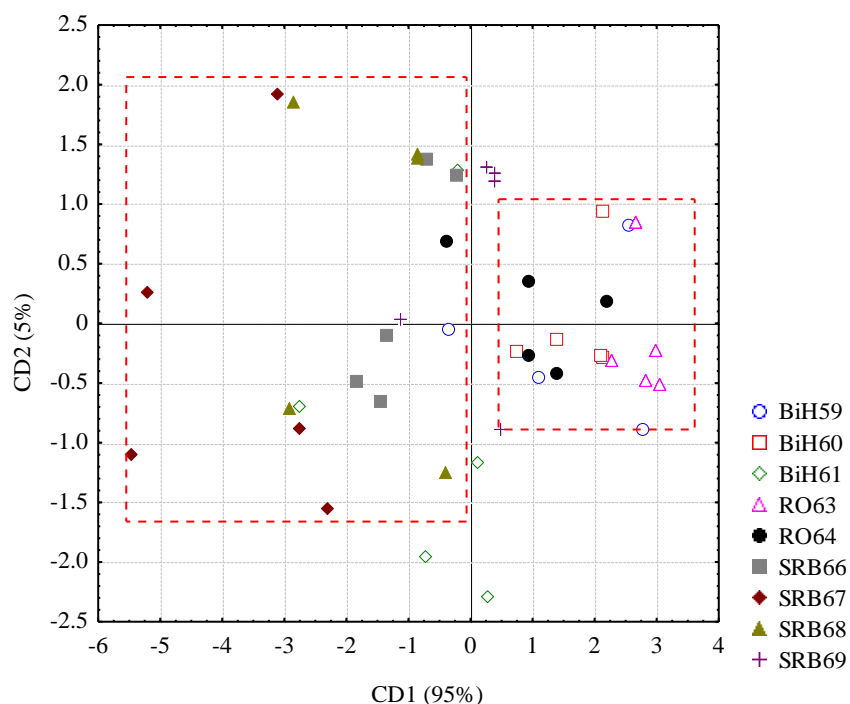
Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	4.536394	0.905194	0.145215	74.28737	16	0.000000
1	0.243834	0.442758	0.803966	8.40066	7	0.298593

Tabela 155. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom u Debelom Lugu (2010. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LA	-0.988781	0.19610
LN	-0.069910	-1.00561
Eigenval	4.536394	0.24383
Cum.Prop	0.948991	1.00000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.

Kada se posmatra prva kanonijska osa, na grafikonu 102 se jasno uočava odvajanje provenijencija RO63 ("Alesd, U.P.II/51A") i BiH60 ("Crni vrh"), na jednoj strani, od srpskih provenijencija SRB67 ("Boranja"), SRB68 ("Fruška gora") i SRB66 ("Avala"), na drugoj strani. Razdvajanju provenijencija po CD1 je najviše doprinela veličina lisne površine, na šta upućuje i apsolutna vrednost standardizovanog koeficijenta, koja je iznosila -0.988781. Ovo potvrđuju i vrednosti prosečne lisne površine za date provenijencije, s obzirom da su tri srpske provenijencije imale najveće srednje vrednosti LA, dok su provenijencije RO63 i BiH60, imale najmanje.



Grafikon 102. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 5 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2010. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

U drugoj godini istraživanja, kod provenijencija starosti 7, koje se nalaze na lokalitetu Fruška gora, zabeleženo je statistički značajno odvajanje samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 156). Ova osa je opisivala 84% svih razlika između analiziranih provenijencija (tabela 157).

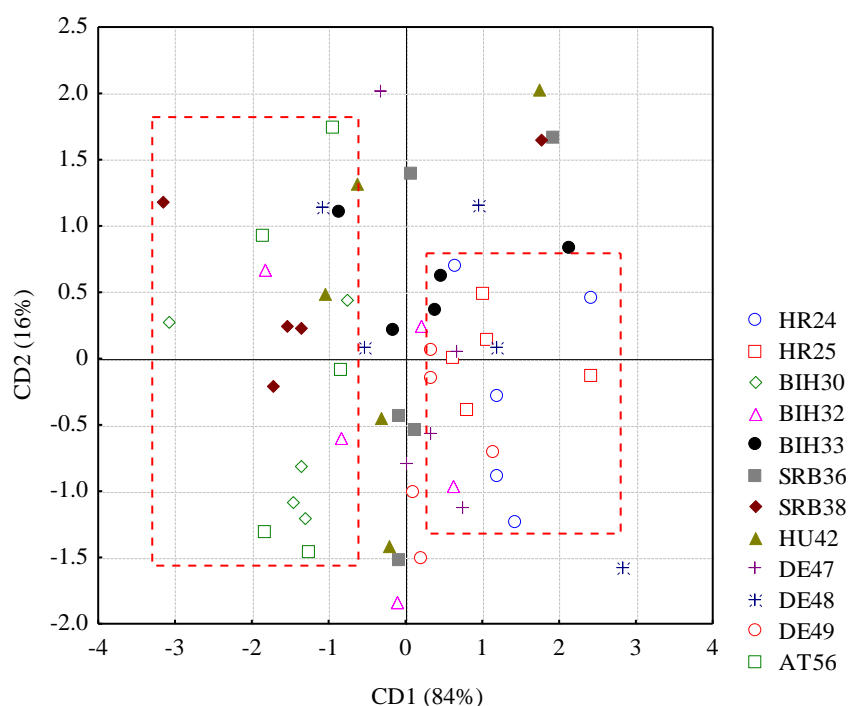
Tabela 156. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.070111	0.718981	0.401165	47.49584	22	0.001264
1	0.204157	0.411756	0.830457	9.66054	10	0.470763

Tabela 157. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LN	-1.03076	-0.037477
LA	0.28890	-0.990157
Eigenval	1.07011	0.204157
Cum.Prop	0.83979	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 103. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Odvajanju provenijencija po CD1 je bilo najviše pod kontrolom broja listova (-1.03076). Jasno se uočava odvajanje provenijencija iz Hrvatske – HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski") i HR25 ("Vrani kamen"), od provenijencija BiH 30 ("Tajan, Žepče") i AT56 ("Scharnstein, Mitterndorf") (grafikon 103). Hrvatske provenijencije su se karakterisale

najmanjim brojem listova, dok su, suprotno njima, provenijencije BiH 30 i AT56 su bile druga i treća po rangju kada je broj listova u pitanju.

Identično kao i na Fruškoj gori, i u Debelom Lugu su se provenijencije starosti 7 godina, statistički značajno razdvajale samo po CD1 (tabela 158), koja je opisivala 71% varijabilnosti (tabele 159). Prema ovoj osi, postojalo je jasno odvajanje jedino provenijencije HR24 ("Sjeverni Dilj Čaglinski"), čemu je najviše doprineo broj listova (-0.799720) (grafikon 104). Ova provenijencija se karakterisala najmanjim brojem listova, koji je iznosio 323 komada.

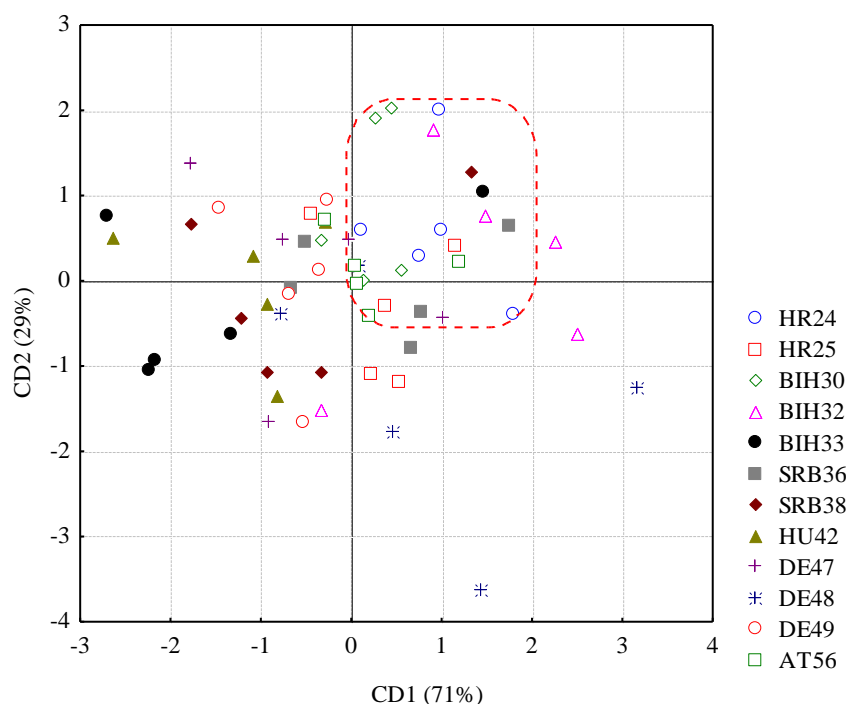
Tabela 158. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.853369	0.678559	0.402009	47.38656	22	0.001306
1	0.342153	0.504904	0.745072	15.30228	10	0.121424

Tabela 159. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LN	-0.799720	-0.602117
LA	0.564903	-0.826427
Eigenval	0.853369	0.342153
Cum.Prop	0.713805	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 104. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 7 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kao i u slučaju starijih grupa provenijencija, na oba lokaliteta, i kod mlađe grupe na Fruškoj gori, razdvajanje provenijencija je zabeleženo samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 160), koja opisuje 63% varijabilnosti između analiziranih provenijencija.

Tabela 160. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu na Fruškoj gori (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	0.527860	0.587784	0.499545	26.72120	16	0.044688
1	0.310212	0.486585	0.763235	10.40229	7	0.166899

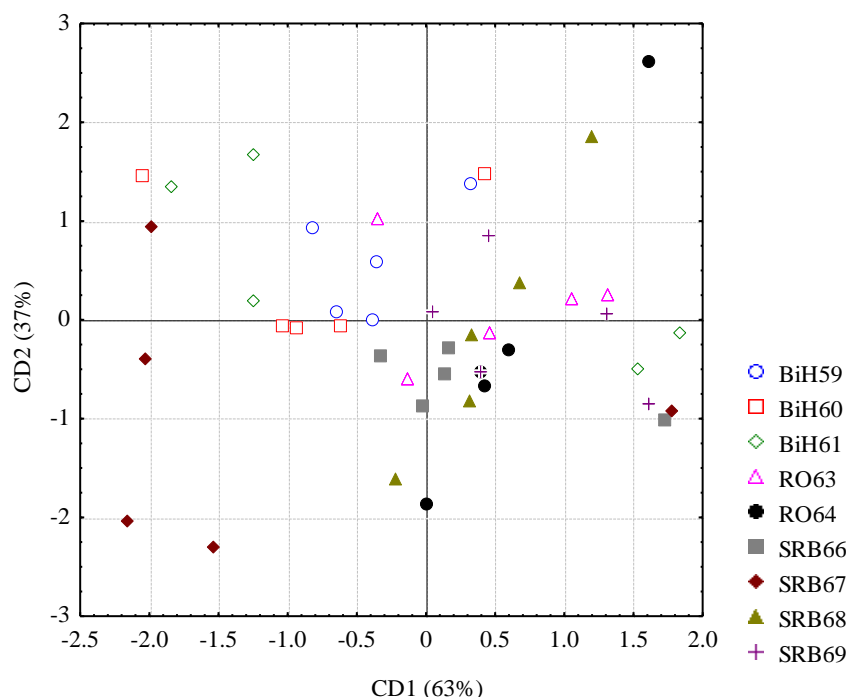
Odvajanje je primarno bilo uzrokovano brojem listova (tabela 161), u prilog čemu ide i vrednost standardizovanog koeficijenta (-1.01152) za ovu osu. Zbog velike

heterogenosti individua unutar provenijencija, na grafikonu nisu mogle biti izdvojene zasebne grupe (grafikon 105). Jedino odvajanje koje je jasnije, jeste odvajanje provenijencije RO64 ("Alba-Iulia, U.P.V/154A "), kod koje je registrovan najmanji broj listova.

Tabela 161. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom na Fruškoj gori (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LN	-1.01152	0.146983
LA	-0.35321	-0.959178
Eigenval	0.52786	0.310212
Cum.Prop	0.62985	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 105. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu na Fruškoj gori (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

Kod mlađe grupe provenijencija, u Debelom Lugu, takođe je konstatovano statistički značajno odvajanje provenijencija samo po prvoj kanonijskoj osi (tabela 162). Za razliku od starijih grupa provenijencija, na oba lokaliteta, i mlađe grupe provenijencija na Fruškoj gori, gde je odvajanju najviše doprineo broj listova kod sadnica, u ovom slučaju je odvajanje bilo primarno pod uticajem veličine prosečne lisne površine provenijencija (-0.944240) (tabela 163).

Ako se posmatra samo prva kanonijska osa, na grafikonu 106 se uočava odvajanje provenijencije SRB69 ("Cer") od ostalih provenijencija. Ova provenijencija je ujedno imala i najveću prosečnu lisnu površinu (28.9 cm²).

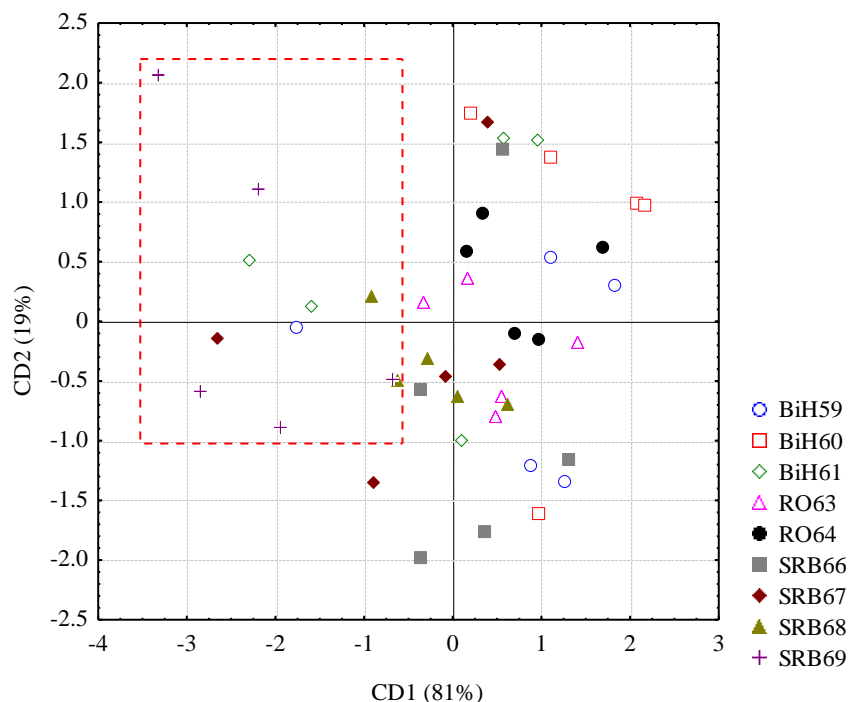
Tabela 162. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za prosečnu lisnu površinu i broj listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom testu u Debelom Lugu (2011. godina).

Roots Removed	Eigen-value	Canonical R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.173126	0.734733	0.362461	39.07133	16	0.001062
1	0.269564	0.460790	0.787672	9.18892	7	0.239375

Tabela 163. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu prosečne lisne površine i broja listova kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijencijskom u Debelom Lugu (2011. godina), dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize.

Variable	CD1	CD2
LA	-0.944240	0.452189
LN	-0.711459	-0.768043
Eigenval	1.173126	0.269564
Cum.Prop	0.813152	1.000000

Legenda: LA – lisna površina; LN – broj listova.



Grafikon 106. Distribucija individua unutar svake provenijencije na osnovu vrednosti prosečne lisne površine i broja listova, kod sadnica bukve starosti 6 godina, u provenijeničnom testu u Debelom Lugu (2011. godina) na dve kanonijske ose dobijene kanonijskom diskriminantnom analizom.

6.5. Klaster analiza

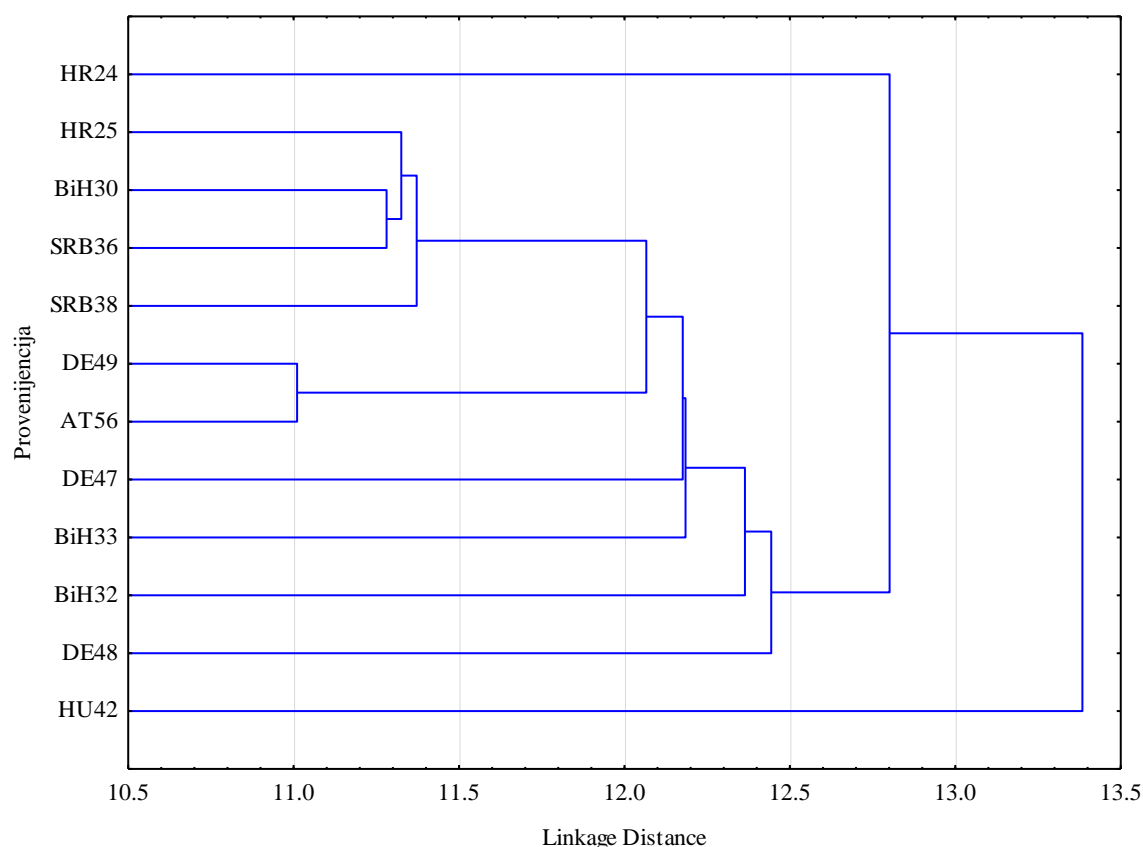
U cilju procene bliskosti, odnosno udaljenosti analiziranih provenijencija bukve, urađena je klaster analiza na osnovu istraživanih anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika sadnica. Kao i sve analize do sada, i klaster analiza je sprovedena posebno za svaku starosnu grupu provenijencija.

Kod starije grupe provenijencija, kao zasebni klasteri, sa najvećim distancama odvajaju se provenijencije HU42 i HR24 (grafikon 107). Vrednosti distanci kod njih su iznosile 2.9 i 2.3. Za preostale provenijencije bi se moglo reći da su odvojene u tri grupe, odnosno klastera. Prvom klasteru, osim provenijencija BiH30 i SRB36, koje su imale namanju vrednost distance (0.7) pripadaju i provenijencije HR25 i SRB38. Drugi klaster, koji je blizak prvom, se karakterisao najmanjom vrednošću distance između posmatranih provenijencija (0.5) i sačinjavale su ga provenijencije AT56 i DE49. Ovim

dvema klasterima najbliže su bile provenijencije DE47 (vrednost distance 1.8), BiH33 (1.8), BiH32 (1.85) i DE48 (1.9), koje su se odvajale kao zasebne grupe.

Grafikon 107. Dendrogram udaljenosti ispitivanih provenijencija bukve na osnovu multivarijacione klaster analize anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika.

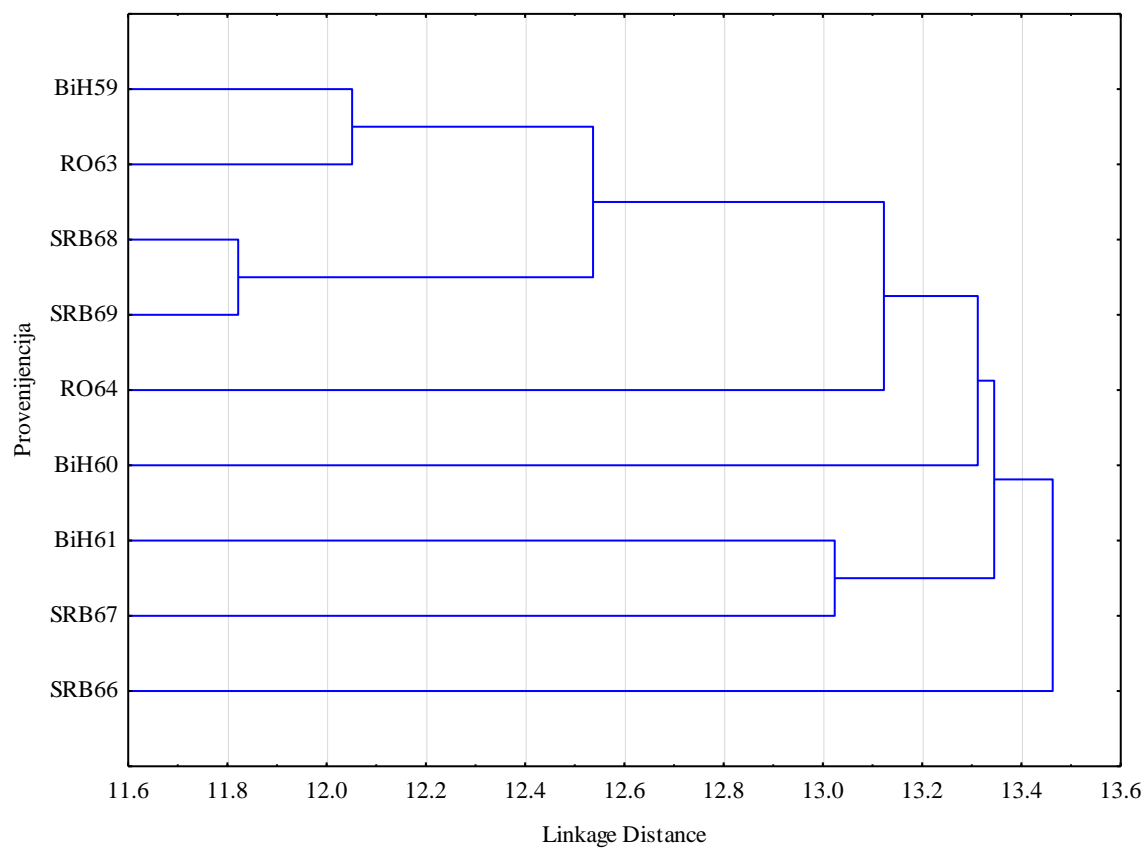
Klaster analiza se odnosi na stariju grupu provenijencija.



Dendrogram udaljenosti ispitivanih provenijencija bukve na osnovu multivarijacione klaster analize anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika za mlađu grupu provenijencija pokazuje da se sa najvećom distancom (1.9 vrednost distance) odvaja provenijencija SRB66, kao poseban klaster u odnosu na sve ostale provenijencije (grafikon 108). Ostale provenijencije su odvojene u dva klastera, tako što se s jedne strane nalazi klaster BiH61 i SRB67 sa vrednošću distance od 1.5, a sa druge strane sve ostale provenijencije. U okviru tog klastera, od ostalih provenijencija, odvaja se provenijencija BiH60 kao zasebna grupa sa vrednošću distance od 1.7. U okviru klastera kome je bliska provenijencija BiH60, kao posebna grupa se odvaja

provenijencija RO64, u odnosu na ostale četiri provenijencije, koje su odvojene u dva klastera hijerhijske sličnosti – SRB69 i SRB68, sa najmanjom distancom od 0.2 i BiH59 i RO63 sa nešto većom distancom od 0.5.

Grafikon 108. Dendrogram udaljenosti ispitivanih provenijencija bukve na osnovu multivarijacione klaster analize anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika. *Klaster analiza se odnosi na mlađu grupu provenijencija.*



7. Diskusija

Rezultati istraživanja varijabilnosti anatomske građe na poprečnom preseku lista su pokazali da su posmatrani izvori varijabilnosti ("provenijencija", "lokalitet" i interakcija "provenijencija x lokalitet") imali različit uticaj na debljinu, odnosno veličinu istraživanih liskih tkiva, na šta je osim starosne grupe provenijencija uticala i godina u kojoj je istraživanje rađeno. Orlović i sar. (1998) su utvrdili da je kod klonskih topola, zasađenih na tri lokaliteta, postojala statistički značajna razlika u pogledu debljine palisadnog i sunderastog tkiva, kao i u pogledu interakcije "klon x lokalitet". Bacelar i sar. (2004) su ispitujući varijabilnost anatomske građe lista, kod pet kultivara masline, utvrdili postojanje statistički značajnih razlika u pogledu debljine svih istraživanih lisnih tkiva (gornja kutikula, epidermis lica i naličja, sunderasto tkivo, palisadno tkivo i ukupna debljina lista). Istraživanje na klonovima bagrema je pokazalo da su postojale statistički značajne razlika u pogledu debljine epidermisa lica i naličja lista, debljine mezofila i dužine otvora provodnog snopića glavnog nerva lista, dok među-klonska razlika u širini otvora provodnog snopića glavnog nerva nije bila statistički značajna (Orlović i sar., 2004). Proučavajući varijabilnost anatomske građe lista kod različitih genotipova hrasta lužnjaka, Nikolić i sar. (2005) su utvrdili da iako je varijabilnost između genotipova, za posmatrane lisne parametre, bila mala, ipak je postojala statistički značajna razlika između njih.

Anatomska građa lista bukve je do danas bila predmet istraživanja brojnih autora (Dengler i MacKay, 1975; Eschrich i sar., 1989; Bussoti i sar., 1995; Gravano i sar., 1999; Bussoti i sar., 2000; Hladká i Čanová, 2005; Bussoti i sar., 2005; van Wittenberghe i sar., 2010; Bayramzadeh i sar., 2012; van Wittenberghe i sar., 2012), tako da se u naučnoj literaturi mogu sresti različiti podaci kada se govori o veličini, tj. debljini pojedinih lisnih tkiva. U skladu sa tim veličinama su i podaci dobijeni u provenijeničnim testovima bukve u Srbiji, s obzirom da se nalaze u rasponu vrednosti publikovanih od strane drugih autora.

Ciljevi istraživanja u radovima pomenutih autora su bili orjentisani u više pravaca, počevši od istraživanja uticaja jačine osvetljenosti na anatomsku građu lista (Eschrich i sar., 1989), preko istraživanja zavisnosti anatomske građe lista od položaja u kruni stabla (Hladká i Čanová, 2005; van Wittenberghe i sar., 2010; Bayramzadeh i sar.,

2012; van Wittenberghe i sar., 2012), pa sve do razlika u anatomskoj građi lista između pojedinačnih stabala i različitih populacija bukve (Bussoti i sar., 1995; Gravano i sar., 1999; Bussoti i sar., 2000; Bussoti i sar., 2005).

Prema Ceulemans i sar. (1984), anatomska građa lista ima značajan uticaj na razmenu gasova kod biljaka, a pre svega na fotosintezu. Osim toga, unutrašnja strukturalna građa listova, kao što su razvijenost palisadnog i sunđerastog parenhima, utiču i na razmenu gasova unutar listova (Dinova, 2004). Takođe, kako se listovi smatraju glavnim fotosintetičkim organima kod drveća, to je njihova unutrašnja strukturalna značajna i sa aspekta proizvodnje biomase.

Istraživanja varijabilnosti anatomске građe lista u provenijencijskim testovima bukve, urađena za potrebe izrade doktorske disertacije, su iz tog razloga usmerena u pravcu potencijalne primene ovih parametara u selekciji bukve, s obzirom da je u ranijim istraživanjima, sprovedenim na drugim vrstama drveća, utvrđena veza između anatomске građe lista i produkcije biomase (Orlović, 1993), kao i anatomске građe lista i fotosintetičke aktivnosti biljaka (Orlović i sar., 1998). Takođe, na osnovu pojedinih parametara građe listova moguće je identifikovati genotipove otporne na sušu (Ristić i Cass, 1991; Bacelar i sar., 2004), što bi moglo imati značaj u kontekstu globalnih klimatskih promena za region centralne i južne Evrope (IPCC, 2007). U prilogu ovoj tvrdnji govore rezultati do kojih su došli Gratani i sar. (2003), koji su kod *Quercus ilex* L. utvrdili da je provenijencija sa najsušnijeg staništa imala najveću debljinu svih istraživanih lisnih tkiva.

Na osnovu dvogodišnjih merenja, utvrđeno je da kod starije grupe provenijencija nije postojao jasan trend u rangiranju pojedinih provenijencija u pogledu debljine istraživanih lisnih tkiva na poprečnom preseku. Zanimljivo je pomenuti, da je provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (BiH33), u drugoj godini istraživanja najviše reagovala na stres od suše, što se manifestovalo uvećanjem debljini svih lisnih tkiva, tako da se u pogledu svih parametara građe lista nalazila u prvom intervalu homogenosti. Za razliku od starije grupe, kod mlađe grupe provenijencija, tokom obe godine istraživanja se izdvojila rumunska provenijencija "Alesd, U.P.II/51A" (RO63), koja je pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu debljine svih lisnih tkiva (epidermis lica lista, palisadni parenhim, sunđerasti parenhim, epidermis naličja lista i ukupna debljina lista). Kao dopuna ovoj provenijenciji, druga rumunska provenijencija:

"Alba-Iulia, U.P.V/154A" (RO64), je tokom obe godine istraživanja jedina pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu procentulnog učešća palisadnog parenhima u ukupnoj debljini mezofila.

Anatomska građa listova, osim što je pod uticajem genetske konstitucije biljaka, u velikoj meri zavisi i od uslova staništa (životne sredine) u kojima se biljka nalazi. Hladká i Čanová (2005) smatraju da debljina lista osim što zavisi od same vrste drveta, faze ontogenetskog razvića lista, starosti drveta na kojem se list nalazi, podjednako zavisi i od mikro-klimatskih uslova koji vladaju na staništu (vlažnost vazduha, temperatura, količina padavina, sunčeva radijacija, mineralna ishrana, pH vrednost zemljišta, vlažnost zemljišta, itd.). S obzirom da je list, u poređenju sa korenom i stablom, najfleksibilniji biljni organ u odnosu na ekološke uslove koji vladaju, njegova struktura najbolje reflektuje uticaj stresa na biljke (Bacelar i sar., 2004). Kada se uporede rezultati istraživanja iz 2010. i 2011. godine, primećuje se da je u 2011. godini, na oba lokaliteta, došlo do promena u anatomskoj građi listova, koje su se ogledale u povećanju sklerofilnosti (Bussoti i sar., 2002). Ovu pojavu su par godina kasnije objasnili Bussoti i sar. (2005), koji su utvrdili da su populacije bukve koje su poticale iz južnih delova Apeninskog poluostrva imale veću debljinu pojedinih lisnih tkiva, kao rezultat njihove adaptiranosti na sušnije stanišne uslove. Preslikano na uslove iz provenijeničnih testova bukve u Srbiji, s obzirom da je temperatura vazduha, tokom obe godine istraživanja bile ujednačene, pojava uvećanja debljine lisnih tkiva se može smatrati posledicom daleko manje količine padavina u 2011. godini, u poređenju sa 2010. godinom.

Odgovor biljaka na uslove stresa od suše može biti različit i uključuje čitav niz anatomsko-morfoloških promena, čiji cilj jeste da se smanji odavanje vode. Neke od ovih promena jesu uvijanje listova (Schwabe i Lionakis, 1996), prisustvo debljeg sloja kutikule (Richardson i Berlyn, 2002), sitnije ćelije mezofila (Mediavilla i sar., 2001), veća gustina trihoma (Ennajeh i sar., 2010), itd. Bussoti (2008) navodi da u cilju smanjenja transpiracije, kako bi se obezbedila veća efikasnost korišćenja vode, dolazi i do povećanja debljine ćelijskih zidova i gušćeg "pakovanja" ćelija mezofila. Ashton i Berlyn (1994) su, takođe, kod različitih vrsta hrastova ustanovili postojanje veze između debljine epidermisa i otpornosti na stres od suše.

Kada je reč o uticaju suše na parametre lisne građe, koji su bili obuhvaćeni istraživanjima za potrebe izrade doktorske disertacije, literaturni podaci daju oprečne rezultate. Dok je pojedinim istraživanjima utvrđeno da u uslovima suše dolazi do smanjenja debljine pojedinačnih lisnih tkiva, a samim tim i debljine liske (Laajimi i sar., 2011), većina autora smatra da sa povećanjem suše dolazi i do povećanja debljine pojedinih lisnih tkiva, pa samim tim i ukupne debljine lista (Bussoti i sar., 1995; Gravano i sar., 1999; Bussoti i sar., 2005). Povećanje debljine pojedinih lisnih tkiva je vezano za povećanu otpornost od stresa, s obzirom da deblji palisadni parenhim sadrži više mesta na kojima se vrši fiksacija CO₂, dok prisustvo debljeg sunderastog tkiva može da rezultira u lakšoj difuziji CO₂ do tih mesta (Ennajeh i sar., 2010). Takođe, pojedinim istraživanjima je dokazano da u uslovima stresa vrste koje se karakterišu debljim listovima imaju bolju efikasnost korišćenja vode (Ashton i Berlyn, 1994). Bussoti i sar. (1995) su utvrdili da je kod listova bukve nedostatak vode u zemljištu uticao na povećanje debljine mezofila, što je posebno bilo vidljivo u slučaju kutikule i sunderastog parenhima. Do sličnih rezultata su došli i Gravano i sar. (1999) koji su utvrdili da su listovi na stablima bukve, koja su poticala sa staništa koje se karakterisalo plićim zemljištem i manjim sadržajem vlage u istom, imali značajno veću debljinu od listova sa stabala koja su se nalazila na staništu sa optimalnom količinom vode u zemljištu. Ennajeh i sar. (2010) su, takođe, utvrdili da je kod masline u tretmanima suše došlo do povećanja debljine kako palisadnog u sunderastog tkiva, tako i gornjeg i donjeg epidermisa.

Gustina i veličina stoma na listu zavise od brojnih faktora kao što su: vrsta (Kramer i Boyer, 1995; Holland i Richardson, 2009), faktori spoljašnje sredine (Gindel, 1969; Woodward i sar., 2002; Casson i Gray, 2008), deo lista (Smith i sar., 1989), položaj lista (Batos i sar., 2010), genotip (Muchow i Sinclair, 1989; Nikolić i sar., 2003), kultivar (Orlović i sar., 2004; Vilotić i sar., 2006; Čanova i sar., 2008), provenijencija (Kundu i Tigerstedt, 1998; Stojnić i sar., 2010c), itd.

Rezultati istraživanja varijabilnosti gustine i veličine stoma u provenijeničnim testovima bukve na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su pokazali da su postajale statistički značajne razlike između provenijencija i lokaliteta, kao i da je interakcija "provenijencija x lokalitet" bila statistički značajna. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjima sprovedenim na klonovima topola (Reich, 1984; Orlović i sar., 1998),

vrba (Orlović i sar., 2006), bagrema (Orlović i sar., 2004), kao i istraživanjima sa različitim genotipovima hrasta lužnjaka (Nikolić i sar., 2003), divljeg kestena (*Castanea sativa* Mill.) (Serdar i Kurt, 2011) i kajsije (*Prunus armeniaca* L.) (Ilgin i Caglar, 2009), odnosno kultivarima oraha (*Juglans regia* L.) (Muradoğlu i Gündoğdu, 2011) i jabuke (Aslanta i Karakurt, 2009). Do sličnih rezultata su došli i Kundu i Tigerstedt (1998), ispitujući varijabilnost broja stoma i dužine ćelija zatvaračica kod 10 provenijencija *Azadirachta indica* A. Juss. Bruschi i sar. (2003) su ustanovili postojanje statistički značajnih razlika u pogledu broja, dužine i širine stoma, između različitih populacija hrasta kitnjaka. Batos i sar. (2010) su istražujući varijabilnost stomatalnih karakteristika kod 5 populacija hrasta lužnjaka, konstatovali statistički značajne razlike između populacija u pogledu broja stoma i dužine ćelija zatvaračica, dok se širina ćelija zatvaračica, kao i dužina i širina stomatalnog otvora nisu statistički značajno razlikovali između istraživanih populacija. Bayramzadeh (2011) je proučavajući varijabilnost gustine stoma i dužine stomatalnog otvora u prirodnim populacijama istočne bukve (*Fagus orientalis* Lipsky.) u Iranu, ustanovila postojanje statistički značajnih razlika u pogledu ispitivanih parametara.

Literaturni izvori navode različite vrednosti kada je u pitanju broj stoma po jedinici lisne površine kod bukve. Lichtenthaler i sar. (1981) su upoređujući anatomske, morfološke i fiziološke osobine listova svetlosti i senke kod bukve, konstatovali da je prosečan broj stoma kod listova svetlosti bio 214 stoma/mm², dok je kod listova senke taj broj iznosio 144 stome/mm². Istraživanje koje su sproveli Masarovičová i sar. (1996) je pokazalo da je kod listova senki bukve, gustina stoma varirala od 103-135 stoma po mm². Bussotti i sar. (2005) su ispitujući uticaj stanišnih faktora na morfološke i hemijske osobine lista bukve utvrdili da se gustina stoma kod bukve kretala između 168-287 stoma/mm². Čaňová i sar. (2008) su prateći promenu broja stoma kroz različite fenološke faze razvoja lista, kod pet dekorativnih kultivara bukve i bukve iz prirode ("divlje"), utvrdili da se broj stoma na potpuno formiranim listovima kretao između 161-242 stome/mm², dok je na listovima bukve iz prirode bio 166 stome/mm². van Wittenberghe i sar. (2010) su pratili broj stoma na listovima bukve lociranim duž profila krune (na 8, 15, 22 i 28 metru visine) i utvrdili da se taj broj kretao od 154-268 stoma/mm². S obzirom da je uzorkovanje listova za potrebe ovog istraživanja rađeno sa među-platformi, instaliranih na kuli, autori su paralelno ispitivali i varijabilnost gustine

stoma kod 3-godišnjih sadnica bukve koje su se nalazile u sudovima koji su pre početka formiranja listova, postavljeni na ove platforme. Utvrđeno je da je najveći broj stoma bio kod sadnica koje su nalazile na zemlji (420 stoma/mm²), da bi taj broj opadao krećući se ka vrhu platforme, i kod sadnica postavljenih na poslednjoj platformi iznosio 364 stome po mm² (van Wittenberghe i sar., 2012).

Kada se govori o veličini stoma, može se reći da su podaci koji se sreću u literaturi prilično ujednačeni. Čaňová i sar. (2008) navode da je kod dekorativnih kultivara bukve dužina ćelija zatvaračica varirala od 24.21 – 25.32 µm, dok je kod bukve iz prirode prosečna dužina ćelija zatvaračica bila 23.84 µm. Sličan podatak iznosi i Denk (2003), koji je izučavajući filogeniju roda *Fagus* na osnovu morfoloških pokazatelja, konstatovao da je prosečna dužina stoma kod *Fagus sylvatica* 23.50 µm. Masarovičová i sar. (1996) su, kod listova senki bukve, utvrdili da se prosečna dužina ćelija zatvaračica kretala između 25.7 µm to 28.2 µm. Vilotić i sar. (2006) su istražujući varijabilnost anatomske-morfološke osobine lista kod tri kultivara bukve, utvrdili da je dužina stomatalnog otvora bila između 9.56 – 14.88 µm, dok je širina stomatalnog otvora varirala između 5.03 i 6.76 µm. van Wittenberghe i sar. (2010) su u istom istraživanju, u kojem su pratili broj stoma duž vertikalnog profila krune bukve, utvrdili da su se dužina i širina stomatalnog otvora, kod odraslog stabla, povećavali od nižih ka višim delovima krošnje. Utvrđeno je da je dužina stomatalnog otvora varirala od 10.6 do 12.2 µm, dok je širina stomatalnog otvora bila između 5.8 i 6.6 µm. Suprotno odraslom stablu, isto istraživanje je pokazalo da su kod sadnica koje su se nalazile u sudovima postavljenim na među-platformama (metodologija opisana kod broja stoma), dužina i širina stomatalnog otvora opadali od zemlje ka vrhu platforme i bili su manji nego iste dimenzije kod odraslog stabla. Dužina stomatalnog otvora je bila između 9.5 i 10.4 µm, dok se širina kretala u intervalu od 4.8 do 5.7 µm (van Wittenberghe i sar., 2012).

Broj i veličina stoma su značajan indikator adaptibilnosti vrste na sušu. Stres izazvan sušom je jedan od najvažnijih faktora koji ograničavaju proces fotosinteze, indukujući zatvaranje stoma i na taj način redukujući razmenu gasova između mezofila i spoljašnje atmosfere (Čaňová i sar., 2008; Özyiğit i Akinci, 2009). Casson and Hetherington (2010) smatraju da biljke mogu da regulišu razvoj stoma tokom procesa formiranja listova, kao odgovor na promene uslova životne sredine u kojima rastu.

Posmatrano za stariju grupu provenijencija, u 2010. godini najveći prosečan broj stoma, na oba lokaliteta, je konstatovan kod nemačke provenijencije "Schelklingen". Ova provenijencija je i u 2011. godini imala najveći prosečan broj stoma na Fruškoj gori, dok je u Debelom Lugu bila treća po rangu. Bez obzira na to, LSD testom je utvrđeno da je i pored toga pripadala prvom intervalu homogenosti. Takođe, provenijencije "Schelklingen" se, generalno, karakterisala i najmanjom dužinom i širinom ćelija zatvaračica, kao i najmanjom dužinom stomatalnog otvora. To je posebno bilo izraženo u pogledu L_A , s obzirom da je u 2011. godini bila poslednje rangirana na oba lokaliteta, dok je u 2010. godini bila poslednje rangirana u Debelom Lugu i preposlednje rangirana na Fruškoj gori. Posmatrano za prosečnu širinu ćelija zatvaračica, provenijencija "Schelklingen" je imala, tokom obe godine istraživanja, prosečne vrednosti ispod proseka za lokalitete. Suprotno njoj, hrvatska provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" je, u 2010. godini, imala najveće prosečne vrednosti dužine i širine ćelija zatvaračica na oba lokaliteta. U 2011. godini, ona je imala najveće prosečne vrednosti L_A i W_B na Fruškoj gori, dok je u Debelom Lugu imala vrednosti iznad proseka za lokalitet. Takođe, ista provenijencija je tokom obe godine istraživanja imala prosečne vrednosti dužine i širine stomatalnog otvora iznad proseka za lokalitete.

Kada je reč o mlađoj grupi provenijencija, isti trend odnosa brojnosti i veličine stoma, koji je opisan kod provenijencije "Schelklingen", je zabeležen i kod provenijencije "Fruška gora" (SRB68). Naime, ova provenijencija se karakterisala prosečnom gustinom stoma koja je bila veća od proseka za lokalitete, dok je u pogledu prosečne dužine i širine ćelija zatvaračica uglavnom bila poslednje rangirana. U slučajevima i kada nije bila poslednja, veličina stoma kod ove provenijencije se nije statistički značajno razlikovala od veličine stoma kod provenijencije koja je bila poslednja u nizu. Takođe, prosečna dužina i širina stomatalnog otvora, kod ove provenijencije, je bila ispod proseka za lokalitete tokom obe godine istraživanja, pri čemu je u pogledu prosečne dužine L_a ona bila ili poslednje ili preposlednje rangirana, pripadajući poslednjem intervalu homogenosti. Provenijencija "Cer" je, na oba lokaliteta, tokom čitavog perioda istraživanja imala prosečan broj stoma manji od proseka za lokalitete, pri čemu je na Fruškoj gori, tokom obe godine, imala najmanji prosečan broj po jedinici lisne površine. Što se tiče provenijencija koje su se

karakterisale najvećom dužinom i širinom ćelija zatvaračica, ne može se reći da je došlo do izdvajanje neke od provenijencije u pogledu ovih vrednosti.

Gustina stoma je povezana sa sposobnošću biljaka da regulišu razmenu gasova (Gutschick, 1999). Holland i Richardson (2009) smatraju da su gustina i veličina stoma dva ključna ekofiziološka parametra, s obzirom da oni zajedno utiču na veličinu stomatalne provodljivosti. U istraživanjima sprovedenim u provenijencijskim testovima bukve u Srbiji, jedina provenijencija koja se izdvojila po vrednostima stomatalnih karakteristika, jeste nemačka provenijencija "Schelklingen", s obzirom da je tokom obe godine istraživanja pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu broja stoma po jedinici lisne površine, odnosno poslednjem intervalu homogenosti kada je reč o dužini ćelija zatvaračica. Uzroke ove pojave, najverovatnije, treba tražiti u samim klimatskim karakteristikama koje vladaju na lokalitetu sa kojeg provenijencija potiče, a pogotovo u količini padavina tokom vegetacionog perioda. Naime, lokalitet sa kojeg provenijencija "Schelklingen" vodi poreklo se karakteriše daleko najmanjom količinom padavina tokom vegetacionog perioda (260 mm), u poređenju sa lokalitetima sa kojih potiču ostale provenijencije koje su bile predmet istraživanja u doktorskoj disertaciji. Ovakav zaključak bi bio u skladu sa široko prihvaćenim stanovištem da prisustvo velikog broja stoma manjih dimenzija predstavlja kseromorfnu adaptaciju na stanišne uslove, koja je tipična za provenijencije koje rastu u sušnijim stanišnim prilikama (Abrams, 1994; Bussotti i sar., 2005). Abrams (1988) je u istraživanju sprovedenom na različitim genotipovima *Cercis cunadensis* L., u kontrolisanim uslovima, pokazao da su genotipovi iz sušnijih delova areala, imali veću gustinu stoma po jedinici lisne površine, kao i manju dužinu ćelija zatvaračica u odnosu na "mezofilne" genotipove. Takođe, Dunlap i Stettler (2001) su prateći stomatalne karakteristike kod klonova *Populus trichocarpa* Torr. & Gray, utvrdili da su klonovi koji su poticali iz kserofilnog dela staništa imali gotovo duplo veći prosečan broj stoma po jedinici lisne površine (naličje lista), kao i sitnije stome u poređenju sa klonovima koji su vodili poreklo sa mezofilnog staništa. Osim u zavisnosti od provenijencije, odnosno klona ili genotipa, promenljivost broja i veličine stoma do sada je bila često diskutovana tema i u kontekstu klimatskih (temperatura vazduha, količina padavina, koncentracija CO₂, koncentracija ozona, itd.) i stanišnih (npr. nadmorska visina) karakteristika lokaliteta na kojima biljke rastu (Gindel, 1969; DeLucia i Berlyn, 1984; Spence, 1987; Woodward, 1987; Woodward i

sar., 1988; Woodward i sar., 2002; Casson i Gray, 2008; Holland i Richardson, 2009; Bayramzadeh, 2011). Međutim, i pored toga, stiće se utisak da za veliki broj ekoloških faktora još uvek ne postoji jasan stav kako oni utiču na stomatalne karakteristike, s obzirom na oprečnost publikovanih rezultata.

Rezultati istraživanja, urađeni za potrebe izrade doktorske disertacije upućuju da je količina padavina tokom 2010. i 2011. godine bila faktor koji je u najvećoj meri uticao na broj stoma i građu stomatalnog aparata kod istraživanih provenijencija bukve, s obzirom da je prosečna temperatura vazduha tokom perioda formiranja listova (april-avgust), kao i na godišnjem nivou, bila ujednačena tokom obe godine. To bi bilo u skladu sa mišljenjem koje zastupaju Aasama i sar. (2001), da su u odnosu na sve faktore životne sredine, padavine te koje u najvećoj meri determinišu stomatalne karakteristike kod biljaka.

Kako je prikazano u rezultatima istraživanja, količina padavina na oba lokaliteta je bila daleko manja u 2011. godini, u poređenju sa 2010. godinom. Na Fruškoj gori, je u 2010. godini, ukupna količina padavina iznosila 1042 mm, dok je u 2011. godini bila svega 385 mm. U Debelom Lugu je količina padavina, u 2010. godini, računato bez vrednosti za septembar, iznosila 843 mm, dok je u 2011. godini, za celu godinu palo više nego upola manje padavina u odnosu na prethodnu godinu (467 mm). Posmatrano za period od početka vegetacionog perioda (april), zaključno sa julom, kada su uzeti otisci listova za istraživanje stomatalnih karakteristika, količina padavina na Fruškoj gori u 2010. i 2011. godini je iznosila 449 i 184 mm, respektivno. Za isti period, u Debelom Lugu, količina padavina je iznosila 342 i 232 mm, respektivno. Broj stoma je pratio količinu padavina, kako posmatrano na nivou svakog od lokaliteta, tako i kada se međusobno uporede vrednosti sa oba lokaliteta. U 2010. godini, prosečan broj stoma na Fruškoj gori je bio manji nego u Debelom Lugu i iznosio je 251 stoma/mm². U Debelom Lugu u 2010. godini prosečan broj stoma je bio 301 stoma/mm². U 2011. godini, na oba lokaliteta je zabeležen veći broj stoma, što je, ako se pođe od već pomenutog shvatanja koju su izneli Aasama i sar. (2001), povezano sa značajnim smanjenjem padavina u toj godini. U pomenutoj godini prosečan broj stoma na Fruškoj gori i u Debelom Lugu je iznosio 298 i 282 stome po mm². Kao što se može primetiti, za razliku od 2010. godine, kada je prosečan broj stoma bio veći u Debelom Lugu, u 2011. godini je došlo do promene tog odnosa. To bi, takođe, moglo biti povezano sa

količinim padavina u vegetacionom periodu, s obzirom na manju količinu padavina tokom ovog perioda u Debelom Lugu, u poređenju sa Fruškom gorom. Ako se upoređi dužina i širina ćelija zatvaračica u 2010. i 2011. godini, sa količinama padavina koje su izmerene u tim godinama, može se primetiti da su veličine, bile prilično ujednačene i da je razlika bila manja od 1 μm . Međutim, s obzirom da je analizom varijanse konstatovana statistički značajna razlika između lokaliteta u pogledu dužine i širine ćelija zatvaračica, oni će ovde biti prodiskutovani. Poređenjem lokaliteta, u 2010. i 2011. godini, primećuje se isti trend, kao i u slučaju broja stoma. Dužina i širina ćelija zatvaračica je bila veća tokom 2010. godine na Fruškoj gori, kada je ovaj lokalitet primio veću količinu padavina, dok je u 2011. godini veličina ovih parametara bila veća u Debelom Lugu, koji je u ovoj godini imao veću količinu padavina. Ovi rezultati bi bili u skladu sa mišljenjem Larcher-a (1995), koji smatra da lišće koje se razvija pod uticajem suše, uglavnom ima stome manjih dimenzija u poređenju sa listovima koji se razvijaju u uslovima optimalne obezbeđenosti vodom.

Rezultati ispitivanja stomatalnih karakteristika u doktorskoj disertaciji su potvrdili rezultate ranije obavljenih istraživanja, rađenih na različitim vrstama. Pearce i sar. (2005) su istražujući stomatalne karakteristike različitih klonova topola, gajenih u semi-aridnim uslovima, utvrdili da su klonovi topola, bez obzira na to što potiču sa različitih staništa (kserofilno i mezofilno), jednako reagovali na uslove suše, formirajući male stome, velike gustine. Sličnu pojavu kod klonova *Populus trichocarpa* Torr. & Gray su opisali Dunlap i Stettler (2001). Autori su ispitivajući stomatalne karakteristike klonova zasađenih na dva lokaliteta, suvljem i vlažnijem, konstatovali da su klonovi, bez obzira na poreklo, na sušnijem staništu formirali veći broj stoma po jedinici lisne površine. Laajimi i sar. (2011) su proučavajući adaptaciju anatomske građe na stres od suše kod *Prunus armenicaca* L., utvrdili da su biljke koje su rasle u tretmanima suše formirale veći broj stoma, manjih dimenzija u odnosu na kontrolne biljke. Ennajeh i sar. (2010) su poredeći uticaj vodnog stresa na sadnice dva kultivara masline (*Olea europaea* L.), koji se karakterišu različitom otpornošću prema suši, ustanovili da je u tretmanu suše, kod oba kultivara došlo do povećanja broja stoma po mm^2 lisne površine u odnosu na kontrolni tretman. Do sličnih rezultata su došli i Kastori i sar. (1995), koji su utvrdili da su genotipovi pšenice, iako su poticali iz različitih delova sveta, jednako reagovali na uslove suše, povećavajući gustinu stoma po jedinici lisne površine. Prema

Aasamaa i sar. (2001), sitnije stome se otvaraju i zatvaraju znatno brže, što u kombinaciji sa velikim brojem stoma po jedinici površine, obezbeđuje bolji kapacitet za brzo povećanje stomatalne provodljivosti u listu, u trenucima povoljnim za proces fotosinteze.

Za razliku od broja stoma i dužine i širine ćelija zatvaračica, dužina stomatalnog otvora je tokom obe godine istraživanja bila, generalno, veća u Debelom Lugu, dok za širinu stomatalnog otvora nije konstatovan nikakav trend. Takođe, dužina stomatalnog otvora je, na oba lokaliteta, bila veća u 2011. godini, nego u 2010. godini, nezavisno od količine padavina.

Na kraju bi ipak trebalo navesti da s obzirom da su istraživanja za potrebe doktorske disertacije rađena tokom dve godine, zaključke u vezi uticaja stanišnih karaktersitika lokaliteta na građu stomatalnog aparata kod istraživanih provenijencija treba uzeti sa određenom dozom "rezerve". Naime, kao što je već rečeno, do danas nije izgrađen jedinstven stav kako faktori spoljašnje sredine utiču na stomatalne karakteristike kod biljaka, s obzirom da se one ne mogu posmatrati u zavisnosti samo od jednog faktora, nego isključivo kao rezultat delovanja više različitih faktora i njihove interakcije. U tom smislu bi u budućnosti trebalo sprovesti detaljna istraživanja u kojima bi sadnice različitih provenijencija bukve bile gajene u kontrolisanim uslovima, jer samo na osnovu rezultata ovako koncipiranih istraživanja, u kojima bi se veza između uslova sredine i stomatalnih karakteristika ispitala primenom višestruke regresione analize, mogu se doneti ispravni zaključci.

Istraživanja varijabilnosti neto fotosinteze, transpiracije, stomatalne provodljivosti i efikasnosti korišćenja vode, u cilju selekcije šumskih vrsta drveća, do danas su u Srbiji bili proučavani jedino kod brzorastućih vrsta (Orlović i sar., 1998; Orlović i sar., 2001; Orlović i sar., 2002; Orlović i sar., 2004; Orlović i sar., 2006a) i hrasta lužnjaka (Nikolić i sar., 2006), te se, s toga, istraživanja iz provenijeničnih testova bukve mogu smatrati nekom vrstom pionirskih istraživanja kod nas. Rezultati dobijeni u provenijeničnim testovima bukve, rađenim za potrebe izrade doktorske disertacije, su pokazali da su vrednosti istraživanih parametara bile pod uticajem kako genetičke konstitucije provenijencija, tako i stanišnih karakteristika lokaliteta, čime su potvrđeni rezultati ranijih istraživanja (Stojnić i sar., 2010d; Stojnić i sar., 2012). Za razliku od navedenih parametara, istraživanja varijabilnosti koncentracije fotosintetičkih

pigmenata u listu sadnica bukve su pokazala da su tokom 2010. i 2011. godine postojale statistički visoko značajne razlike ($p \leq 0.001$) između provenijencija, lokaliteta, kao i u pogledu interakcije "provenijencija x lokalitet". Do sličnih rezultata su došli i drugi autori proučavajući varijabilnost koncentracije fotosintetičkih pigmenata u listu različitih klonova bagrema (Orlović i sar., 2004) i genotipova hrasta lužnjaka (Nikolić i sar., 2006). Istraživanje sprovedeno na klonovima bele vrbe (*Salix alba* L.) je pokazalo da su statistički značajne razlike između klonova postojale samo u pogledu koncentracije karotenoida (Orlović i sar., 2006a).

Prema Aranda i sar. (1996), neto fotosinteza je značajan indikator vitalnosti i kompetitivne sposobnosti vrste na datom staništu. Iz tog razloga, brojni autori sugerišu korišćenje rezultata merenja neto fotosinteze i povezanih parametara razmene gasova, kao kriterijuma u ranoj selekciji, kako bi se u što ranijoj ontogenetskoj fazi razvica mogao proceniti potencijal genotipa (Lapido i sar. 1984; Orlović i sar., 2003; Orlović i sar., 2010). Drugi, vrlo bitan parametar u selekciji, jeste i efikasnost korišćenja vode. Efikasnost korišćenja vode se uglavnom izjednačava sa otpornošću prema suši (Blum, 2005) i značajan je parametar u identifikovanju genotipova koji se karakterišu manjim konzumiranjem vode iz zemljišta, uz istovremeno zadržavanje visoke fotosintetičku efikasnost (Orlović i sar., 2002). Održavanje visoke efikasnosti korišćenja vode biljke postižu kroz nižu transpiraciju ili visoku neto fotosintezu, ili oboje (Rouhi i sar., 2007). Smatra se da biljke održavajući visok nivo efikasnosti korišćenja vode pokazuju specifičnu strategiju njenog čuvanja, koja im omogućava da izbegnu veće gubitke vode i prežive u uslovima izraženih sušnih perioda (Mészáros i sar., 2007). Genotipovi koji imaju nizak nivo efikasnosti korišćenja vode mogu obilno apsorbovati vodu iz zemljišta na račun većeg gubitka vode kroz proces transpiracije, što svakako nije "prihvatljiva strategija" ukoliko suša potraje duži vremenski period (Stojnić i sar., 2012).

Osim za potrebe same selekcije, poznavanje fizioloških parametara, ima i drugu primenu. To je svakako izbor vrsta za pošumljavanje određenih tipova (npr. ekstremnih) staništa. Prilikom pošumljavanja, sadnice su, često, izložene ekstremnim uslovima u zemljištu, nepovoljnim temperaturama i vlažnosti vazduha (Miller, 1983), zbog čega je važno razumeti vezu između fizioloških reakcija zasađenih sadnica i uslova životne sredine lokaliteta na kome je pošumljavanje izvršeno (Hobbs, 1984; Reinhardt i sar., 2011). Kao primer navedenog mogu se uzeti rezultati istraživanja koje su sproveli

Manes i sar. (2006) na tri vrste hrasta (*Quercus cerris* L., *Q. frainetto* Ten., i *Q. ilex* L.), u kontrolisanim uslovima. U uslovima optimalne obezbeđenosti vodom *Q. cerris* je imao najbolje fiziološke osobine, u poređenju sa drugim hrastovima. Međutim, u uslovima suše, kada je vrsta bila izložena stresu, došlo je do nagle redukcije u razmeni gasova i strukturnih modifikacija u vidu smanjenja dužine korena i smanjenog debljinskog prirasta. Na drugoj strani *Q. ilex* je zadržao ujednačen rast korena u oba tretmana, kao i ujednačenu stomatalnu provodljivost.

Na kraju, praćenje varijabilnosti ekofizioloških parametara kod različitih provenijencija bukve, koje rastu u različitim stanišnim i klimatskim uslovima, može da pruži uvid u način reagovanja pojedinih provenijencija i genotipova na potencijalne klimatske promene. Kako se u budućnosti očekuje povećanje učestalosti i intenziteta letnjih suša u regionu centralne i južne Evrope (IPCC, 2007), kao bitna stavka u oplemenjivanju se postavlja pitanje identifikacije provenijencija otpornih na sušu. Brojna istraživanja sprovedena u kontrolisanim i poljskim uslovima su pokazala da je bukva vrsta izuzetno osetljiva na sušu i da nedostatak vode u zemljištu vodi ka smanjenju njene fiziološke aktivnosti (Peuke i sar., 2002; Gelle i Feller, 2007; Rose i sar., 2009).

U tom smislu bi identifikovanje provenijencija koje imaju sposobnost da održavaju visok nivo neto fotosinteze i efikasnosti korišćenja vode u uslovima suše bio jedan od glavnih ciljeva u selekciji bukve. Dalje, brojnim istraživanjima sprovedenim na različitim vrstama drveća (Gellé i Feller, 2007; Liu i sar., 2011), kao i poljoprivrednim kulturama (Mafakheri i sar., 2010; Nikolaeva i sar., 2010), konstatovano je da suša vodi ka redukciji sadržaja fotosintetičkih pigmenata u listu biljaka. Nikolaeva i sar. (2010) su proučavajući sadržaj fotosintetičkih pigmenata kod više varijeteta pšenice, u tretmanima kontrole i suše, utvrdili da su varijeteti pokazali različitu osetljivost na sušu, pri čemu su se kod varijeteta otpornih na sušu, za razliku od varijeteta osetljivih na sušu, javljale ili minorne ili nikakve promene u pogledu koncentracije fotosintetičkih pigmenata. Iz tog razloga, u programima oplemenjivanja, orjentisanim ka identifikovanju provenijencija otpornih na sušu, poznavanje varijabilnosti koncentracije pigmenata kod ispitivanih provenijencija može da predstavlja značajnu dopunu postojećim podacima vezano za parametre razmene gasova i vodnog režima biljaka.

U svetlu ovih konstatacija, mogu da se posmatraju i rezultati istraživanja fizioloških parametara, dobijeni u provenijeničnim testovima bukve u Srbiji. Kod starije grupe provenijencija, jedina provenijencija koja je tokom obe godine istraživanja, na oba lokaliteta, bila u prvom intervalu homogenosti u pogledu veličina neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti, jeste hrvatska provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski". Ovu provenijenciju je, takođe, karakterisala u visoka vrednost efikasnosti korišćenja vode, po kojoj je, ako se izuzme lokalitet Fruška gora u 2011. godini, uvek pripadala prvom intervalu homogenosti, pri čemu je u Debelom Lugu, tokom obe godine istraživanja, bila najbolje rangirana. U pogledu intenziteta transpiracije ona je u Debelom Lugu, tokom obe godine istraživanja, bila poslednje rangirana, dok je to mesto na Fruškoj gori zauzela mađarska provenijencija "Valkonya". Provenijencija "Valkonya" je na Fruškoj gori, tokom obe godine istraživanja, imala najveću vrednost *WUE*. Ova pojava bi mogla da se tumači većom otpornošću ovih provenijencija na sušu. Takvo shvatanje bi bilo u skladu sa rezultatima do kojih su došli Ennajeh i sar. (2010), koji su poredeći uticaj suše na fiziološke osobine dva kultivara masline (*Olea europea* L.), utvrdili da je kultivar koji je poznat kao otporan na sušu, uspeo da održi veći nivo neto fotosinteze i manji nivo transpiracije, u tretmanima suše, u poređenju sa kultivarom osetljivim na ovu vrstu stresa. Ovakvi rezultati su u velikoj meri u skladu i sa rezultatima do kojih su došli Zhang i sar. (2004) prateći uticaj suše na sadnice tri populacije *Populus davidiana*, koje su poticale iz različitih ekoloških uslova. Autori su konstatovali da su sadnice iz populacije koja je vodila poreklo sa sušnog staništa imale najmanje vrednosti neto fotosinteze i transpiracije i najveću efikasnost korišćenja vode, što su objasnili adaptacijom ove populacije na uslove prolongiranih sušnih perioda. Gretani i sar. (2003) su prateći strukturno-funkcionalne karakteristike lista kod tri provenijencije *Quercus ilex*, utvrdili da je u uslovima visoke temperature vazduha (31-33°C), provenijencija sa sušnog staništa imala najveću efikasnost korišćenja vode i neto fotosinteze, ukazujući na veću otpornost prema stresu od suše. Abrams (1990) je, takođe, utvrdio da su genotipovi *Fraxinus pennsylvanica* Marshall. koji su vodili poreklo sa sušnijeg staništa, u tretmanima suše, imali veće vrednosti neto fotosinteze od genotipova sa mezofilnog staništa.

Provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" se tokom obe godine istraživanja, na oba lokaliteta, izdvajala i po iznad-prosečnim vrednostima koncentracija hlorofila a i

ukupnog hlorofila. Ova provenijencija se tokom obe godine istraživanja, u Debelom Lugu, karakterisala i visokim vrednostima koncentracije hlorofila b i karotenoida, pripadajući prvom intervalu homogenosti u pogledu svih parametara.

U pogledu intenziteta transpiracije, jedino je provenijencija "Crni vrh, Tešanj", pripadala prvom intervalu homogenosti i na Fruškoj gori i u Debelom Lugu, tokom obe godine istraživanja. Pored nje, iznad-prosečnim vrednostima za lokalitete se karakterisala i provenijencija "Höllerbach". Provenijencija "Höllerbach" je, u Debelom Lugu, tokom obe godine istraživanja, i na Fruškoj gori, tokom 2011. godine, imala najmanju koncentraciju hlorofila a i hlorofila a+b.

Ako se posmatra rang provenijencija u Debelom Lugu, tokom 2011. godine, primećuje se da su najmanje prosečne vrednosti koncentracije svih fotosintetičkih pigmenata zabeležene kod istih provenijencija – nemačkih "Hasbruch", "Schelklingen", "Höllerbach", austrijske "Scharnstein, Mitterndorf" i srpske "Fruška gora". Nemačke provenijencije su se karakterisale najmanjim koncentracijama hlorofila a, ukupnog hlorofila i karotenoida. Iste provenijencije su, takođe, imale i najmanje vrednosti efikasnosti korišćenja vode, a ako se izuzme provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf", preostale provenijencije su se karakterisale i najmanjim vrednostima neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti.

Kod mlađe grupe provenijencija, po najvišim vrednostima neto fotosinteze i transpiracije se izdvojila srpska provenijencija "Avala", koja je jedina u pogledu ovih parametara, pripadala prvom intervalu homogenosti, tokom obe godine istraživanja. Drugi trend, koji je uočen tokom istraživanja, jeste da je provenijencija "Crni vrh", tokom obe godine, pripadala poslednjem intervalu homogenosti u pogledu efikasnosti korišćenja vode.

Kada je reč o fotosintetičkim pigmentima, kod provenijencija starosti 5 godina, na oba lokaliteta se izdvojila provenijencija "Vranica-Bistrica", koja je jedina pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu koncentracije svih istraživanih fotosintetičkih pigmenata. Istraživanje rađeno godinu dana kasnije, u starosti sadnica od 6 godina, pokazalo je da se provenijencija "Vranica-Bistrica", na Fruškoj gori, i dalje pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu koncentracije hlorofila a, hlorofila b i ukupnog hlorofila. U 2011. godini, prvom intervalu homogenosti, u pogledu koncentracije svih

fotosintetičkih pigmenata, pripadala je samo rumunska provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A".

Ako se uporede podaci merenja fizioloških parametara iz 2010. i 2011. godine, primećuje se da je u 2011. godini došlo do redukcije u intenzitetu razmene gasova kod provenijencija, opadanja koncentracije fotosintetičkih pigmenata po jedinici suve materije lista, kao i povećanja efikasnosti korišćenja vode. Uzrok ove pojave svakako treba tražiti u izraženom sušnom periodu u 2011. godini, koji se karakterisao malom količinom padavina na oba lokaliteta. Takav zaključak bi bio u skladu sa rezultatima do kojih su došli brojni autori, radeći slična istraživanja na različitim vrstama drveća. Michelozzi i sar. (2011) su prateći uticaj suše na sadnice dve provenijencije alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) ustanovili da je tokom suše, kod obe provenijencije došlo do opadanja neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti. Do sličnih rezultata su došli i Grossnickle i Russell (2010) proučavajući uticaj kratkotrajne suše na fiziološke parametre kod nekoliko populacija *Thuja plicata* Donn ex D. Don. Siam i sar., (2009) su prateći uticaj letnje suše na sadnice *Quercus pubescens* Willd., *Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. *macrolepis* (Kotsch) Hedge & Yalt i *Quercus frainetto* Ten. ustanovili da je tokom leta došlo do redukcije neto fotosinteze i stomatalne provodljivosti, što je posebno bilo izraženo krajem jula i početkom avgusta. Gellé i Feller (2007) su ispitujući uticaj suše na fiziološke osobine sadnica bukve ustanovili da je sa intenziviranjem suše došlo opadanja stomatalne provodljivosti i neto fotosinteze, da bi nakon 14 dana od početka eksperimenta stome ostale zatvorene i proces fotosinteze skoro u potpunosti inhibiran. Takođe, pored opadanja intenziteta u razmeni gasova, konstatovano je i da je koncentracija ukupnog hlorofila bila manja kod biljaka u tretmanu suše, nego kod "kontrolnih" biljaka. Istraživanje koje su sprovedli García-Plazaola i Becerril (2000) na tri provenijencije bukve je, takođe, pokazalo da je u tretmanima suše došlo do redukcije sadržaja hlorofila u listu biljaka. Nyachiro i sar. (2001) su vršeći istraživanje na šest kultivara *Triticum aestivum* takođe utvrdili da je sa povećanjem deficita vode došlo do značajnog opadanje sadržaja hlorofila a i hlorofila b. Kada je reč o efikasnosti korišćenja vode, biljke su evolutivno razvijene i fiziološki dizajnirane da na uslove stresa od suše odgovore smanjenim korišćenjem vode (Blum, 2005). Blum (2005) dalje navodi da je povećanje efikasnosti korišćenja vode u stvari posledica smanjenog korišćenja vode od strane biljaka, koje je rezultat interakcije genetske građe biljaka i

stresnih faktora spoljašnje sredine koji vode ka smanjenju prinosa. Ovo su potvrdili i rezultati do kojih su došli Siam i sar. (2009), koji su u ogledu sa različitim vrstama hrasta, utvrdili da se sa povećanjem intenziteta suše povećavala i efikasnost korišćenja vode kod biljaka.

Navedeni rezultati ukazuju na regulativnu funkciju stoma u minimizovanju gubitaka vode u uslovima ograničenog snabdevanja vodom. Pored ograničenja fotosinteze usled zatvaranja stoma (stomatalna ograničenja), limitiranju fotosinteze mogu doprineti i tzv. van-stomatalna (eng. *non-stomatal*) ograničenja, koja se javljaju u vidu difuzionog otpora u listu i metaboličkih nedostataka. Ova ograničenja se javljaju u slučajevima kada suša traje duži vremenski period, odnosno kada je stres od suše jače izražen (Grassi i Magnani, 2005).

Do sada objavljeni rezultati istraživanja varijabilnosti prečnika i visine biljaka, u provenijencijskim testovima bukve, upućuju na nepostojanje univerzalnog obrazca "ponašanja" provenijencija, kao i nemogućnost definisanja jedinstvenog zaključka za sve testove. Rezultati istraživanja sprovedenih na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su pokazali da, kada su u pitanju prečnici sadnica, statistički značajne razlike su utvrđene za sve posmatrane izvore varijabilnosti ("provenijencija", "lokalitet" i "provenijencija x lokalitet"), upućujući na zaključak da su oni bili pod uticajem kako genetske građe provenijencija, tako i stanišnih prilika koje vladaju na lokalitetima na kojima su testovi osnovani, odnosno na različitu reakciju istih provenijencija u različitim stanišnim uslovima. Što se tiče prosečne visine sadnice, situacija je nešto drugačija, s obzirom da tokom 2010. godine, kod biljaka obe starosti, kao i kod biljaka starosti 6 godina, u 2011. godini, efekat "lokalitet" nije bio statistički značajan. Tek, kod biljaka starosti 7. godina (u 2011. godini), razlike između lokaliteta postaju statistički značajne. Razlike u provenijencijama i interakcija "provenijencija x lokalitet" su tokom obe godine istraživanja bile statistički značajne ($p < .0001$). Istraživanja varijabilnosti prečnika i visina kod klonova crnih topola, zasađenih na više tipova zemljišta (lokaliteta) su pokazala da su razlike između klonova, lokaliteta i interakcija klon x lokalitet bile statistički visoko značajne (Orlović i sar., 1998; Orlović i sar., 2001; Orlović i sar., 2006b). Za razliku od navedenih istraživanja, poslednji rezultati merenja prečnika i visina iz uporednih klonskih testova crnih topola su pokazali da je statistički značajna razlika između klonova utvrđena samo za efekte "klon" i "lokalitet", dok interakcija

"klon x lokalitet" nije bila statistički značajan izvor varijabilnosti (Orlović i sar., 2010). Takođe, kada se već pominju rezultati istraživanja iz klonski testova, nije na odmet pomenuti ni rezultate istraživanja Orlović i sar. (2006a), koji su utvrdili postojanje statistički značajnih razlika u pogledu prosečnih visina i prsnog prečnika kod pet klonova bele vrbe (*Salix alba* L.).

Kada se posmatra poredak istraživanih provenijencija na osnovu srednjih vrednosti prečnika i visina, jasno se vidi da se kao najbolje provenijencije na oba lokaliteta, u obe godine istraživanja, izdvajaju provenijencije iz Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Srbije, što je u skladu sa rezultatima do kojih su došli Larsen (1985) i Ballian i Zukić (2011), a koji pokazuju da bukva, idući od severnog prema južnom delu areala, pokazuje konstatno bolje prirašćivanje. Utvrđene visoke vrednosti koeficijenta varijacije u provenijeničnim testovima bukve u Srbiji, pokazuju da unutar jedne provenijencije stabla pokazuju veliku varijabilnost u visinskom i debljinskom prirastu. Ovo je u skladu sa rezultatima objavljenim od strane Ocokoljić i Anastasijević (2004), koji su radeći uporednu analizu pojedinih morfoloških i fenotipskih svojstava sadnica 10 linija polusrodnika mezijske bukve (*Fagus moesiaca* (Maly) Czecht.), konstatovali postojanje varijabiliteta kako između pojedinih familija, tako i u okviru svake familije.

Posmatrajući stariju grupu provenijencija, po prosečnim vrednostima prečnika u zoni korenovog vrata, na Fruškoj gori, se kao najbolja, tokom obe godine istraživanja, pokazala provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski", dok su u Debelom Lugu prednjačile provenijencije "Crni Vuh, Tešanj" i "Grmeč, Bosanska Krupa". Najmanje prosečne vrednosti prečnika, na Fruškoj gori, su konstatovane kod provenijencija koje potiču iz Mađarske, Nemačke i Austrije, dok je u Debelom Lugu to bio slučaj sa provenijencijama iz Nemačke i Austrije. Slična situacija je bila i u pogledu prosečnih visina. Naime, na Fruškoj gori, tokom obe godine istraživanja, najveće prosečne visine su zabeležene kod provenijencija: "Vrani kamen", "Kopaonik" i "Fruška gora", dok su u Debelom Lugu, kao i u slučaju prečnika, prednjačile provenijencije "Crni Vuh, Tešanj" i "Grmeč, Bosanska Krupa". Najslabije provenijencije su ponovo bile one iz Nemačke i Austrije. Austrijska provenijencija "Scharnstein, Mitterndorf" je pokazala daleko najslabiji potencijal, s obzirom da je tokom obe godine, na oba lokaliteta, imala najmanje prosečne vrednosti prečnika i visina.

Što se tiče starosno mlađe grupe provenijencija, primećuje se da su se u pogledu prosečnih vrednosti i prečnika i visina izdvojile određene provenijencije, koje su pokazale dobre performanse na oba lokaliteta, tokom obe godine istraživanja. U okviru ove grupe, kao najbolju među njima treba izdvojiti provenijenciju "Boranja", koja je pokazala dobar potencijal u pogledu oba parametra. Takođe, ne bi smo napravili veliku grešku ako bi smo pomenutoj provenijenciji dodali i provenijenciju "Grmeč, Bastra-Corkova", koja je uz provenijenciju "Boranja" pokazala nadprosečne vrednosti prečnika i visina, na oba lokaliteta, tokom obe godine istraživanja. S druge strane, zanimljiv je podatak da je na Fruškoj gori, tokom obe godine, lokalna provenijencija "Fruška gora" pokazala gotovo najslabije performanse. U pogledu prosečnog prečnika, od nje je lošije rangirana bila samo provenijencija "Alba-Iulia, U.P.V/154A", dok je u pogledu prosečnih visina bila najslabije rangirana, tokom obe godine.

Trogođišnja praćenja (1998.–2000. godine) elemenata rasta u provenijencijskom testu bukve u Hrvatskoj, pokazala su postojanje genetičke izdiferenciranosti koja je određena brojnim ekološkim faktorima. Kao pravilo, pokazalo se da su domaće provenijencije, uz provenijencije iz Ukrajine i Slovenije, imale bolje preživljavanje i veće prosečne visine od ostalih provenijencija (Gračan, 2001; Gračan i sar, 2006). Istraživanje varijabilnosti preživljavanja, visinskog rasta i prolećne fenologije, koje su tokom 2000. i 2001. godine u istom testu, na šest odabranih provenijencija, sproveli Jazbec i sar. (2007), potvrdilo je prethodna istraživanja kada je u pitanju visinski rast provenijencija. Ovim istraživanjem je takođe utvrđeno da su provenijencije koje su imale veću visinu imale i veći stepen preživljavanja, odnosno da su provenijencije koje su kasnije listale imale najmanji stepen preživljavanja. Preliminarno istraživanje preživljavanja i visinskog rasta bukve u dva provenijencijska testa u Poljskoj, tokom 2006. i 2007. godine, imalo je za cilj da se utvrdi uticaj interakcije genotip x lokalitet, kako bi se utvrdila plastičnost pojedinih provenijencija. Na osnovu rezultata zaključeno je da su samo dve provenijencije pokazale plastičnost, koja se ogledala kroz podjednako dobre rezultata na oba lokaliteta (Barzdajn, 2009). Višnjić (2010) je radeći istraživanje na 16 provenijencija bukve, koje su pokrivala čitav areal vrste u Evropi, utvrdio da su najbolji visinski prirast i prečnik imale provenijencije iz južne Italije i jugoistočne Evrope, dok su provenijencije iz srednje Evrope pokazale najslabiji prirast. Stener (2010a) i Stener (2010b) je proučavajući visinu, odnosno visinu i prečnik u dva

provenijenična testa bukve u Švedskoj, konstatovao da se prečnik nije statistički značajno razlikovao između provenijencija, dok su u pogledu prosečnih visina, statistički značajne razlike konstatovane u oba testa. Takođe, autor je u svojim istraživanjima konstatovao da su švedske provenijencije pokazale skroman potencijal kada je u pitanju visinski prirast. U oba ogleda, kao najbolje su se pokazale provenijencije čije se mesto porekla nalazi nekoliko stotina kilometara od mesta osnivanja testova, na osnovu čega je autor zaključio da se bukva karakteriše visokim stepenom plastičnosti i adaptibilnosti na različite stanišne uslove. Do istog zaključka su došli i Von Wuehlisch i sar. (2008) dajući pregled rezultata iz provenijeničnih testova bukve u Evropi. Paralelno istraživanje varijabilnosti visinskog rasta bukve, starosti 2+8 godina, u provenijeničnim testovima u Hrvatskoj i Sloveniji pokazalo je da su samo pojedine provenijencije fenotipski stabilne, odnosno da pokazuju opštu adaptiranost. Analizom varijanse utvrđeno je da je efekat provenijencije bio statistički značajan samo u slovenačkom testu, dok u hrvatskom testu i u kombinovanoj analizi nije bilo značajnih razlika između analiziranih provenijencija. Za razliku od efekta provenijencija, efekat interakcije provenijencija sa blokovima (provenijencija x blok) bio je statistički značajan izvor varijabilnosti u oba testa, ukazujući na snažan uticaj mikrostanišnih prilika. Na osnovu rezultata *Tukey-Kramer*-ovog testa signifikantnosti razlika između provenijencija, zaključeno je da je genetska varijabilnost ekotipskog karaktera (Ivanković i sar., 2008).

Rezultati ispitivanja obrazaca genetske varijabilnosti u provenijeničnim testovima na Fruškoj gori i u Debelom Lugu su pokazali da je klinalni obrazac genetičke varijabilnosti registrovan samo na Fruškoj gori i to u slučaju zavisnosti prosečnog prečnika provenijencija od geografske dužine, odnosno zavisnosti prosečnog prečnika starije grupe provenijencija od geografske širine lokaliteta sa kojeg provenijencije potiču. U ostalim slučajevima, utvrđeno je da se radi o ekotipskom obrazcu genetičke varijabilnosti, s obzirom da nije postojala zavisnost prosečnih vrednosti prečnika i visina provenijencija od geografske dužine i širine lokaliteta sa kojeg provenijencije potiču. Ovo je u skladu sa zaključcima koje je ranije izneo Paule (1995) o tome da se bukva češće karakteriše ekotipskim obrazcem varijabilnosti, nego klinalnim. Dosadašnji rezultati istraživanja obrazaca genetičke varijabilnosti bukve pokazali su postojanje klinalnog obrazca krećući se od jugo-istoka prema severo-zapadu

i od nižih nadmorskih visina ka višim (von Wuehlisch i sar., 1995; Nielsen i Jorgensen, 2003; Vitasse i sar., 2009), s tim što ovaj obrazac nije toliko izražen u uslovima centralne Evrope (von Wuehlisch i sar., 1995). Rezultati istraživanja sprovedenih za potrebe doktorske disertacije su više u skladu sa radovima pojedinih autora koji ukazuju na ekotipski karakter genetičke varijabilnosti (Chmura and Rozkowski, 2002; Jazbec i sar., 2007; Ivanković i sar., 2008; Sułkowska, 2010; Šijačić-Nikolić i sar., 2012).

S obzirom na širok areal i veliku varijabilnost, bukva poseduje izraženu fenotipsku plastičnost, koja joj omogućava opstanak na staništima koja su edafski, klimatski i fitocenološki veoma različita i pri tome postoji mogućnost da se diferencira na različite ekotipove. Razlozi mogućeg nepostojanja klinalne varijabilnosti u našem slučaju mogu biti i u malom broju analiziranih provenijencija i sistematskoj nepokrivenosti geografskog područja na kojem je bukva rasprostranjena (Ivanković i sar., 2008).

Prve rezultate praćenja elemenata rasta u provenijeničnim testovima bukve, koji su 2007. godine osnovani u okviru COST akcije E52, objavili su Ivanković i sar. (2011) – provenijenični test u Hrvatskoj, lokalitet Medvednica, i Ballian i Zukić (2011) – provenijenični test u Bosni i Hercegovini, lokalitet Kakanj.

Ivanković i sar. (2011) su sproveli istraživanje varijabilnosti visinskog rasta, fenologije listanja i zimske retencije lišća na 13 provenijencija bukve poreklom iz jugoistočne Evrope (Bosna i Hercegovina, Rumunija, Hrvatska i Srbija). S obzirom da su provenijencije bile različite starosti, realni podaci za visine su bili opterećeni njihovim dobnim razlikama. Kako bi podatke učinili uporedivim, autori su izvršili korekciju za aditivni efekt dobnih razlika. Nakon izvršene korekcije visina izgubila se statistička značajnost između provenijencija, što su autori objasnili niskim nivoom genetske strukturiranosti bukve na području jugoistočne Evrope.

Ballian i Zukić (2011) su radeći istraživanje na 22 provenijencije konstatovali da je između provenijencija postojala statistički značajna razlika u pogledu visina i prečnika u zoni korenovog vrata. S obzirom da ovde autori nisu vodili računa o starosti sadnica, odnosno da su u analizu varijanse bile uključene zajedno provenijencije koje su osnovane od sadnica starosti 3+0, kao i sadnica starosti 2+0, rezultate ANOVA testa ne možemo smatrati pravim pokazateljem varijabilnosti. Ipak, rezultate istraživanja je zanimljivo posmatrati u kontekstu prosečnih vrednosti prečnika i visina koji su

izmerene kod datih provenijencija i poređenja sa istim merenjima iz provenijeničnih testova u Srbiji. Važno je napomenuti da su merenja čije rezultate daju Ballian i Zukić (2011) sprovedena 2009. godine, dok su rezultati merenja iz provenijeničnih testova u Srbiji dati za 2010. i 2011. godinu, tako da će u narednim redovima biti posmatran samo poredak provenijencija, bez poređenja konkretno izmerenih veličina.

Ballian i Zukić (2011) su utvrdili da su najmanje prosečne vrednosti prečnika u zoni korenovog vrata imale provenijencije iz Rumunije: "Alesd" (RO63) i "Alka-Iulia" (RO64). Na drugoj strani, najveća prosečna vrednost prečnika je konstatovana kod hrvatskih provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" (HR24) i "Vrani kamen" (HR25). Osim ovih provenijencija, visoke prosečne vrednosti prečnika su zabeležene i kod mađarske provenijencija: "Valkonya", i bosanskih "Crni Vuh, Tešanj", "Grmeč, Bosanska Krupa" i "Tajan, Žepče". Istraživanja obavljena u provenijeničnim testovima u Srbiji su pokazala da su kod provenijencija: "Alesd" (RO63) i "Alka-Iulia" (RO64) prosečne vrednosti prečnika, u obe godine istraživanja, bile ispod proseka za oba lokaliteta na kojima su testovi osnovani. Takođe, na Fruškoj gori, tokom obe godine istraživanja, najmanje prosečne vrednosti prečnika izmerene su kod provenijencija "Alka-Iulia" (RO64), dok je u Debelom Lugu, provenijencija "Alesd" imala najmanji prečnik u 2011. godini. Na Fruškoj gori, najveća prosečna vrednost prečnika u zoni korenovog vrata, tokom obe godine istraživanja, je zabeležena kod hrvatske provenijencije "Sjeverni Dilj Čaglinski", dok su u Debelom Lugu, slično rezultatima iz provenijeničnog testa iz Bosne, najveće prosečne vrednosti prečnika, tokom obe godine istraživanja, izmerene kod provenijencija "Valkonya", "Crni Vuh, Tešanj", "Grmeč, Bosanska Krupa" i "Tajan, Žepče".

Kada je reč o prosečnim visinama, najmanje prosečne visine u provenijeničnom testu osnovanom na lokalitetu Konjuh (Bosna i Hercegovina) su zabeležene kod rumunskih provenijencija "Alesd", "Alka-Iulia" i "Cer"⁷, dok su najveće prosečne visine, kao i u slučaju prečnika, registrovane kod hrvatskih provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" i "Vrani kamen" (Ballian i Zukić, 2011). Istraživanja iz provenijeničnih testova osnovanih u Srbiji delimično su potvrdila ove rezultate. Na Fruškoj gori, tokom obe godine merenja, provenijencija "Vrani kamen" je imala najveću prosečnu visinu,

⁷ Švajcarska provenijencija "Sihlwald" je imala manju prosečnu visinu od srpske provenijencije "Cer", ali pošto nije predmet istraživanja u okviru doktorske disertacije, nije uzeta u razmatranje.

dok je provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinški", u 2010. godini, imala prosečnu visinu manju od prosečne visine za lokalitet. Nakon druge godine istraživanja utvrđeno je da je došlo do značajne promene ranga, tako da je ova provenijencija zauzela četvrto mesto po vrednosti prosečne visine (nakon hrvatske provenijencije "Vrani kamen" i srpskih provenijencija "Fruška gora" i "Kopaonik"). U Debelom Lugu situacija je bila drugačija. Provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinški" je tokom obe godine istraživanja imala prosečnu visinu ispod proseka za lokalitet, dok se provenijencija "Vrani kamen" karakterisala prosečnom visinom malo većom od proseka za lokalitet.

Važno je, takođe, napomenuti da bi u slučaju Debelog Luga i starije grupe provenijencija, odnos između prosečne visine pojedinačnih provenijencija i prosečne visine svih provenijencija, trebalo posmatrati uslovno, s obzirom da je prosečna visina za sve provenijencije pod velikim uticajem prosečne visine bosanske provenijencije "Crni Vrh-Tešanj", koja se, u poređenju sa ostalim provenijencijama karakteriše značajno većom prosečnom visinom. To se najbolje može videti na primeru provenijencije "Vrani kamen". Kao što je već navedeno, ova provenijencija se karakterisala prosečnom visinom tek nešto većom od proseka za lokalitet. Međutim, ako se posmatra poredak provenijencija, primetiće se da je u 2010. godini, provenijencija "Vrani kamen" bila četvrta po rangu, dok je u 2011. godini bila treća.

Lisna površina je osnovni pokazatelj produktivnosti biljaka, bilo da se određuje na nivou jedne individue ili čitavog kompleksa šuma (Norby i sar., 2003). Masarovičová (1988) navodi da su listovi osetljivi na uslove koji vladaju na određenom staništu, i da je ta osetljivost posebno izražena tokom faze razvića lista. Prema brojnim autorima je s toga za očekivati da se listovi adaptiraju na stanišne uslove, a pre svega na vodni (Bussotti i sar., 1995) i svetlosni režim (Niinemets, 1995). Ta adaptacija se ogleda kroz odgovarajuće promene u metabolizmu (Marchetti i sar., 1995), morfološkoj građi a (Gravano i sar., 1999) i strukturi (Kull i sar., 1999). Kako navodi Barna (2004), biljke koje su adaptirane na uslove senke formiraju krupnije listove sa većom koncentracijom hlorofila i sadržajem vode u svojim tkivima. Na drugoj strani, listovi kod biljaka koje su izložene većoj količini svetlosti karakterišu se manjom površinom, formiranjem nekoliko slojeva mezofila, debljim epidermisom i kutikulom, većom suvom masom, većim energetske potencijalom itd.

Postojanje statistički značajnih razlika u pogledu prosečne lisne površine, između provenijencija i lokaliteta, ukazuje da je ona bila pod uticajem kako genetičke konstitucije provenijencija, tako i stanišnih uslova lokaliteta na kojima su testovi osnovani. Za provenijencije na jednom lokalitetu se može reći da se nalaze i razvijaju u sličnim ekološkim uslovima, tako da se dobijene razlike mogu smatrati rezultatom, pre svega, genetičke izdiferenciranosti između provenijencija. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatim objavljenim od strane drugih autora, koji su ispitujući varijabilnost prosečne lisne površine kod različitih genotipova bagrema (Orlović i sar., 2004) i hrasta lužnjaka (Nikolić i sar., 2006) utvrdili postojanje statistički značajnih razlika između genotipova. Prve rezultate istraživanja varijabilnosti morfometrijske građe lista, u provenijencijskom testu bukve u Debelom Lugu, dali su Šijačić-Nikolić i sar. (2012). Istraživanjem su konstatovane statistički značajne razlike između srednjih vrednosti svih merenih folijarnih svojstava, analiziranih provenijencija, kao i postojanje značajna povezanost između dužine i širine listova i *Ellenberg*-ovog indeksa (EQ) izračunatog za matične sastojine iz kojih je sakupljeno seme istraživanih provenijencija. Bayramzadeh i sar. (2012) su proučavajući morfološke osobine lista unutar različitih populacija istočne bukve (*Fagus orientalis* Lipsky) u Iranu, konstatovali postojanje visokog stepena morfološke varijabilnosti između populacija. Autori smatraju da se utvrđene folijarne razlike mogu pripisati razlikama u genetskoj konstituciji između populacija, koja je razvijena kao rezultat adaptacije datih populacija na različite uslove životne sredine. Do sličnih rezultata došla je i Batos (2010), proučavajući morfometrijske karakteristika lista u nekoliko populacija hrasta lužnjaka, gde je utvrđeno postojanje statistički visoko značajnih razlika kako između stabala na jednom lokalitetu, tako i između analiziranih lokaliteta. Postojanje statističke značajnosti u pogledu efekta lokaliteta i interakcije analiziranih provenijencija sa testovima (lokalitetima) ukazuje na značajan uticaj stanišnih prilika na prosečnu lisnu površinu istraživanih provenijencija, kao i različitu sposobnost prilagođavanja provenijencija na različite stanišne uslove analiziranih testova. Istraživanja varijabilnosti lisne površine kod klonskih topola, zasađenih na tri lokaliteta, su takođe pokazala da je interakcija "genotip x okolina" bili statistički značajna (Orlović i sar., 1998; Orlović i sar., 2001).

Analiziranje rezultata pokazuje da kod starije grupe provenijencije, tokom istraživanja, nije došlo do jasnog diferenciranja jedne ili više provenijencija, kako po

najvišim, tako i po najnižim vrednostima prosečne lisne površine. Posmatrano za oba lokaliteta i obe godine istraživanja, jedino su provenijencije "Vrani kamen" i "Crni Vuh, Tešanj" imale prosečnu lisnu površinu iznad proseka za lokalitet na kom su rasle (ni jedna, ni druga provenijencija nisu imale najveću prosečnu lisnu površinu). Suprotno ovim provenijencijama, provenijencije "Schelklingen" i "Scharnstein, Mitterndorf" su imale tokom obe godine istraživanja, na oba lokaliteta, prosečnu lisnu površinu koja je bila manja od proseka za lokalitet. Kod starosno mlađe grupe provenijencija, situacija je nešto jasnija, s obzirom da su se ovde kao najbolje izdvojile srpske provenijencije "Boranja" i "Cer", koje su ujedno bile jedine koje su tokom obe godine istraživanja i na oba lokaliteta imale prosečne vrednosti lisne površine iznad proseka za lokalitet. Na drugoj strani, provenijencije kod je na oba lokaliteta, tokom čitavog trajanja istraživanja beležena prosečna lisna površina niža od proseka za lokalitet su provenijencije "Alesd, U.P.II/51A" i "Vranica-Bistrica".

Brojna istraživanja sprovedena na zeljastim biljkama i sadnicama u laboratorijskim uslovima pokazala su da je smanjenje lisne površine uglavnom povezano sa nedostatkom vode u zemljištu (Lof i Welander, 2000; Pedrol i sar., 2000; Otieno i sar., 2005). Slično navedenom, istraživanje morfoloških i biohemijskih parametara lista u 7 zrelih sastojina bukve pokazalo je da je lisna površina opadala krećući se od severa prema jugu, odnosno od regiona sa više padavina ka regionima sa manje padavina (Bussotti i sar., 2005). Kako navode Kozłowski i Pallardy (1997) biljke na taj način redukuju transpiracionu površinu, izbegavajući ozbiljnije opadanje ćelijskog vodnog potencijala i turgora. Suprotno rezultatima navedenih istraživanja, istraživanje sprovedeno za potrebe doktorske disertacije je pokazalo da je prosečna lisna površina kod provenijencija raslih na suvljem staništu, generalno, bila veća od prosečne lisne površine kod istih provenijencija sa vlažnijeg staništa. Ovo je u skladu sa rezultatima do kojih su došli i Meier i Leuschner (2008) pručavajući lisnu površinu u 14 zrelih sastojina bukve koje su se nalazile duž padavinskog gradijenta (970–520 mm y^{-1}). Autori su utvrdili da je prosečna lisna površina u sastojinama sa suvljeg staništa (520–550 mm y^{-1}) bila veća za oko 40% nego prosečna lisna površina kod sastojina sa vlažnijeg staništa (910–970 mm y^{-1}). Bussotti i sar. (2000) su, takođe, prateći, između ostalog, vrednost prosečne lisne površine u dve zrele sastojine bukve, tokom 3 godine

(1995-1997), ustanovili da je tokom 1995. i 1996. prosečna lisna površina bila veća kod stabala na suvljem staništu.

Proces obrazovanja listova kod biljaka je kontrolisan delom genetskom konstitucijom, a delom uslovima spoljašnje sredine koji vladaju tokom procesa listanja (Parkhurst i Loucks, 1972). Meier i Leuschner (2008) su primenom višestruke regresione analize utvrdili da je veličina prosečne lisne površine kod bukve, pre svega, bila kontrolisana temperaturom, dok je uticaj vlažnosti zemljišta i odnosa C/N imao mali uticaj. Rebio de Casas i sar. (2007) ovu pojavu kod višegodišnjih biljaka objašnjavaju primarno njihovom fenotipskom plastičnoću. Kako je razvoj biljnih ćelija veoma osetljiv na deficit vode u biljakama (Lu i Neumann, 1998), Meier i Leuschner (2008) smatraju da je vodni status zemljišta tokom aprila i maja najuticajniji abiotički faktor koji kontroliše veličinu listova kod bukve, odnosno da je obrazovanje listova kod bukve nezavisno od obezbeđenosti biljaka vodom tokom leta. Do sličnih saznanja su došli i Peuke i sar. (2002) koji su, radeći istraživanje vezano za identifikaciju ekotipova bukve osetljivih na sušu, konstatovali da tretman suše tokom leta nije imao uticaja na veličinu lisne površine, s obzirom da je formiranje listova bilo završeno ranije. Meier i Leuschner (2008) objašnjavaju da s obzirom da se proces listanja dešava u aprili i maju, kada u zemljištu postoje obilne zalihe vode, veličina lisne površine nije jednostavna funkcija od sadržaja vode u zemljištu nego je kontrolisana sa više abiotičkih faktora, uključujući pre svega temperaturu vazduha tokom proleća i obezbeđenost biljaka azotom. Ovi faktori imaju tendenciju da se povećavaju krećući se od vlažnijih ka suvljim staništima, na taj način anulirajući negativan efekat izazvan nedostatkom vode tokom formiranja listova (Meier i Leuschner, 2008). U prilog ovoj konstataciji idu i rezultati istraživanja koje su sprovedli Brix i Ebell (1969), a kojima je utvrđeno da je dodatno prihranjivanje azotom, koje je vršeno u sastojinama duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco), imalo pozitivan efekat na dužinu i širinu četina, kao i broj četina po izbojku.

Rezultati navedenog istraživanja su u suprotnosti sa rezultatima u ovoj doktorskoj disertaciji s obzirom da je pedološkim analizama konstatovano da je procenat azota u zemljištu bio veći u Debelom Lugu (prosečno 0.4%), nego na Fruškoj gori (prosečno 0.2%). Naši rezultati su više u skladu sa rezultatima objavljenim od strane Fender i sar. (2011). Naime, Fender i sar. (2011) su u kontrolisanim uslovim

ispitivali uticaj temperature, sadržaja azota, vlažnosti zemljišta i deficita zasićenosti vodene pare (eng. *vapour pressure deficit*) na rast sadnica bukve, pri čemu su pokušali da identifikuju faktor(e) koji u najvećoj meri kontrolišu razvoj lisne površine i produktivnost sadnica. Rezultati su pokazali da se prosečna lisna površina primarno povećavala pod uticajem povišene temperature vazduha, dok vlažnost vazduha, vlažnost zemljišta i sadržaj azota nisu imali značajan efekat (osim interakcije "vlažnost zemljišta x sadržaj azota"). Takođe, pri niskim temperaturama, svi tretmani su imali sličan uticaj na veličinu lisne površine, dok je interakcija "vlažnost zemljišta x sadržaj azota" nije bila statistički značajna.

Rezultati istraživanja iz provenijeničnih testova bukve u Srbiji su u skladu sa ovim konstatacijama, što se može videti ako se uporede prosečne temperature vazduha tokom aprila i maja, na lokalitetima na kojima su provenijenični testovi osnovani. Tokom 2010. godine, prosečna temperature vazduha tokom aprila i maja na Fruškoj gori iznosila je 12.3°C, odnosno 17.0°C, dok su, za isti vremenski period, u Debelom Lugu, registrovane prosečne temperature vazduha od 10.2°C i 14.7°C. Takođe, tokom 2011. godine, na Fruškoj gori su zabeležene prosečne temperature vazduha od 13.2°C (april) i 16.8°C (maj), dok su u Debelom Lugu prosečne temperature, tokom istog perioda, iznosile 10.6°C (april) i 14.3°C (maj).

Broj listova kod biljaka je određen razvojem lisnih primordija u apikalnom meristemu. Koliko će lisnih pupoljaka biti formirano zavisi podjednako od genetske građe biljaka i uslova spoljašnje sredine (Fender i sar., 2011). Istraživanje varijabilnosti prosečnog broja listova u provenijeničnim testovima bukve je potvrdilo ovu konstataciju, s obzirom da su "provenijencija" i "lokalitet" predstavljali statistički visoko značajan izvor varijabilnosti ($p \leq 0.001$), navodeći na činjenicu da su konstatovane razlike bile posledica kako razlika u genetskoj građi ispitivanih provenijencija, tako i različitih stanišnih karakteristika lokaliteta. Postojanje statistički značajnih razlika u pogledu interakcije "provenijencija x lokalitet" upućuju na zaključak da su iste provenijencije drugačije reagovala (zauzele drugačiji rang) u zavisnosti od staništa na kom je provenijenični test osnovan.

Kada se posmatra prosečan broj listova po provenijencijama i rangiranje provenijencija zasnovano na njemu, dolazi se do zaključka da su kod starije grupe provenijencija, tokom obe godine istraživanja, jedino provenijencije "Kopaonik" i

"Valkonya" imale prosečan broj listova veći od proseka za lokalitet. Nasuprot ovim provenijencijama, provenijencije "Fruška gora", "Vrani kamen" i "Sjeverni Dilj Čaglinski" su tokom obe godine, i na oba lokaliteta istraživanja, imale manji prosečan broj listova nego što je prosek za lokalitet. Među njima se posebno izdvajala provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski", koja je u 2011. godini, na oba lokaliteta, i u 2010. godini, u Debelom Lugu, imala najmanji broj listova. U slučaju starosno mlađe grupe provenijencija, kao jedine provenijencije koje su imale prosečan broj listova veći od proseka za lokalitet, tokom 2010. i 2011. godine, su se izdvojile "Boranja" i "Grmeč, Bastra-Corkova". Obrnuto, dve rumunske provenijencije: "Alesd, U.P.II/51A" i "Alba-Iulia, U.P.V/154A", su bile jedine kod kojih je prosečan broj listova, tokom obe godine istraživanja bio manji, od proseka za lokalitet. Ove dve provenijencije su ujedno imale i najmanji prosečan broj listova u Debelom Lugu, tokom 2010. i 2011. godine.

Ono što se, ipak, na prvi pogled najlakša uočava, jeste velika razlika u prosečnom broju listova između provenijencija raslih na Fruškoj gori i istih provenijencija raslih u Debelom Lugu, s obzirom da su provenijencije na Fruškoj gori imale daleko veći broj listova. Kako bi pokušali da objasnimo ovu pojavu, za oba lokaliteta je dat pregled klimatskih podataka za 2010. i 2011. godinu, a takođe su obrađene i detaljne pedološke analize zemljišta, kao i determinacija stepena prisutnosti i pokrovnosti korovske vegetacije. Istraživanje koje su u kontrolisanim uslovima sprovedi Fender i sar. (2011), pokazalo je da je broj listova kod sadnica bukve pod uticajem više klimatskih faktora. Povoljan sadržaj vlage u zemljištu i obezbeđenost azotom su uticali da sadnice bukve rasle na ovakvom zemljištu proizvedu i preko 30% više listova u poređenju sa sadnicama raslim na zemljištu koje se karakterisalo nižim sadržajem vlage i azota. Ovo je pogotovo dolazilo do izražaja kod sadnica koje su rasle u klimatskim komorama sa vlažnom i toplom atmosferom. Za razliku od njih, pozitivan efekat vlažnosti zemljišta i obezbeđenosti biljaka azotom, kod sadnice raslih u klimatskim komorama sa hladnijom temperaturom i suvljim vazduhom, je bio slabije izražen (nije bio statistički značajan). Harley (1949) je ispitujući uticaj različitih tipova zemljišta na produktivnost sadnica bukve ustanovio da je broj listova bio najveći kod sadnica koje su rasle na zemljištu koje se karakterisalo većim sadržajem dostupnog kalcijuma, višom pH vrednošću, višim sadržajem ugljenika i azota, kao i nižim vrednostima odnosa C/N. Ako se rezultati klimatskih i pedoloških analiza iz provenijencijskih testova bukve u

Srbiji uporede sa zaključcima iz navedenih literaturnih izvora, stiče se utisak da klimatske i pedološke karakteristike lokaliteta, na kojima su provenijenični testovi osnovani, nisu bile primarni faktori koji su determinisali broj listova kod sadnica bukve, s obzirom da su rezultati iz provenijeničnih testova u potpunoj suprotnosti sa njima.

Iz tog razloga se postavlja opravdano pitanje - da li je prisutna korovska vegetacija bila uzrok razlika u broju listova između istih provenijencija raslih na Fruškoj gori i u Debelom Lugu?

S obzirom da su provenijenični testovi bukve osnovani na "otvorenim" poljima i sa velikim međurednim prostorom (razmak sadnje je iznosio 2 m između redova i 1 m između biljaka u redu), ovi testovi, u ranim fazama razvoja, predstavljaju pogodno mesto za razvoj floristički bogate i raznovrsne korovske vegetacije. Štetan uticaj korovske vegetacije na sadnice drvenastih vrsta se ogleda kroz stvaranje konkurencije i oduzimanje hranljivih materija i vode iz zemljišta, kao i stvaranje zasene mladim biljkama, što vodi ka fiziološkom slabljenju sadnica, smanjenju prirasta, pa čak i njihovom sušenju (Rose i sar., 1999; Vasić i sar., 2005; Vasić i Konstantinović, 2008; Otto i sar., 2010; Jensen i sar., 2011)⁸. Pojava konkurencije između sadnica i korovskih biljaka je najviše izražena kod mlađih sadnica, s obzirom da starije sadnice i odrasla stabla mogu da koriste vodu iz dubljih slojeva zemljišta (Callaway i sar., 1991). Korovska vegetacija je sposobna da nadvlada sadnice drveća pre svega formirajući gust korenov sistem u površinskim slojevima zemljišta (Coll i sar., 2003), čija građa mu, uz to, omogućava da efikasno koristi zemljišne resurse (vodu i hranljive materije) (Fitter i sar., 1991)⁹. U prilog navedenom, ide i istraživanje Parker i sar. (2012), koji su konstatovali da suzbijanje korovske vegetacije povećava dostupnost vode iz zemljišta sadnicama u letnjem periodu, što je bitno s obzirom da je količina atmosferskih padavina tada najmanja.

Razlog znatno većeg diverziteta korovske vegetacije u Debelom Lugu, treba verovatno tražiti u stanišnim uslovima koji vladaju na ovom lokalitetu. Diskutujući vezu

⁸ Suprotno navedenim istraživanjima, Madsen i sar. (1995) su u svom istraživanju, čiji je cilj bio da se ispita uticaj ekoloških faktora na rast sadnica bukve, ustanovili da prisustvo korovske vegetacije nije statistički značajno redukovalo rast sadnica ove vrste.

⁹ Korenov sistem kod trava je gušći nego kod sadnica bukve i sastoji se, uglavnom, od tankih korenčića, (prečnika manjeg od 0.5 mm) koji se karakterišu visokim kapacitetom apsorpcije (Robinson i sar., 1991).

između edafskih uslova i zastupljenosti korovske vegetacije, Zimdahl (2007) navodi da brojnost korovske vegetacije u prvom redu zavisi od strukture zemljište, njegovog kapaciteta da zadržava vodu i količine hranljivih materija, a u manjoj meri od samog tipa zemljišta. Takođe, topla i vlažna zemljišta pogoduju klijanju semenu i rastu korovskih biljaka. U prilog ovoj konstataciji idu i rezultati pedoloških istraživanja iz provenijeničnih testova. Za razliku od provenijeničnog testa na Fruškoj gori, provenijenični test u Debelom Lugu se odlikuje većim sadržaj humusa, azota (N), ugljenika (C), kao i povoljnijim odnosom C/N. Takođe, za razliku od Debelog Luga, gde je test osnovan na ravnom terenu (livadi), i u potpunosti izložen suncu, test na Fruškoj gori je osnovan na terenu koji se karakteriše velikim nagibom (30°), kao i severnom, hladnijom ekspozicijom.

S obzirom da su površine na kojima su podignuti provenijenični testovi u potpunosti prekriveni korovskim biljkama, broj listova kod sadnica bukve je najverovatnije zavisio od strukture, odnosno zastupljenost pojedinih predstavnika korovske vegetacije. Ocenom stepena prisutnosti i pokrovnosti korovske flore, konstatovan je njen znatno veći specijski diverzitet u Debelom Lugu, s obzirom da je ovde registrovano prisustvo 21 vrste, dok je na Fruškoj gori registrovano svega 8 vrsta. Što se tiče prisustva pojedinačnih predstavnika, na oba lokaliteta je dominirala kupina (*Rubus caesius* L.), koja je na Fruškoj gori, u poređenju sa drugim vrstama, imala apsolutno najveći stepen prisutnosti i pokrovnosti. Proučavanjem štetnog uticaja kupine (*Rubus fruticosus* L.) na fiziološke procese kod sadnica bukve, bavili su se Fotelli i sar. (2001) i Fotelli i sar. (2005). Fotelli i sar. (2001) su utvrdili da sadržaj vode u zemljištu određuje stepen konkurentnosti sadnica bukve prema kupini, s obzirom da pri optimalnoj obezbeđenosti sadnica vodom, prisustvo kupine nije imalo značajan uticaj na parametre razmene gasova kod bukve. Drugo istraživanje, koje su sprovedli Fotelli i sar. (2005), predstavljalo je neku vrstu dopune prethodnom istraživanju, s obzirom da je ispitan i negativan uticaj prisustva kupine na fiziološke procese i biomasu sadnica bukve, u zavisnosti od jačine svetlosti i temperature vazduha. Autori su utvrdili da je u uslovima umerene suše, pri povišenoj temperaturi vazduha i većem intenzitetu svetlosti, bukva imala manju lisnu biomasu i slabije usvajanje azota.

Osim kupine, koja je bila dominantna na oba lokaliteta, u Debelom Lugu je zabeležen i veći stepen prisutnosti i pokrovnosti ježevice (*Dactylis glomerata* L.) i

šumske jagode (*Fragaria vesca* L.), kao i velike kukute (*Conium maculatum* L.), hajdučke trave (*Achillea millefolium* L.), krasolike (*Stenactis annua* (L.) Ness.), burjana (*Sambucus ebulus* L.) i štavilja (*Rumex crispus* L.). Za razliku od kupine, koja raste pružajući se po tlu, uglavnom do visine od 50 cm, na taj način redukujući grananje i broj listova u donjim delovima "krošnje" sadnica, ostale korovske vrste, čije je prisustvo zabeleženo u većoj meri u Debelom Lugu, se karakterišu visinom često i do preko jednog metra. Mayer (1992) smatra da je modifikacija svetlosnog režima primarni uzročnik redukcije razvoja bočnih grana kod sadnica. Prema literaturnim podacima (Josifović, 1970 – 1977), *Dactylis glomerata* raste do visine od 20-140 cm, *Fragaria vesca* od 5-30 cm, *Conium maculatum* od 150-250 cm, *Achillea millefolium* od 20-100 cm, *Stenactis annua* od 50-100 cm, *Sambucus ebulus* od 100-200 cm i *Rumex crispus* do visine od oko 100 cm. Usled ovoga, vrlo je moguće da je prisustvo korovske flore uticalo na građu krune sadnica, delimično ih zasenjajući i na taj način redukujući grananje i razvoj pupoljaka (Collet i sar., 1998), a samim tim i broj listova. Ovakav zaključak bi bio u skladu sa rezultatima koje su publikovali Welander i Ottosson (1998), koji su ispitujući uticaj različitih stepena zasene na morfologiju jednogodišnjih sadnica bukve ustanovili da je zasena negativno uticala na dužinu izbojaka, kao i da su broj listova kod sadnica i jačina zasene bili obrnuto proporcionalni, odnosno da je broj listova opadao sa povećanjem jačine zasene. Do sličnih rezultata su došli i Coll i sar. (2005), koji su utvrdili da je prisustvo korovske vegetacije značajno uticalo na čitavu građu krune kod sadnica bukve. Ovaj uticaj se, između ostalog, ogledao i kroz manji broj listova, koji je, kako smatraju autori, verovatno bio povezan sa redukovanom izduživanjem jednogodišnjih izbojaka, kao i činjenicom da je kod 99% pupoljaka registrovano izduživanje manje od 1 cm. Slični rezultati su dobijeni i u eksperimentu sa klonskom topolom *Populus x euramericana* cv. *Eugenei*, gde je utvrđeno da je prisustvo korovske vegetacije značajno uticalo na smanjenu dužinu grana, manji broj živih grana, smanjeno inicijalno nastajanje novih grana i spoljašnje širenje grana (Marino i Gross, 1998). Takođe, Collet i sar. (1998) su utvrdili da je prisutna korovska vegetacija redukovala broj grana kod sadnica kitnjaka (*Quercus petraea* (Mattus.) Liebl.) stvarajući bočnu zasenu.

Klaster analizom je konstatovano da nije postojalo grupisanje provenijencija iz geografski bliskih područja, što je u skladu sa rezultatima do kojih su došli Ballian i

Zukić (2011) i Šijačić-Nikolić i sar. (2012), proučavajući morfološke karakteristike u provenijencijskim testovima bukve osnovanim 2007. godine. S obzirom da provenijencije koje su geografski bliske nisu pripadale istim klasterima, odnosno da su provenijencije iz različitih delova Evrope pokazale slične anatomske, morfološke i fiziološke osobine, upućuju na zaključak da se bukva karakteriše izraženom fenotipskom plastičnošću i da je genetičko diferenciranje vrste oblikovano pod uticajem različitih selekcionih pritisaka.

8. Zaključak

Bukva je najvažnija vrsta drveća u Srbiji, s obzirom da čiste sastojine bukve, kao i mešovite sastojine bukve i drugih lišćarskih i četinarskih vrsta pokrivaju više od 45% ukupno obrasle površine pod šumama. Prema klimatskim modelima, projektovanim za region umerene klimatske zone, kojem pripada i Srbija, predviđeno je da će do kraja 21. veka doći do povećanja prosečne temperature vazduha za 3-4.5°C, dok će količina padavina tokom leta (vegetacionog perioda) opasti za oko 10% (IPCC, 2007). To će imati negativan uticaj na bukvu, koja je vrsta osetljiva na sušu. U tom smislu, pojedini autori smatraju da će doći do pomeranja areala bukve prema severnim delovima Evrope, u kojima će uslovi za rast bukve postati povoljniji, nego što je to danas slučaj. Kako bi se predvideo potencijal bukve da se adaptira na izmenjene klimatske uslove, odnosno identifikuju provenijencije sa najboljim adaptacionim potencijalom, počevši od 1998. godine, pa do danas je osnovano nekoliko serija provenijeničnih testova. Međunarodni provenijenični testovi bukve, koji su predmet istraživanja u doktorskoj disertaciji, su osnovani u 2007. godini, u okviru COST akcije E52. Osnovani su na dva lokaliteta: Fruška gora (severna Srbija) i Debeli Lug (istočna Srbija).

Istraživanja varijabilnosti u provenijeničnim testovima bukve su započeta osnivanjem prvog provenijeničnog testa u Nemačkoj, da bi se postepeno, osnivanjem testova i u drugim evropskim zemljama, ona proširila, praktično, na ceo kontinent. Tokom istorije duge više od jednog veka, publikovan je veliki broj radova koji se bavio proučavanjem različitih parametara i pojava u provenijeničnim testovima bukve. Ipak, ono što je u velikoj meri ostalo neistraženo, jeste kako klimatski uslovi koji "vladaju" u regionu južne Evrope utiču na rast različitih provenijencija, odnosno kako provenijencije poreklom sa Balkanskog poluostrva reaguju na klimatske i stanišne uslove u drugim delovima evropskog kontinenta, i da li je Balkan potencijalni izvor ekotipova bukve otpornih na sušu? Glavni razlog gore navedenog jeste nepostojanje dovoljnog broja provenijeničnih testova bukve u ovom regionu, kao i nezastupljenost provenijencija bukve poreklom sa Balkana u testovima osnovanim u Evropi tokom '80 i '90-ih godina prošlog veka.

Kada su u pitanju proučavanja bukve u provenijeničnim testovima osnovanim u Srbiji, do sada je publikovano nekoliko naslova na temu varijabilnosti svojstava semena

i klijavaca, preživljavanja, kao i varijabilnosti anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve.

Postojanje genetski uslovljenih razlika između istraživanih provenijencija je važan preduslov u očuvanju genetskih resursa bukve u Srbiji. Varijabilnost između provenijencija je uglavnom povezana sa geografskim i klimatskim specifičnostima staništa sa kojeg potiču, i s toga se tumači kao rezultat adaptacije date provenijencije na razlike u temperaturi vazduha, vlažnosti zemljišta i druge uslove životne sredine. Kako se bukva javlja na širokom prostoru, koji se karakteriše različitim klimatskim i stanišnim uslovima, sa pravom se može govoriti o velikoj fenotipskoj plastičnosti vrste. U takvim uslovima, može se smatrati da je genetska varijabilnost oblikovana pod uticajem različitih selekcionih pritisaka, što je vodilo ka diferenciranju različitih ekotipova bukve. Ekotipski obrazac genetske varijabilnosti bukve, ili kako ga još nazivaju Ivanković i sar. (2011): "obrazac genetske varijabilnosti koji nije povezan sa geografskim parametrima, već makroklimatskim specifičnostima" je potvrđen i rezultatima doktorske disertacije. Zahvaljujući rezultatima klaster analize i kanonijske diskriminantne analize, konstatovano je da nije došlo do grupisanja provenijencija u zavisnosti od mesta njihovog porekla.

Istraživanja varijabilnosti anatomskih, fizioloških i morfoloških parametara su pokazala da nije došlo do izdvajanja jedne ili grupe provenijencija, superiorne u pogledu svih istraživanih parametara. Takođe, s obzirom da je istraživanje rađeno u klimatski, kontrastnim godinama (vlažna i sušna), uočeno je da je kod provenijencija došlo do modifikacija u anatomskoj i morfološkoj građi, kao i fizioloških promena, koje prate adaptaciju na stres od suše.

Istraživanje rađeno za potrebe izrade doktorske disertacije je potvrdilo najnovija mišljenja, da se kod bukve, u uslovima optimalne obezbeđenosti vodom, lisna površina primarno povećava pod uticajem povišene temperature vazduha. Kada je reč o broju listova, konstatovano je da on bio u značajnoj meri pod uticajem korovske vegetacije, odnosno stepena njegove brojnosti i pokrovnost.

U pogledu anatomske građe lista, jedina provenijencija koja je tokom obe godine istraživanja pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu debljine lisnih tkiva je bila rumunska provenijencija "Alesd, U.P.II/51A". Kod starije grupe provenijencija je utvrđeno da je bosanska provenijencija "Grmeč, Bosanska Krupa" (BiH33), u sušnoj

godini, najjače reagovala na stres od suše, uvećanjem debljine svih lisnih tkiva, tako da se u pogledu svih parametara građe lista nalazila u prvom intervalu homogenosti.

Provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" se suprotno shvatanju da se otpornost prema suši manifestuje prisustvom velikog broja manjih stoma, karakterisala manjim brojem krupnijih stoma. To je bitno s obzirom da kada se posmatraju rezultati merenja fizioloških parametara, pre svega parametara razmene gasova i efikasnosti korišćenja vode, uočava se da je provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" pokazala visoku otpornost prema promeni stanišnih uslova sredine u kojoj raste, pokazujući na taj način tipično, konzervativno korišćenje vode u uslovima njenog nedostatka u zemljištu. S obzirom da je istraživanje rađeno u godinama koje su se karakterisale kontrastnim klimatskim uslovima, ovakav podatak je značajan sa stanovišta selekcije provenijencija otpornih na sušu. Takođe, ova provenijencija je u godini praćenoj jakom sušom, pripadala prvom intervalu homogenosti u pogledu koncentracije ukupnog hlorofila u listu. U pogledu morfoloških karakteristika, provenijencija "Sjeverni Dilj Čaglinski" se, takođe, karakterisala i malim brojem listova, pripadajući uglavnom poslednjem intervalu homogenosti.

Istraživanje varijabilnosti elemenata rasta u provenijeničnim testovima bukve u Srbiji, pokazalo je da su provenijencije iz južnog dela areala imale bolji visinski i debljinski prirast od provenijencija iz severnog dela. Međutim, kako je bukva poznata kao vrsta koja ima prirašćivanje koje ide do duboko u starost, postignute dimenzije u mladosti ne mogu biti mera na osnovu kojih bi se moglo tačno utvrditi prirašćivanje pojedinih provenijencija, odnosno dati ocena koja provenijencija ima najbrži rast, jer često dolazi do pomeranja vrednosti prirašćivanja u kasnijim razvojnim fazama. Takođe, u skladu sa mišljenjima pojedinih autora, u prvim godinama nakon osnivanja testova u polju, visinski rast biljaka ne reflektuje u potpunosti potencijal provenijencije i u manjoj meri je rezultat uticaja staništa na genotipove. Glavni uticaj na prirast biljaka u ovoj fazi imaju uspešnost zakorenjavanja i šok od (pre)sadnje. Ove rezultate su potvrdila i najnovija istraživanja varijabilnosti debljinskog prirasta kod različitih provenijencija bukve iz provenijeničnog testa na Fruškoj gori, koja su obavljena na Univerzitetu u Vaheningenu (neobjavljeni podaci). Dalje, iz rezultata se može videti da je unutar provenijencija utvrđeno da pojedina stabla pokazuju veliku varijabilnost u prirašćivanju, zbog čega se na osnovu velike varijabilnosti i nedovoljne starosti

ispitivanih provenijencija, ne može dati potpuno tačan zaključak o potencijalu pojedinih provenijencija.

S obzirom da se pouzdani zaključci o proizvodnim mogućnostima neke vrste, a tako i provenijencija unutar vrste, mogu doneti tek nakon jedne trećine propisane ophodnje, dobijeni rezultati su samo delomično pouzdani kod donošenja zaključka koja bi provenijencija bila najbolja pri introdukciji na neko stanište.

Rezultati doktorske disertacije su pokazali da postoji značajna genetička varijabilnost kako unutar, tako i između različitih provenijencija, kao i da su pojedine karakteristike uslovljene kako genetičkom konstitucijom, tako i stanišnim uslovima lokaliteta na kojima su testovi osnovani. Kako je istraživanje za potrebe doktorske disertacije izvršeno u dva provenijenična testa, izvršena je procena adaptibilnost pojedinih provenijencija u juvenilnoj fazi razvića. Kod većine istraživanih parametara je konstatovana statistički značajna interakcija "provenijencija x lokalitet", što upućuje na različit potencijal adaptacije biljaka. Imajući u vidu preporuku EUFORGEN-a vezano za klimatske promene: "umesto druge vrste, druga provenijencija" istraživanja u provenijeničnim testovima dobijaju još više na značaju.

9. Literatura

1. Aasamaa, K., Sober, A., Rahi, M. (2001). Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Australian Journal of Plant Physiology* 28(8), 765–774.
2. Abrams, M.D. (1988). Genetic variation in leaf morphology and plant and tissue water relations during drought in *Cercis canadensis* L.. *Forest Science* 34, 200-207.
3. Abrams, M.D., Kubiske, M.E., Steiner, K.C. (1990). Drought adaptations and responses in five genotypes of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.: photosynthesis, water relations and leaf morphology. *Tree physiology* 6, 305-315.
4. Abrams, M.D. (1994). Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species: a review of several case studies. *Tree Physiology* 14, 833–842.
5. Allen, C., Macalady, A., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D., Hogg, T., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J., Allard, G., Running, S., Semerci, A., Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259, 660–684.
6. Aranda, I., Gil, L., Pardos, J. (1996). Seasonal water relations of three broadleaved species (*Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. and *Quercus pyrenaica* Willd.) in a mixed stand in the centre of the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 84, 219–229.
7. Archaux, F., Wolters, V. (2006). Impact of summer drought on forest biodiversity: what do we know? *Annals of Forest Science* 63, 645-652.
8. Aslantas, R., Karakurt, H. (2009). The Effects of Altitude on Stomata Number and Some Vegetative Growth Parameters of Some Apple Cultivars. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 5(5), 853-857.
9. Babić, V., Milovanović, D. (2003). Klimatske karakteristike u planinskoj šumi bukve na Brezovici. *Šumarstvo* 55(1-2), 125-132.

10. Babić, V. (2008). Klimatske karakteristike Sremskog šumskog područja. *Šumarstvo*, 60(4), 99-108.
11. Bacelar, E.A., Correia, C.M., Moutinho-Pereira, J.M., Gonçalves, B.C., Lopes, J.I., Torres-Pereira, J.M.G. (2004). Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivars growing under drought conditions. *Tree Physiology* 24, 233–239.
12. Balasooriya, B. I. W. K., Samson, R., Mbikwa, F., Vitharana, U. W. A., Boeckx, P., Van Meirvenne, M. (2009). Biomonitoring of urban habitat by anatomical and chemical leaf characteristics. *Environmental and Experimental Botany* 65(2-3), 386-394.
13. Baliuckas, V., Lagerstrom, T., Eriksson, G. (2001). Within-population variation in juvenile growth rhythm and growth in *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. *Forest genetics* 8(4), 259-269.
14. Ballian, D., Mujanović, E., Čabaravdić, A. (2009). Varijabilnosti običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u pokusu provenijencija Glasinac – Sokolac (Bosna i Hercegovina). *Šumarski list* 11–12, 577-588.
15. Ballian, D., Memišević, M., Bogunić, F., Bašić, N., Marković, M., Kajba, D. (2010). Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. *Šumarski list* 7–8, 371-386.
16. Ballian, D., Zukić, N. (2011). Analysis of the growth of common beech provenances (*Fagus sylvatica* L.) in the international experiment near Kakanj. *Works of the Faculty of Forestry, University of Sarajevo* 2, 75 – 91.
17. Barna, M. (2004). Adaptation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to different ecological conditions: leaf size variation. *Polish Journal of Ecology* 52(1), 35-45.
18. Barzdajn, W. (2003). Preliminary results of an experiment with Polish provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt] Liebl). *Annals of Forest Science* 50(1), 222-227.
19. Barzdajn, W. (2009). Adaptation and initial growth of seed stand progeny of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in comparative plantations established in the Zotoryja and Ldek Zdrój Forest Districts. *Leone Prace Badawcze* 70(2), 101-111.

20. Batos, B. (2010a). Populaciona i individualna varijabilnost hemijskih markera - flavonoida i morfo - anatomskih karakteristika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu Poljoprivredni fakultet. Novi Sad. s. 238.
21. Batos, B., Vilotić, D., Orlović, S., Miljković, D. (2010b). Inter and intra-population variation of leaf stomatal traits of *Quercus robur* L. in Northern Serbia. *Archives of Biological Sciences* 62(4), 1125-1136.
22. Batos B., Miletic, Z., Orlovic, S., Miljkovic, D. (2010c). Variability of nutritive macroelements in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) leaves in Serbia. *Genetika* 42(3), 435-453.
23. Bayramzadeh, V., Funada, R., Kubo, T. (2008). Relationships between vessel element anatomy and physiological as well as morphological traits of leaves in *Fagus crenata* seedlings originating from different provenances. *Trees - Structure and Function* 22(2), 217-224.
24. Bayramzadeh, V., Attarod, P., Shirvany, A., Vaezin, H., Roohnia, M., Tajdini, A. (2009). Vessel element length related to the physiological traits of leaves in *Fagus crenata* seedlings originated from different provenances. *Research Journal of Environmental Sciences* 3(4), 461-465.
25. Bayramzadeh, V. (2011). Stomatal characteristics of *Fagus orientalis* Lipsky in geographically separated locations in the Caspian forests of Northern Iran. *Research Journal of Environmental Sciences* 5(11), 836-840.
26. Bayramzadeh, V., Attarod, P., Ahmadi, M.T., Ghadiri, M., Akbari, R., Safarkar, T., Shirvany, A. (2012). Variation of leaf morphological traits in natural populations of *Fagus orientalis* Lipsky in the Caspian forests of Northern Iran. *Annals of Forest Research* 55(1), 33-42.
27. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential- are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 1159–1168.
28. Bobinac, M. (2005). Divergencije u visinskom rastu podmlatka bukve na staništu acidofilne šume bukve (*Luzulo-Fagetum submontanum* Raj. 1956) B. Jov. 1979. 8th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions. Niš, Serbia and Montenegro. p. 121-128.

29. Bolte, A., Czajkowski, T., Kompa, T. (2007). The north-eastern distribution range of European beech – a review. *Forestry* 80(4), 413 – 429.
30. Bonn, S. (2000). Competition dynamics in mixed beech-oak stands and expected modifications due to climate changes. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 171(5/6), 81-88.
31. Bošnjak, Đ., Hadžić, V., Babović, D., Kostić, N., Burlica, Č., Đorović, M., Pejković, M., Mihajlović, T.D., Stojanović, S., Vasić, G., Stričević, R., Gajić, B., Popović, V., Šekularac, G., Nešić, Lj., Belić, M., Đorđević, A., Pejić, B., Maksimović Livija, Karagić, Đ., Lalić, B., Arsenić, I. (1997). Metode istraživanja i određivanja svojstava zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta Komisija za fiziku zemljišta, Novi Sad, str. 278.
32. Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie*, 3. Auflage, Springer-Verlag, Wien.
33. Briceno-Elizondo, E., Garcia-Gonzalo, J., Peltola, H., Matala, J., Kellomaki, S. (2006). Sensitivity of growth of Scots pine, Norway spruce and silver birch to climate change and forest management in boreal conditions. *Forest Ecology and Management* 232, 152–167.
34. Brix, H., Ebell, L.F. (1969). Effects of Nitrogen Fertilization on Growth, Leaf Area, and Photosynthesis Rate in Douglas-Fir. *Forest Science* 15(2), 189-196.
35. Broadmeadow, M.S.J., Ray, D., Samuel, C.J.A. (2005). Climate change and the future for broadleaved tree species in Britain. *Forestry* 78(2), 145-161.
36. Bruschi, P., Vendramin, G.G., Bussotti, F., Grossoni, P. (2000). Morphological and Molecular differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus pubescens* Willd. (*Fagaceae*) in Northern and Central Italy. *Annals of Botany* 85, 325-333.
37. Bruschi, P., Grossoni, P., Bussotti, F. (2003). Within-and among-tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. natural populations. *Trees* 17, 164-172.
38. Bruschi, P. (2010). Geographical variation in morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. as related to drought stress. *Plant Biosystems* 144(2), 298-307.

39. Bucalo, V., Brujić, J., Travar, J., Milanović, Đ. (2007). Flora Nacionalnog parka Kozara. Šumarski fakultet Univerziteta u Banja Luci i ERSAF-Regionalni zavod za upravljanje šumama i agrikulturom Pokrajine Lombardija, Milano.
40. Bugmann, H. (1997). Sensitivity of forests in the European Alps to future climatic change. *Climate Research* 8, 35-44.
41. Buriánek, V., Benedíková, M., Kyseláková, J. (2011). Evaluation of twenty-years-old pedunculate and sessile oak provenance trial. *Journal of forest science* 57(4): 153–169.
42. Bussotti, F., Bottacci, A., Bartolesi, A., Grossoni, P., Tani, C. (1995). Morpho-anatomical alterations in leaves collected from beech trees (*Fagus sylvatica* L.) in conditions of natural water stress. *Environmental and Experimental Botany* 35, 201-213.
43. Bussotti, F., Borghini, F., Celesti, C., Leonzio, C., Bruschi, P. (2000). Leaf morphology and macronutrients in broadleaved trees in central Italy. *Trees* 14, 361–368.
44. Bussotti, F., Bettini, D., Grossoni, P., Mansuino, S., Nibbi, R., Soda, C., Tani, C. (2002). Structural and functional traits of *Quercus ilex* in response to water availability. *Environmental and Experimental Botany* 47, 11–23.
45. Bussotti, F., Pancrazi, M., Matteucci, G., Gerosa, G. (2005). Leaf morphology and chemistry in *Fagus sylvatica* (beech) trees as affected by site factors and ozone: results from CONECOFOR permanent monitoring plots in Italy. *Tree Physiology* 25, 211–219.
46. Bussotti, F. (2008). Functional leaf traits, plant communities and acclimation processes in relation to oxidative stress in trees: a critical overview. *Global Change Biology* 14, 2727–2739.
47. Callaway, R.M., Nadkarni, N.M., Mahall, B.E. (1991). Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in central California. *Ecology* 72, 1484-1499.
48. Campioli, M., Vincke, C., Jonard, M., Kint, V., Demaree, G., Ponette, Q. (2012). Current status and predicted impact of climate change on forest production and biogeochemistry in the temperate oceanic European zone: review and prospects for Belgium as a case study. *Journal of Forest Research* 17, 1-18.

49. Carneiro, A., Navalho, E., Fernandes, L., Carrasquinho, I. (2006). Provenance Variation for Growth Traits of *Pinus pinea* L. in Portugal. In Proceedings of the IUFRO Division 2 Joint Conference: Low Input Breeding and Conservation of Forest Genetic Resources: Antalya, Turkey, 9-13 October 2006. Edited by Fikret Isik. p 29-32.
50. Casson, S., Gray, J.E. (2008). Influence of environmental factors on stomatal development. *New Phytologist* 178, 9–23.
51. Centritto, M., Lee, H.S.J., Jarvis, P.G. (1999). Interactive effects of elevated CO₂ and drought on cherry (*Prunus avium*) seedlings. I. Growth, whole-plant water use efficiency and water loss. *New Phytologist* 141(1), 129–140.
52. Ceulemans R., Mousseau, M. (1994). Effects of elevated atmospheric CO₂ on woody plants. *New Phytologist* 127, 425-446.
53. Chmura, D.J., Rozkowski, R. (2002). Variability of Beech Provenances in Spring and Autumn Phenology. *Silvae Genetica* 51(2-3), 123-127.
54. Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Rueda, V.M., Mearns, L., Menendez, C.G., Raisanen, J., Rinke, A., Sarr, A., Whetton, P. (2007). Regional climate projections. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA, pp. 847–940.
55. Cicák, A. (1998). Knowledge of leaf area distribution in beech (*Fagus sylvatica* L.) spring shoots and possibility of its application in production ecology. *Lesnictvi-Forestry* 44, 250–255.
56. Coll, L., Balandier, P., Picon-Cochard, C., Prévosto, B., Curt, T. (2003). Competition for water between beech seedlings and surrounding vegetation in different light and vegetation composition conditions. *Annals of Forest Science* 60(7), 593-600.

57. Coll, L., Balandier, P., Picon-Cochard, C. (2005). Morphological and physiological responses of beech (*Fagus sylvatica*) seedlings to grass-induced belowground competition. *Tree Physiology* 24, 45–54.
58. Collet, C., Ningre, F., Frochot, H. (1998). Modifying the microclimate around young oaks through vegetation manipulation: effects on seedling growth and branching. *Forest Ecology and Management* 110, 249-262.
59. Connell, J.H. (1961). The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology* 42, 710–723.
60. Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, H., Morgan, H.D., van der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G., Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51, 335–380.
61. Cundall, E.P., Cahalan, C.M., Plowman, M.R. (1998). Early results of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) provenance trials at farm-forestry sites in England and Wales. *Forestry* 71(3), 237-245.
62. Cundall, E.P., Cahalan, C.M., Connolly, T. (2003). Early results of ash (*Fraxinus excelsior* L.) provenance trials at sites in England and Wales. *Forestry* 76(4), 385-399.
63. Cutler, F.D., Botha, T., Stevenson, D.W. (2007). Plant anatomy – an applied approach. Blackwell Publishing Ltd. United Kingdom. pp. 313.
64. Cvjetičanin, R. (2003). Fitocenoze bukve u Srbiji. *Šumarstvo* 55(1-2), 107-112.
65. Czúcz, B., Gálhidy, L., Mátyás, C. (2009). Low altitude xeric climatic limit of beech and sessile oak distribution in Central Europe. *Annals of Forest Science* 68(1), 99-108.
66. Čaňová, I., Ďurkovič, J., Hladká, D. (2008). Stomatal and chlorophyll fluorescence characteristics in European beech cultivar during leaf development. *Biologia Plantarum* 52(3), 577-581.
67. Danusevicius J. (2001). Use of introduced provenances to increase genetic diversity in local Scots pine populations. *Biologija* 1, 51-61.

68. Davis, M., Reich, P., Knoll, M., Dooley, L., Hundtoft, M., Attleson, I. (2007). Elevated atmospheric CO₂: a nurse plant substitute for oak seedlings establishing in old fields. *Global Change Biology* 13, 2308–2316.
69. DeLucia, E.H., Berlyn, G.P. (1984). The effect of increasing elevation on leaf cuticle thickness and cuticular transpiration in balsam fir. *Canadian Journal of Botany* 62, 2423–2431.
70. Dengler, G.N., MacKay, L.B. (1975). The leaf anatomy of beech, *Fagus grandifolia*. *Canadian Journal of Botany* 53, 2202–2211.
71. Dimitrova, I., Yurukova, L. (2005). Bioindication of anthropogenic pollution with *Plantago lanceolata* (*Plantaginaceae*): metal accumulation, morphological and stomatal leaf characteristics. *Phytologia balcanica* 11(1), 89–96.
72. Dineva, S. (2004). Comparative studies of the leaf morphology and structure of white ash (*Fraxinus americana* L.) and London plane tree (*Platanus acerifolia* Willd) growing in polluted area. *Dendrobiology* 52, 3–8.
73. Dunlap, J.M., Stettler, R.F. (2001). Variation in leaf epidermal and stomatal traits of *Populus trichocarpa* from two transects across the Washington Cascades. *Canadian Journal of Botany* 79, 528–536.
74. Edwards, D., Kerp, H. Hass, H. (1998). Stomata in early land plants: an anatomical and ecophysiological approach. *Journal of Experimental Botany* 49, 255–278.
75. Egli, P., Maurer, S., Gunthardt-Goerg, M.S., Korner, C. (1998). Effects of elevated CO₂ and soil quality on leaf gas exchange and above-ground growth in beech-spruce model ecosystems. *New Phytologist* 140, 185–196.
76. Elias, P. (1995). Stomatal density and size of apple tree growing irrigated and non-irrigated conditions. *Biologia* 50, 115–118.
77. Enescu, M.C., Chesnoiu, E.N., Sofletea, N., Curtu, A. (2010). Leaf morphology in *Quercus robur* L. genetic resources across Romania. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov* 3(52), 47–54.
78. Ennajeh, M., Vadel, A.M., Cochard, H., Khemira, H. (2010). Comparative impacts of water stress on the leaf anatomy of a drought-resistant and a drought-sensitive olive cultivar. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 85(4), 289–294.

79. Eriksson, G., Ekberg, I. (2001). An introduction to forest genetics. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. p. 166.
80. Eschrich, W., Burchardt, R., Essiamah, S. (1989). The induction of sun and shade leaves of the European beech (*Fagus sylvatica* L.): anatomical studies. *Trees* 3, 1–10.
81. Fang, J., Lechowicz, M.J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus* L.) species in the world. *Journal of Biogeography* 33, 1804–1819.
82. Fender, A., Mantilla-Contreras, J., Leuschner, C. (2011). Multiple environmental control of leaf area and its significance for productivity in beech saplings. *Trees* 25, 847-857.
83. Fitter, A.H., Stickland, T.R., Harvey, M.L., Wilson, G.W. (1991). Architectural analysis of plant root systems. I. Architectural correlates of exploitation efficiency. *New Phytologist* 118, 375–382.
84. Fotelli, M.N., Geßler, A., Peuke, A.D., Rennenberg, H. (2001). Drought affects the competitive interactions between *Fagus sylvatica* seedlings and an early successional species, *Rubus fruticosus* : responses of growth, water status and $d^{13}C$ composition. *New Phytologist* 151, 427–435.
85. Fotelli, M.N., Rudolph, P., Rennenberg, H., Geßler, A. (2005). Irradiance and temperature affect the competitive interference of blackberry on the physiology of European beech seedlings. *New Phytologist* 165(2), 453-462.
86. Freeman, M., Morén, A. S., Strömngren, M., Linder, S. (2005). Climate change impacts on forests in Europe: biological impact mechanisms. In: Kellomäki, S., Leinonen, S. (eds.): Management of European forests under changing climatic conditions. University of Joensuu. Research Notes 163. p 45–90.
87. Gajić, M. (2002). Šumaska botanika sa anatomijom drveta. Drugo prerađeno i dopunjeno izdanje. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 477.
88. García-Plazaola, J.I., Becerril, J.M. (2000). Effects of drought on photoprotective mechanisms in European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings from different provenances. *Trees* 14, 485–490.
89. Gallé, A., Feller, U. (2007). Changes of photosynthetic traits in beech saplings (*Fagus sylvatica*) under severe drought stress and during recovery. *Physiologia Plantarum* 131, 412–421.

90. Geßler, A., Keitel, C., Kreuzwieser, J., Matyssek, R., Seiler, W., Rennenberg, H. (2007). Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees* 21(1), 1-11.
91. Giannini, R., von Wühlisch, G. (2009). Workshop COST E52 "Evaluation of beech genetic resources for sustainable forestry". *iForest* 2: 104. [online 2009-06-10] URL: <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=500>
92. Gimeno, T.E., Pias, B., Lemos-Filho, J.P. Valladares, F. (2008). Plasticity and stress tolerance override local adaptation in the responses of Mediterranean holm oak seedlings to drought and cold. *Tree Physiology* 29, 87–98.
93. Gindel, I. (1969). Stomatal Number and Size as Related to Soil Moisture in Tree Xerophytes in Israel. *Ecology* 50(2), 263-267.
94. Gomory, D. (2010). Geographic patterns in the reaction of beech provenances to transfer. Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 90-97.
95. Gömöry, D., Paule, L., Gömöryová, E. (2011). Effects of microsite variation on growth and adaptive traits in a beech provenance trial. *Journal of Forest Science* 57, 192–199.
96. Gostin, I., Ivanescu, L. (2007). Structural and micromorphological changes in leaves of *Salix alba* under air pollution effect. *International Journal of Energy and Environment* 4(1), 219-226.
97. Gračan, J., Ivanković, M. (2001). Prvi rezultati uspjevanja provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Pičman, D i sar. Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama. Šumarski fakultet i Šumarski institut. Zagreb. str. 175-190.
98. Gračan, J., Ivanković, M., Marjanović, H., Perić, S. (2006). Istraživanje uspjevanja provenijencija domaćih i stranih vrsta drveća, s osvrtom na međunarodni pokus provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, Izvanredno izdanje 9, 337–352.
99. Grassi, G., Magnani, F. (2005). Stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis as affected by drought and leaf ontogeny in ash and oak trees. *Plant, Cell and Environment* 28, 834–849.

100. Gratani, L., Meneghini, M., Pesoli, P., Crescente, M.F. (2003). Structural and functional plasticity of *Quercus ilex* seedlings of different provenances in Italy. *Trees* 17, 515–521.
101. Gravano, E., Bussotti, F., Grossoni, P., Tani, C. (1999). Morpho-anatomical and functional modifications in beech leaves on the top ridge of the Apenines (central Italy). *Phyton* (Austria) special issue: "Eurosilva" 39, 41–46.
102. Grossnickle, S.C., Russell, J.H. (2010). Physiological variation among western redcedar (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) populations in response to short-term drought. *Annals of Forest Science* 67(5), 506.
103. Grupa autora (1971). Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JDPZ. Beograd.
104. Grupa autora (1977). Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ. Novi Sad. s. 278.
105. Guehl, J.M., Picon, C., Aussenac, G., Gross, P. (1994). Interactive effects of elevated CO₂ and soil drought on growth and transpiration efficiency and its determinants in two European forest tree species. *Tree Physiology* 14(7-9), 707–724.
106. Gutschick, V.P. (1999). Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. *New Phytologist* 144, 3–18.
107. Hanninen, H. (2006). Climate warming and the risk of frost damage to boreal forest trees: identification of critical ecophysiological traits. *Tree Physiology* 26, 889–898.
108. Harmer, R. (2000). Differences in growth and branch production by young plants of two provenances of *Quercus robur* L. *Forestry* 73(3), 271-281.
109. Heath, J., Kerstiens, G. (1997). Effects of elevated CO₂ on leaf gas exchange in beech and oak at two levels of nutrient supply: consequences for sensitivity to drought in beech. *Plant, Cell and Environment* 20, 57-67.
110. Hemery, G.E., Savill, P.S., Thakur, A. (2005). Height growth and flushing in common walnut (*Juglans regia* L.): 5-year results from provenance trials in Great Britain. *Forestry* 78(2), 121-133.

- 111.Hemery, G.E. (2007). Forest management and silvicultural responses to predicted climate change impacts on valuable broadleaved species. Short-Term Scientific Mission report for Working Group 1, COST Action E42. pp. 73.
- 112.Hetherington, A., Woodward, F.J. (2003). The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature Publishing Group* 424(21), 901-908.
- 113.Hirano, A., Hongo, I., Koike, T. (2012). Morphological and physiological responses of Siebold's beech (*Fagus crenata*) seedlings grown under CO₂ concentrations ranging from pre-industrial to expected future levels. *Landscape and Ecological Engineering* 8(1), 59-67.
- 114.Hladká, D., Čaňová, I. (2005). Morphological and physiological parameters of beech leaves (*Fagus sylvatica* L.) in research demonstration object Pořana. *Journal of Forest Science* 51, 168–176.
- 115.Hobbs, S.D. (1984). The influence of species and stocktype selection on stand establishment, an ecophysiological perspective. In: Duryea M.L. and Brown G.M. (eds), *Seedling Physiology and Reforestation Success*. Martinus Nijhoff / Dr. W. Junk, Boston, MA, p. 179–224.
- 116.Holland, N., Richardson, A.D. (2009). Stomatal Length Correlates with Elevation of Growth in Four Temperate Species. *Journal of Sustainable Forestry* 28, 63–73.
- 117.Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24, 519–570.
- 118.Ilgin, M., Caglar, S. (2009). Comparison of leaf stomatal features in some local and foreign apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes. *African Journal of Biotechnology* 8(6), 1074-1077.
- 119.IPCC, (2001). Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ed. by J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C.A. Johnson). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 120.IPCC, (2007). Summary for policymakers. In: Salomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (eds). *Climate change 2007: "The physical science basis"*. Contribution of working group I to

- the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 996.
121. Isajev, V. (2005). Varijabilitet i oplemenjivanje bukve u Srbiji. U: Stojanović, Lj. (ur.). Bukva u Srbiji. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 141-176.
122. Isajev, V., Ivetić, V., Lučić, A., Rakonjac, Lj. (2009). Gene pool conservation and tree improvement in Serbia. *Genetika* 41(3), 309-327.
123. Isajev, V., Lavadinović, V., Mataruga, M., Lučić, A. (2012). Provenance research in Serbia – base for evaluating the spatial pattern of forest trees genetic variation. Invitation papers of the International scientific conference „Forests in the future – sustainable use, risks and challenges“, 4-5th October, Belgrade, Republic of Serbia, p. 73-83
124. Ivanković, M., Bogdan, S., Božić, G. (2008). Varijabilnost visinskog rasta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u testovima provenijencija u Hrvatskoj i Sloveniji. *Šumarski list* 11–12, 529-541.
125. Ivanković, M., Popović, M., Katičić, I., Von Wuehlisch, G., Bogdan, S. (2011). Kvantitativna genetska varijabilnost provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz jugoistočne Europe. *Šumarski list – Posebni broj*, 25-37.
126. Ivojević, S., Čemal Višnjić, Ć., Mekić, F. (2012). Otpornost na sušu različitih provenijencija bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz dijela prirodnog areala iz Bosne i Hercegovine. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo* 1, 19 – 28.
127. Jahn, G. (1991). Temperate deciduous forests of Europe. Edited by Röhrig, E., Ulrich, B. *Ecosystems of the world 7. Temperate deciduous forests*. pp. 377–502. Elsevier, London.
128. Javorcka, S., Caspody, V. (1958). *Erdo mezzo viragai a Magyar flora szines kis atlasza*, Mezogazdasagi kiado, Budapest.
129. Jazbec, A., Segotic, K., Ivankovic, M., Marjanovic, H., Peric, S. (2007). Ranking of European beech provenances in Croatia using statistical analysis and analytical hierarchy process. *Forestry* 80(2), 151 - 162.

- 130.Jensen, J.S. (1993). Variation of growth in Danish provenance trials with oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* Mattuschka Liebl). *Annals of Forest Science* 50, 203-207.
- 131.Jensen, A.M., Lof, M., Gardiner, E.S. (2011). Effects of above- and below-ground competition from shrubs on photosynthesis, transpiration and growth in *Quercus robur* L. seedlings. *Environmental and Experimental Botany* 71, 367–375.
- 132.Johnsen, K.H., Seiler, J.R., Major, J.E. (1996). Growth, shoot phenology and physiology of diverse seed sources of black spruce: II. 23-year-old field trees. *Tree Physiology* 16, 375—380.
- 133.Josifović, M. (1970 – 1977). Flora SR Srbije, 1-9 SANU, Beograd.
- 134.Jovanović, B., Tucović, A. (1967). Neka zapažanja o nalazištima *Fagus orientalis* Lyp. u istočnoj Srbiji. *Šumarstvo* 20, 3-13.
- 135.Jovanović, B. (1971). Dendrologija sa osnovama fitocenologije. Naučna knjiga. Beograd. s. 576.
- 136.Jovanović, B. (2000). Dendrologija. Univerzitetska štampa, Beograd. s. 536.
- 137.Jovanović, B., Cvjetičanin, R. (2005). Šumske zajednice mezijske bukve u Srbiji. U: Stojanović, Lj. (ur.). Bukva u Srbiji. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 125-138.
- 138.Kajba, D. (2003). Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost obične bukve. U: Matić, S. (ur.). Obična bukva u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb. s. 247-263.
- 139.Kang, M.S. (1993). Issues in GE interaction. In: Rao, V., Hanson, I.E., Rajanaidu, N. (eds.). Genotype-Environment Interaction Studies in Perennial Tree Crops. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, pp.67-73.
- 140.Kang, M.S. (2002). Genotype–Environment Interaction: Progress and Prospects. In: Kang, M.S. (eds.). Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. Louisiana State University, USA. pp. 221-243.
- 141.Kardel, F., Wuyts, K., Babanezhad, M., Vitharana, U.W.A., Wuytack, T., Potters, G., Samson, R. (2010). Assessing urban habitat quality based on specific

- leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. *Environmental Pollution* 158, 788–794.
142. Kastori, R., Dencic, S., Petrovic, M., Kobiljski, B. (1995). Drought effect on stomatal density in wheat genotypes originating from different parts of the world. *Zbornik radova Naucni institut za ratarstvo i povrtarstvo* 24, 53-61.
143. Kellomaki, S., Vaisanen, H. (1997). Modelling the dynamics of the forest ecosystem for climate change studies in the boreal conditions. *Ecological Modelling* 97, 121–140.
144. Kerr, G., Niles, J. (1998). Growth and provenance of Norway maple (*Acer platanoides*) in lowland Britain. *Forestry* 71(3), 219-224.
145. Kienast, F., Wildi, O., Brzeziecki, B. (1998). Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests—an ecological risk assessment. *Biological Conservation* 83(3), 291–305.
146. Kirschbaum, M.U. (1995). The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage. *Soil Biology and Biochemistry* 27, 753–760.
147. Knežević, M. (2003). Zemljišta u bukovim šumama Srbije. *Šumarstvo* 55(1-2), 97-106.
148. Kojić, M., Janjić, V. (1994). Osnovi herbologije, Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Beograd.
149. Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1997). Vaskularne biljke Srbije kao indikatori staništa, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Institut za biološka istraživanja Siniša Stanković, Beograd.
150. Körner, C. (2003). Ecological impacts of atmospheric CO₂ enrichment on terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 361, 2023-2041.
151. Kozlowski, T.T., Pallardy, S.G. (1997). Physiology of woody plants. San Diego: Academic Press. 411 pp.
152. Kramer, P.J., Boyer, J.S. (1995). Stomata and gas exchange. In: Kramer, P.J., Boyer, J.S. (eds). Water relations of plants and soils. London: Academic Press, 257–282.

153. Kramer, K., van Hees, A.F.M., Jans, W. (2001). Variation in performance of beech saplings of 7 European provenances under shade and full light conditions. Wageningen, Alterra Green World Research. Alterra-report 291. 54 pp.
154. Kriebitzsch, W. U., Liesebach, M., Scholz, F. (1999). The influence of elevated CO₂ on growth parameters of various provenances of European beech (*Fagus sylvatica* L.) at different irradiance. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 118(1), 51-65.
155. Krstić, M., Cvjetićanin, R. (2005). Bioekološke karakteristike mezijske bukve (*Fagus moesiaca* /Domin, Maly/ Czezcott.). U: Stojanović, Lj. (ur). Bukva u Srbiji. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s.125-138.
156. Kull, O., Broadmeadow, M., Kruijt, B., Meir, P. (1999). Light distribution and foliage structure in an oak canopy. *Trees* 14, 55–64.
157. Kundu, S.K., Tigerstedt, M.A. (1998). Variation in net photosynthesis, stomatal characteristics, leaf area and whole-plant phytomass production among ten provenances of neem (*Azadirachta indica*). *Tree Physiology* 19, 47–52.
158. Kurteva, M. (2008). Bioindication ability of tree and shrub species under industrial environmental pollution. *Natura Montenegrina* 7(2), 485-503.
159. Laajimi, N.O., Boussadia, O., Skhiri, F.H., Teixeira de Silva, J.A., Rezgui, S., Hellali, R. (2011). Anatomical adaptations in vegetative structures of apricot tree (*Prunus armeniaca* L.) cv. „Amot El Euch“ grown under water stress. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology (Special issue 2)* 5, 46-51.
160. Lakatos, F., Molnár, M. (2009). Mass Mortality of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 5, 75-82.
161. Lapidó, D.O., Grace, J., Sandford, A.P., Leakey, R.R.B. (1984). Clonal variation in photosynthetic and respiration rate and diffusion resistance in the tropical hard wood *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. *Photosynthetica* 18, 20-27.
162. Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, p. 506.
163. Larsen, B. (1985). Beech provenances in Denmark. "Symp. Verbesserung und Waldbau der Buche". In: *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft*, Hamburg 150, p. 85-91.

- 164.Lasch, P., Lindner, M., Erhard, M., Suckow, F., Wenzel, A. (2002). Regional impact assessment on forest structure and functions under climate change – the Brandenburg case study. *Forest Ecology and Management* 162, 73–86.
- 165.Lavadinović, V., Isajev, V. (2002). Genetski potencijal semenskih objekata bukve u Srbiji - osnova za oplemenjivanje vrste. *Zbornik radova Instituta za šumarstvo* 46-47, 32-39.
- 166.Leuzinger, S., Zotz, G., Asshoff, R., Körner, C. (2005). Responses of deciduous forest trees to severe drought in Central Europe. *Tree Physiology* 25, 641–650.
- 167.Li, S., Pezeshki, S.R., Goodwin, S. (2004). Effects of soil moisture regimes on photosynthesis and growth in cattail (*Typha latifolia*). *Acta Oecologica* 25, 17–22.
- 168.Lichtenthaler, H.K., Buschmann, C., Doll, M., Fietz, H.J., Bach, T., Kozel, U., Meier, D., Rahmsdorf, U. (1981). Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. *Photosynthesis Research* 2, 115-141.
- 169.Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolstrom, M., Lexer, M., Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259 (4), 698-709.
- 170.Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zheng, Y., Yu, L., Yang, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. *Environmental and Experimental Botany* 71, 174–183.
- 171.Liozon, R., Badeck, F., Genty, B., Meyer, S., Saugier, B. (2000). Leaf photosynthetic characteristics of beech (*Fagus sylvatica*) saplings during three years of exposure to elevated CO₂ concentration. *Tree Physiology* 20, 239–247.
- 172.Lof, M., Welander, N.T. (2000). Carry-over effects on growth and transpiration in *Fagus sylvatica* seedlings after drought at various stages of development. *Canadian Journal of Forest Research* 30, 468–475.

173. Lu, Z.J., Neumann, P.M. (1998). Water-stressed maize, barley and rice seedlings show species diversity in mechanisms of leaf growth inhibition. *Journal of Experimental Botany* 49, 1945–1952.
174. Madsen, P. (1995). Effects of soil water content, fertilization, light, weed competition and seedbed type on natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecology and Management* 72, 251-264.
175. Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P.C., Sohrabi, Y. (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science* 4(8), 580-585.
176. Manes, F., Vitale, M., Donato, E., Giannini, M., Puppi, G. (2006). Different ability of three Mediterranean oak species to tolerate progressive water stress. *Photosynthetica* 44(3), 387-393.
177. Maracchi, G., Sirotenko, O., Bindi, M. (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change* 70, 117–135.
178. Marchetti, A., Parmentier, C., Chemardin, M., Dizengremel, P. (1995). Changes in enzyme activities involved in malate metabolism in oak leaves during rhythmic growth. *Trees* 9, 318–323.
179. Marino, P.C., Gross, K.L. (1998). Competitive effects of conspecific and herbaceous (weeds) plants on growth and branch architecture of *Populus x euramericana* cv. *Eugenei*. *Canadian Journal of Forest Research* 28 (3), 359-367.
180. Masarovičová, E. (1988). Comparative study of growth and carbon uptake in *Fagus sylvatica* L. trees growing under different light conditions. *Biologica Plantarum* 30, 285–293.
181. Masarovičová, E., Cicák, A., Štefančík, I. (1996). Ecophysiological, biochemical, anatomical and productional characteristics of beech (*Fagus sylvatica* L.) leaves from regions with different degree of immision impact. *Ekológia* 15, 337-351.
182. Mátyás, C., Bozic, G., Gömöry, D., Ivankovic, M., Rasztovits, E. (2009). Juvenile growth response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to sudden

- change of climatic environment in SE European trials. *iforest* 2: 213-220
 [Online: 2009-12-22] url: <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=519>.
183. Mátyás, Cs., Berki, I., Czúcz, B., Bálosa, G., Móricz, N., Rasztoivits, E. (2010). Future of Beech in Southeast Europe from the Perspective of Evolutionary Ecology. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 6, 91-110.
184. Mayer, H. (1992). *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Fisher, Stuttgart.
185. Mediavilla, S., Escudero, A., Heilmeyer, H. (2001). Internal leaf anatomy and photosynthetic resource-use efficiency: interspecific and intraspecific comparisons. *Tree Physiology* 21, 251–259.
186. Meier, I.C., Leuschner, C. (2008). Leaf Size and Leaf Area Index in *Fagus sylvatica* Forests: Competing Effects of Precipitation, Temperature, and Nitrogen Availability. *Ecosystems* 11, 655–669.
187. Mekić, F., Višnjić, Č., Ivojević, S. (2010). Morphological variability of different provenances of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Bosnia and Herzegovina. *SEEFOR* 1(1), 42-50.
188. Mészáros, I., Veres, S., Kanalas, P., Oláha, V., Szöllősi, E., Sárvári, E., Lévai, L., Lakatos, G. (2007). Leaf Growth and Photosynthetic Performance of Two Co-existing Oak Species in Contrasting Growing Seasons. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 3, 7-20.
189. Metcalfe, C. R., Chalk, L. (1957). *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II Clarendon Press, Oxford, 1309-1315.
190. Michelozzi, M., Loreto, L., Colom, R., Rossi, F., Calamassi, R. (2011). Drought responses in Aleppo pine seedlings from two wild provenances with different climatic features. *Photosynthetica* 49(4), 564-572.
191. Milad, M., Schaich, H., Bürgi, M., Konold, W. (2010). Climate change and nature conservation in Central European forests: A review of consequences, concepts and challenges. *Forest Ecology and Management* 261, 829–843.
192. Miller, P.C. (1983). Comparison of water balance characteristics of plant species in "natural" versus modified ecosystems. In: Mooney H.A. and Gordon M. (eds), *Disturbance and Ecosystems. Components of Response*. Springer, New York, p. 188–212.

193. Monclus, R., Villar, M., Barbaroux, C., Bastien, C., Fichot, R., Delmotte, F.M., Delay, D., Petit, J.M., Brechet, C., Dreyer, E., Brignolas, F. (2009). Productivity, water-use efficiency and tolerance to moderate water deficit correlate in 33 poplar genotypes from a *Populus deltoides* x *Populus trichocarpa* F1 progeny. *Tree Physiology* 29, 1329–1339.
194. Morgan, J.A., Pataki, D.E., Körner, C., Clark, H., Del Grosso, S.J., Grünzweig, J.M., Knapp, A.K., Mosier, A.R., Newton, P.C., Niklaus, P.A., Nippert, J.B., Nowak, R.S., Parton, W.J., Polley, H.W., Shaw, M.R. (2004). Water relations in grassland and desert ecosystems exposed to elevated atmospheric CO₂. *Oecologia* 140, 11–25.
195. Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J. (2006). Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research* 31, 85–95.
196. Muchow, R.C., Sinclair, T.R. (1989). Epidermal conductance, stomatal density and stomatal size among genotypes of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Plant, Cell & Environment* 12(4), 425–431.
197. Muhs, H.J., Paule, L., Ionita, L., von Wuehlisch, G. (2010). Concept and design of the international beech provenance trials of 1995 and 1998, and suggestions for future trials. COST E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry" Final Meeting. Book of abstracts. 4-6th May 2010, Burgos, Spain. p. 19.
198. Mujagić-Pašić, A., Ballian, D. (2012). Variability of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on the morphological properties of the leaf in natural populations of Bosanska Krajina. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo* 1, 57 – 69.
199. Muradoğlu, F., Gündoğdu, M. (2011). Stomata size and frequency in some walnut (*Juglans regia*) cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology* 13, 1011–1015.
200. Nielsen, C.N., Jørgensen, F.V. (2003). Phenology and diameter increment in seedlings of European beech (*Fagus sylvatica* L.) as affected by different soil water contents: variation between and within provenances. *Forest Ecology and Management* 174, 233–249.

201. Niinemets, U. (1995). Distribution of foliar carbon and nitrogen across the canopy of *Fagus sylvatica*: adaptation to vertical light gradient. *Acta Oecologica* 16, 525–541.
202. Nikolaeva, M.K., Maevskaya, S.N., Shugaev, A.G., Bukhov, N.G. (2010). Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian Journal of Plant Physiology* 57(1), 87–95.
203. Nikolić, N., Merkulov, Lj., Krstić, B., Orlović, S. (2003). A comparative analysis of stomata and leaf trichome characteristics in *Quercus robur* L. genotypes. *Zbornik matice srpske za prirodne nauke* 105, 51-59.
204. Nikolić, N., Merkulov, Lj., Pajević, S., Krstić, B. (2005). Variability of leaf anatomical characteristics in Pedunculate oak genotypes (*Quercus robur* L.). Gruev, B., Nikolova, M., Donev, A. (eds.). Proceedings of the Balkan scientific conference of biology, Plovdiv, Bulgaria, 19-21, May 2005, p. 240–247.
205. Nikolić, N., Krstić, B., Pajević, S., Orlović, S. (2006). Varijabilnost osobina lista kod različitih genotipova hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 111, 95-105.
206. Norby, R.J., Sholtis, J.D., Gunderson, C.A., Jawdy, S.S. (2003). Leaf dynamics of a deciduous forest canopy: no response to elevated CO₂. *Oecologia* 136, 574–584.
207. Nyachiro, J.M., Briggs, K.G., Hoddinott, J., Johnson-Flanagan, A.M. (2001). Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. *Cereal Research Communications* 29, 135-142.
208. Ocokoljić, M., Anastasijević, N. (2004). Varijabilnost svojstava half-sib potomstva kao osnova za oplemenjivanje mezijske bukve (*Fagus moesiaca* (Maly) Czeczott.). *Glasnik šumarskog fakulteta Beograd* 90, 129-140.
209. Oleksyn, J., Modrzyński, J., Tjoelker, M.G., Żytkowiak, R., Reich, P.B., Karolewski, P. (1998). Growth and physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. *Functional Ecology* 12, 573-590.

- 210.Oljača R., Govedar Z., Hrkić Z. (2008). Air pollution effects on percentage of stomata in leaves at tested species horse chestnut and birch in Banja Luka conditions. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 98, 155-166.
- 211.Oljača R., Govedar Z., Hrkić Z. (2009). Effects of aeropollution on stomatal density of studied wild horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) and birch (*Betula pendula* Roth) species in the area of Banja Luka. Proceedings of International Scientific Conference: Forestry in Achieving Millennium Goals. 13-15 November 2008, Novi Sad. p. 117-123.
- 212.Orlović, S. (1993). The variability and morphology of stomata of poplars. M.Sc Thesis, University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade. p. 118 (Serbian with English summary).
- 213.Orlović, S., Guzina, V., Krstić, B., Merkulov, Lj. (1998). Genetic Variability in Anatomical, Physiological and Growth Characteristics of Hybrid Poplar (*Populus x euramericana* DODE (GUINIER)) and Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* BARTR.) Clones. *Silvae Genetica* 47(4), 183-190.
- 214.Orlović, S., Pajević, S., Krstić, B., Kovačević, B. (2001). Genetic and phenotypic correlation of physiological and growth parameters of poplar clones. *Genetika* 33(3), 53-64.
- 215.Orlović, S., Pajević, S., Krstić, B. (2002). Selection of black poplars for water use efficiency. *Proceedings for Natural Sciences, Matica Srpska Novi Sad* 102, 45-51.
- 216.Orlovic, S., Klašnja, B., Pilipovic, A., Radosavljevic, N., Markovic, M. (2003). A possibility of early selection of black poplars (*Section Aigeiros* DUBY) for biomass production on the basis of anatomical and physiological properties. *Topola* 171/172, 35-44.
- 217.Orlović, S.S., Pajević, S.P., Krstić, B.Đ., Merkulov, L.S., Nikolić, N.P., Pilipović, A.R. (2004). Varijabilnost anatomsko-fizioloških osobina klonova bagrema, *Robinia pseudoacacia* L.. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 106, 65-79.
- 218.Orlović, S., Pajević, S., Klašnja, B., Galić, Z., Marković, M. (2006a). Varijabilnost fizioloških i parametara rasta klonova vrba (*Salix alba* L.). *Genetika* 38(2), 145-152.

- 219.Orlović S., Pilipović, A., Galić, Z., Ivanišević, P., Radosavljević, N. (2006b). Results of poplar clone testing in field experiments. *Genetika* 38(3), 259 - 266.
- 220.Orlović, S., Pilipović, A., Galović, V., Klačnja, B., Pap, P., Radosavljević, N. (2010). The role of new poplar strains in the alleviation of the effects of climate change. Proceedings from the International Scientific Conference: "Forest Ecosystems and Climate Changes", 9-10 March 2010, Belgrade, Serbia. p. 57-70.
- 221.Otieno, D.O., Schmidt, M.W.T., Adiku, S., Tenhunen, J. (2005). Physiological and morphological responses to water stress in two Acacia species from contrasting habitats. *Tree Physiology* 25, 361–371.
- 222.Otto, S., Loddo, D., Zanin, G. (2010). Weed-poplar competition dynamics and yield loss in Italian short-rotation forestry. *Weed Research* 50, 153–162.
- 223.Overdieck, D., Forstreuter, M. (1994). Evapotranspiration of beech stands and transpiration of beech leaves subject to atmospheric CO₂ enrichment. *Tree Physiology* 14, 997-1003.
- 224.Özyiğit, I., Akinci, S. (2009). Effects of some Stress Factors (Aluminum, Cadmium and Drought) on Stomata of Roman Nettle (*Urtica pilulifera* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 1, 108-115.
225. Pajević, S., Borišev, M., Nikolić, N., Krstić, B., Pilipović, A., Orlović, S. (2009). Phytoremediation capacity of poplar (*Populus* spp.) and willow (*Salix* spp.) clones in relation to photosynthesis. *Archive of Biological Science* 61(2), 239-247.
- 226.Parker, W.C., Pitt, D.G., Morneault, A.E. (2012). Influence of herbaceous and woody vegetation control on seedling microclimate, leaf gas exchange, water status, and nutrient relations of *Pinus strobus* L. seedlings planted in a shelterwood. *Forest Ecology and Management* 271, 104–114.
- 227.Parkhurst, D.F., Loucks, O.L. (1972). Optimal leaf size in relation to environment. *The Journal of Ecology* 60, 505–537.
- 228.Paule, L. (1995). Gene conservation in European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forest genetics* 2(3), 161-170.
- 229.Pearce, D.W., Millard, S., Bray, D.F., Rood, S.B. (2005). Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiology* 26, 211–218.

230. Pearson, R.G., Dawson, T.P. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography* 12, 361-371.
231. Pedrol, N., Ramos, P., Reigosa, M.J. (2000). Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. *Journal of Plant Physiology* 157, 383–393.
232. Penninckx, V., Meerts, P., Herbauts, J., Gruber, W. (1999). Ring width and element concentrations in beech (*Fagus sylvatica* L.) from a periurban forest in central Belgium. *Forest Ecology and Management* 113, 23–33.
233. Penuelas, J., Boada, M., 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology* 9, 131–140.
234. Perić, S., Jazbec, A.M., Tijardović, M., Margaletić, J., Ivanković, M., Pilaš, I., Madek, J. (2009). Provenance studies of Douglas fir in the locality of „Kontija“ (Istria). *Periodicum biologorum* 111(4), 487-493.
235. Perić, S., Tijardović, M., Jazbec, A. (2011). Rezultati istraživanja provenijencija zelene duglazije u ekološki različitim područjima kontinentalne Hrvatske. *Šumarski list – Posebni broj* (2011), 190-201.
236. Peters, R. (1997). Beech forests. Kluwer Academic Publishers, US. s. 1-184.
237. Peuke, A.D., Schraml, C., Hartung, W., Rennenberg, H. (2002). Identification of drought-sensitive beech ecotypes by physiological parameters. *New Phytologist* 154, 373–387
238. Picon, C., Guehl, J.M., Aussenac, G. (1996). Growth dynamics, transpiration and water-use efficiency in *Quercus robur* plants submitted to elevated CO₂ and drought. *Annals of Forest Science* 53(2-3), 431–446.
239. Qiang, W., Wang, X., Chen, T., Feng, H., An, L., He, Y., Wang, G. (2003). Variations of stomatal density and carbon isotope values of *Picea crassifolia* at different altitudes in the Qilian Mountains. *Trees* 17, 258–262.
240. Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography, Clarendon, Oxford.
241. Rebio de Casas, R., Vargas, P., Perez-Corona, E., Manrique, E., Quitan, J.R., Garcia-Verdugo, C., Balaguer, L. (2007). Field patterns of leaf plasticity in

- adults of the long-lived evergreen *Quercus coccifera*. *Annals of Botany* 100, 325-334.
- 242.Reich, P.B. (1984). Leaf stomatal density and diffusive conductance in three amphistomatous hybrid poplar cultivars. *New phytologist* 98, 231-239.
- 243.Reinhardt, K., Castanha, C., Germino, M.J., Kueppers, L.M. (2011). Ecophysiological variation in two provenances of *Pinus flexilis* seedlings across an elevation gradient from forest to alpine. *Tree Physiology* 31, 615–625.
- 244.Republički hidrometeorološki Zavod Republike Srbije (2011). Meteorološki godišnjak 1. Klimatološki podaci 2010. Republika Srbija. <http://www.hidmet.gov.rs/>
- 245.Republički hidrometeorološki Zavod Republike Srbije (2012). Meteorološki godišnjak 1. Klimatološki podaci 2011. Republika Srbija. <http://www.hidmet.gov.rs/>
- 246.Richardson, A., Berlyn, B. (2002). Changes in foliar spectral reflectance and chlorophyll fluorescence of four temperate species following branch cutting. *Tree Physiology* 22, 499–506.
- 247.Ristic, Z., Cass, D.D. (1991). Leaf Anatomy of *Zea mays* L. in Response to Water Shortage and High Temperature: A Comparison of Drought-Resistant and Drought-Sensitive. *Botanical Gazette* 152(2), 173-185.
- 248.Rivas-Martinez, S., Penas, A., Diaz, T.E. (2004). Cartographic Service, University of Leon, Spain.
- 249.Robinson, D., Linehan, D.J., Caul, S. (1991). What limits nitrate uptake from soil? *Plant, Cell & Environment* 14, 77–85.
- 250.Rose, R., Ketchum, J.S., Hanson, D.E. (1999). Three-Year Survival and Growth of Douglas-Fir Seedlings Under Various Vegetation-Free Regimes. *Forest Science* 45(1), 117-126.
- 251.Rose, L., Leuchner, C., Köckemann, B., Buschmann, H. (2009). Are marginal beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances a source for drought tolerant ecotypes. *European Journal of Forest Research* 128 (4), 335-343.
- 252.Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R., Damme, P.V. (2007). Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany* 59, 117–129.

- 253.Sabuncu, R. (2006). Mediterranean Cypres (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) Provenance-Progeny Trials: An ex-situ conservation. In Proceedings of the IUFRO Division 2 Joint Conference: Low Input Breeding and Conservation of Forest Genetic Resources: Antalya, Turkey, 9-13 October 2006. Edited by Fikret Isik. p 183.
- 254.SAS Institute, SAS/STAT user's guide, version 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, N.C., 2003.
- 255.Savić, S., Obuljen, A. (1979). Klimatska klasifikacija Jugoslavije po Kepenu i Torntvajtu, *Prilozi poznavanju vremena i klime SFRJ*, SHMZ, Beograd.
- 256.Schwabe, W., Lionakis, S. (1996). Leaf attitude in olive in relation to drought resistance. *Journal of Horticultural Science* 71, 157–166.
- 257.Serdar, U., Kurt, N. (2011). Some Leaf Characteristics are Better Morphometric Discriminators for Chestnut Genotypes. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13, 885-894.
- 258.Siam, A.M.J., Radoglou, K.M., Noitsakis, B., Smiris, P. (2009). Differences in ecophysiological responses to summer drought between seedlings of three deciduous oak species. *Forest Ecology and Management* 258, 35–42.
- 259.Silander, J.A., Antonovics, J. (1982). Analysis of interspecific interactions in a coastal plant community – a perturbation approach. *Nature* 298, 557–560.
- 260.Smith, S., Weyers, J.D.B., Berry, W.G. (1989). Variation in stomatal characteristics over the lower surface of *Commelina communis* leaves. *Plant, Cell and Environment* 12(6), 653–659.
- 261.Spanos, K., Gaitanis, D. (2010). The beech forests in Greece – an overview. Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 6-20.
- 262.Spence, R.D. (1987). The problem of variability in stomatal responses, particularly aperture variance, to environmental and experimental conditions. *New Phytologist* 107(2), 303-315.
- 263.Standovár, T., Kenderes, K. (2003). A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. *Applied Ecology and Environmental Research* 1 (1-2), 19-46.

264. StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
265. Stener, L.G. (2010a). Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Ranna, Sweden. In: Spanos, K.A. (ed.). "Beech genetic resources for sustainable forestry in Europe". Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 105-116.
266. Stener, L.G. (2010b). Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial southern Sweden. In: Spanos, K.A. (ed.). "Beech genetic resources for sustainable forestry in Europe". Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 117-126.
267. Stojanović, Lj., Krstić, M. (2000). Gajenje šuma III. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 250.
268. Stojnić, S., Pilipović, A., Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Orlović, S. (2010a). Growth variability of Beech in international provenance trials in Serbia. International scientific conference: Forest ecosystems and climate changes. Book of abstracts, Belgrade, 9-10th March 2010, 40.
269. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Galović, V., von Wühlisch, G. (2010b). Variability of morphological and physiological parameters of different European Beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances in international provenance trial in Serbia. COST E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry" Final Meeting. Book of abstracts. Burgos, 4-6th May 2010, 22.
270. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Katanić, M. (2010c). Variability of anatomical-morphological traits of different Beech provenances significant for adaptability to climate changes. International Scientific Conference: "Forestry: Bridge to the Future", Book of abstracts, Sofia, 13-15th May, 2010, 186.
271. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Kebert, M., Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D. (2010d). Variability of physiological parameters of different European beech

- provenances in international provenance trials in Serbia. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica* 6, 135-142.
272. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Kebert, M., Klašnja, B. (2011). Variability of net photosynthesis and stomatal conductance of *Populus x euramericana* cl. *Pannonia* rooted cuttings on two landfill sites. In: Proceedings of the "STREPOW" international workshop, Andrevlje-Noví Sad, February 23-24, 2011. p 307-312.
273. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M., Miljković, D. (2012). Variation in leaf physiology among three provenances of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in provenance trial in Serbia. *Genetika* 44(2), 341-353.
274. Sułkowska, M. (2010). Genetic and Ecotypic Characterization of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Poland. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*. 6, 115-122.
275. Sykes, M., Prentice, C. (1996). Climate change, tree species distributions and forest dynamics: A case study in the mixed conifer/northern hardwoods zone of northern Europe. *Climatic change* 34(2), 161-177.
276. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Ivetić, V., Knežević, R. (2006a). Komparativna analiza razvoja različitih provenijencija bukve u juvenilnoj etapi razvića. III Simpozijum sekcije za oplemenjivanje organizama Društva genetičara Srbije i IV Naučno-stručni simpozijum Društva selekcionara i semenara Srbije, Zlatibor, knjiga apstrakata, 110.
277. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Knežević, R. (2006b). Utvrđivanje fenotipske stabilnosti jednogodišnjih sadnica različitih provenijencija bukve. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci* 6, 61-71.
278. Šijačić-Nikolić, M., Ivetić, V., Knežević, R., Milovanović, J. (2007a). Analiza svojstava semena i klijavaca različitih provenijencija brdske bukve. *Acta biologica iugoslavica - serija G. Acta herbologica* 16(1), 15-27.
279. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J. (2007b). Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 95, 7-21.
280. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Pilipović, A., Orlović, S. (2009). Varijabilnost preživljavanja biljaka različitih provenijencija bukve u okviru

- evropskih provenijeničnih testova u Srbiji. Zbornik apstakata sa IV kongresa genetičara Srbije, 1-5. jun 2009. godine, 258.
281. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J. (2010). Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa. Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet. Beograd. s. 200.
282. Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., Nonić M., Knežević R., Babić V. (2012). Ecotypical characterization of genetic variation of beech provenances from South-Eastern Europe based on the morphometric characteristics of leaves. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 106, 197-214.
283. Škorić, A., Sertić, V. (1966). Analiza organske materije (humusa) u zemljištu. Priručnik za ispitivanje zemljišta knjiga I – Hemijske metode ispitivanja zemljišta, JDPZ. Str. 41-46.
284. Škorić, A., Filipovski G., Ćirić, M. (1985). Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo.
285. Štajner, D., Orlović, S., Popović, B., Kebert, M., Stojnić, S., Klačnja, B. (2013). Chemical parameters of oxidative stress adaptability in beech. *Journal of Chemistry*, Article ID 592695, 8 pages, doi:10.1155/2013/592695.
286. Takahashi, K., Miyajima, Y. (2008). Variations in stomatal density, stomatal conductance and leaf water potential along an altitudinal gradient in central Japan. *Phyton Annales Rei Botanicae* 48, 1-12.
287. Teissier du Cros, E., Thiebaut, B., Duval, H. (1988). Variability in beech: budding, height growth and tree form. *Annals of Forest Science* 45(4), 383-398.
288. Thompson, D. (2007). Provenances of beech best suited for Ireland. <http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnbeechfinal.pdf>
289. Thor, M., Stahl, G., Stenlid, J. (2005). Modelling root rot incidence in Sweden using tree, site and stand variables. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, 165–176.
290. Thuiller, W., Lavorel, S., Sykes, M.T., Araújo, M.B. (2006). Using niche-based modelling to assess the impact of climate change on tree functional diversity in Europe? *Diversity and Distributions* 12, 49–60.

291. Trinajstić, I. (2003). Taksonomija, morfologija i rasprostranjenost obične bukve. U: Matić, S. (ur.). Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti. Zagreb. s. 33-56.
292. Tzvetkova, N., Anev, S. (2008). Water Regime of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) In Drained Terrains. Proceedings of 3rd International Conference BALWOIS 2008, 27-31 May 2008, Ohrid, Republic of Macedonia.
293. Vanhanen, H., Veteli, T.O., Paivinen, S., Kellomaki, S., Niemela, P. (2007). Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth – A model study. *Silva Fennica* 41, 621–638.
294. van Wittenberghe, S., Adriaenssens, S., Samson, R., Verheyen, K. (2010). Anatomical and physiological leaf properties along a beech canopy. In: Proceedings of the International Conference on Local Air Quality and its Interaction with Vegetation, January 21-22, 2010, Antwerp, Belgium. p. 174-177.
295. van Wittenberghe, S., Adriaenssens, S., Staelens, J., Verheyen, K., Samson, R. (2012). Variability of stomatal conductance, leaf anatomy, and seasonal leaf wettability of young and adult European beech leaves along a vertical canopy gradient. *Trees* 26, 1427–1438.
296. Vasić, V., Drekić, M., Poljaković-Pajnik, L., Pekeč, S. (2005). Efikasnost i selektivnost herbicida u proizvodnji sadnica topola. *Topola* 175-176, 31-37.
297. Vasić, V., Konstantinović, B. (2008). Suzbijanje korova u rasadnicima topola primenom herbicida. *Acta herbologica* 17(2), 145-154.
298. Vidaković, M., Krstinić, A. (1985). Genetika i ople menjivanje šumskog drveća, Šumarski fakultet. Zagreb. s. 441.
299. Vilotić, D., Tošić, M., Radošević, G. (2006). Morpho-anatomic Characters of the Leaves of Yellow-leaf and Red-leaf Beech cultivars. In: Fikret, I. (eds.): Proceedings of the IUFRO Division 2 Joint Conference: Low Input Breeding and Conservation of Forest Genetic Resources: Antalya, Turkey, 9-13 October 2006. p 86-92.
300. Višnjčić, Ć. (2010). Variability of some morphological characteristics of 16 provenance of the European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo* 2, 55-70.

301. Vitasse, Y., Delzon, S., Bresson, C.C., Michalet, R., Kremer, A. (2009). Altitudinal differentiation in growth and phenology among populations of temperate-zone tree species growing in a common garden. *Canadian Journal of Forest Research* 39, 1259-1269.
302. von Wuehlich, G., Krusche, H., Muhs, J. (1995). Variation in temperature sum requirement for flushing of beech provenances. *Silvae Genetica* 44(5-6), 343-346.
303. von Wuehlich, G. (2004). Series of International Provenance Trials of European Beech. Proceedings from the 7th International Beech Symposium IUFRO Research Group 1.10.00 "Improvement and Silviculture of Beech". 10-20 May 2004, Tehran, Iran. p. 135-144.
304. von Wuehlich, G., Hansen, J.K., Mertens, P., Liesebach, M., Meierjohann, E., Muhs, H.J., du Cross, T.E., de Vries, S. (2008). Variation among *Fagus sylvatica* and *Fagus orientalis* provenances in young international field trials. In: Terezawa, K., Madsen, P., Sagheb-Telebi, K. (Eds.). Proceedings from the 8th IUFRO International Beech Symposium "Ecology and Silviculture of Beech", 8-13 September, Nanae, Hokkaido, Japan. p. 25-27.
305. von Wuehlich, G., Ballian, D., Bogdan, S., Forstreuter, M., Giannini, R., Götz, B., Ivankovic, M., Orlovic, S., Pilipovic, A., Sijacic Nikolic, M. (2010). Early results from provenance trials with European beech established 2007. COST E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry" Final Meeting. Book of abstracts. 4-6th May 2010, Burgos, Spain. p. 21.
306. Uemura, A., Ishida, A., Nakano, T., Terashima, I., Tanabe, H., Matsumoto, Y. (2000). Acclimation of leaf characteristics of *Fagus* species to previous-year and current-year solar irradiances. *Tree physiology* 20, 945-951.
307. Xu, Z., Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of Experimental Botany* 59 (12), 3317-3325.
308. Xystrakis, F. (2009). The drought tolerance limit of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands on Mt. Olympus, NC Greece. PhD theses. Faculty of Forest and Environmental Sciences, Albert-Ludwigs Universität Freiburg im Breisgau, Germany. p. 184.

309. Watson, R.T., Rodhe, H., Oeschger, H., Siegenthaler, U. (1990). Greenhouse gases and aerosols. p. 1-40. In: Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J. Climate change, The IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, 365 pp.
310. Welander, N.T., Ottosson, B. (1998). The influence of shading on growth and morphology in seedlings of *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management* 107, 117–126.
311. Wesche, S., Kirby, K., Ghazoul, J. (2006). Plant assemblages in British beech woodlands within and beyond native range: implications of future climate change for their conservation. *Forest Ecology and Management* 236, 385–392.
312. Wettstein, D. (1957). Chlorophyll-letale und submikroskopische formwechsel der plastiden. *Experimental Cell Research* 12, 427–506.
313. Wright, J.W. (1976). Introduction to Forest Genetics. Academic Press, Inc. San Diego, California. p 463.
314. Wolf, L. (1950). Mikroskopická technika, Statní zdravotnické nakladatelství. Praha.
315. Woodward, F. I. (1987). Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from pre-industrial levels. *Nature* 327, 617–618.
316. Woodward, F.I., Bazzaz, F.A. (1988). The response of stomatal density to CO₂ partial pressure. *Journal of Experimental Botany* 39, 1771–1781.
317. Woodward, F. I., Lake, J. A., Quick, W. P. (2002). Stomatal development and CO₂: ecological consequences. *New Phytologist* 153, 477–484.
318. Wuytack, T., Verheyen, K., Wuyts, K., Kardell, F., Adriaenssens, S., Samson, R. (2010). The potential of biomonitoring of air quality using leaf characteristics of white willow (*Salix alba* L.). *CLIMAQS Workshop "Local Air Quality and its Interactions with Vegetation"* January 21-22, 2010, Antwerp, Belgium.
319. Zhang, X., Zang, R., Li, S. (2004). Population differences in physiological and morphological adaptations of *Populus davidiana* seedlings in response to progressive drought stress. *Plant Science* 166(3), 791-797.
320. Zimdahl, L.R. (2007). Fundamentals of Weed Science. Third edition. Elsevier/Academic Press. USA. p. 666.

BIOGRAFIJA AUTORA

Srđan Stojnić je rođen 1984. godine u Sremskoj Mitrovici, gde je završio osnovnu školu (1999. godine) i gimnaziju (2003. godine). Na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu je diplomirao 2008. godine, kao prvi student u generaciji. Iste godine je upisao doktorske studije na Šumarskom fakultetu – Katedri za semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje. Od jula 2008. godine je zaposlen u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu iz Novog Sada.

Autor je i ko-autor više od 20 naučnih i stručnih radova. Učestvovao i učestvuje kao istraživač u realizaciji većeg broja međunarodnih (FP7, COST) i nacionalnih projekata.

Učestvovao na više međunarodnih naučnih skupova koji su održani u Frajburgu, Burgosu, Sofiji, Kaunasu, Vaheningenu, Zvolenu, Varaždinu, Madridu, Rimu, Beogradu, Novom Sad, itd.

Pored studija, stručno usavršavanje je obavljao i kroz pohađanje letnjih škola i u kratkim naučnim misijama u Institutu "CzechGlobe" iz Brna, Evropskom šumarskom institutu u Bordou i Univerzitetu u Waheningen-u.

Član je Upravljačkog komiteta (MC) COST akcije FP1202: "Strengthening conservation: a key issue for adaptation of marginal/peripheral populations of forest tree to climate change in Europe (MaP-FGR)", u okviru koje je i zamenik predsednika (co-chair) radne grupe 4: "Coordination and organization of all networking, databases management, training and communication activities: conferences, workshops, training schools, web toolbox, open access databases, reports, publications, STSMs".

Delegat je u Skupštini Lovačke komore Republike Srbije.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani: **Srdan M. Stojnić**

broj indeksa: **2008/18**

Izjavljujem

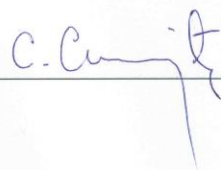
da je doktorska disertacija pod naslovom:

Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve u Srbiji

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 22.03.2013. godine



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Stojnić', is written over a horizontal line.

Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: **Srđan M. Stojnić**

Broj indeksa: **2008/18**

Studijski program: **Šumarstvo**

Naslov rada: **Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve u Srbiji**

Mentor: **Dr Dragica Vilotić, redovni profesor Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu**

Potpisani: **Srđan M. Stojnić**

izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.**

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 22.03.2013. godine

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Stojnić', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a vertical stroke extending downwards from the end of the line.

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve u Srbiji

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

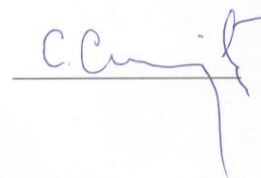
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

Potpis doktoranda

U Beogradu, 22.03.2013. godine



1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.