

# Morfološka varijabilnost pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) na Medvednici

---

Zegnal, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:896373>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-03**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET  
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ  
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**IVANA ZEGNAL**

**MORFOLOŠKA VARIJABILNOST PITOMOGA KESTENA (*Castanea  
sativa* Mill.) NA MEDVEDNICI**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB (RUJAN, 2017.)**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
<b>Predmet:</b>	Dendrologija
<b>Mentor:</b>	Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić
<b>Asistent – znanstveni novak:</b>	Dr. sc. Igor Poljak
<b>Studentica:</b>	Ivana Zegnal
<b>JMBAG:</b>	0068222909
<b>Akad. godina:</b>	2016./2017.
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	22. rujna 2017. godine
<b>Sadržaj rada:</b>	Slika: 5 Tablica: 6 Navoda literature: 26
<b>Sažetak:</b>	<p>U završnom radu prikazana je varijabilnost tri populacije pitomoga kestena (<i>Castanea sativa</i> Mill.) na području Medvednice: Loc-01, Loc-02 i Loc-03. Unutar svake populacije uzorkovano je po 20 stabala, a sa svakog stabla sakupljeno je po 10 zdravih listova s kratkih fertilnih izbojaka s osunčane strane krošnje. Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost utvrđena je na osnovi devet morfoloških značajki listova, pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Unutarpopulacijska varijabilnost veća je nego međupopulacijska. Stabla unutar populacija značajno se razlikuju za sva analizirana svojstva, dok je razlikovanje između populacija značajno za većinu analiziranih značajki. Utvrđeno je kako su međusobno najslabije populacije Loc-01 i Loc-02. Analizirani rezultati istraživanja uspoređeni su s rezultatima koje dobiva Bukvić (2013) za populacije pitomoga kestena na Medvednici.</p>

Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi navedenog nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Ivana Zegnal

U Zagrebu, 28.08.2017.

## SADRŽAJ

UVOD .....	1
Morfologija i biologija istraživane vrste .....	1
Ekološke značajke i šumske zajednice .....	4
Prirodna rasprostranjenost istraživane vrste .....	7
Pregled dosadašnjih istraživanja .....	8
CILJ RADA .....	10
MATERIJAL I METODE .....	11
Područje istraživanja .....	11
Materijal .....	12
Statistička obrada podataka .....	13
REZULTATI .....	16
Deskriptivna statistika .....	16
Analiza varijance .....	19
Multivarijatne statističke metode .....	21
ZAKLJUČAK .....	22
LITERATURA .....	24

## UVOD

### Morfologija i biologija istraživane vrste

*Castanea sativa* Mill. (*C. vesca* Gaertn., *C. vulgaris* Cam.) znanstveni je naziv za plemenitu listopadnu vrstu europski pitomi kesten, šumski kesten ili kostanj koja spada u porodicu bukvi, Fagaceae. Europski pitomi kesten značajna je vrsta koja pruža višestruku korist u pogledu kvalitetnog drva, jestivih plodova, meda, ogrijeva, listinca i dr. Europski pitomi kesten dugovječno je stablo koje postiže starost od oko 500 godina. Dostiže visinu od oko 40 m i prsni promjer debla od 150 cm te na osami stvara široku kuglastu krošnju (Fernández-López i Alía, 2003).

Početak 20. stoljeća u Europu je proširena gljiva *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., koja je uzročnik raka kestenove kore. Posljedica ove bolesti jest sušenje i propadanje stabala, te je zbog njenog djelovanja pitomi kesten ugrožena vrsta drveća u Hrvatskoj (Poljak i sur. 2012). U drvnjoj zalih Hrvatske sudjeluje s 0,8 % udjela. Najveće površine šuma nalaze se na sisačkom području, zatim na karlovačkom području te oko grada Zagreba (Tikvić i Ugarković 2017). Ukupno šumskih površina na kojima pitomi kesten dolazi u Hrvatskoj ima oko 136.000 ha (Novak-Agbaba i sur. 2000).

Kora mu je u mladosti siva, sjajna i glatka, a s vremenom postaje sivosmeđe boje, debela i uzdužno izbrazdana. Izbojci su srednje debeli, uzdužno bridasti, crvenkasto smeđe do sivosmeđe boje, posuti sitnim dlačicama i brojnim bijelim lenticelama. Pupovi pitomoga kestena spiralno su raspoređeni, oko 8 mm dugački, jajasti i tupog vrha, zbijeni i pokriveni s 2 ili 3 ljuske. Vršni pup odumire ujesen i tada njegovu ulogu preuzima gornji postrani pup koji je nešto veći od ostalih, dok su postrani pupovi koso otklonjeni od izbojka. Ožiljak otpalog lista je velik, trokutast i jajast ili zaobljeno srcast te je svjetlosmeđe boje. Listovi su jednostavni, 12-20 cm dugački, 3-6 cm široki, duguljasto kopljastog oblika, šiljastog vrha i krupno nazubljenog ruba. Zupci imaju tanki, nitasti, prema vrhu plojke usmjereni vrh. Osnova lista je zaobljena do slabo klinasta ili je polusrcasta. Zeljaste su do polukožaste konzistencije, odozgo tamnozeleni, goli i sjajni, u jesen žućkastosmeđi, dok su odozdo svjetliji, u početku zvjezdasto pustenasti, ali ubrzo goli. Nervatura listova je perasto mrežasta, žile drugoga reda teku paralelno i završavaju u zupcima, dok su palistići linearni, dlakavi te rano otpadaju. Peteljke 1.5-2 cm dugačke.

Europski pitomi kesten jednodomna je vrsta jednospolnih cvjetova. Muški cvjetovi građeni su od šesterodijelnog perigona, šest nektarija i 8-12 prašnika koji imaju dugačke prašničke niti. Više cvjetova skupljeno je u glavičastim dihajijima koji su smješteni u 10-25 cm dugačkim uspravnim resama u pazušcima listova ovogodišnjih izbojaka. Ženski cvjetovi imaju zvonasti, šesterodijelni dlakavi perigon, dok je plodnica podrasla, većinom šesterogradna te sa šest vratova i šest bjelkastih nitastih njuški. Cvjetovi su zajedno okruženi zelenim ovojom (kupulom), njih jedan do tri cvijeta, obrasli su suličastim ljuskama te su smješteni na osnovi muških cvatova. U procesu oprašivanja sudjeluju kukci (entomofilija) i vjetar (anemofilija). Cvjeta nakon listanja u mjesecu lipnju. Stabla na osami počinju cvjetati u starosti od 20 do 30 godina, a ona u sastojini od 40 do 60 godina (Idžojtić 2009).

Plodovi su zoohorni jednosjemeni orasi (kesteni) koji su sjajni, glatki, kožnati, tamnosmeđe boje, jednolično obojeni ili uzdužno tamnije prugasti, veliki 2-3 cm. Kesteni na osnovi imaju veliki bijeli hilum, a na vrhu su prileglo dlakavi i kratko šiljasti s ostatkom vrata i njuške tučka. Sjemenke čije su kožne ljuske kožaste jestive su, a endokarp je dlakav. Kupula, u kojoj se nalaze jedan do tri oraha, obrasla je bodljikavim, dugačkim, tankim i savitljivim ljuskama. Plodovi dozrijevaju u mjesecu listopadu, a nakon dozrijevanja kupula puca na četiri dijela i oslobađa plodove (Idžojtić 2009).



Slika 1. Europski pitomi kesten - *Castanea sativa* Mill. (Hempel & Wilhelm, 1889).



## Ekološke značajke i šumske zajednice

Kesten je vrsta koja se uvijek nalazi na debljim, svježijim i boljim tlima, koja su nastala na škriljalcima ili pješčenjacima, a mogu nastati i na vapnencima i dolomitima (Rauš, 1976). Pitomi kesten općenito uspijeva na toplijim mjestima višeg brežuljkastog položaja. On traži duboka, rahla, svježja i plodna tla, a prema mehaničkom sastavu najviše mu odgovara pjeskovita ilovača. Budući da razvija žilu srčanicu dubina tla bogatog hranjivima važnija je od podloge. Ne podnosi tlo u kojem je više od 8 % vapna (Glavaš, 2004). Kesten je vrsta umjereno tople klime i preferira područja gdje je srednja godišnja temperatura zraka između 8 °C i 15 °C, a srednja godišnja količina oborina preko 600 mm, bez sušnih razdoblja ili pak sa sušnim razdobljima koja ne traju više od tri mjeseca u godini. Za dobru fruktifikaciju zahtjeva minimalno šesteromjesečnu srednju temperaturu zraka od oko 10 °C. U mediteranskom području pridolazi od razine mora do preko 1000 m n.v., čak do 1500 m u Španjolskoj i Siciliji (Fernández-López i Alía, 2003; Conedera i sur. 2016). U kontinentalnom dijelu Hrvatske raste na nadmorskim visinama od 200 do 600 (700) m gdje uspijeva na različitim ekspozicijama i različitim tipovima tala (Poljak i sur. 2012). Kesten je u odnosu na toplinu mezotermna do termofilna vrsta drveća te djelomično podnosi zasjenu što ga čini poluheliofitom (Tikvić i Ugarković 2017). Pojavljuje se na položajima koji nisu podložni mrazovima jer mu prilikom listanja kasni mrazovi (tokom mjeseca svibnja) nanose veliku štetu, dok dobro podnosi jednoličnu zimsku hladnoću. Prilikom rasta na sunčanim ekspozicijama, gdje su velike dnevne temperaturne razlike zraka, ne trpi zimske vedre noće i tople sunčane dane (puca mu deblo od studeni) (Glavaš 2004).

Različiti autori navode različite podjele šumskih zajednica pitomoga kestena na području Hrvatske. Prema recentnoj fitocenološkoj literaturi (Medak 2009, 2011; Vukelić 2012) u Hrvatskoj bilježimo četiri šumske zajednice, odnosno asocijacije, a to su: šuma pitomoga kestena s hrastom kitnjakom (*Quercus-Castanetum sativae* Horvat 1938), šuma pitomoga kestena s prasećim zeljem (*Aposeri foetidae-Castanetum sativae* Medak 2011), šuma bukve s pitomim kestenom (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček et Zupančić /1979/ 1995) te submediteranska šuma pitomoga kestena s krškim kukurijekom (*Helleboro multifidi-Castanetum sativae* /Anić 1953/ Medak 2009).

Šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercus-Castanetum sativae* Ht. 1938) izgrađuje najveće komplekse na Zrinskoj gori, Medvednici i ostalom gorju sjeverozapadne Hrvatske. Uspijeva na visinama od 250 do 550 metara, ponekad i više, na blažim nagibima

i srednje dubokim do dubokim distričnim kambisolima, povrh glinenih škrljavaca, brusilovaca i filita. To su u pravilu nešto topliji lokaliteti, platoi, sedla ili blaže padine koje omogućuju dublje naslage tla u kojima se kestenov korijen razgranjuje do 1 m dubine. Sloj drveća čine pitomi kesten i hrast kitnjak dok su česti grab i bukva. Većina sastojina, često i cijeli kompleksi su zbog propadanja izgubili tipičan florni sastav i strukturu. Sloj grmlja je vrlo često bujno razvijen, a čine ga poznati acidofiti: *Chamaecytisus supinus*, *Lembotropis nigricans*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Vaccinium myrtillus* i vrste iz sloja drveća. Od prizemnog rašća najznačajnije su acidofilne vrste: *Melampyrum pratense*, *Hieracium sylvaticum*, *Hieracium racemosum*, *Festuca heterophylla*, *Luzula luzuloides*, *Pteridium aquilinum*, mahovi *Hypnum cupressiforme* i *Polytrichum commune*. Zbog povoljnih klimatskih i edafskih uvjeta uspijevaju i mnoge slabije acidofilne i neutrofilne vrste pa čak i termofiti.

Problematika sušenja kestena dovela je do zanemarivanja vrste i u gospodarskom i u istraživačkom smislu, no posebice fitocenološkom. Nakon analize rezultata višegodišnjih fitocenoloških istraživanja, sakupljenih s čitavog područja Hrvatske s naglaskom na glavna područja rasprostranjenosti (Zrinska i Petrova gora, Medvednica), Medak (2009, 2011) utvrđuje i opisuje novu asocijaciju mezofilnih kestenovih šuma, *Aposeris foetidae-Castanetum sativae* Medak 2011 koja se razlikuje od do sada opisanih i poznatih kestenovih šuma po flornom sastavu i po glavnim ekološkim čimbenicima (klima, tlo i geomorfologija). Navedena asocijacija zauzima najčešće sjeverne i istočne ekspozicije. Mezofilne kestenove šume rastu na zaravnjenim do blago nagnutim terenima. Zajednica raste na slabo do umjereno kiselom tlu, dubokom luvisolu. U sloju drveća pojavljuju se uz kesten još i bukva i obični grab. Čest je i hrast kitnjak, no s manjom pokrovnošću i značenjem nego u acidofilnoj kestenovoj šumi. Isto tako, česta je i divlja trešnja. U otvorenijim sastojinama dolaze breza, klen, lipe, brekinja i crni jasen. U sloju grmlja uz vrste iz sloja drveća dolaze i lijeska (*Corylus avellana*), glog (*Crataegus monogyna*), poljska ruža (*Rosa arvensis*), crvena hudika (*Viburnum opulus*) te termofilne vrste: crni jasen (*Fraxinus ornus*), obična kalina (*Ligustrum vulgare*), brekinja (*Sorbus torminalis*) i crna hudika (*Viburnum lantana*). Sloj prizemnog rašća je bujno razvijen, a čini ga mješavina acidofilnih i mezofilnih vrsta. Redovito se značajnije pojavljuju vrste *Rubus hirtus* i *Pteridium aquilinum* koje ukazuju na narušenu stabilnost zajednice. Razlikovne vrste prema drugim šumama pitomog kestena su: *Aposeris foetida*, *Circea lutetiana* i *Galeopsis tetrahit*. Zajednica je raščlanjena na dvije subasocijacije: *typicum* i *ligustretosum*

*vulgare*, a svrstava se u svezu ilirsko dinarskih bukovih šuma *Aremonio-Fagion*, podsvezu *Epimedio-Fagenion*.

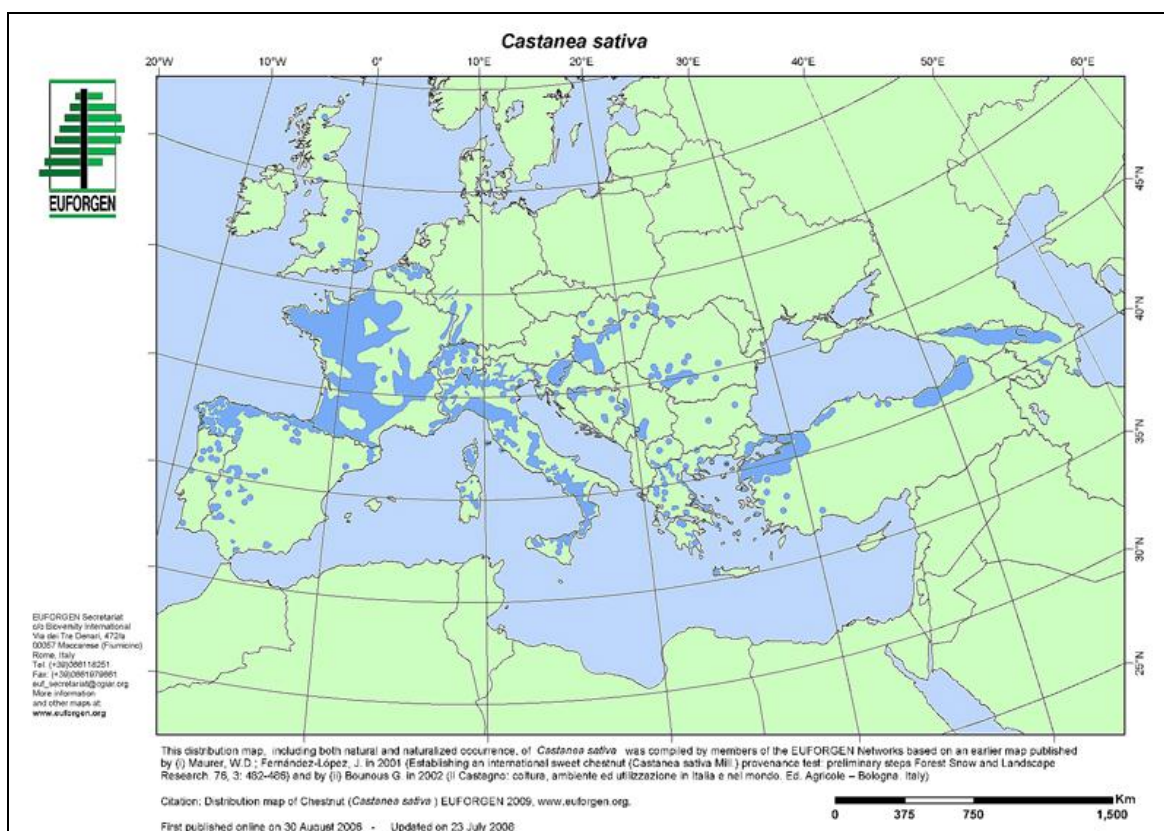
Šume bukve i pitomog kestena (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančič 1995) poznate su kao acidofilne bukove šume, vezane za nekarbonatnu podlogu, u kolinskom i submontanskom pojasu Slovenije. Karakteriziraju je relativno topla staništa u umjereno kontinentalnoj klimi s obilnim padalinama (1250-1500 mm). Zajednica se pojavljuje u širokom rasponu nadmorskih visina od 200 do 900 metara. Vezana je isključivo za nekarbonatnu podlogu i kisela, srednje duboka do duboka, smeđa tla. Bukva se smatra edifikatorom asocijacije, a primiješani su joj kitnjak i pitomi kesten te na nižim nadmorskim visinama grab i trešnja. U takvim šumama razvijaju se bujno acidofilno-heliofilne vrste: *Luzula albida*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense* subsp. *vulgatum*, *Hieracium racemosum*, *Calluna vulgaris* i dr.

*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančič 1995 subass. *abietetosum* Medak 2011 je mezofilnija subasocijacija koju je detaljno obradila Medak (2004, 2009) u gorju sjeverozapadne Hrvatske (Medvednica, Macelj, Trakošćan). Ovu subasocijaciju najbolje diferenciraju obična jela (*Abies alba*) i lazarkinja (*Galium odoratum*). Zajednice raste na sjevernoj strani Medvednice, u Bistranskoj i Stubičkoj gori te na manjim, izoliranim lokalitetima na Macelju i Trakošćanu. Sastojine ove subasocijacije dolaze na nadmorskim visinama od 350 do 700 m. Ekspozicije su pretežito sjeverne na manjim visinama (do 420 m), a južne i zapadne na većim (iznad 500 m), što omogućuje pridolazak jele. Tla na kojima se pojavljuje ova zajednica su distrični kambisoli kisele reakcije. Jela i kesten podjednako su zastupljeni u sloju drveća, a stalno su prisutni još kitnjak i bukva, dok podstojnu etažu čine jela i obični grab. U razvijenom sloju grmlja obično dominira jela, posebno kada je nema mnogo u sloju drveća. Redovito je prate ljeska i obični grab, a ponekad gorski javor, mliječ i trešnja. Posebno je zanimljiva i pojava crnog jasena, koji gotovo uvijek, iako u vrlo maloj pokrovnosti, prati kesten. Sloj prizemnog rašća zbog pomanjkanja svjetla vrlo je slabo razvijen.

## Prirodna rasprostranjenost istraživane vrste

Područje rasprostranjenosti kreće se od južne Europe (Pirenejski poluotok, Italija, Balkan) i sjeverne Afrike (Maroko), do sjeverozapadne Europe (Engleska, Belgija) te istočno prema zapadnoj Aziji (sjeveroistočna Turska, Armenija, Gruzija, Azerbajdžan, Sirija). U Europi pitomi kesten pokriva površinu od više od 2,5 milijuna ha. Većina područja (89 %) koncentrirana je u samo nekoliko zemalja (Francuska, Italija, a slijede ga Španjolska, Portugal i Švicarska) s dugom tradicijom kultivacije kestena (Fernández-López i Alía, 2003).

U Republici Hrvatskoj pitomi kesten najčešće raste u šumama brežuljkastog-brdskog područja kontinentalnog dijela Hrvatske, u Istri te na otocima Krku i Cresu. Areal se pruža na području između granice Slovenije te granice BiH, kroz središnju Hrvatsku. Najveće sastojine zabilježene su na Zrinskoj i Petrovoj gori te na Medvednici (Medak i sur. 2009; Idžojtić i sur. 2010; Poljak i sur. 2012).



Slika 2. Prirodna rasprostranjenost pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.).

URL: <http://www.euforgen.org/species/castanea-sativa/>

## Pregled dosadašnjih istraživanja

Poljak i sur. (2013) istražuju morfološku varijabilnost europskoga pitomoga kestena na Medvednici. U radu je prikazan metodološki pristup morfometrijske analize pri čemu su korišteni listovi sa šest različitih tipova izbojaka: kratki fertilni i sterilni izbojci iz osunčanog dijela krošnje, kratki izbojci iz sjene, dugi fertilni i sterilni izbojci iz osunčanog dijela krošnje te izbojci iz panja. Istraživanje je provedeno na temelju osam morfoloških značajki listova te dva izvedena omjera pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Cilj istraživanja bio je utvrditi statistički značajne razlike između listova s različitih tipova izbojaka europskoga pitomoga kestena. Provedenim istraživanjem utvrđeno je da najviši stupanj varijabilnosti pokazuju listovi kratkih fertilnih i sterilnih izbojaka osunčanog dijela krošnje. Listovi izbojaka iz panja te listovi kratkih izbojaka iz sjene pokazuju manji stupanj varijabilnosti u odnosu na listove ostalih tipova izbojaka. Isto tako, utvrđeno je da se listovi kratkih fertilnih i sterilnih izbojaka osunčanog dijela krošnje međusobno ne razlikuju, dok se u odnosu na ostale tipove izbojaka značajno razlikuju za većinu istraživanih svojstava. Općenito, listovi sjene u odnosu na listove svih ostalih tipova izbojaka imaju najkraće lisne peteljke i najšire listove s najvećom površinom plojke. Također, u odnosu na listove svih ostalih tipova izbojaka razlikuju se i oblikom lisne plojke, odnosno u prosjeku približno su dvostruko duži u odnosu na svoju širinu, dok su listovi ostalih tipova izbojaka duguljastiji. Ovim istraživanjem utvrđeno je da se kod europskoga pitomoga kestena listovi međusobno razlikuju ovisno o njihovom položaju na biljci (listovi svjetla u odnosu na listove sjene) i o tipu izbojka na kojem se razvijaju (Poljak i sur. 2013).

Matek (2011) daje prikaz morfološke varijabilnosti listova pitomoga kestena na području Papuka, za 20 stabala, pri čemu koristi standardne metode deskriptivne statističke analize. Morfološke značajke mjerene na listovima su: površina plojke ( $LA = 58,9 \text{ cm}^2$ ); dužina plojke ( $BL = 15,9 \text{ cm}$ ); maksimalna širina plojke ( $MPW = 5,5 \text{ cm}$ ); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke ( $PMPW = 6,6 \text{ cm}$ ); širina plojke na 50 % dužine plojke ( $PW1 = 5,1 \text{ cm}$ ); širina plojke na 90 % dužine plojke ( $PW2 = 1,3 \text{ cm}$ ); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definirana osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % ( $LA1 = 47,5^\circ$ ) i 25 % ( $LA2 = 30,5^\circ$ ) dužine plojke; i dužina peteljke ( $PL = 2,2 \text{ cm}$ ).

Pri mjerenju u morfološkim istraživanjima, osim listova, često se koriste i plodovi. Idžojić i sur. (2009) u svome radu istražuju međupopulacijsku i unutarpopulacijsku

varijabilnost populacija pitomoga kestena u Hrvatskoj na temelju morfologije plodova. Plodovi su skupljeni u 10 populacija s područja cijelog areala u Hrvatskoj: Bosiljevo, Cres, Gvozd, istočna Medvednica, zapadna Medvednica, Moslavačka gora, Ozalj, Topusko, Učka i Vojnić. Svaka populacija predstavljena je sa po deset stabala, koja su međusobno udaljena minimalno 50 m, a svako stablo s 30 zdravih plodova. Obavljena je analiza devet morfoloških značajki i sedam izvedenih omjera pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Svježi plodovi su vagani (m-masa) te je obavljeno digitalno mjerenje morfoloških značajki i na temelju njih izračunato sedam izvedenih omjera. Provedenim istraživanjem utvrđena je velika varijabilnost populacija pitomoga kestena u Hrvatskoj.

Poljak i sur. (2012) prikazuju varijabilnost pet populacija pitomoga kestena u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, točnije na području Ivanšćice, Kalnika, Macelja, Markuševačke gore i Samoborskog gorja.. Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost utvrđena je na osnovi deset morfoloških značajki plodova te osam izvedenih omjera, pri čemu su korištene deskriptivne i multivarijatne statističke metode. Ukupno je analizirano 1000 plodova. Utvrđeno je kako je unutarpopulacijska varijabilnost veća od međupopulacijske.

Perković (2011) na osnovi morfologije plodova, utvrđuje veliku varijabilnost europskoga pitomog kestena na području Medvednice. U istraživanju se koristi standardnim algoritmima deskriptivne statističke analize pri čemu koristi uzorke sa po 20 stabla (10 plodova po stablu).

Bukvić (2013) u svome diplomskom radu istražuje morfološku varijabilnost listova populacija europskoga pitomoga kestena na Medvednici. U istraživanje uključene su dvije populacije s južnih obronaka te jedna populacije sa sjevernih obronaka Medvednice. Unutar svake populacije uzorkovano je po 10 stabala, a sa svakog stabla sakupljeno je po 10 zdravih listova s kratkih fertilnih izbojaka. Kao najvarijabilnija lisna značajka pokazala se širina plojke na 90 % dužine plojke (PW2) s koeficijentom varijabilnosti od 47,80 %, a najmanje varijabilnim kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definirana osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2) s koeficijentom varijabilnosti od 16,29 %. Prema morfološkim svojstvima listova međusobno su najbližije populacije Medvednica zapad i Medvednica istok.

## CILJ RADA

Europski pitomi kesten plemenita je listača od koje imamo višestruku gospodarsku korist. U Hrvatskoj se rasprostire na površini od oko 35.000 ha u različitim ekološkim uvjetima i u različitim šumskim zajednicama. U posljednjih nekoliko desetljeća pitomi kesten znatno je ugrožena vrsta od raka kestenove kore. Osim toga, pod znatnim je utjecajem čovjeka što može rezultirati gubitkom genske raznolikosti.

O propadanju kestenovih sastojina na području sjeverozapadne Hrvatske te smanjenju površina pod kestenovim šumama pisalo je više autora. Tako Anić (1940) navodi da su uslijed prekomjernog i intenzivnog gospodarenja kestenove šume na području Medvednice znatno degradirane. Također ističe kako je u starim kestenicima tlo degradirano i zakiseljeno te da je sve veći broj starih panjeva s oštećenim i suhim stablima. Nakon toga ubrzo je uslijedilo i propadanje kestenovih šuma uzrokovano rakom kestenove kore, za koje Vukelić (1991) i Medak (2004) navode da je uvelike izmijenilo fizionomiju i strukturu tih sastojina. Vukelić (1991) ističe kako su površine pod kestenovim šumama na području Medvednice znatno smanjene u odnosu na stanje koje je prikazao Anić 1940. godine, dok Medak (2004) utvrđuje smanjenje areala pitomog kestena na području sjeverozapadne Hrvatske u odnosu na prijašnja istraživanja, ali isto tako i pozitivne utjecaje prestanka snažnog i intenzivnog oblika gospodarenja u posljednjih nekoliko desetljeća. S obzirom na to da se pitomi kesten kao jedna od naših najugroženijih vrsta plemenitih listača nalazi na listi prioriteta za očuvanje genofonda, potrebno je istražiti njegovu postojeću varijabilnost koja je negativno utjecana od raka kestenove kore i negativnih antropogenih čimbenika.

S obzirom na navedeno cilj rada bio je utvrditi morfološku varijabilnost populacija pitomoga kestena na Medvednici u dijelu prirodne rasprostranjenosti gdje se nalaze najveće i najljepše sastojine.

## **MATERIJAL I METODE**

### **Područje istraživanja**

Medvednica je gora smještena sjeverno od Zagreba koja se proteže u smjeru sjeveroistok-jugozapad u dužini od oko 40 km. Ponekad se naziva i Zagrebačka gora, iako je to samo jedan dio Medvednice prema gradu. Medvednica leži između triju rijeka: Krapine, Lonje i Save.

Park prirode Medvednica ima dugu geološku povijest: izgrađen je od stijena različitih starosti, od paleozoika do kvartara sa zastupljenošću magmatskih, sedimentnih (vapnenac i dolomit) i metamorfnih (zeleni škriljevac) stijena. Područje Medvednice spada u hladni dio umjerenog pojasa, no povoljno je za uspijevanje šumskoga drveća. Klima je humidna. Godišnji hod oborina ukazuje na kontinentalni oborinski režim s maksimumom oborina u toplom dijelu godine (IV-IX mjesec). Medvednica se tako razlikuje od okolnog područja s više oborina, nižim temperaturama, trajanju i količini snježnog pokrivača. Područje Medvednice nalazi se u temperaturnoj zoni u kojoj se temperatura zraka smanjuje za 0,5 °C na svakih 100 metara nadmorske visine. Srednja godišnja temperatura zraka na Medvednici je 6,2 °C, za ljetnih mjeseci u prosjeku je za 6 °C niža od onih u Zagrebu. Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom mjesečnom temperaturom zraka -3,1 °C. Najtopliji mjesec je srpanj s prosječnom temperaturom od 15,2 °C. Insolacija je puno veća od one u Zagrebu, otprilike za 100 sati godišnje. Ta je razlika prisutna u hladnom dijelu godine od listopada do ožujka kada je više magle u Zagrebu. Relativna vlažnost zraka je najviša u hladnom dijelu godine i u pravilu je veća većim nadmorskim visinama zbog nižih temperatura i bujnije vegetacije. Godišnja količina oborina je veća oko 50 % u odnosu na Zagreb. Srednji godišnji broj dana s padanjem snijega iznosi 54 dana, a najčešće pada u siječnju i veljači. Dominantni vjetrovi su sjevernjak i sjeveroistočnjak. Broj dana s jakim vjetrom iznosi 91, s olujnim 21 i češći su u hladnom dijelu godine. Broj dana s relativnom vlagom koja je veća od 80 % najveći je na Puntijarki i smanjuje se smanjenjem nadmorske visine. Na svim postajama najviše grmljavinskih dana ima u toplom dijelu godine (najbrojniji u lipnju).

Raznolika staništa (šume, šikare, livade, krčevine, gorski potoci i dr.) i visinska raslojenost rezultiraju raznolikom faunom. Biljni pokrov najvećim dijelom čine šume (63,6 %). Na Medvednici nalazimo 268 zakonom zaštićenih biljnih vrsta, 14 endemskih i



nekoliko kategorija ugroženih biljnih vrsta. U Parku postoji i osam posebnih šumskih rezervata.

Šumske sastojine razvijene su zbog razvitka vegetacije prostora u prošlosti i vrlo raznolikih ekoloških uvjeta (klimatskih utjecaja, nadmorskih visina, izloženosti, nagiba, tipova i dubina tala i dr.). To se posebno odnosi na južne padine Medvednice, koje predstavljaju jedan od najboljih primjera zoniranja šumske vegetacije u Hrvatskoj. Šume su važnog značaja s fitocenološkog i prirodno-znanstvenog stajališta, ali i gospodarskog zbog opće korisne vrijednosti (biološka raznolikost, potrajnost, zaštitna, estetska, rekreacijska, zdravstvena, turistička, obrazovna i druge funkcije). Od ukupne površine Parka (22.826 ha), na državne šume otpada 8.188 ha, 374 ha su šume Šumarskoga fakulteta, a 5.988 ha su privatne šume. Najzastupljenije, gospodarski značajne vrste su: bukva (*Fagus sylvatica* L.), jela (*Abies alba* Mill.), hrast kitnjak (*Quercus petraea* /Matt./ Liebl.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), obični grab (*Carpinus betulus* (L).), crna joha (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.) i pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.).

## Materijal

Sakupljanje herbarskog materijala i terenski rad izvršeni su na području Medvednice. Uzorci listova za morfometrijsku analizu sakupljeni su iz tri populacije: Loc-01, Loc-02 i Loc-03 (tablica 1). Unutar svake populacije uzorkovano je po 20 stabala, a sa svakog stabla sakupljeno je po 10 zdravih listova s kratkih fertilnih izbojaka s osunčane strane krošnje. Nakon što su listovi osušeni i herbarizirani pristupilo se njihovoj daljnjoj obradi.

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

Populacija	Oznaka populacije	Geografska dužina	Geografska širina	Nadmorska visina (m)
Lokacija 01	Loc-01	E 15° 55'	N 45° 54'	450
Lokacija 02	Loc-02	E 15° 57'	N 45° 56'	511
Lokacija 03	Loc-03	E15° 56'	N 45° 52'	525

U Zagrebu na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu odrađeno je skeniranje listova sa skenerom MICROTEK ScanMaker 4800, pomoću računalnog programa WinFOLIA, napravljenog posebno za vršenje preciznih morfoloških mjerenja lista. Podaci koji su nastali u programu WinFOLIA pohranjeni su u standardnim ASCII tekstualnim

datotekama, koje se lako otvaraju programima za statistiku ili proračunskim tablicama kao što je Microsoft Office Excel.

Na listovima su mjerene sljedeće morfološke značajke (slika 3, slika 4): površina plojke (LA); dužina plojke (BL); maksimalna širina plojke (MPW); dužina plojke, mjerena od osnove plojke do mjesta najveće širine plojke (PMPW); širina plojke na 50% dužine plojke (PW1); širina plojke na 90% dužine plojke (PW2); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % dužine plojke (LA1); kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 25 % dužine plojke (LA2); dužina peteljke (PL).

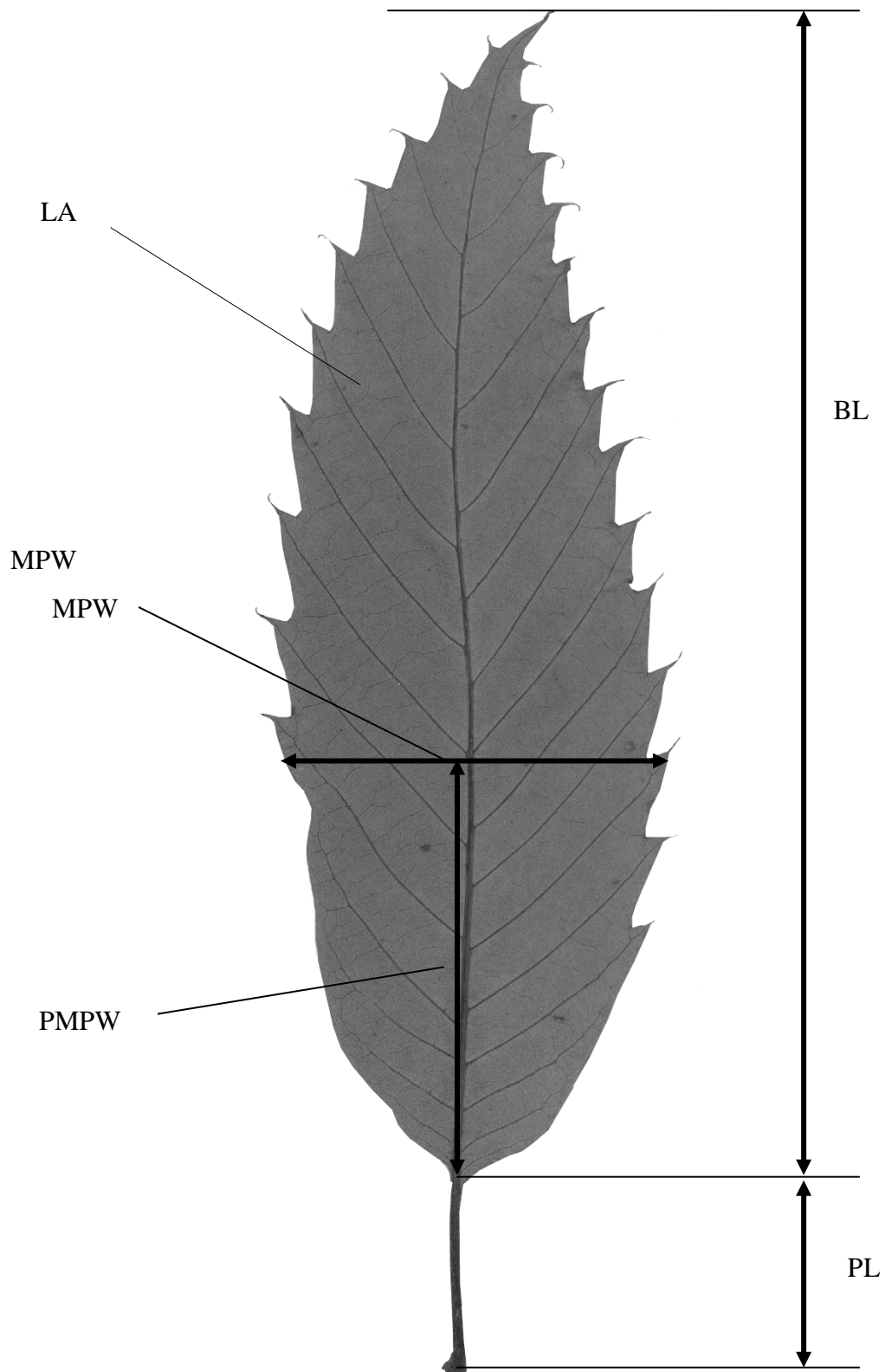
## Statistička obrada podataka

Za svaku mjerenu morfološku značajku određeni su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija (SD), raspon ( $x_{\min} - x_{\max}$ ) i koeficijent varijabilnosti (CV%). Testirana je i normalnost distribucije podataka (Kolmogorov-Smirnov test) i homogenost varijanci (Leveneov test). Međusoban odnos između istraživanih mjerenih značajki prikazan je Pearsonovim koeficijentom korelacije.

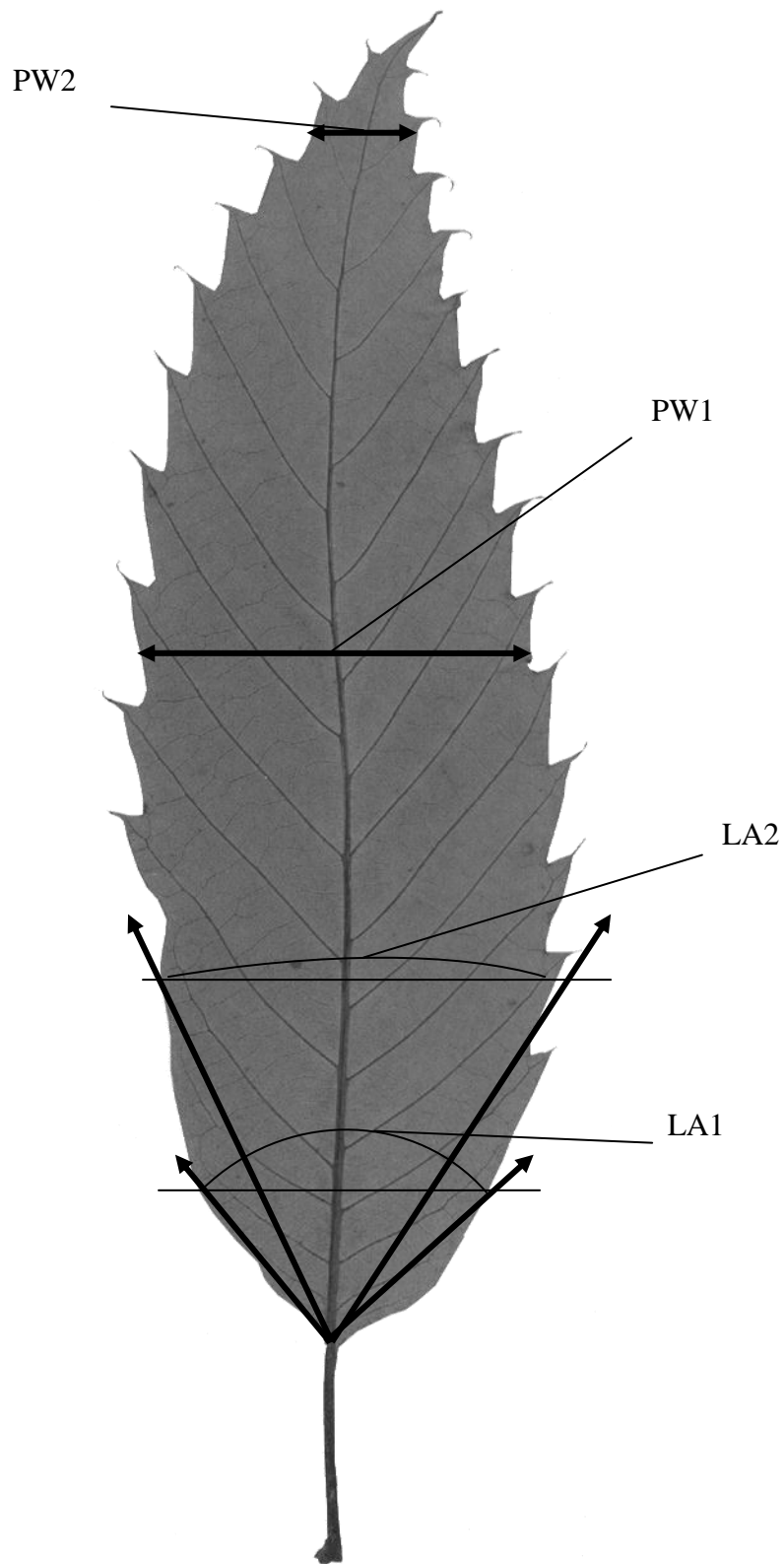
Za utvrđivanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti korištena je univarijatna analiza varijance (ANOVA). Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, na način da je faktor stablo ugniježđen unutar faktora populacija. Da bi se dobio uvid u zastupljenost pojedinih istraživanih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci (između populacija, između stabala unutar populacije, unutar stabla) korištena je REML metoda (*Restricted Maximum Likelihood Method*). Kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju za pojedina mjerena svojstva provedeno je i *post hoc* testiranje Fisherovim multiplim testovima (LSD) za sve parove populacija.

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

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



**Slika 3.** Mjerene značajke lista: LA, BL, MPW, PMPW, PL.



**Slika 4.** Mjerene značajke lista: PW1, PW2, LA1, LA2.

## REZULTATI

### Deskriptivna statistika

Rezultati deskriptivne statističke analize prikazani su u tablici 2 po populacijama (N = 200) te ukupno za sve populacije (N = 600). Za svaku mjerenu morfološku značajku po populacijama prikazani su sljedeći deskriptivni statistički pokazatelji: aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijabilnosti (CV%). Ukupno za sve populacije, osim navedenih deskriptivnih statističkih parametra, prikazane su i minimalne i maksimalne vrijednosti.

Prva populacija (Loc-01) ima najveće prosječne vrijednosti, a populacija Loc-02 najmanje za šest od devet značajki. Prosječna površina plojke (LA) za sve tri istraživane populacije je 73,26 cm<sup>2</sup>, a dužina (BL) 17,79 cm. Koeficijenti varijabilnosti za površinu plojke kreću se od 23,71 % za populaciju Loc-01 % do 36,49 % za populaciju Loc-03. Najmanje varijabilne značajke su izmjereni kutovi (LA1=14,62 °; LA2=14,10 °). Najvarijabilnijom populacijom pokazala se treća populacija (Loc-03).

Pearsonov koeficijent korelacije (tablica 3) pokazuje kako su vrijednosti korelacije za sve značajke signifikantne, osim za tri para značajki.

**Tablica 2.** Deskriptivni statistički pokazatelji.

Populacija	Deskriptivni pokazatelj	Značajka								
		LA (cm <sup>2</sup> )	BL (cm)	MPW (cm)	PMPW (cm)	PW1 (cm)	PW2 (cm)	LA1 (°)	LA2 (°)	PL (cm)
Loc-01	$\bar{x}$	88,86	19,71	6,94	9,59	6,49	1,68	43,63	28,56	2,34
	SD	21,07	2,37	1,09	1,81	1,09	0,52	6,33	3,96	0,57
	CV (%)	23,71	12,02	15,66	18,88	16,86	30,71	14,50	13,85	24,24
Loc-02	$\bar{x}$	72,65	17,60	6,03	8,35	5,66	1,79	43,91	28,60	2,13
	SD	24,08	2,74	1,15	1,68	1,12	0,50	6,50	4,35	0,78
	CV (%)	33,14	15,54	19,02	20,12	19,70	27,77	14,81	15,22	36,51
Loc-03	$\bar{x}$	73,26	17,79	6,12	8,38	5,71	1,61	44,14	28,61	2,27
	SD	21,26	3,03	1,12	1,84	1,10	0,38	6,49	3,79	0,66
	CV (%)	36,49	18,85	20,85	25,46	22,07	28,08	14,47	13,21	27,87
Ukupno	$\bar{x}$	73,26	17,79	6,12	8,38	5,71	1,61	44,14	28,61	2,27
	SD	25,43	3,10	1,29	2,02	1,26	0,50	6,45	4,03	0,68
	$x_{\min}$	14,05	8,31	2,62	3,71	2,37	0,56	26,00	15,00	0,44
	$x_{\max}$	165,19	27,09	10,90	14,8	9,68	4,10	60,00	41,00	5,98
	CV (%)	34,72	17,44	21,04	24,12	22,14	31,15	14,62	14,10	29,87

Maksimalne vrijednosti označene su crvenom, a minimalne zelenom bojom.

**Tablica 3.** Pearsonov koeficijent korelacije za mjerene morfološke značajke listova.

	LA	BL	MPW	PMPW	PW1	PW2	LA1	LA2
BL	0,861451							
MPW	0,942892	0,717796						
PMPW	0,733684	0,760704	0,663968					
PW1	0,932915	0,688049	0,983778	0,673387				
PW2	0,578738	0,269409	0,627082	0,410268	0,645664			
LA1	0,132399	-0,265796	0,237913	-0,248489	0,256619	0,302840		
LA2	0,224145	-0,229385	0,410755	-0,190717	0,423233	0,434228	0,858056	
PL	0,201011	0,295827	0,106678	0,188523	0,077340	-0,020341	-0,052881	-0,177151

Statistički značajne vrijednosti označene su crvenom bojom.

## Analiza varijance

Rezultati univarijatne analize varijance (ANOVA) prikazani su u tablici 4. Stabla unutar populacija signifikantno se razlikuju za sva analizirana svojstva. Razlikovanje populacija nije bilo statistički značajno za kut koji zatvaraju glavna lisna žila i pravac definiran osnovom plojke i točkom na rubu lista, koja se nalazi na 10 % (LA1) i 25 % (LA2) dužine plojke (LA1) i dužinu peteljke (PL).

**Tablica 4.** Univarijatna analiza varijance (ANOVA).

Značajka	Populacija		Stablo (populacija)	
	df = 2		df = 57	
	F	p	F	p
LA	14,00	$p < 0,01$	17,60	$p < 0,01$
BL	15,09	$p < 0,01$	12,55	$p < 0,01$
MPW	13,51	$p < 0,01$	21,32	$p < 0,01$
PMPW	20,59	$p < 0,01$	6,75	$p < 0,01$
PW1	13,61	$p < 0,01$	18,97	$p < 0,01$
PW2	10,01	$p < 0,01$	6,97	$p < 0,01$
LA1	0,55	$p = 0,58$	5,56	$p < 0,01$
LA2	0,01	$p = 0,99$	8,59	$p < 0,01$
PL	1,97	$p = 0,15$	5,13	$p < 0,01$

A – Loc-01; B – Loc-02; C – Loc-03

Metodom najveće vjerodostojnosti (REML) dobiven je uvid u zastupljenost pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci za sve istraživane varijable (tablica 5). Iz navedenih rezultata vidljivo je da je varijabilnost između stabala unutar svake populacije znatno veća nego između samih populacija. Od ovog pravila odstupa dužina plojke mjerena do najveće širine plojke (PMWP).



**Tablica 5.** Komponente varijance (Restricted Maximum Likelihood Estimates).

Značajka	Efekt %		
	Populacija	Stablo	Ostatak
LA	30,07	43,64	26,29
BL	29,09	38,01	32,91
MPW	30,54	46,55	22,91
PMPW	29,57	25,71	44,72
PW1	29,95	45,01	25,04
PW2	16,43	31,25	52,32
LA1	0,00	30,89	69,11
LA2	0,00	42,19	57,81
PL	1,74	28,71	69,55

Provedeno je i *post hoc* testiranje Fisherovim multiplim testovima (LSD) za sve parove populacija kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju za pojedina mjerena svojstva (tablica 6). Međusobno najslabije populacije su Loc-01 i Loc-02 koje se statistički značajno razlikuju za pet analiziranih značajki. Populacija Loc-03 značajno se razlikuje od ostale dvije za šest značajki.

**Tablica 6.** Rezultati komparacije parova populacija za devet značajki, korištenjem Fisherovog LSD testa.

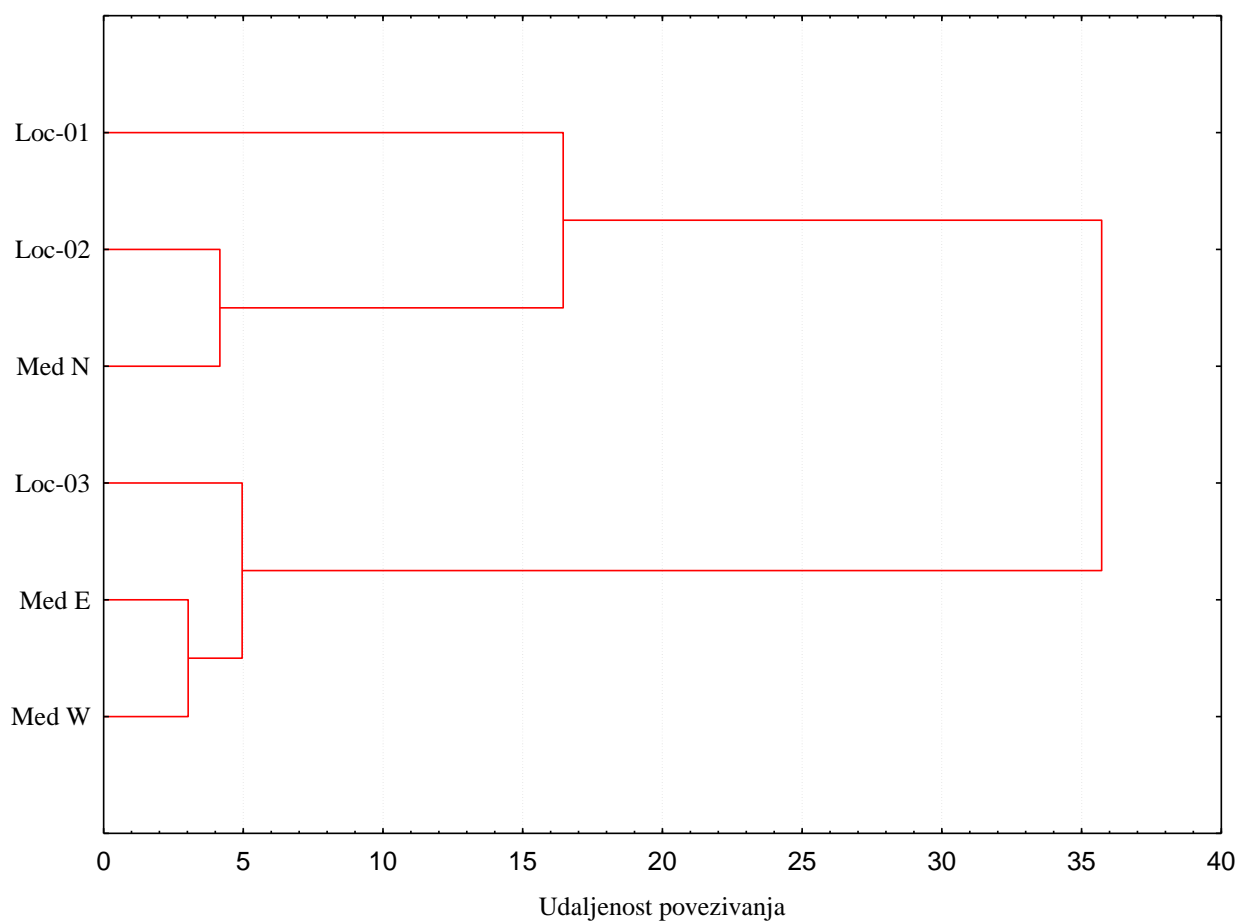
Značajka	A-B	A-C	B-C
LA	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,05
BL	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,05
MPW	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,05
PMPW	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01
PW1	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,05
PW2	p = 0,29	p < 0,01	p < 0,01
LA1	p = 0,83	p = 0,32	p = 0,44
LA2	p = 0,97	p = 0,90	p = 0,93
PL	p = 0,10	p = 0,93	p = 0,83

A – Loc-01; B – Loc-02; C – Loc-03

## Multivarijatne statističke metode

Na slici je prikazano horizontalno hijerarhijsko stablo (dendrogram) za šest analiziranih populacija na Medvednici, od kojih su tri populacije – Med N; Med E; Med W preuzete iz: Bukvić, R., 2013: Varijabilnost europskoga pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) na Medvednici prema morfološkim obilježjima listova. Diplomski rad, Šumarski fakultet Zagreb.

Iz dendrograma je vidljivo da su prema morfološkim svojstvima listova međusobno najbliži populacije Med E i Med W na koje se nadovezuje populacija Loc-03. Na udaljenosti povezivanja 36 navedenim populacijama pridružuju se populacije uzorkovane na području sjeverne Medvednice, a to su: Loc-01, Loc-02 i Med N.



**Slika 5.** Horizontalno hijerarhijsko stablo (dendrogram) za analizirane populacije.

## ZAKLJUČAK

U završnom radu prikazana je morfološka varijabilnost listova europskoga pitomoga kestena na području Medvednice. Kao najvarijabilnija lisna značajka pokazala se površina plojke (LA) s koeficijentom varijabilnosti od 34,72 %, a najmanje varijabilnim oba izmjerena kuta, odnosno značajka LA2 s koeficijentom varijabilnosti od 14,10 %, a prati ju značajka LA1 s nešto većim iznosom od 14,62 %. Vrlo visok koeficijent varijabilnosti od 31,15 % ima značajka širina plojke mjerena na 90 % dužine (PW2). Zatim slijede: dužina peteljke (PL) s 29,87 %; dužina plojke, mjerena od osnove do mjesta najveće širine plojke (PMPW) s 24,12 %, širina plojke na 50 % njene dužine (PW1) s 22,14 %, maksimalna širina plojke (MPW) s 21,04 % i dužina plojke (BL) s 17,44 %.

Analizirani rezultati ovog istraživanja uspoređeni su s rezultatima koje dobiva Bukvić (2013) za tri populacije pitomoga kestena na Medvednici: Medvednica sjever, Medvednica istok i Medvednica zapad. Populacijama Medvednica istok i Medvednica zapad najbližnja je populacija Loc-03. Srednje vrijednosti gotovo svih mjerenih značajki za populaciju Loc-03 nešto su veće u odnosu na populacije Medvednica istok i Medvednica zapad, osim za značajke LA1, LA2 i PL. Populaciji Medvednici sjever po mjerenim lisnim značajkama najbližnje su populacije Loc-01 i Loc-02, koje se razlikuju za iste značajke kao i prethodno navedene tri populacije.

Populacije Loc-01, Loc-02 i Medvednica sjever nalaze se na sjevernoj strani Medvednice u šumskoj zajednici obične bukve i pitomoga kestena s običnom jelom (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Župančić 1995. subass. *abietosum*). Tla na kojima se pojavljuju su distrični kambisoli neutralne do kisele reakcije. Uz podjednaku zastupljenost jele i kestena, u sloju drveća prisutni su još kitnjak i bukva dok podstojnu etažu čine obična jela i obični grab. U razvijenom sloju grmlja obično dominira obična jela, posebno kada je nema mnogo u sloju drveća. Redovito je prate ljeska i obični grab. Sloj grmlja je dobro razvijen što direktno utječe na sloj prizemnog rašća koji je vrlo slabo razvijen zbog pomanjkanja svjetla.

Populacije Medvednica istok i Medvednica zapad nalaze se na južnim ekspozicijama, unutar iste zajednice, šume hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercocastaneetum sativae* Ht. 1938) (Bukvić, 2013). Navedenim zajednicama pridružuje se populacija Loc-03. Za navedene populacije karakteristični su blaži nagibi i srednje duboka do duboka distrični kambisoli, povrh glinenih škrljavaca, brusilovaca i filita. To su u pravilu nešto topliji lokaliteti, platoi, sedla ili blaže padine koje omogućuju dublje naslage

tla u kojima se kestenov korijen razgranjuje do 1 m dubine. Sloj drveća čine pitomi kesten i hrast kitnjak dok su česti grab i bukva. Većina sastojina, često i cijeli kompleksi su zbog propadanja izgubili tipičan florni sastav i strukturu. Sloj grmlja je vrlo često bujno razvijen, s mnogo acidofilnih vrsta kao i u prizemnom sloju.

Europski pitomi kesten kao potencijalno važna i kod nas zanemarena gospodarska vrsta, ugrožena je prvenstveno rakom kestenove kore kao i antropogenim utjecajem. Od iznimne je važnosti da se genska raznolikost ove vrste istraži i sačuva. Genska raznolikost jedan je od osnovnih preuvjeta za prilagođavanje određene vrste na određene stanišne uvjete. Provedenim istraživanjem dobivene su spoznaje o morfološkoj varijabilnosti europskoga pitomoga kestena na području Medvednice, što je temelj za daljnja istraživanja koja je potrebno provesti kako bi se dobile smjernice za očuvanje genskih resursa ove vrste na Medvednici.

## LITERATURA

- Anić, M., 1940: Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori, Glas. šum. pokuse, 7: 103–312.
- Bukvić, R., 2013: Varijabilnost europskoga pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) na Medvednici prema morfološkim obilježjima listova. Diplomski rad, Šumarski fakultet Zagreb.
- Conedera M; Tinner W; Krebs P; de Rigo D; Caudullo G., 2016: *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luksemburg, 78-79
- European Forest Genetic Resources Programme: *Castanea Sativa* - Chestnut, 1.9.2017.
- Fernández-López J.; Alía R., 2003: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut (*Castaneasativa*), International Plant Genetic Resources Institute, Rim
- Glavaš M., 2004.: Pitomi kesten i njegova bolest (*Castanea sativa* Mill.), Glasnik zaštite bilja 6/2004, 97-102
- Idžojtić M., 2004: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 55 str.
- Idžojtić M., 2009: Dendrologija list, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 185 str.
- Idžojtić, M., J. Medak, I. Poljak, M. Zebec, B. Tutić, 2010: Slijedeći tragove pitomog kestena (*Castanea* spp.) – Uzgoj i kultura, folklor i povijest, tradicija i korištenje, Šum. list, 134 (5–6): 294–300.
- Idžojtić M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 118 str.
- Medak, J., 2004: Fitocenološke značajke šuma pitomog kestena u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, Magistarski rad, Šumarski fakultet Zagreb.
- Medak, J., 2009: Šumske zajednice i staništa pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
- Medak, J., M. Idžojtić, S. Novak-Agbaba, M. Ćurković-Perica, I. Mujić, I. Poljak, D. Juretić, Ž. Prgomet, 2009: Croatia, U: D. Avanzato (ur.): Following chestnut footprints (*Castanea* spp.) – Cultivation and culture, folklore and history, traditions and use, Scripta Horticulture, 9: 40–43.

- Medak J., 2011: Šume pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeri foetidae-castanetum sativae* ass. nova) U Hrvatskoj, Šumarski list – Posebni broj CXXXV, 5-24 UDK 630\* 188 (001), 5-22
- Službena web-stranica Parka prirode Medvednica; Priroda URL: <http://www.pp-medvednica.hr/priroda/> (20.08.2017.)
- Novak-Agbaba, S., B. Liović, M. Pernek, 2000: Prikaz sastojina pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj i zastupljenost hipovirulentnih sojeva gljive *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., Radovi Šumarskog instituta, 35 (1): 91–110.
- Perković, N., 2011: Morfološka varijabilnost plodova europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području zapadne Medvednice. Završni rad, Šumarski fakultet Zagreb.
- Poljak I; Idžojić M; Zebec M; Perković N., 2012: Varijabilnost europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) na području sjeverozapadne Hrvatske prema morfološkim obilježjima plodova, Šumarski list, 9–10, 479–489
- Poljak, I., M. Idžojić, M. Zebec 2013: The Variability of European Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) According to the Leaf Morphology – a Methodological Approach. II. European Congress on Chestnut, 9-12 October, Debrecen, Hungary. Poster presentation.
- Rauš Đ., 1976: Šumarska fitocenologija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 142-143, 189-190, 214-216 str.
- Tikvić I.; Ugarković D., 2017: Osnove ekologije šumskog drveća: pitanja i odgovori za kolokvij, I. Verzija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Šumarski odsjek, Ekologija šumskog drveća
- Vukelić, J., 1991: Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka, Glas. šum. pokuse, 27:1–82.
- Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, 403 str., Zagreb.

Slika 1. Hempel & Wilhelm, 1889.

Slika 2. <http://www.euforgen.org/species/castanea-sativa/>

Slika 3, slika 4.. Preuzeta: Bukvić, R., 2013: Varijabilnost europskoga pitmoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) na Medvednici prema morfološkim obilježjima listova. Diplomski rad, Šumarski fakultet Zagreb.