

Образац 2.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева:03-1725/1
3.3.2014.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду /»Гласник Универзитета“ бр. 131/06/,), дате сагласност на извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата

МАРКО ПЕРОВИЋ

пријавио је докторску дисертацију под називом:
„Таксономске и еколошке карактеристике планинског јавора
(*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“

ИЗ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ: ШУМАРСТВО

Универзитет је дана од 7.12.2011.године, својим актом бр. 02 бр.06-8226/23 од 7.12.2011. /дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора
(*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Марка Перовића** образована је на седници одржаној **26.12.2013.** год., одлуком Наставно-научног већа факултета под бр.**01-11196/1** од **26.12.2013.** у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област
------------------------------	-------	---------------

- | | | |
|---|--|--|
| 1. Др Раде Цвјетићанин, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета; Шумарство | | |
| 2. Др Милан Кнежевић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета; Шумарство | | |
| 3. Др Владимир Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду-Биолошког факултета - | | |
| 4. Др Мирјана Шијачић Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарски факултет-Шумарство | | |
| 5. Др Владислава Галовић, виши научни сарадник Универзитета у Новом Саду-Институт за низијско шумарство животну средину-Шумарство | | |

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **26.02.2014.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Др Милан Медаревић, ред.проф.

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт надлежног тела факултета о израђеној докторској дисертацији

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број: 01-1497/1
Датум: 26.02.2014.
Б Е О Г Р А Д

На основу члана 154. Статута Факултета, а на основу предлога Већа одсека за шумарство бр. 435/1 од 22.01.2014. год. и Извештаја Комисије бр. 10525/4 од 27.12.2013. год, Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Шумарског факултета, на седници одржаној 26.02.2014. год, доноси следећу

О Д Л У К У

Усваја се израђена докторска дисертације **мр Марка Перовића** под насловом: **„Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“.**

Образује се Комисија за јавну одбрану, у саставу:

1. Др Раде Цвјетићанин, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
2. Др Милан Кнежевић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
3. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
4. Др Владимир Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду- Биолошког факултета,
5. Др Владислава Галовић, виши научни сарадник Универзитета у Новом Саду-Институт за низијско шумарство и животну средину.

О б р а з л о ж е њ е

Универзитет у Београду је својим актом 02 број: 06-8226/23 од 07.12.2011. год. дао сагласност на предлог теме докторске дисертације мр Марка Перовића под називом: „Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“.

Кандидат је објавио следећи научни рад:

- **Перовић, М**, Prinz, K, Finkeldey, R, Цвјетићанин, Р. (2012): Genetic variation of greek maple (*Acer heldreichii* Orph.) populations in the western balkan region. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 11-12/2012. J.D. Sauerländer's Verlag. Bad Orb. Стр. 248-255.

Дана 10.12.2013. год, мр Марко Перовић је предао Факултету израђену докторску дисертацију. Комисија за оцену докторске дисертације предложила је ННВ-у да се предметна дисертација прихвати и одобри одбрана, те је одлучено као у диспозитиву ове одлуке.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду–Већу научних области, члановима Комисије, именованом, Служби за наставу и студентска питања, декану, писарници.

ПРЕДСЕДНИК ВЕЋА
Проф. др Милан Медаревић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Комисија за оцену докторске дисертације
мр Марка Перовића

ШУМАРСКОМ ФАКУЛТЕТУ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ШУМАРСТВО

О В Д Е

Предмет: Извештај комисије за оцену израђене докторске дисертације мр Марка Перовића под насловом: „Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“

Одлуком Наставно-Научног већа Шумарског факултета у Београду број 01-10525/3 од 26. 12. 2013. године образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације мр Марка Перовића под насловом: „Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“, у саставу:

1. др Раде Цвјетићанин, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
2. др Милан Кнежевић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
3. др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
4. др Владимир Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду-Биолошког факултета
5. др Владислава Галовић, виши научни сарадник Института за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду

Чланови комисије су прегледали и анализирали докторску дисертацију, оценили њен научни и стручни допринос у области Шумарства и у складу са Законом о Универзитету и Статутом шумарског факултета у Београду подносе Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Шумарског факултета следећи извештај и оцену.

А. Приказ докторске дисертације

Докторска дисертација мр Марка Перовића по насловом „Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“ написана је на 280 страница, у које је синтетизовано 68 слика, 52 табеле, 28 графикона, 28 карата и 4 прилога. Списак приложене литературе обухвата 325 библиографских јединица.

На почетку рада дати су кључна документациона информација на српском и енглеском језику, садржај и извод на српском и енглеском језику. Докторска дисертација обухвата обухвата 11 поглавља и то:

1. Увод.....	1-4. стр.
2. Предмет и циљ рада.....	4-5. стр.
3. Преглед досадашњих истраживања.....	5-13. стр.
4. Таксономски положај планинског јавора.....	13-25. стр.
5. Распрострањење планинског јавора.....	25-39. стр.
6. Објекти истраживања.....	39-70. стр.
7. Материјал и метод рада.....	71-94. стр.
8. Резултати истраживања.....	94-208. стр.
9. Дискусија.....	208-251. стр.
10. Закључци.....	251-255. стр.
11. Литература.....	255-280. стр.

Наведена поглавља су логички укомпонована у једну целину.

Б. Анализа докторске дисертације

1. Увод

У оквиру уводног поглавља кандидат наводи да је Балканско полуострво у флористичком погледу најбогатији и најразноврснији део Европског континента и процењује се да садржи 7000-8000 аутохтоних врста васкуларних биљака (према Стевановић *et al.* 1995). Флора Србије је такође веома богата и обухвата 3272 врсте и 390 подврста васкуларних биљака. У уводу су наведени дрвенасти ендемити и терцијерни реликти Балкана заступљени у флори Србије и истакнута је потреба да се они што детаљније проуче.

Наводи се да је планински јавор, поред оморице, један од најинтересантнијих ендемита Балкана у флори Србије. Достиже висине преко 30 m, спада у племените лишћаре са дрветом високог квалитета, има изражена декоративна својства. Врло су значајне и еколошке карактеристике ове врсте, јер расте само на планинским стаништима и међу нашим аутохтоним јаворима је најприлагођенији на хладне климатске услове великих надморских висина. Способност раста планинског јавора у условима у којима само мали број врста дрвећа може да опстане наглашава његов еколошки значај на природним налазиштима, где ова врста штити земљишта од ерозије, побољшава еколошке услове за опстанак других биљних врста и представља станиште и извор хране знатном броју животињских врста.

Спомиње се да је рад имао задатак да што детаљније проучи биолошку интраспецијску (популациону) варијабилност и интерспецијску (ценотичку) разноврсност планинског јавора на његовим најзначајнијим налазиштима у Србији, као и посебно вредним налазиштима у Босни и Херцеговини (прашума „Перућица“) и Црној Гори (прашума „Биоградска гора“). Интраспецијска варијабилност је утврђена анализом морфолошких и молекуларних маркера проучаваних популација, а интерспецијска

варијабилност је утврђена анализом различитих еколошких фактора (климатских, орографских, геолошких, педолошких и фитоценолошких) под чијим дејством се развијају популације планинског јавора. Наводи се да варијабилност планинског јавора на молекуларно-генетичком основама до сада није проучавана и да је овај рад пионирски у тој области.

2. Предмет и циљ рада

Предмет и циљ рада остварени су кроз следећа проучавања:

- утврђене су основне карактеристике морфолошких маркера популација планинског јавора у Србији и одређен је њихов интраспецијски варијабилитет;
- утврђена је генетичка варијабилност планинског јавора у Србији применом молекуларно-генетичких маркера;
- утврђена је међузависност варијабилности планинског јавора на основу анализе морфолошких и молекуларних маркера;
- проучени су еколошки услови у којима се налазе популације планинског јавора у Србији (климатски, орографски, геолошки, педолошки и фитоценолошки);
- проучен је утицај просторне дистрибуције популација и еколошких фактора на варијабилност планинског јавора;

3. Преглед досадашњих истраживања

У овом поглављу дат је преглед досадашњих истраживања планинског јавора. Ову врсту су пронашла два ботаничара: Orphanides, у планинским шумама Килини, близу Фламбурице и Heldreich, на планини Парнас, у јеловој шуми изнад Радове у близини Каркарије. Оба налазишта су у данашњој Грчкој. Ботаничар Boissier даје први опис планинског јавора 1856. године, називајући га *Acer heldreichii* Orph. Таксономијом планинског јавора су се касније бавили ботаничари: Панчић, Nyman, Pax, Maly, Beck, Науек, Лакушић, Р, Јанковић, Мургау итд. Ценологијом планинског јавора су се бавили Јовановић, који је и први описао заједницу планинског јавора и букве на Гочу 1957. године (*Acereto heldreichii-Fagetum* Jov. 1957.), Блечић, Стефановић, Јанковић, Матовић итд.

4. Таксономски положај планинског јавора

У овом поглављу се наводи таксономски положај планинског јавора. Он припада реду Sapindales, породици Sapindaceae и роду *Acer*, који обухвата око 130 врста распрострањених на северној земљиној полулопти. Род је подељен на 16 секција од којих се у Србији налазе представници 3 (*Acer*, *Platanoides* и *Ginnala*). Наводе се и описују секције рода *Acer* L. које су присутне у Европи, а планински јавор припада секцији *Acer*. У поглављу се наводи и морфолошки опис планинског јавора и његове еколошке карактеристике.

5. Распрострањење планинског јавора

У овом поглављу је приказано распрострањење планинског јавора са наводима и описима свих познатих налазишта на којима се појављује планински јавор распоређеним по државама, као и картама распрострањења.

6. Објекти истраживања

У овом поглављу су приказани објекти на којима су вршена проучавања карактеристика планинског јавора. То је осам планинских масива, од којих је шест у Србији: Рудник, Гоч, Јастребац, Стара планина, Голија и Јаворје код Прибоја. Осим тога, проучавања су вршена и у прашуми „Биоградска гора“, која се налази у истоименом националном парку у Црној Гори и у прашуми „Перућица“, која се налази у националном парку „Сутјеска“ у Босни и Херцеговини.

За појединачне објекте истраживања наведен је географски положај, орографске, хидрографске и едафске прилике, као и састојинске карактеристике шума на подручјима истраживања. Приложене су топографске карте појединачних локалитета са означеним зонама истраживања, као и геолошке карте.

7. Материјал и метод рада

У овом поглављу се износе примењени методи рада. Истраживања су вршена у два правца; са једне стране је истраживана интраспецијска варијабилност планинског јавора заснована на карактеристикама морфолошких и молекуларних маркера, а са друге стране су проучаване еколошке карактеристике у којима се налазе популације планинског јавора, које су укључивале климатске, орографске, едафске (геолошке и педолошке), као и фитоценолошке карактеристике.

Климатске карактеристике су одређене коришћењем климатских нормала за период 1981-2010. година, са синоптичких станица најближих проучаваним локалитетима. Коришћени су подаци о средњим месечним температурама и средњим месечним количинама падавина. Због значајних разлика у надморским висинама између синоптичких станица и локалитета проучавања, температурне вредности су апроксимирани методом термичких градијената, а за апроксимацију вредности падавина је коришћена формула Шрајбера (Schreiber) (Милосављевић 1988). Извршена је биоклиматска класификација по Кепену (Köppen), Лангу (Lang), утврђен хидрични биланс по Торнтвајту (Thornthwaite), одређен Кернеров (Kerner) степен континенталности, Де Мартонов (de Marton) индекс суше, плувиометријска агресивност климе по методу Фурнијеа (Furnier) и израђени омбротермни дијаграми по Госену (Gausson) и Валтеру (Walter).

Проучаване орографске карактеристике су обухватиле надморске висине, експозиције и нагибе терена, утврђене GPS уређајем GARMIN Vista HCX и компарацијом са подацима из одговарајућих шумских основа.

Истраживане едафске карактеристике обухватају детерминисање типова геолошких подлога и земљишта, као и одређивање физичких и хемијских карактеристика земљишта. Подаци се заснивају на 19 проучених педолошких профила. У педолошкој лабораторији Универзитета у Београду-Шумарског факултета одређене су следеће физичке и хемијске карактеристике земљишта: садржај хигроскопске воде, гранулометријски састав, активна киселост, супституциона киселост, хидролитичка киселост, сума адсорбованих базних катјона, тотални капаците адсорпције за катјоне, сума киселих катјона, степен засићености земљишта базама, укупан азот у земљишту, однос угљеника према азоту и садржај лакоприступачних фосфора и калијума.

Фитоценолошке карактеристике су одређене на основу 56 прикупљених фитоценолошких снимака по методу Браун-Бланкеа (Braun-Blanquet). На темељу фитоценолошких снимака су направљене фитоценолошке табеле и издвојене асоцијације и субасоцијације. За утврђене шумске заједнице су израђени спектри животних облика, спектри еколошких карактеристика, који укључују однос биљака према влажности, киселости земљишта, количини азота у земљишту, светлости и температури, као и хоролошки спектар.

Варијабилност на основу морфолошких маркера је утврђена на основу анализе карактеристика листова. Са сваког локалитета је одабрано по 30 нормално развијених стабала са којих је узето по 30 листова за анализу. Укупно је анализом обухваћено 7200 листова са 240 стабала. Анализа је извршена уз помоћ софтвера IMAGE.TOOL Ver. 3.0 и обухватила је мерење следећих параметара: дужина лисне плоче, ширина бочног лисног режња, ширина базалног лисног режња, ширина средњег лисног режња, дужина лисне петелке, угао између средњег и бочног лисног режња, површина листа, обим листа, као и рачунање међуодноса мерених параметара. Резултати су статистички обрађени употребом корелационе анализе, анализе варијансе и кластер анализе, уз помоћ софтвера STATISTICA Ver. 9 и SPSS ver. 17.0. На основу анализе морфолошких маркера су издвојени варијетети и форме.

Варијабилност на основу молекуларних маркера је утврђена анализом хлоропластних микросателита. Са сваког локалитета је одабрано по 30 стабала за анализу, са којих је такође узет и материјал за морфолошку анализу. Из техничких разлога није било могуће укључити популације са Старе планине, тако да је анализом варијабилности на основу молекуларних маркера обухваћено укупно 210 стабала. Лабораторијска истраживања су извршена у лабораторијама Катедре за шумарску генетику Георг-Аугуст (Georg-August) универзитета у Гетингену, Немачка. Извршена је изолација DNK из узорака, изолација микросателита на основу раније развијених прајмера за *Acer pseudoplatanus* L, њихова амплификација уз помоћ PCR уређаја и идентификација добијених фрагмената капиларном електрофорезом коришћењем софтвера GENESCAN 3.7 и GENOTYPER 3.7. Одређен је укупан број алела, просечан број алела по локусу, број специфичних алела, очекивана хетерозиготност, Неиева (Nei) генетичка дистанца и Жакардов (Jaccard) коефицијент сличности. У тим анализама су коришћени софтвери ATETRA Ver. 1.0, GenAlEx Ver. 6, PAST и STATISTICA Ver. 9. Ниво корелације између генетичког и просторног диверзитета популација одређен је применом следећих метода: Мантелов (Mantel) тест, Интерполација генетичког рељефа и Разграничење региона применом Монмонијеровог (Monmonier) алгорита највећих разлика, уз помоћ софтвера ALLELES IN SPACE. Осим тога, одређена је и корелација између климатских параметара и генетичких дистанци уз помоћ софтвера STATISTICA Ver. 9.

Извршена је и анализа корелације варијабилности планинског јавора засноване на основу морфолошких и молекуларних маркера. Корелација је тестирана χ^2 тестом уз помоћ софтвера STATISTICA Ver. 9.

8. Резултати истраживања

Резултати истраживања су обухваћени у неколико потпоглавља.

-Климатске карактеристике. Средња годишња температура на проучаваним локалитетима се креће од 3,7°C на Биоградској гори до 7,0°C на Руднику. Најтоплији месец је јул, осим на Јаворју, где је то август, са вредностима од 11,5°C на Биоградској гори до 15,8°C на Руднику. Најхладнији месец на свим локалитетима је јануар са средњим температурама од -5,1°C на Голији до -1,6°C на Руднику. Средња годишња количина падавина се креће од 1026,0 mm на Голији до 2486,3 mm на Биоградској гори. Највлажнији месец на већини локалитета је јун, осим на Биоградској гори и Перућици, где је то новембар. Количина падавина у току највлажнијег месеца се креће од 108,3 mm на Голији до 354,6 mm на Биоградској гори. Најсувљи месеци су најчешће зимски (јануар или фебруар), осим на Биоградској гори и Перућици где је то јул. Количина падавина у најсувљем месецу се креће од 63,4 mm на Голији до 84,2 mm на Гочу. Лангов кишни фактор показује да се скоро све популације налазе у условима перхумидне климе, осим на Руднику где је заступљена хумидна клима високих шума. Кепенова (Körpen) климатска класификација показује да је на свим локалитетима осим на Руднику заступљен тип D (влажна умерена клима са оштрим зимама), а на Руднику C (влажна умерена клима са благим зимама). Анализа Торнтвајтовог климатског индекса показује да се скоро све популације налазе у условима перхумидне климе (тип A), а једино популације на Руднику у условима јако хумидне климе (тип B₄). Де Мартонов индекс суше показује да су сви локалитети изразито шумска подручја, на којима се суша уопште не јавља. Плувиометријска агресивност климе, изражена коефицијентом Фурнијеа, показује да је већина локалитета плувиометријски угрожена. Једино је на Голији блага плувиометријска угроженост, на Јаворју и Старој планини средња, а на свим осталим локалитетима јака до врло јака. Омбротермни дијаграми Госена и Валтера показују да се сви проучавани локалитети планинског јавора налазе у условима врло влажне климе. На свим локалитетима су забележени перхумидни периоди, а са друге стране, нигде нису забележени ни сушни ни полусушни периоди. Анализа Кернеровог термодромског коефицијента није дала валидне резултате, из разлога што је овај тест недовољне прецизности за случајеве где се користе интерполирани подаци са надморских висина које се знатно разликују од оних на којима се врше истраживања, што је у овом истраживању било једино могуће.

-Орографске карактеристике. Све проучаване популације се налазе у планинским пределима, скоро увек у субалпийском појасу вегетације, на надморским висинама 1400-1700 m, само се популација на локалитету Рудник налази на надморској висини 1000-1100 m. Експозиције су углавном хладне и заклоњене, претежно северна, а појављују се и остале, али никад јужна. Нагиби су претежно благи до умерено стрми, једино су на Старој планини врло стрми (до 40°).

-Геолошка подлога. На проучаваним локалитетима је забележено 10 типова геолошких подлога. Првенствено су заступљене силикатне стене: гранити, гранодиорити, шкриљци, филити, гнајсеви, корнити, пешчари, глинци, осим на локалитетима Биоградска гора и Перућица на којима су забележене кречњачке стене (једри кречњаци, лапоровити кречњаци и кречњачке брече).

-Земљишта. Идентификована су четири типа земљишта: кречњачко-доломитна црница (калкомеланосол), хумусно-силикатно земљиште (ранкер), кисело смеђе земљиште (дистрични камбисол) и смеђе земљиште на кречњаку. Најзаступљеније је кисело смеђе земљиште, које је представљено са 14 од 19 проучених педолошких профила и забележено је на свим локалитетима осим Биоградске горе и Перућице. На Перућици је забележена кречњачко-доломитна црница, на Биоградској гори смеђе земљиште на кречњаку и доломиту, а ранкер је присутан у једном профилу на Јастрепцу. Земљишта су средње дубока до дубока, осим у случају кречњачко-доломитних црница и хумусно-силикатног земљишта, који су плитки. Реакција земљишта је врло јако до умерено кисела, осим кречњачко-доломитних црница, које су неутралне до благо базичне реакције, а степен обезбеђености хранљивим материјама јако варира, може бити и висок и низак.

-Фитоценолошке карактеристике. Утврђено је да се планински јавор појављује у две заједнице. Претежно је присутан као едификатор у субалпијским заједницама букве и планинског јавора (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957.), осим на локалитетима Голија и Стара планина, где се појављује као диференцијална врста у заједници букве, јеле и смрче (*Piceo-Abietetum* Ćolić 1965, syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Ćolić 1965, subass. *heldreichietosum*). У оквиру заједнице *Aceri heldreichii-Fagetum* су забележене две субасоцијације, subass. *carpinetosum betuli*, забележена на Руднику и subass. *typicum*, забележена на свим осталим локалитетима на којима је регистрована ова заједница. Укупно су у свим фитоценолошким снимцима забележене 124 врсте васкуларних биљака.

Спектар животних облика показује да обе заједнице имају хемикриптофитско-геофитско-фанерофитски карактер. По односу према влажности, обе заједнице су изразито мезофилне, према киселости неутрофилне, по захтевима за азотом су мезотрофне, по односу према светлости сциофилне до полусциофилне, по односу према температури су мезотермне. У хоролошком спектру у обе заједнице доминирају средњеевропске врсте, представљене централноевропском, централноевропско-кавказском и централноевропско-пиринејском групом ареалтипова.

-Варијабилност на основу морфолошких маркера. На основу корелационе анализе је утврђено да скоро сви мерени елементи стоје у јакој до врло јакој позитивној корелацији, осим величине угла између бочног и базалног лисног режња, која показује извешан степен позитивне корелације са већином мерених обележја, али је та корелација слаба, док са друге стране не показује никакву корелацију са дужином лисне плоче, а са ширином листа између базалних режњева показује благу негативну корелацију. Мерена обележја стоје са изведеним у врло различитим корелативним односима: од снажне позитивне до снажне негативне корелације.

Анализа варијансе показује да постоје статистички значајне разлике између популација по скоро свим мереним обележјима. Када су у питању дужина базалног лисног режња и угао између средњег и бочног лисног режња, те разлике су врло мале. По Такију (Tuskey) су констатоване само код једног пара популација, а по Шефеу (Scheffe) нису статистички значајне. Код осталих параметара, разлике су статистички значајне, али нису велике. Обично се могу издвојити само две групе хомогености, само када су у

питању површина листа и дужина лисне петелјке постоје четири групе хомогености, али у том случају већина популација показује интермедијарне карактеристике, што указује на релативно малу варијабилност морфолошких карактеристика листова планинског јавора на проучаваним локалитетима, односно да су популације релативно хомогене.

Кластер анализа урађена на основу мерених обележја показује да се јасно издвајају популације са Биоградске гора и Перућице, које граде једну хомогену групу, а све остале популације другу хомогену групу. На кластеру продукованом на основу изведених обележја, се такође јасно издваја популација са Биоградске горе у засебну хомогену групу, али популација са Перућице не стоји са њом у блиској вези и заједно са популацијом са Јаворја, представља посебну хомогену групу. Популација са Голије такође представља једну посебну хомогену групу, као и популација са Старе планине, а остале популације (Гоч, Јастребац и Рудник) су распоређене у пету хомогену групу.

Анализом морфолошких и морфометријских карактеристика листова на проучаваним локалитетима су издвојена два варијетета планинског јавора, var. *macropterum* и var. *heldreichii*. За var. *macropterum* је карактеристично да се бочни лисни режњеви не преклапају, док се код var. *heldreichii* преклапају. У оквиру var. *macropterum* су издвојене четири форме: f. *typicum*, затим f. *dissectum*, код које су лисни режњеви дубоко усечени, скоро до лисне основе, f. *rotundiloba*, код које су лисни режњеви заобљени и f. *equiloba*, која се карактерише заравњеним базалним лисним режњевима. Оба варијетета, *macropterum* и *heldreichii* су забележена на свим локалитетима. У оквиру var. *macropterum*, форме *typicum* и *dissectum* су забележене на свим проучаваним локалитетима, f. *rotundiloba* је присутна на Гочу, Јастрепцу, Голији и Биоградској гори, а f. *equiloba* на Руднику, Гочу, Јастрепцу и Голији.

-Варијабилност на основу молекуларних маркера. Екстракција ДНК узорак је била у потпуности успешна и из свих 210 јединки је добијена материјал задовољавајућег квалитета за анализу. Иницијалним тестом на осам SSR маркера претходно развијених за *Acer pseudoplatanus* L., је утврђено да су четири маркера (MAP 2, MAP 9, MAP 10 и MAP 34) била полиморфна и коришћени су у каснијем истраживању, док су четири маркера (MAP 12, MAP 33, MAP 40 и MAP 46) била мономорфна и нису се могла применити у проучавању генетичке варијабилности планинског јавора. Укупан број алела нађен у свим популацијама је 54. Просечан број алела по локусу је 7,3 и варира од 6,2 код популације на Руднику до 8,5 код популације на Биоградској гори. Највећи ниво полиморфизма је примећен код маркера MAP 34, којим су амплификована 24 различита алела. Очекивана хетерозиготност се мало разликује између популација и налази се у распону 0,68 до 0,72. Средња вредност Неиеве генетичке дистанце између популација је 0,11, а налази се у распону од 0,05 (између популација Голија и Јастребац, Голија и Гоч, као и Перућица и Биоградска гора) до 0,18 (између популација Јаворје и Рудник). Матрица Жакардове генетичке сличности даје приближне резултате. Највећа генетичка сличност је међу популацијама Голија и Јастребац (0,694), а најмања међу популацијама Рудник и Биоградска гора (0,372). Од 54 регистрована алела, 12 је заступљено само у по једној популацији (специфични алели). Кластер дијаграми продуковани на основу Неиеве генетичке дистанце између популација и Жакардовог индекса генетичке сличности показују велику генетичку сродност итмеђу просторно блиских популација у централном делу Србије (нарочито између популација на Јастрепцу и Голији), а такође између популација у прашумама Биоградска гора и Перућица. Популација на Руднику се јасно

диференцира у односу на све друге популације и показује највећи ниво генетичке специфичности.

-Корелација просторног и генетичког диверзитета. Мантелов тест не показује статистички значајан ниво корелације просторних и генетичких дистанци између популација. Анализа генетичког рељефа показује најмањи ниво генетичке дистанце између популација Гоч и Јастребац, као и популација Биоградска гора и Перућица, а највећи ниво је код популације Рудник, у односу на остале популације, нарочито према популацији Голија. Резултати примене Монмонијеровог алгорита најмањих разлика у случају једне генетичке баријере, групишу популације са Гоча, Јастрепца и Голије у једну групу, а све остале у другу. Уколико се примене две генетичке баријере, формира се и трећа група коју представља популација са Рудника. У целини су резултати корелационе анализе просторног и генетичког диверзитета у сагласности са резултатима анализе Неиеве генетичке дистанце.

-Корелација климатских и генетичких дистанци популација. Утврђена је позитивна корелација између матрица генетичких дистанци проучаваних популација и матрица климатских дистанци израчунатих преко Пирсоновог (Pearson) коефицијента за вредности средњих температура. Међутим, та корелација је доста слаба, тако да се може закључити да вероватно постоји извесан утицај климатских фактора на распоред алела у проучаваним популацијама, али је тај утицај слаб.

-Поређење варијабилности планинског јавора на основу анализе морфолошких и генетичких маркера. На основу анализе хи-квадрат теста, није потврђена статистички значајна веза између варијетета издвојених морфолошким анализом (*var. heldreichii* и *var. macropterum*) и генетичке варијабилности утврђене анализом микросателитских молекуларних маркера. Вредност добијена тестирањем најполиморфнијег маркера MAP 34 је на самој граници статистичке значајности (22,0 у односу на 22,4 колико износи гранична вредност), тако да постоји вероватноћа да су карактеристике овог маркера у корелацији са морфолошким карактеристикама листова, што је потребно проверити накнадним истраживањима. Експресија генотипа је условљена и модификована деловањем различитих фактора, попут плејотропије, епистазе, дејства гена модификатора и полимерних гена.

9. Дискусија

У овом поглављу кандидат врши анализу добијених резултата везаних за варијабилност популација планинског јавора и еколошке услове у којима се оне налазе и пореди их са резултатима страних и домаћих аутора. У одвојеним потпоглављима се врши дискусија везана сваки еколошки фактор појединачно, као и за варијабилитет планинског јавора утврђен морфолошким и молекуларним маркерима и њихову међузависност.

10. Закључци

У овом поглављу кандидат сажето, јасно и по логичном редоследу износи закључке до којих је дошао на основу проучавања у оквиру израде докторске дисертације.

Кандидат истиче да се скоро све проучаване популације планинског јавора по Торнтвајтовом климатском индексу налазе у условима перхумидне климе (тип А), а једино популације на Руднику се налазе у условима јако хумидне климе (тип В₄). На основу Кепенове климатске класификације на свим локалитетима, осим на Руднику преовлађује D климатски тип (влажна умерена клима са оштрим зимама), док је на Руднику присутан тип С (влажна умерена клима са благим зимама). Де Мартонов индекс суше и климадијаграми по Госену и Валтеру показују да су сви локалитети веома добро обезбеђени влагом и да се суша никад не појављује. У целини се може закључити да се све проучаване популације планинског јавора налазе у климатским условима повољним за шумску вегетацију, које делимично погоршавају ниске температуре за време вегетационог периода.

Планински јавор се на истраживаном подручју појављује првенствено у субалпијском појасу вегетације на надморским висинама 1300-1700 м. Само на Руднику је забележен у монтаном појасу на висинама 1000-1100 м, а нигде се не јавља на мањим висинама. Расте на различитим експозицијама, али је првенствено заступљен на хладним и влажним (северне, североисточне, северозападне), а скоро никад се не јавља на јужним. Када су у питању нагиби, планински јавор претежно расте на теренима са блажим нагибом, од потпуно равних терена (нагиб 0°), до терена са умерено стрмим нагибом (15-25°). Само на Старој планини је забележен на врло стрмим нагибима (до 40°), а нигде није забележен на врлетним теренима.

Кандидат наводи да су геолошке подлоге на којима су распрострањене популације планинског јавора различите. На проученим локалитетима су најчешће заступљене киселе силикатне стене (шкриљци, филити, гнајсеви, гранити, гранодиорити, пешчари), али могу бити и кречњаци (Перућица и Биоградска гора). Планински јавор се на истраживаним локалитетима појављује на четири типа земљишта: киселим смеђим земљиштима, смеђим земљиштима на кречњаку, кречњачко-доломитним црницама и хумусно-силикатним земљиштима. Доминирају кисела смеђа земљишта, која су заступљена у 14 од 19 проучених педолошких профила. Анализирана земљишта су претежно средње дубока до дубока, релативно добро обезбеђена хранљивим материјама, а хемијска реакција им се креће од екстремно киселе до благо базичне.

Кандидат истиче да се планински јавор на истраживаним локалитетима јавља у две асоцијације: као едификатор у заједници планинског јавора и букве (*Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957) и као диференцијална врста у заједници букве, јеле и смрче (*Piceo-Abietetum* Čolić 1965 (syn. *Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965), subass. *heldreichietosum*). У оквиру асоцијације *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957 издвојене су две субасоцијације: subas. *typicum* и subas. *carpinetosum betuli*, која је забележена само на локалитету Рудник. Субасоцијација *carpunetosum betuli* расте на нижим надморским висинама и у топлијим климатским условима у односу на subas. *typicum* и карактерише се присуством обичног граба (*Carpinus betulus* L.) као диференцијалне врсте. На основу анализе еколошких карактеристика, запажа се да, по спектру животних облика, обе истраживане заједнице имају хемикриптофитско-геофитско-фанерофитски карактер, по односу према влази су изразито мезофилне, према киселости неутрофилне, према снабдевености земљишта хранљивим материјама мезотрофне, према светлости сциофилне до полусциофилне, а према температури су мезотермне. На основу анализе спектра ареалтипова запажа се да у обе проучаване заједнице највеће учешће имају средњеевропске групе ареалтипова, што указује на њихов доминантно мезофилан карактер. Заједница *Piceo-Abietetum* показује

већу фригорибилност у односу на заједницу *Aceri heldreichii-Fagetum*, с обзиром да садржи двоструко већи број врста које припадају бореалним и арктичко-алпјским групама ареалтипова.

Кандидат наводи да су на основу морфолошких карактеристика листова сакупљених са 240 стабала на проученим локалитетима, који су обрађени упоредно-морфолошком и статистичком методом (методом корелације, анализе варијансе и кластер анализом) издвојени нижи таксони планинског јавора. Кандидат је издвојио два варијетета, var. *macropterum* и var. *heldreichii*. У оквиру варијетета *macropterum* су издвојене четири форме: f. *typicum*, f. *rotundiloba*, f. *dissectum* и f. *equiloba*. Проучени морфолошки маркери показују да су популације планинског јавора на истраживаним локалитетима релативно хомогене. Оба варијетета, var. *heldreichii* и var. *macropterum* се појављују у свим популацијама у значајном броју.

Кандидат сматра да хлоропластни SSR молекуларни маркери развијени за *Acer pseudoplatanus* L. могу релативно успешно да се примене и на *Acer heldreichii* Orph, што говори о генетичкој блискости ове две врсте. Од осам коришћених маркера, четири је било полиморфно. Анализа генетичког варијабилитета *Acer heldreichii* Orph. на основу четири полиморфна SSR маркера је утврдила присуство 54 различита алела у проученим популацијама. Просечан број алела по локусу по популацији је 7,3, а код појединачних популација се креће између 6,2 на Руднику до 8,5 на Биоградској гори. Највећи ниво полиморфизма је примећен код маркера MAP 34, који је амплификовао 24 различита алела. Просечна Неиева генетичка дистанца између популација је релативно мала и износи 0,11. Највећа дистанца је између популација Јаворје и Рудник (0,18), а најмања између популација Голија и Јастребац, Голија и Гоч, као и Перућица и Биоградска гора (0,05). Матрица Жакардове генетичке сличности показује сличне резултате као и матрица Неиеве генетичке дистанце. Највећа сличност је међу популацијама Голија и Јастребац (0,694), а најмања међу популацијама Рудник и Биоградска гора (0,372). Значајна диференцијација популације на Руднику у односу на остале популације је условљена дејством појаве генетичког дрифта у овој малој и изолованој популацији планинског јавора, која истовремено представља и његово најсеверније налазиште. Број и распоред специфичних алела такође говори о релативној генетичкој хомогености проучаваних популација. У свим популацијама, осим на Перућици је регистровано од једног до три специфична алела.

Кандидат истиче да поређење карактеристика издвојених варијетета на основу морфолошких маркера и генетичке варијабилности међу јединкама, коришћењем χ^2 (хи-квадрат) теста, није доказало постојање статистички значајне корелације између морфолошке и генетичке варијабилности. Узроци томе могу бити условљени карактеристикама генотипа (појава плејотропије, епистазе, комплементарног, модификационог и кондиционалног дејства гена, дејства полимерних гена), као и карактеристикама станишта.

Ниво корелације између генетичких дистанци међу популацијама и њиховог просторног распореда анализиран Мантеловим тестом је врло низак и није статистички значајан, док анализа коефицијената корелације између генетичких и климатских дистанци рачунатих на основу средњих температура показује благу позитивну корелативну везу. Та корелација је доста слаба и не показује значајан утицај на распоред алела у популацијама планинског јавора. Резултати анализе Монмонијеровог алгоритма максималних разлика међу популацијама, показују знатну подударност са резултатима

анализе генетичких дистанци по Неиу. Уколико се примени једна генетичка баријера, у једну групу се сврставају популације Гоч, Јастребац и Голија, између којих постоји највећа генетичка блискост и анализом Неиеве генетичке дистанце, док се остале популације сврставају у другу групу. Уколико се примене две генетичке баријере, формира се и трећа група коју представља популација Рудник, која и анализом Неиеве генетичке дистанце показује знатне разлике у односу на остале популације.

Кандидат наводи да највећа генетичка разноврсност популација планинског јавора забележена у Националним парковима „Биоградска гора“ и „Сутјеска“ што указује на велики значај заштићених подручја за конзервацију генофонда одређених врста. Оваква подручја обезбеђују *in situ* конзервацију расположивог генофонда на дужи временски период.

Заједнице планинског јавора су распрострањене на великим надморским висинама, највишим од свих аутохтоних јавора. Планински јавор има квалитетно дрво, а уз то и изражена декоративна својства. Због тога је потребно ову врсту гајити у шумским културама, а и као декоративну у брдскопланинским пределима.

11. Литература

У овом поглављу кандидат је дао приказ коришћене литературе распоређене по абecedном реду. Кандидат наводи 325 литературних извора, од којих је пет интернет сајтова.

12. Прилози

У виду прилога су дате четири табеле: Табела физичких особина земљишта, Табела хемијских особина земљишта, Фитоценолошка табела заједнице *Aceri heldreichii-Fagetum* B. Jov. 1957 и Фитоценолошка табела заједнице *Piceo-Abietetum* Čolić 1965.

Ц. Оцена и предлог

На основу детаљне анализе свих поглавља поднете докторске дисертације магистра Марка Перовића, асистента Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Комисија за оцену урађене докторске дисертације је констатовала да израђена докторска дисертација представља оригиналан и самосталан научни рад, који је написан у складу са насловом и пријавом теме докторске дисертације, да је постављени задатак истраживања испуњен и да поред научне вредности, резултати имају практичну примењивост.

Кандидат је применио савремен научни приступ у решавању дефинисане проблематике, а добијени резултати, уз поређење са резултатима домаћих и страних аутора, омогућили су извођење исправних закључака.

На основу целокупног сагледавања материјала обухваћеног овим истраживањем, примењених метода, добијених резултата и изведених закључака, Комисија сматра да ова докторска дисертација има научни и практични значај. Резултати истраживања ће знатно повећати сазнања о варијабилности планинског јавора, као и његовим еколошким

захтевима и условима у којима се његове популације развијају, што ће бити значајан ослонац у *in situ* конзервацији ове врсте дрвећа. Такође, добијени резултати ће знатно олакшати гајење ове врсте у шумским културама или у декоративне сврхе, јер ће омогућити лакше издвајање региона провенијенција и идентификовање погодних станишта за узгој. Варијабилност планинског јавора заснована на молекуларно-генетичким маркерима до сада није била проучавана, па је овај рад стога и пионирски у тој области. Део истраживања која су била предмет ове докторске дисертације је публикован у виду SCI научног рада под називом „Genetic variation of Greek maple (*Acer heldreichii* Orph.) populations in the western Balkan region“, објављеног 2012. године у часопису „Allgemeine Forst- und Jagdzeitung“, бр. 11-12/2012, стр. 248-255.

На основу свега изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Шумарског факултета, Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену израђене докторске дисертације мр Марка Перовића под називом: „Таксономија и утицаји станишта на карактеристике планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.) у Србији“ и омогући даљу процедуру која предстоји јавној одбрани на Шумарском факултету у Београду.

У Београду, 27.12.2013. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. др Раде Цвјетићанин, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
2. др Милан Кнежевић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
3. др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета
4. др Владимир Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду-Биолошког факултета
5. др Владислава Галовић, виши научни сарадник Института за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду