

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ШУМАРСТВО И ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ

ОВДЕ

Предмет: Извештај Комисије о оцени израђене докторске дисертације кандидаткиње Ивоне Р. Керкез Јанковић

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Шумарског факултета број 01-2/13, од 30.01.2019. године, усвојена је научна заснованост теме докторске дисертације кандидаткиње дипл. инж. Ивоне Р. Керкез Јанковић. Одлуком Већа научних области биотехничких наука, бр. 61206-580/2-19, од 12.02.2019. год. дата је сагласност на одлуку Наставно-научног већа Шумарског Факултета о прихватању теме под насловом: „Утврђивање варијабилности и диференцијације природних популација букве (*Fagus* sp.) у Србији применом генетичких маркера”.

Истом Одлуком, Већа научних области биотехничких наука, за менторе су одређени: др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета и др Владан Поповић, научни саветник Института за шумарство, Београд. На основу поднетог рукописа докторске дисертације, Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Шумарског факултета, број 01- 2/104 од 24.09.2025. године, образована је Комисија за оцenu израђене дисертације.

2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:

1. Др Марина Нонић, ванредни професор Универзитета у Београду – Шумарски факултет, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 14.12.2021. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет
2. др Владан Иветић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарски факултет, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 23.09.2020. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет
3. Др Јелена М. Алексић, научни саветник Универзитета у Београду – Институт за медицинска истраживања, Институт од националног значаја за Републику

Србију, датум избора: 30.11.2020. године, Универзитет у Београду - Институт за молекуларну генетику и генетичко инжењерство	
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ	
1. Име, име једног родитеља, презиме:	Ивона (Рајко) Керкез Јанковић
2. Датум и место рођења, општина, држава:	15.02.1991. године, Врбас, Република Србија
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:	15.09.2016. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, завршни рад под насловом „Анализа морфолошких параметара листа и семена различитих тест стабала дивље трешње (<i>Prunus avium</i> L.) са подручја Београда”
4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:	Биотехничких наука
5. Учесће у пројектима:	Учествовала је у реализацији 25 научно-истраживачких пројеката, од којих су пет међународног карактера, укључујући и три COST Акције. Представљено је пет најважнијих: 1. PRO_DROAKS: Физиолошка и морфолошка реакција храстових садница на сушни стрес (енг. <i>Physiological and morphological response of oak seedlings to drought stress</i>), Фонд за науку Републике Србије, истраживач, 2024-2025. 2. Очување и одрживо коришћење генофонда дрвенастих врста СП “Звездарска шума“, Град Београд – Градска управа града Београда – Секретаријат за заштиту животне средине, истраживач, 2023-2025. 3. COST Action CA19128: Pan-European Network for Climate Adaptive Forest Restoration and Reforestation, European Cooperation in Science and Technology, истраживач, 2020-2024. 4. SUPERB (енг. <i>Systemic solutions for upscaling of urgent ecosystem restoration for forest-related biodiversity and ecosystem services</i>), European Commission, истраживач, 2020-2024. 5. Идентификовање, праћење и конзервација генофонда ендемичних ретких и угрожених дрвенастих врста на подручју ПИО „Космај”, Град Београд – Градска управа града Београда –Секретаријат за заштиту животне средине, истраживач, 2021-2023.
6. Број објављених радова:	Коаутор је на преко 50 радова у националним и међународним часописима, као и предавања и саопштења на међународним и националним научним скуповима. Представљено је пет најважнијих: 1. Medina, M., Reyes-Martín, M. P., Levy, L., Lázaro-González, A., Andivia, E., Annighöfer, P., ... Kerkez Janković, I., ... & Leverkus, A. B. (2024). Ex situ germination of European acorns: data from 93 batches of 12 Quercus species. <i>Annals of Forest Science</i>, 81(1), 50. (M21) 2. Jovanović, M., Milovanović, J., Kerkez Janković, I., Nonić, M., & Šijačić-Nikolić, M. (2024). Adaptive potential of European beech in a provenance trial established in Serbia. <i>Trees</i>, 38(5), 1241-1253. (M22)

3. Mariotti, B., Olet, J. A., Andivia, E., Tsakalidimi, M., Villar-Salvador, P., Ivetić, V., ... **Kerkez Janković, I.**, ... & Coccozza, C. (2023). A global review on innovative, sustainable, and effective materials composing growing media for forest seedling production. **Current Forestry Reports**, 9(6), 413-428. (M21a)
4. Vemić, A., **Kerkez Janković, I.**, Kudláček, T., Jung, T., Šijačić-Nikolić, M., Nonić, M., & Milenković, I. (2021). Development of Hymenoscyphus fraxineus on seedlings from different half-sib lines of Fraxinus angustifolia in Serbia. *Forest pathology*, 51(4), e12705. (M22)
5. **Kerkez Janković, I.**, Nonić, M., Devetaković, J., Ivetić, V., Šijačić-Nikolić, M., & Aleksić, J. M. (2019). Technical overview of nuclear microsatellites for Fagus sp., and their utility in F. sylvatica from the central Balkans (Serbia). **Scandinavian Journal of Forest Research**, 34(7), 545-556. (M22)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2070-158X>

Google Академик: <https://share.google/O6DewwORfzihA8TUu>

Добитник је стипендије за студенте докторских академских студија Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Од 2017. године запослена је на Шумарском факултету, Универзитета у Београду, прво као истраживач приправник (2017-2020), а затим као истраживач сарадник (2020-), на основу првог јавног позива Министарства науке, технолошког развоја и иновација талентованим младим истраживачима – студентима докторских академских студија.

Члан је Друштва генетичара Србије и Регионалне радне групе за Европу и Азију у оквиру Глобалног конзорцијума за конзервацију храстова (*Global Conservation Consortium for Oaks - GCCO*).

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

„Утврђивање варијабилности и диференцијације природних популација букве (*Fagus sp.*) у Србији применом генетичких маркера”

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидаткиње Ивоне Керкез Јанковић, мастер дипломираног инжењера шумарства, садржи укупно 186 страна, од којих је 136 страна текста, 10 страна прилога и 5 страна на којима се налазе биографија кандидаткиње, као и изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу.

Докторска дисертација садржи 37 табела, 5 слика, 42 графикана, 3 шеме 10 фото-таблица и 4 прилога. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 279 референци.

На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима, као и пописи скраћеница, табела, слика, графикана, шема, фото-таблица и прилога.

V ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Предмет докторске дисертације кандидаткиње су природне популације букве са подручја Србије. Кандидаткиња истиче да су у Србији букове шуме најраспрострањеније, али да су претежно изданачког порекла и незадовољавајућег стања, да се природна обнова често неадекватно спроводи, док се вештачка обнова

ретко примењује. Имајући у виду значај букве као еколошки и економски важног ресурса шумског фонда Србије, претње по букове шуме које представља крчење, деградација и губитак биодиверзитета (илегалне сече, пожари, утицаји пољопривреде), изостанак квантитативних циљева и смерница за управљање угљеником и очување биодиверзитета, климатске промене које узрокују еколошке и економске губитке, као и ограничени број ранијих студија које су се бавиле природним популацијама букве на молекуларном нивоу, кандидаткиња истиче потребу за свеобухватним истраживањима која ће омогућити стицање увида у генетички статус природних популација букве, што представља циљ дате докторске дисертације. Наводи да резултати докторске дисертације могу послужити као основ за одабир будућих газдинских метода и мера као и за конзервацију и одрживо коришћење букве у Србији.

У том циљу, кандидаткиња је у оквиру докторске дисертације истраживала 11 природних популација букве на: молекуларном нивоу (анализирала је 225 стабала применом 12 нуклеарних микросателита); морфолошком нивоу (анализирала је 8.800 листова, 1.320 купула, 1.980 семена, 165 клијаваца, 445 једно-, дво- и трогодишњих садница у расадничком тесту потомства применом 58 биометријских параметара) и фенолошком нивоу (анализирала је 486 двогодишњих садница).

Ниво генетичког диверзитета и генетичке диференцијације утврђен применом једарних микросателита омогућава стицање увида у селективно неутралну варијабилност, а процена морфолошких и фенолошких карактеристика потомства омогућава стицање увида у адаптивни потенцијал врсте.

Кандидаткиња је дефинисала опште и специфичне научне циљеве истраживања:

Општи циљ истраживања је дефинисан као утврђивање нивоа генетичке варијабилности и диференцијације природних популација букве у Србији, применом генетичких маркера.

Специфични циљеви истраживања дефинисани су за оба нивоа истраживања: ниво природних популација и ниво расадничког теста потомства.

Специфични циљеви на нивоу природних популација су:

Утврђивање унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности и структуре одабраних популација применом молекуларних маркера;

Утврђивање варијабилности морфолошких карактеристика листова тест стабала;

Утврђивање варијабилности морфолошких карактеристика купула;

Утврђивање варијабилности морфолошких карактеристика семена.

Специфични циљеви на нивоу расадничког теста потомства су:

Утврђивање варијабилности морфолошких карактеристика једногодишњих, двогодишњих и трогодишњих садница пореклом из одабраних популација;

Утврђивање варијабилности фенолошких карактеристика листања и сенесценције листова двогодишњих садница.

VI ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ СЕ ПОЛАЗИЛО У ИСТРАЖИВАЊУ

У складу са формулацијом истраживачког проблема и наведеним општим и специфичним циљевима, кандидаткиња је дефинисала и опште (ОХ) и специфичне хипотезе (СХ) истраживања, које су потпуно или делимично потврђене:

ОХ1: *На подручју Србије постоји значајан генофонд букве у природним популацијама, са сависоким степеном генетичке варијабилности – потпуно*

- потврђена хипотеза имајући у виду висок ниво генетичке варијабилности како на молекуларном, тако и на морфолошком и фенолошком нивоу.
- ОХ2: *Примена морфолошких маркера може допринети бољем упознавању варијабилности и диференцијације букве у природним популацијама на подручју Србије* – потпуно потврђена хипотеза имајући у виду да је овим истраживањима обухваћен највећи број природних популација из читавог ареала букве на подручју Србије, узимајући у обзир дефинисане регионе провенијенција, као и да су последња свеобухватна истраживања морфолошке варијабилности природних популација букве на подручју Србије спроведена средином прошлог века.
- ОХ3: *Примена молекуларних маркера може допринети бољем упознавању варијабилности и диференцијације букве у природним популацијама на подручју Србије* – потпуно потврђена хипотеза имајући у виду да се примењени сет од 12 нуклеарних микросателитских маркера показао као информативан, као и да су прва и једина до сада молекуларно генетичка истраживања спроведена на ограниченом узорку из ограниченог дела ареала применом изоензимских маркера. Резултати добијени у спроведеним истраживањима у оквиру ове дисертације пружају савремене увиде у генетички статус букве на подручју Србије, као и у генетичке и демографске процесе који су деловали у популацијама.
- СХ1: *Утврђена унутарпопулациона и међупопулациона генетичка варијабилност и диференцијација природних популација букве у Србији може представљати полазну основу за конзервацију и усмерено коришћење расположивог генофонда ове врсте у контексту климатских промена* – потпуно потврђена хипотеза имајући у виду да је овакав тип свеобухватних истраживања, спроведених на више нивоа (природне популације, расаднички тест) и применом више метода детекције генетичког диверзитета и генетичке структуре (молекуларне, морфолошке и фенолошке методе) први пут спроведена у Србији, при чему су добијени значајни увиди у генетички диверзитет букве у Србији. Дате су и основне препоруке за примену генетичких принципа у газдовању шумама и усмереном коришћењу расположивог генофонда у шумарској пракси. Поред тога, од произведених садница основан је теренски тест потомства истраживаних популација на Гочу, као вид *ex situ* конзервације расположивог генофонда букве са подручја Србије, који ће послужити као основа за даља истраживања.
- СХ2: *Утврђена унутарпопулациона и међупопулациона генетичка варијабилност и диференцијација природних популација букве може допринети решавању недоумица везаних за таксономски статус букве у Србији* – делимично потврђена хипотеза, имајући у виду ограниченост узорка. Иако су у спроведеним истраживањима обухваћене популације из источног дела Србије (Северни и Јужни Кучај), оне не припадају простору који се сматра рефугијумом и у коме би се могла очекивати *F. orientalis*. Оно што јесте потврђено овим истраживањима је мала, али статистички значајна генетичка диференцијација истраживаних природних популација и да се оне могу сматрати једном врстом, а то је највероватније *F. sylvatica*.
- СХ3: *Утврђена унутарпопулациона и међупопулациона генетичка варијабилност и диференцијација природних популација букве може представљати прилог дефинисању региона провенијенција ове врсте у Србији* – делимично

CX4:	потврђена хипотеза, имајући у виду ограниченост узорка. Међутим, добијени резултати о одсуству преклапања генетичких и географских група су у складу са многим другим истраживањима, претежно националног карактера на европском континенту. Овим истраживањем је потврђен, пре свега, административни значај дефинисаних региона провенијенција, јер не постоји јасна генетичка диференцијација између њих, на основу анализе одабраних популација и при резолуцији успешно амплификованих 12 нуклеарних микросателитских локуса. <i>Ген-еколошки потенцијал природних популација букве у Србији, утврђен на нивоу генеративног теста потомства, може представљати полазну основу за унапређење производње репродуктивног материјала ове врсте – потпуно потврђена хипотеза, имајући у виду да су истраживања спроведена у оквиру расадничког теста потомства указала на значајне разлике између садница пореклом из различитих популација, како на морфолошком тако и на фенолошком нивоу.</i>
VII КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
На почетку докторске дисертације, кандидаткиња је дала Резиме на српском и енглеском језику, који је прецизан, са јасно описаним предметом, циљевима, материјалом и методама, као и добијеним резултатима и основним закључцима истраживања. На крају су издвојене кључне речи. У Садржају наводи исправан и детаљан садржај текста дисертације, који је подељен у 8 поглавља и више потпоглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине: 1. УВОД (1–19 стр.), у којем су у оквиру 5 потпоглавља представљена досадашња сазнања о таксономском статусу, систематици и еволутивној историји букве (потпоглавље 1.1), распрострањеност букве у Србији (потпоглавље 1.2), значај примене молекуларних маркера у савременом газдовању буковим шумама (потпоглавље 1.3), досадашња истраживања генетичке варијабилности букве у Србији (потпоглавље 1.4) и значај и контекст проблематике истраживања (потпоглавље 1.5). Кандидаткиња је користила релевантну и савремену научну литературу, и на компетентан, научно заснован начин, оправдала заснованост извођења свих истраживања која су обављена у оквиру докторске дисертације. 2. ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА (20 стр.). Кандидаткиња је прецизно дефинисала хипотезе, циљ и истраживачке задатке, у складу са пријавом теме и овим извештајем. 3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА (21–53 стр.). Кандидаткиња је у оквиру 4 потпоглавља на адекватан начин описала спроведена истраживања и коришћене методе. У потпоглављу 3.1. - Истраживања на нивоу природних популација, описала је на јасан и прецизан начин одабир природних популација букве, селекцију тест стабала, генотипизацију тест стабала, сакупљање и припрему биљног материјала за екстракцију ДНК, одабир нуклеарних микросателита за генотипизацију, хомогенизацију биљног материјала, екстракцију тоталне геномске ДНК, проверу приноса и квалитета ДНК изолата, паралелно умножавање нуклеарних микросателита ланчаном реакцијом полимеразе, проверу успешности PCR амплификације, капиларну електрофорезу и одређивање дужине продуката PCR амплификације нуклеарних микросателита. У потпоглављу 3.1.4. - Анализа морфолошких	

карактеристика тест стабала, прецизно и јасно је описала сакупљање и припрему биљног материјала за анализу варијабилности, анализу варијабилности морфолошких карактеристика листова, анализу варијабилности морфолошких карактеристика купула, и анализу варијабилности морфолошких карактеристика семена. У потпоглављу 3.2. - Истраживања на нивоу теста потомства у расаднику, прецизно и јасно је описала оснивање теста потомства у расаднику, анализу варијабилности морфолошких карактеристика клијаваца, анализу варијабилности морфолошких карактеристика садница и анализу варијабилности фенолошких карактеристика листања двогодишњих садница, У потпоглављу 3.3. - Оснивање теста потомства на терену описала је на јасан и прецизан начин оснивање теста потомства на терену. У потпоглављу 3.4. - Статистичка обрада података, описала је на јасан и прецизан начин обрада молекуларних података као и обраду морфолошких и фенолошких података.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (54–120 стр.). Кандидаткиња је у оквиру 2 потпоглавља представила на јасан и прецизан начин резултате истраживања, који су методолошки обрађени и представљени у виду табела, графика и приказа. У потпоглављу 4.1. - Резултати истраживања у оквиру природних популација, кандидаткиња је представила резултате који се односе на генетичку варијабилност и генетичку структуру природних популација, варијабилност морфолошких карактеристика листова, варијабилност морфолошких карактеристика купула и варијабилност морфолошких карактеристика семена. У потпоглављу 4.2 - Резултати истраживања у тесту потомства у расаднику, кандидаткиња је представила резултате хемијских и физичких анализа земљишта у расаднику, варијабилност морфолошких карактеристика клијаваца, варијабилност фенолошких карактеристика двогодишњих садница и варијабилност морфолошких карактеристика садница.

5. ДИСКУСИЈА (121–133 стр.). У овом поглављу кандидаткиња критички анализира добијене резултате и упоређује их са подацима доступним у досадашњим истраживањима.

6. ЗАКЉУЧЦИ (134–136 стр.). Кандидаткиња је формулисала закључке који су у складу са добијеним резултатима и дискусијом, а који у потпуности одговарају постављеним хипотезама.

7. ЛИТЕРАТУРА (137–152 стр.). Кандидаткиња наводи 279 литературних навода, који обухватају савремене домаће и стране научне резултате, који су у вези са предметом докторске дисертације.

8. ПРИЛОЗИ (153–162 стр.). Кандидаткиња наводи све материјале и податке који су прикупљени и обрађени методама коришћеним у истраживању.

Након прилога, дате су (163-167 стр.) биографија аутора, као и следеће изјаве: Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Изјава о коришћењу.

Дисертација је написана ћиричним писмом, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

VI ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Резултати, до којих је кандидаткиња дошла у току својих истраживања, презентовани су на 67 страна куцаног текста, логичним редоследом, прегледно и систематично, са 30 табела и 42 графикана.

Резултати истраживања која су спроведена у оквиру ове дисертације указују на висок ниво диверзитета истраживаних природних популација на молекуларном и морфолошком нивоу. За истраживања природних популација на молекуларном нивоу коришћен је сет од 12 нуклеарних микросателита, који су се показали као веома информативни. Анализом 225 индивида букве из 11 природних популација, детектовано је 204 алела, са просечним ефективним бројем алела $A_e=5,621$ и просечним богатством алела од $A_r=8,124$. Поред тога, у свим популацијама детектовани су приватни алели, којих је укупно детектовано $P_A=42$. Просечна добијена хетерозиготност од $H_o=0,715$ је релативно висока као и просечна очекивана хетерозиготност $H_e=0,770$. Ефективна величина популације је варијала од 63,9 ($CI\ 38,3-160,0$) код популације са Јастрепца, до бесконачно ($N_e=\infty$) код пет популација: Борања, Фрушка гора, Гоч, Рудник и Северни Кучај. Статистички значајно одступање дистрибуције фреквенци генотипова од очекивања према Харди-Вајнберговој равнотежи уочено је код 5 од 11 природних популација. Статистички значајан мањак хетерозигота, који може указивати на постојање инбридинга у популацијама, детектован је у пет популација, и то у популацији са Јастрепца, Јужног Кучаја, Јавора, Рудника и Северног Кучаја. Иако молекуларни подаци не указују на постојање анцестралног уског грла ни у једној популацији, скорашње уско грло, у последњих 2Ne–4Ne, је детектовано у чак седам популација: Борања, Фрушка гора, Јастребац, Јужни Кучај, Јавор, Кукавац и Стара планина. Појава недавног уског грла у популацијама је очекивана имајући у виду садашњи ареал букве на простору Србије, који чини мали део у односу на укупни ареал врсте у Европи, а који је испрекидан пољопривредним земљиштима, голетима, урбаним зонама и саобраћајницама, што у великој мери утиче и на миграцију гена и представља угрожавајући фактор за опстанак ових шума у будућности. Поред тога, неадекватне газдинске мере, као што је концентрисана чиста сеча, могу довести до смањења величине популације. Нагло смањење бројности популације доводи до смањења нивоа генетичког диверзитета и до појаве генетичког дрифта, што дугорочно може угрозити опстанак популације.

Резултати STRUCTURE анализе указују да није основано издвајање засебних генетичких група, што може бити и последица недовољне резолуције коришћених молекуларних маркера. Насупрот томе, DAPC анализа је ипак показала издвајање три генетичке групе у укупном узорку, с тим да се оне у великој мери преклапају. DAPC анализа која је узела у обзир популације као засебне генетичке ентитете указала је да су популације са Рудника и Старе планине генетички најдистинктније. На генетичку дистинктност популације са Рудника указују и вредности Wright-овог индекса $\geq 0,02$ између ове и скоро свих других истраживаних популација. На основу резултата AMOVA анализе утврђено је да 89,17% укупне молекуларне варијансе потиче од варијансе између јединки, знатно мање (9,88%) од варијансе унутар сваке од популација, а изузетно мали удео укупне молекуларне варијансе потиче од варијансе између популација (0,95%). Све добијене вредности су статистички значајне ($p<0,05$), што указује на малу, али ипак статистички значајну генетичку диференцијацију истраживаних популација.

Проток гена је вероватно слободан, поготово имајући у виду да је буква

алогамна анемофилна врста чији полен прелази велике дистанце. Имајући у виду ниску, али статистички значајну генетичку диференцијацију, очекује се релативно висок проток гена између популација, што је и потврђено (просечан $N_m=7,49$ миграната по генерацији). С друге стране, детектован је релативно висок број приватних алела ($P_A=42$), који су детектовани у свим популацијама осим у популацији са Рудника. Овакав налаз је неочекиван, посебно узимајући у обзир њену генетичку дистинктност, као и географску позиционираност у централном делу ареала букве у Србији. Стога не постоји поклапање генетичке диференцијације нити са географском нити са орографском дистрибуцијом популација. Односно, популације које су генетички блиске, нису нужно и просторно блиске.

Висок диверзитет и значајне разлике међу популацијама потврђене су и анализама морфолошких маркера. У укупној варијанси морфолошких особина највећа варијанса је детектована на унутарпопулационом нивоу, преко 80%, односно 89,64% за морфолошке карактеристике листова, 85,20% купула и 89,92% семена. Знатно мањи удео варијансе детектован је за међупопулациони ниво – нешто изнад 10% – 10,36% варијансе морфолошких карактеристика листова, 14,80% купула и 11,08% семена. Параметри који највише доприносе варијабилности листа букве на истраживаном узорку су: површина, ширина и дужина лисне плоче, као и дужина петелјке, али и број нерава с леве и десне стране лисне плоче. Поређењем резултата добијених у овом истраживању и наведеног прегледа, димензије листова су веома сличне уколико се посматрају просечне вредности за све популације и укупна просечна вредност.

У спроведеним истраживањима у оквиру ове докторске дисертације уочена је висока варијабилност купула у истраживаним популацијама букве, а као најваријабилније својство издваја се дужина дршке купуле. Просечна дужина дршке купуле у овим истраживањима износи 9,33 mm, у распону од 2,36 mm до 29,13 mm. Поред дужине купуле, у овом истраживању као најинформативнији параметри су се издвојили укупна дужина купуле, дужина режња, дужина израштаја, као и односи изведени комбинацијом тих параметара.

У истраживањима спроведеним у оквиру ове дисертације највећу варијабилност показује дужина коренчића ($CV = 27,5\%$), док је најстабилнија ширина котиледона ($CV = 16,6\%$). Највеће разлике утврђене су за дужину коренчића (хи-квадрат = 54,493), а најмање за дужину епикотила (хи-квадрат = 41,951). Према Пирсоновим коефицијентима корелације, дужина и ширина котиледона су најјаче позитивно корелисани параметри ($r = 0,64$), док је дужина коренчића слабо или негативно повезана са осталим параметрима.

Анализа параметара раста садница у расадничком тесту показала је значајне разлике међу популацијама по свим мереним параметрима, при чему је унутарпопулациона варијабилност била већа од међупопулационе (25,46% и 74,54%, респективно). У овим истраживањима показало се да висински параметри највише доприносе разликама. Анализама параметара раста једно-, дво- и трогодишњих садница у расадничком тесту јасно се уочава значај порекла садница и усклађености еколошких услова извора семена са условима расадника, у производњи садница голог корена, при чему се подржава избор локалних популација. Резултати овог истраживања су потврдили високу варијабилност садница букве у Србији, као и екотипски образац варијабилности.

Статистички значајне разлике између популација детектоване су и анализом пролећних и јесењих фенофаза формирања, односно сенесценције листова 486

двогодишњих садница букве пореклом из 11 истраживаних популација. У укупној варијанси удео унутарпопулационе је већи у односу на међупопулациону. Слични резултати добијени су и у оквиру ове дисертације, где је формирање листова почело између 8. и 11. априла 2022. године, док су потпуно оформљени зелени листови код скоро свих садница евидентирани 2. маја 2022, осим за популације Фрушка гора и Северни Кучај, код којих су листови нешто раније потпуно оформљени (28. априла 2022).

Расадник Шумарског факултета налази се на око 192 m н.в. (44,7813° N, 20,4265° E), на станишту које је по условима ближе брдском него средњепланинском појасу шума букве. Имајући у виду да се саднице налазе у релативно уједначеним условима средине (услови леје у расаднику, постављањем огледа у три понављања минимизиран је утицај микролокалитета), може се сматрати да су разлике у фенолошким карактеристикама узроковане пореклом садница. То може указивати на потенцијалне разлике у адаптационом потенцијалу различитих фамилија (садница различитог порекла) у јувенилној фази развића.

На основу кластер анализе у којој није узета у обзир припадност садница одређеној популацији, издвојиле су се две групе које се могу сматрати као група ранолистајућих и група каснолистајућих форми садница букве у јувенилној етапи развића. Постојање ранолистајућих и каснолистајућих форми је од великог значаја за шумарску праксу, посебно у смислу производње адаптираног репродуктивног материјала.

Разумевање фенолошких процеса и њихове интеракције између генетичких карактеристика и услова средине од великог је значаја за креирање адаптивних стратегија у шумарству у контексту одрживог и правилног коришћења шумског репродуктивног материјала приликом обнове шума букве.

На основу истраживања, која су спроведена у оквиру ове докторске дисертације, кандидаткиња износи следеће закључке:

1. Истраживање генетичке варијабилности букве применом сета 12 успешно амплификованих нуклеарних микросателитних маркера указује на значајан ниво генетичког диверзитета истраживаних популација. Истраживање генетичке диференцијације популација указује на малу, али статистички значајну генетичку диференцијацију између њих, са индикацијом постојања 3 генетичке групе које се у великој мери преклапају али се не подударају са регионима провенијенција. Подела узорка на стратуме према висинској расподели популација, у смислу надморске висине и на основу ревидираних региона провенијенција, није дала јасно одвајање генетичких група. Добијена је велика међупопулациона генетичка сличност, али и велик међуиндивидуални генетички диверзитет потврђен AMOVA анализом. У појединим популацијама су детектовани фактори који представљају значајан ризик по дугорочни опстанак популација, указујући на потенцијални губитак хетерозиготности, инбридинг, ефекат уског грла и генетички дрифт. Висок проток гена уочен је између истраживаних популација.

2. Анализа морфолошких карактеристика листова указује на статистички значајне разлике међу популацијама, али и да унутарпопулациона варијабилност доприноси знатно више укупној варијабилности. Највећи утицај на варијабилност листова имају: број нерава с леве или са десне стране лисне плоче, површина, ширина и дужина лисне плоче и дужина петелјке. Ови параметри се јасно издвајају од других и могу бити примењени у будућим морфолошким истраживањима као релевантни или високо информативни. Анализиране популације, у смислу

морфотипа листа, групишу се у два кластера. Први кластер чине популације са мањим димензијама листова: Јавор, Јужни Кучај, Борања, док други чине популације, са већим димензијама али неуједначеним листовима: Стара планина, Гоч, Рудник, Северни Кучај, Кукавица, Фрушка гора и Јастребац.

3. Анализа морфолошких карактеристика купула указује на статистички значајне разлике међу популацијама, али и да унутарпопулациона варијабилност доприноси знатно више укупној варијабилности. Најваријабилнији параметар је дужина дршке, док је ширина режња најмање варијабилна. Најинформативнији параметри за морфометријску анализу купула су они повезани са укупном дужином купуле, дужином режња и дужином израштаја. Кластер анализа и PERMANOVA тест су потврдили значајне разлике међу популацијама, при чему су популације груписане примарно у два кластера, један са високим вредностима већине параметара и други који показује ниже вредности.

4. Анализа морфолошких карактеристика семена указује на статистички значајне разлике међу популацијама, али и да унутарпопулациона варијабилност доприноси знатно више укупној варијабилности, од међупопулационе. Корелациона анализа указала је на позитивну повезаност између масе и димензија семена. Анализа главних компонената објаснила је 80,2% варијабилности, при чему дужина семена даје највећи допринос, док ширина семена најмањи допринос варијабилности.

5. Анализа морфолошких карактеристика клијаваца указује на значајне разлике међу популацијама, али и да унутарпопулациона варијабилност доприноси више укупној варијабилности. Најинформативније морфолошке карактеристике су дужина коренчића, ширина и дужина колитедона. Популације су се груписале у три кластера, при чему су димензије поменутих карактеристика биле пресудне, а највише дужина коренчића.

6. Анализа пролећних фенофаза формирања и јесењих фенофаза сенесценције листова у расадничким условима показала је статистички значајне разлике између садница у оквиру расадничког теста потомства, при чему су унутарпопулационе варијабилности фенофаза знатно веће у односу на међупопулационе. Кластеровањем свих садница на нивоу сваког појединачног генотипа, не узимајући у обзир груписање по поулацијама, формирала су се два кластера који се могу тумачити као потенцијално ранолистајући и каснолистајући генотипови садница букве у јувенилној етапи развића. Узимајући у обзир дизајн експеримента и униформне услове раста, разлике у фенолошким карактеристикама могу се приписати генетичкој основи садница и могу указивати на адаптациони потенцијал различитих популација/индивидуа у јувенилној фази развића.

7. Анализа варијабилности морфолошких карактеристика садница пореклом из истраживаних популација указују на значајне разлике међу популацијама по свим анализираним параметрима, а унутарпопулациона варијабилност била је већа од међупопулационе. Најзначајнији параметри који доприносе разликама су висине и пречници из треће године, а висине из друге године нешто мање индикативне, али значајно више индикативне од пречника. Имајући у виду све резултате анализа параметара раста једно, дво и трогодишњих садница у расадничком тесту, јасно се истиче значај одабира адекватне провенијенције у производњи садница голог корена у полуконтролисаним условима. мисија констатује да су закључци, до којих је кандидаткиња дошла, формулисани прецизно и презентовани прегледно, те да су утемељени на резултатима до којих је дошла самостално током спроведених

истраживања, те представљају оригиналан допринос науци и струци.

Начин приказивања добијених резултата се може окарактерисати као савремен, прегледан и илустративан. Добијени резултати су правилно протумачени и адекватно упоређени са резултатима досадашњих истраживања других аутора у поглављу 5. ДИСКУСИЈА која је написана на 13 страна.

VI ОБЈАВЉЕНИ И САОПШТЕНИ РЕЗУЛТАТИ КОЈИ ЧИНЕ ДЕО ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

M22: Kerkez Janković, I., Nonić, M., Devetaković, J., Ivetić, V., Šijačić-Nikolić, M., & Aleksić, J. M. (2019). Technical overview of nuclear microsatellites for *Fagus* sp., and their utility in *F. sylvatica* from the central Balkans (Serbia). *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(7), 545–556. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1623305>

M34: Kerkez Janković, I., Nonić, M., Kazimirović, M., Aleksić, J. M., & Šijačić-Nikolić, M. (2024, October 2–5). Genotyping of *Fagus sylvatica* from the pan-European provenance trial in Serbia [Conference presentation]. 7th Congress of the Serbian Genetic Society, Zlatibor, Serbia. Serbian Genetic Society.

M34: Kerkez Janković, I., Nonić, M., Devetaković, J., Ivetić, V., Šijačić-Nikolić, M., & Aleksić, J. (2019). Some are good, some are bad: an overview of available nuclear microsatellites in *fagus* species, and their utility in *f. Sylvatica* from the Central Balkans (Serbia). In VI Congress of the serbian genetic society, (pp. 166-166). Belgrade: Serbian Genetic Society.

VII ЗАКЉУЧАК СА ОБРАЗЛОЖЕЊЕМ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу анализе и оцене докторске дисертације кандидаткиње, мастер дипломираног инжењера шумарства, Ивоне Р. Керкез Јанковић, под насловом „Утврђивање варијабилности и диференцијације природних популација букве (*Fagus* sp.) у Србији применом генетичких маркера“, Комисија закључује да је дисертација у целини урађена према прописаним критеријумима обима и квалитета научног рада и у складу с одобреном темом и пријавом на коју је Универзитет у Београду дао своју сагласност (Одлука Већа научних области биотехничких наука, бр. 61206-580/2-19, од 12.02.2019. год). У дисертацији су представљени научно аргументовани и утемељени резултати, који дају значајан допринос у домену генетичког диверзитета и генетичке диференцијације шумских генетичких ресурса.

Комисија констатује да дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, именовање менторе и чланове комисије, кључне документационе информације на српском и енглеском језику, резиме на српском и енглеском језику, садржај, поглавља дисертације, списак литературе, биографију кандидаткиње, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Докторска дисертација кандидаткиње, мастер дипломираног инжењера шумарства, Ивоне Р. Керкез Јанковић, представља оригиналан научни допринос у домену истраживања генетичког диверзитета и генетичке диференцијације природних поулација букве истраживаних на молекуларном, морфолошком и фенолошком нивоу. Комисија није уочила недостатке који би евентуално могли утицати на резултате истраживања у току израде докторске дисертације.

На основу свеобухватне оцене докторске дисертације и претходно изложеног образложења, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета да прихвати позитивну оцenu докторске дисертације под називом „Утврђивање варијабилности и диференцијације природних популација букве (*Fagus* sp.) у Србији применом генетичких маркера“ кандидаткиње, мастер дипломираног инжењера шумарства, Ивона Р. Керкез Јанковић, и да је упути на коначно усвајање Већу научних области биотехничких наука Универзитета у Београду. За јавну одбрану докторске дисертације прелаже се Комисија у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Марина Нонић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Шумарски факултет

др Владан Иветић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

др Јелена М. Алексић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт за медицинска истраживања,
Институт од националног значаја за Републику Србију

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.