

# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

## ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

### ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ КАНДИДАТА НАТАШЕ КОЧИШ ТУБИЋ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију 11.06.2014. Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- др Михајла Ђан, ванредни професор, Генетика, 17.07.2013., Природно-математички факултет, Нови Сад, председник</li><li>- др Драгана Обрехт, ванредни професор, Генетика, 17.11.2010., Природно-математички факултет, Нови Сад, ментор</li><li>- др Горан Аначков, доцент, Ботаника, 1.12.2009., Природно-математички факултет, Нови Сад, члан</li><li>- др Марија Краљевић-Балалић, професор емеритус, Генетика и оплемењивање, 24.09.2008., Пољопривредни факултет, Нови Сад, члан</li></ul>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Наташа, Стеван, Кочиш Тубић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 22.02.1982., Сомбор, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Дипломске академске студије биологије, модул Функционална биологија, стечени стручни назив: Дипломирани биолог - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија Докторске студије уписане школске 2007/2008.; Доктор биолошких наука</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
„Популационо-генетичка карактеризација амброзије ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана“

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл. Докторска дисертација „Популационо-генетичка карактеризација амброзије (*Ambrosia artemisiifolia* L.) јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана“ кандидата Наташе Кочиш Тубић написана је на 108 страна текста, подељеног у 9 поглавља (увод – 2 стране, преглед литературе – 23 стране, циљ истраживања – 1 страна, радна хипотеза – 1 страна, материјал и методе – 11 страна, резултати – 32 стране, дискусија – 22 стране, заључак – 3 стране, литература – 13 страна). Рад садржи 10 слика, 13 табела, 138 литературних навода и 1 прилог. На почетку докторске дисертације налази се Садржај и Листа скраћеница коришћених у тексту. На крају се налази биографија кандидата и кључна документација на српском и енглеском језику.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У поглављу УВОД кандидат износи основне карактеристике врсте *Ambrosia artemisiifolia* L., као и карактеристике испитиваног подручја, а са посебним освртом на значај популационо-генетичких студија у разумевању успеха инвазивних врста и на истраживања које се спроводе у нашој земљи у циљу проучавања ове инвазивне коровско-алергијске врсте.

Поглавље ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ садржи детаљан преглед сазнања о механизмима укљученим у процес биолошких инвазија, особинама испитиване врсте, са нагласком на дистрибуцију и интродукцију амброзије на подручју Европе, утицају на људско здравље, пољопривреду, као и на мере сузбијања амброзије. Такође, дат је детаљан преглед сазнања о микросателитским локусима као молекуларним маркерима, као и најновија сазнања у пољу молекуларних и популационо-генетичких анализа врсте *Ambrosia artemisiifolia*.

Обзиром да генетички диверзитет и структура популација амброзије са подручја Панонске низије, као и перипанонског простора централног дела Балканског полуострва, још увек није довољно истражена, односно да је у досадашњим популационо-генетичким анализима амброзија са поменутог подручја присутна само појединачним популацијама, кандидат поставља следеће ЦИЉЕВЕ ИСТРАЖИВАЊА: (1) испитивање интер- и интрапопулационе варијабилности амброзије са подручја јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана, (2) одређивање генетичке диференцијације и структурираности, као и генетичке блискости, односно удаљености међу узоркованим популацијама, (3) сагледавање еволутивних механизма током инвазије испитиваног подручја овом биљном врстом, (4) одређивање путева интродукције и правца/праваца ширења амброзије на истраживаном подручју.

На основу прегледа литературе, кандидат поставља следеће РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ: Одабрани микросателитски локуси испољавају довољан ниво полиморфности у популационо-генетичким студијама амброзије испитиваног подручја; Популације амброзије са подручја јужног дела Панонске низије испољавају висок ниво генетичке варијабилности и низак степен интер-популационе диференцијације и структурираности; Међу популацијама јужног дела Панонске низије остварује се висок степен протока гена.; Популације амброзије у подручју јужног дела Панонске низије су настале под утицајем већег броја интродукција како из различитих праваца Европе, тако и из нативног подручја ове инвазивне врсте; Популације амброзије са подручја перипанонског простора испољавају нижи диверзитет и виши ниво диференцијације у односу на популације са подручја Панонске низије; Популације амброзије са подручја перипанонског простора су пореклом од популација амброзије панонског региона.

Поглавље МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ садржи детаљан опис материјала са подацима о испитиваним популацијама амброзије, станишта на којем су популације сакупљене, као и времену сакупљања и врсти узоркованог материјала. Такође је приложена мапа са јасно означеним

локалитетима где су индивидуе испитиване врсте узорковане. У овом поглављу налази се и подпоглавље које се бави детаљним прегледом кориштених лабораторијских метода за изолацију укупне геномске ДНК и за анализе варијабилности 10 микросателитских локуса са опсежним описом који омогућава да на основу процедура наведених у овој докторској дисертацији слични експерименти могу бити лако спроведени. У подпоглављу које се бави методама статистичке обраде података кандидат је навео разлог због кога су поједини програми одабрани, као и детаље анализа и образложења за дефинисање појединих параметара у статистичким пакетима.

РЕЗУЛТАТИ рада су изложени у шестом поглављу, а текстуални приказ је илустрован са 9 слика и 12 табела. У првом подпоглављу су систематично и јасно приказани резултати анализе варијабилности популација амброзије како са подручја јужног дела Панонске низије, тако и са перипанонског простора централног Балкана, а на основу анализе микросателитских локуса. Подаци добијени применом различитих статистичких анализа су адекватно табеларно приказани што олакшава праћење разлика и специфичности параметара генетичке варијабилности популација испитиваних подручја. У подпоглављу које се бави генетичком диференцијацијом и структуром популација амброзије, на основу AMOVA резултата, Fst вредности, PCoA и STRUCTURE анализе, јасно је утврђена генетичка блискост, односно удаљеност испитиваних популација, као и припадност различитим кластерима. У овом делу су такође приказани и резултати Мантел теста, квантификације протока гена како у оквиру два испитивана подручја, тако и на нивоу читавог анализираног узорка, као и теста припадности индивидуа популација перипанонског простора централног Балкана. Сви резултати анализе диференцијације и структуре популација су адекватно обрађени и јасно, пре свега графички, али и табеларно приказани.

У делу ДИСКУСИЈА, кандидат је дао критичку анализу и интерпретацију експерименталних резултата. На основу добијених резултата кандидат пореди генетичку варијабилност и диференцијацију анализираних популација амброзије испитиваних подручја са резултатима претходних популационо-генетичких студија спроведених на врсти *Ambrosia artemisiifolia*. Такође је вршено поређење генетичке варијабилности и структуре популација амброзије са подручја Панонске низије са популацијама узоркованим у пределу перипанонског подручја централног Балкана. У оквиру овог дела, разматрано је и потенцијално порекло индивидуа популација перипанонског подручја од популација амброзије са подручја Панонске низије, а на основу резултата теста припадности. Посебно подпоглавље чини објашњење потенцијалних узрока уоченог дефицита хетерозигота у испитиваним популацијама. Кандидат је у раду утврдио постојање високог нивоа варијабилности популација амброзије јужног дела Панонске низије са ниским нивоом диференцијације и структуре поменутих популација. Супротно, популације перипанонског простора централног Балкана су показале нижи ниво генетичке варијабилности у односу на панонске популације, као и јасно изражену сукцесивану редуцију генетичког диверзитета на поменутом подручју. Такође, уочена је диференцијација и структурираност међу популацијама перипанонског региона. Сагледавањем резултата кандидат указује на утицај мултипле интродукције и високе стопе протока гена у формирању популација амброзије јужног дела Панонске низије, док се у насељавању и експанзији амброзије перипанонског простора поред улива амброзије са подручја Панонске низије, не искључује и утицај амброзије из других праваца.

У оквиру поглавља ЗАКЉУЧАК, на основу добијених резултата наведени су закључци који су правилно изведени и јасно и разумљиво формулисани у складу са постављеним циљевима и хипотезама докторске дисертације.

Девето поглавље представља списак литературе. Укупно је цитирано 138 литературних јединица, које обухватају библиографске податке везане за биологију врсте *Ambrosia artemisiifolia*,

популационо-генетичка истраживања ове врсте, као и радове који се баве биолошким инвазијама и еволутивним механизмима укљученим у ове процесе. Највећи број литературних навода подразумева радове објављене у врхунским међународним часописима.

Прилог садржи две табеле са приказом вредности коефицијента припадности индивидуа популација амброзије са подручја перипанонског простора централног Балкана, а добијене тестом припадности.

#### **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

##### **M23 (рад у међународном часопису)**

Kočiš Tubić N., Djan M., Veličković N., Anačkov G., Obreht D (2014) Gradual loss of genetic diversity of *Ambrosia artemisiifolia* L. populations in the invaded range of Central Serbia. *Genetika*, 46(1): 255 - 268.

##### **M33 (саопштење са међународног скупа штампано у целини)**

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Boža P. (2011) Microsatellite variability of *Ambrosia artemisiifolia* L. in populations of Serbia and Croatia. Extended abstracts of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Weeds and Invasive Plants. October 2-7. Monte Verita, Ascona, Switzerland. Available from Internet <http://www.wsl.ch/epub/ewrs> Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL.

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Veličković N., Boža, P. (2012) Inter- and intrapopulation genetic diversity of *Ambrosia artemisiifolia* L. in Banat area. Proceedings of the XIV<sup>th</sup> International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research", Timișoara: Association for Multidisciplinary Research of the West Zone of Romania. 15-16 November. 59-62.

##### **M34 (саопштење са међународног скупа штампано у изводу)**

Kočiš Tubić N., Obreht D., Boža P., Vapa Lj. (2009) Microsatellite allelic variability in *Ambrosia artemisiifolia* L. populations in Vojvodina. Abstracts of the IV Congress of the Serbian Genetic Society, Tara: 1-5. June, 137.

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Boža P. (2010) Genetic diversity of *Ambrosia artemisiifolia* (L.) in Serbia. Abstracts of the 11<sup>th</sup> International Symposium Interdisciplinary Regional Research, Szeged: Association for Multidisciplinary Research of the Hungary, Romania and Serbia, 13-15 October.

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Boža P. (2011) Microsatellite variability of *Ambrosia artemisiifolia* L. in populations of Serbia and Croatia. Abstracts of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Weeds and Invasive Plants. October 2-7. Monte Verita, Ascona, Switzerland. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. 120.

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Boža P. (2012) Genetic characterization of invading populations of *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed) in the Danube region. Abstracts of the II Symposium of Population and Evolutionary Genetics PEG2012. May 09-12. Belgrade, Serbia. 47.

Kočiš Tubić N., Obreht D., Djan M., Veličković N., Boža P. (2012) Inter- and intrapopulation genetic diversity of *Ambrosia artemisiifolia* L. in Banat area. Abstracts of the XIV<sup>th</sup> International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research", Timișoara: Association for Multidisciplinary Research of the West Zone of Romania. 15-16 November. 27.

## VII ZAKЉUČCI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање популација *Ambrosia artemisiifolia* са подручја Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана употребом микросателитских локуса потврдило је постављене хипотезе и испунило све постављене циљеве. Показано је да:

- Одабрани микросателитски локуси су испољили довољан ниво полиморфности у популационо-генетичким анализама амброзије испитиваног подручја. Број детектованих алела по локусу се кретао од 5 у локусу *Amb12* до 32 у локусу *Ambart24*.

- Популације амброзије јужног дела Панонске низије, испољиле су висок ниво генетичке варијабилности, као и низак ниво генетичке структурираности и диференцијације међу популацијама испитиваног региона. Најрелевантније објашњење добијених резултата јесте утицај већег броја интродукција у испитивано подручје, у комбинацији са високом стопом протока гена између анализираних популација.

- Није детектована редукција генетичког диверзитета популација испитиваног подручја у односу на популације Северне-Америке, нативног подручја ове врсте, као ни у односу на популације Западне Европе, које су по пореклу старије од популација испитиваног региона. Слична ситуација је уочена и поређењем са популацијама Источне Европе.

- Добијени подаци, заједно са стратешким положајем јужног дела Панонске низије (између Западне и Источне Европе), као и социо-економским условима испитиваног подручја, указују да је интродукција амброзије у анализираном подручју резултат не само већег броја интродукција, него и уплива генетичког материјала из различитих извора, како из различитих праваца Европе, тако и из нативног подручја.

- Карактеристике самог подручја Панонске низије, које га чине погодним за интродукцију и насељавање амброзије, као и карактеристике испитиване врсте, у комбинацији са детектованим високим генетичким диверзитетом и интензивном разменом генетичког материјала међу популацијама амброзије анализираних подручја, указује на постојање предиспозиција и потенцијала амброзије за рапидно ширење у подручју јужног дела Панонске низије и шире.

- За разлику од популација Панонске низије, популације перипанонског простора централног Балкана су показале нижи ниво генетичког диверзитета са уоченом интер-популационом диференцијацијом и структурираношћу. Уочена је сукцесивна редукција диверзитета у правцу север-југ испитиваног подручја. Ови подаци указују и на правац ширења амброзије на перипанонском подручју, као и на могући модел експанзије, у смислу да су јужније популације нижег генетичког диверзитета последица ширења пропагулума севернијих популација амброзије вишег генетичког диверзитета. Међутим, детектоване *Fst* вредности, које указују на средњи ниво диференцијације међу анализираним популацијама, генетичке дистанце уочене *PCo* анализом, као и одвајање популација у посебне кластере, наводе на индикације да је интродукција у анализирано подручје нешто комплекснија, односно могућа последица независних, одвојених интродукција.

- На основу поређења генетичке варијабилности и диференцијације популација перипанонског региона са потенцијалним изворним популацијама са подручја Панонске низије, утврђена је редукција диверзитета популација перипанонског подручја у односу на панонски, док су популације перипанонског подручја показале већу структурираност у односу на детектовану интер-популациону диференцијацију Панонског региона. Добијени подаци су потврдили раније настањивање амброзије у панонском региону у односу на перипанонски. Анализа структуре свих испитиваних популација је указала на њихово заједничко порекло, обзиром да се индивидуе анализираних популација нису груписале у одвојене кластере, осим популација Крушевац и Лесковац које су показале већу генетичку удаљеност у односу на остале.

- Тестом припадности, детектоване су потенцијалне изворне популације индивидуама амброзије са подручја перипанонског простора. Утврђено је да су индивидуе у оквиру једне популације перипанонског простора пореклом из више популација из панонског региона, што је у складу са детектованом слабом директношћом изворних популација. На нивоу перипанонског простора, уочено је да највећи удео у формирању анализираних популација имају популације Севојно и Гужа. У комбинацији са географским положајем, утврђено је да су ове популације највероватнији извор осталих анализираних популација перипанонског подручја. Међутим, у појединим популацијама детектован је и нешто већи утицај амброзије из других праваца Панонског подручја (из правца Северне Србије и Румуније), што потврђује утицај независних, одвојених интродукција у формирању популација амброзије на подручју перипанонског простора. Такође, обзиром на присуство јединствених алела у популацијама перипанонског простора, не може се искључити ни утицај неузоркованих популација са подручја анализираних региона, као ни популација са подручја који није обухваћен у овом истраживању.

- У свим анализираним популацијама уочен је дефицит хетерозигота. Највероватнији узрок овог дефицита је присуство нултих алела у свим проучаваним популацијама. Обзиром на интер-популациону диференцијацију перипанонског региона, поред присуства нултих алела, као један од узрока настанка дефицита хетерозигота може се узети обзир и утицај Валунд ефекта.

- Ово истраживање представља прву детаљну анализу генетичког диверзитета и диференцијације популација *Ambrosia artemisiifolia* јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана. Ова сазнања доприносе расветљавању процеса интродукције и експанзије испитиване инвазивне врсте на овом подручју Европе. Добијени подаци могу послужити бољем разумевању узрока и процеса укључених у глобалну инвазију ове опасне алергијске биљке. Утврђен висок потенцијал у експанзији амброзије и потенцијални правци ширења у испитиваном подручју, могу да допринесу предвиђању даље потенцијалне експанзије ове врсте, што би могло унапредити мере контроле и стратегију за сузбијање ширења амброзије.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат Наташа Кочиш Тубић је адекватно приказала, обрадила и протумачила резултате истраживања у оквиру докторске дисертације. Комплексни и свеобухватни резултати су прегледно приказани, адекватно статистички обрађени и правилно протумачени. Поред тога, кандидат је објективно и критички упоредила резултате са резултатима других аутора. Кроз детаљну дискусију резултата изведени су закључци који дају директне одговоре на постављене циљеве докторске дисертације.

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Комисија оцењује да је докторска дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Дисертација садржи све битне елементе као што су: дефинисање теме и значаја истраживања, преглед постојећих истраживања, дефинисање циљева и постављање радних хипотеза, приказ методологије рада, систематичан приказ резултата и адекватну дискусију. Закључци су правилно изведени на основу добијених резултата. У списку литературе налазе се све литературне јединице које су цитиране у тексту дисертације.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Комисија сматра да ова докторска дисертација представља оригиналан научни допринос у области популационе генетике врсте *Ambrosia artemisiifolia* у анализираном подручју Панонске низије и перипанонског простора централног дела Балканског полуострва. Обзиром на особине испитиване врсте, њену дистрибуцију и интродукцију на подручју Европе, и утицај на људско здравље и пољопривреду, посебан допринос представља свеобухватан приступ проблему расветљавања процеса интродукције и експанзије ове инвазивне врсте на испитиваном подручју применом нуклеарних маркера – микросателита. Докторска дисертација представља прву детаљну анализу генетичког диверзитета и диференцијације популација *Ambrosia artemisiifolia* јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана. Поред изузетног научног доприноса, резултати ове докторске дисертације имају апликативни значај у предвиђању даље потенцијалне експанзије ове врсте, што би могло унапредити мере контроле и стратегију за сузбијање ширења амброзије.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија сматра да ова докторска дисертација нема недостатака и да су сви постављени циљеви докторске дисертације испуњени.

### **X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Комисија предлаже да се докторска дисертација под насловом „**Популационо-генетичка карактеризација амброзије (*Ambrosia artemisiifolia* L.) јужног дела Панонске низије и перипанонског простора централног Балкана**“ прихвати и да се кандидату **Наташи Кочиш Тубић** одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

\_\_\_\_\_  
Проф. др Михајла Ђан, председник  
Природно-математички факултет, Нови Сад

\_\_\_\_\_  
Проф. др Драгана Обрехт, ментор  
Природно-математички факултет, Нови Сад

\_\_\_\_\_  
др Горан Аначков, доцент, члан  
Природно-математички факултет, Нови Сад

\_\_\_\_\_  
Проф. др Марија Краљевић-Балалић, члан  
Пољопривредни факултет, Нови Сад