

<b>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ</b> <b>ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ</b>	<b>ОБРАЗАЦ 6.</b>
<b>ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ</b>	
<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>	
<b>1. Датум и орган који је именовao комисију</b> Наставно-научно веће Пољопривредног факултета у Новом Саду, на седници одржаној 03.11.2015. године	
<b>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:</b> др Миодраг Димитријевић, редовни професор за ужу научну област генетика, оплемењивање биљака и семенарство, 28.03.2013., Пољопривредни факултет, Нови Сад, ментор др Мирјана Васић, научни саветник за ужу научну област генетика и оплемењивање, 07.12.2011., Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, ментор др Софија Петровић, редовни професор за ужу научну област генетика, оплемењивање биљака и семенарство, 28.03.2013., Пољопривредни факултет, Нови Сад, председник комисије др Милан Здравковић, научни саветник за ужу научну област генетика и оплемењивање, 23.12.2015., Институт за земљиште, Београд, члан комисије др Милка Брдар-Јокановић, виши научни сарадник за ужу научну област генетика и оплемењивање, 28.04.2016., Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, члан комисије	
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>	
<b>1. Име, име једног родитеља, презиме:</b> Александра (Драган) Савић	
<b>2. Датум рођења, општина, држава:</b> 14.01.1984., Нови Сад, Република Србија	
<b>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:</b> Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, Дипломирани биолог, дипломирани биолог-мастер	
<b>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:</b> 2012. година, Агрономија	
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ</b>	
Генотипска и фенотипска процена колекције пасуља ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	
Докторска дисертација је написана на 193 стране куцаног текста, А4 формата. Садржи следећа поглавља: Увод, Циљ истраживања, Преглед литературе, Радну хипотезу, Материјал и метод рада, Резултате истраживања, Дискусију, Закључак, Литературу, Прилоге и Биографију. Поједина поглавља су издељена на подпоглавља. Дисертација садржи 26 табела, 24 графикана, 14 фотографија, 8 прилога и 223 литературна навода. Прилог 8 садржи 177 фотографија. Осим тога, дисертација садржи и кључну документацијску информацију са изводом на српском и енглеском језику, кључне речи, УДК број и садржај.	
<b>IV ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ</b>	
<b>Увод</b> Кандидат у уводном поглављу говори о привредном значају, распрострањању и начину употребе пасуља ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Указује на ботаничку припадност, порекло и варијабилност унутар рода <i>Phaseolus</i> , са посебним освртом на врсту <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Кандидат се детаљније осврће на произведене количине и површине под усевом пасуља у свету, Европи и на Балкану. Истиче значај биљних генетичких ресурса као извора генетичке варијабилности, при чему подвлачи широку варијабилност као основ за успешне програме оплемењивања. Наводи начине сакупљања и очувања биљних генетичких ресурса и међународна акта којима се регулише заштита, очување и употреба биолошке разноврсности која је од интереса у програму оплемењивања. Кандидат истиче да је колекције генотипова пасуља у Републици Србији	

потребно фенотипски и молекуларно испитати, систематизовати и приказати по светским стандардима ради њиховог лакшег очувања и употребе. Указује на значај регистрације основне документације о генотиповима пасуља у европском каталогу о *ex situ* генетичким колекцијама пољопривредног биља у виду пасошких података. Овим би се омогућило повећање видљивости и размена генотипова пасуља са другим истраживачким центрима у свету.

### **Циљ истраживања**

Циљ истраживања ове докторске дисертације је формирање пасошке документације за испитане генотипове колекције пасуља Института за ратарство и повртарство, Нови Сад и регистровање дела генотипова у Европски каталог биљних генетичких ресурса (EURISCO). Даље, циљ рада је утврђивање фенотипске варијабилности испитаних генотипова пасуља на основу међународног дескриптора и агрономски значајних особина. Такође, истраживања имају за циљ утврђивање варијације резервног протеина, фазеолина, ради одређивања центра порекла колекционисаних узорака, као и молекуларну карактеризацију генотипова пасуља применом микросателитних молекуларних маркера. Процена диверзитета и структуре испитане колекције пасуља, издвајање основне, базичне колекције из фенотипски и молекуларно оцењене колекције пасуља, као и испитивање основних параметара квалитета зрна генотипова из тако формиране колекције, представљају циљеве истраживања.

### **Преглед литературе**

Прегледом литературе су обухваћени и представљени доступни литературни извори из области која је предмет истраживања ове докторске дисертације. Кандидат наводи два независна догађаја одомаћења пасуља која су довели до настанак два генофонда (центра порекла). Описује распрострањавање пасуља из центара порекла, као и његово прилагођавање агроколошким условима у Европи. Говори о локалним популацијама, оплемењивачким линијама, старим и савременим сортама као значајном извору генетичке варијабилности у програмима оплемењивања. Детаљно објашњава начине очувања биљних генетичких ресурса. Указује на постојање фенотипске и генотипске разноврсности у колекцијама генотипова пасуља, наводећи чиниоце који су условили постојање такве варијабилности. Истиче значај добро организованих пасошких података о генотиповима и формирање мањих, базичних, основних колекција са становишта њиховог очувања и употребе. Представљени су основни методи проучавања генетичких ресурса и колекција генотипова пољопривредног биља, са посебним освртом на врсту *Phaseolus vulgaris* L.. Они укључују процену фенотипске варијабилности употребом међународних дескриптора, анализу агрономски значајних особина и примену савремених молекуларних метода. Детаљније су приказане особине, улога и предност примене микросателитних маркера у испитивању варијабилности генетичких колекција. Истакнут је значај резервног протеина фазеолина у испитивању варијације генотипова пасуља, али и као показатеља одомаћења и распрострањања ове биљне врсте. Прегледом домаћих и међународних литературних извора, представљени су резултати и сазнања о разноврсности и процени генотипова пасуља, који су коришћени приликом постављања циљева истраживања и тумачења резултата.

### **Радна хипотеза**

У радној хипотези се полази од претпоставке да ће пасошки подаци о испитаним генотиповима пасуља омогућити њихово прилагање у европски каталог биљних генетичких ресурса (EURISCO). Претпоставља се да ће се фенотипском оценом испитаних генотипова пасуља омогућити сагледавање присутне дивергентности на фенотипском нивоу. Претпостављено је да ће утврђивањем типа фазеолина бити омогућена идентификација центра порекла и правац доласка сваког генотипа пасуља у Републику Србију. Очекује се да ће примена микросателитних маркера омогућити утврђивање разлика између генотипова на молекуларном нивоу, одређивање нивоа варијабилности и сагледавање структуре испитаног материјала. Претпоставка је да ће фенотипски, биохемијски и молекуларно процењен одабрани узорак генетичке колекције пасуља омогућити формирање базичне колекције у којој се генотипови разликују и по квалитету зрна. Предвиђа се да ће се на основу извршене процене одабраног узорка генетичке колекције пасуља Института за ратарство и повртарство бити олакшана употреба и размена биљног материјала.

### **Материјал и метод рада**

Кандидат у овом поглављу приказује начин одабира материјала за испитивање, постављање и извођење огледа. Биљни материјал обухвата 177 генотипова колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. Састоји се од домаћих и страних сорти, оплемењивачких линија и локалних популација које

су сакупљене на територији Републике Србије и околних земаља. Кандидат описује фенотипску процену узорака према међународним дескрипторима и анализу агрономски значајних особина, заједно са формирањем пасошке документације о генотиповима. Испитивање алелне варијабилности и структуре колекције пасуља извршено је применом 27 полиморфних микросателитних маркера. Јасно је описан поступак формирања основне, базичне колекције и испитивања хранљивог састава зрна пасуља. Примењене су одговарајуће методе статистичке обраде података.

#### **Резултати истраживања и дискусија**

Резултати истраживања су представљени јасно и прегледно, у виду табела, графикана и фотодокументације, са одговарајућим објашњењима у пропратном тексту. Резултати фенотипске и генотипске процене испитане колекције пасуља, допуњено са правилно организованим пасошким подацима, су представљени у складу са постављеним циљевима истраживања. Приказано је формирање основне, базичне колекције из фенотипски и молекуларно оцењене испитане колекције. Кандидат је јасно и на одговарајући начин продискутовао добијене резултате, који су упоређивани са објављеним литературним подацима.

#### **Закључак**

Закључак садржи истакнуте и сумиране најзначајније резултате испитивања и дискусије, који су изведени на основу постављених циљева, радне хипотезе и резултата истраживања.

#### **Литература**

Кандидаткиња је у својој дисертацији консултовала укупно 223 референце домаћих и страних аутора.

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

#### **Рад у међународном часопису (M23):**

1. Savić, A., Petrović, G., Milošević, M., Nikolić, Z., Stojanović, A., Gvozdanić-Varga, J., Todorović, V., Vasić, M. (2014): Morpho-chemical characterization of dry and snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces collected on Fruška gora Mt. *Genetika*, 45 (1): 303-313
2. Savić, A., Brdar-Jokanović, M., Dimitrijević, M., Petrović, S., Zdravković, M., Živanov, D., Vasić, M. (2019): Genetic diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding collection in Serbia. *Genetika*, 51 (1), прихваћен за објављивање

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):**

3. Brdar-Jokanović, M., Zdravković, M., Vasić, M., Savić, A., Girek, Z., Zdravković, J. (2014): Yield-related traits in a collection of „trešnjevac“ beans (*Phaseolus vulgaris* L. forma *versicolor*). *Proceedings of V Congress of Serbian Genetic Society*, 28 September – 2 October, Belgrade, Serbia, 15-20

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):**

4. Savić, A., Petrović, G., Milošević, M., Nikolić, Z., Stojanović, A., Gvozdanić-Varga, J., Bošković, O., Vasić, M. (2013): Evaluation of bean and snap bean populations collected on western part of Fruška gora Mt. *Book of Abstracts of First Legume Society Conference*, 9-11 May, Novi Sad, Serbia, 37
5. Brdar-Jokanović, M., Zdravković, M., Vasić, M., Savić, A., Girek, Z., Zdravković, J. (2014): Yield related traits in collection of „trešnjevac“ beans (*Phaseolus vulgaris* L. forma *versicolor*). *Book of Abstracts of V Congress of Serbian Genetic Society*, 28 September – 2 October, Belgrade, Serbia, 255
6. Vasić, M., Savić, A., Zdravković, M., Brdar-Jokanović, M., Đolić, N., Gvozdanić-Varga, J., Stojanović, A. (2014): Market classes of determinate dry bean. *Book of Abstracts of V Congress of Serbian Genetic Society*, 28 September – 2 October, Belgrade, Serbia, 268
7. Vasić, M., Todorović, V., Petrović, G., Nikolić, Z., Đurić, G., Savić, A., Dimitrijević, M. (2016): Characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces through basic morphological characteristics and protein markers. *Book of Abstract of V International Symposium on Agricultural Sciences „AgroRes 2016“*, 29 February – 3 March, Banja Luka, BiH, 108
8. Savić, A., Vasić, M., Dimitrijević, M., Brdar-Jokanović, M., Danojević, D., Petrović, S., Zdravković, M. (2017): Phenotypic evaluation of variability among dry bean cultivars and landraces from breeding collection of Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad. *Book of Abstracts of COST WG1/EPPN2020 workshop, COST action FA1306- The quest for tolerant varieties- Phenotyping at plant and cellular level*, 29-30

## VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата добијених у овом истраживању изведени су следећи закључци:

Формирани пасошки подаци су омогућили да део испитаних генотипова пасуља у овој докторској дисертацији буде регистрован у европском каталогу биљних генетичких ресурса (EURISCO), чиме ће се повећати њихова видљивост и побољшати очување у колекцији.

Утврђен је средњи ниво фенотипске варијабилности особина изабраних на основу дескриптора у испитаној колекцији пасуља. Идентификоване су фенотипске класе квалитативних особина које су највише биле заступљене, као и оне које недостају и којима би требало допунити колекцију.

Применом анализе хомогености (HOMALS), издвојене су особине са већом дискриминационом моћи (боја зрна, шаре на семењачи, боја заставице цвета, сјај зрна и тип раста), које би могле да се користе за будућу ефикасну процену већих колекција пасуља и прављење базичних колекција.

Применом HOMALS метода, генотипови пасуља су подељени у шест група према сличности профила фенотипа. Структура груписања унутар колекције применом HOMALS метода је, у одређеној мери, указала на расподелу генотипова пасуља у групе према припадности средњеамеричком или андском центру порекла. Добијени резултат је указао на значај одабраних особина у испитивању фенотипске варијабилности генетичких колекција пасуља, услед познатих образаца фенотипске варијације који су карактеристични за сваки центар порекла појединачно.

Значајна варијабилност је забележена за особине број махуна по биљци, број зрна по биљци и принос зрна по биљци, док се број зрна по махуни најмање разликовао између генотипова. Највећи број генотипова пасуља у погледу испитаних агрономских особина је груписан у прве две до три интервалне класе, што је омогућило сагледавање којим фенотипским класама агрономски значајних особина би требало допунити колекцију. Анализом варијансе агрономски значајних особина је утврђена статистичка значајност свих извора варијације, са највећим утицајем генотипа. Изузетак су биле особине дужине вегетације и масе 1000 зрна, код којих се интеракција генотипа и средине није показала статистички значајном.

Јасније сагледавање образаца фенотипске варијације у колекцији пасуља омогућила је корелациона анализа, којом је потврђено постојање позитивних веза између броја махуна по биљци, броја зрна по биљци, броја зрна по махуни и приноса по биљци, док је маса 1000 зрна била у негативној међузависности са наведеним особинама, изузев приноса по биљци.

Применом анализе главних компоненти идентификовани су најзначајнији извори фенотипске варијације агрономски значајних особина. Највећи допринос раздвајању генотипова у групе су дале особине број махуна по биљци, број зрна по биљци, принос по биљци и маса 1000 зрна. Подела у две групе на биплот графикону је одговарала познатим обрасцима фенотипске варијације средњеамеричког и андског центра порекла пасуља. Средњеамеричку групу су чинили генотипови ситнијег зрна, али виших вредности осталих компоненти приноса, док је у андској групи било обрнуто. Осим тога, идентификација додатне андске подгрупе, са генотиповима који су имали крупније зрно и више вредности осталих компоненти приноса, указала је на постојање хибрида између два основна центра порекла, или на нови извор фенотипске варијације.

Резултати добијени анализом груписања генотипова пасуља применом UPGMA метода су у сагласности са резултатима добијеним анализом главних компоненти. Образовање већег броја хомогених група у погледу комбинације испитаних агрономских особина, олакшаће одабир родитељских парова из генетички удаљенијих група, или из група са вишим средњим вредностима одређених особина, за будућа укрштања. Анализом груписања је подржана подела генотипова према припадности центру порекла, али су идентификовани и генотипови са комбинацијом особина карактеристичним за ова два центра појединачно.

Анализом резервног протеина фазеолина, утврђено је присуство T, S и C типова међу испитаним генотиповима пасуља. На нивоу целокупне испитане колекције, 65,5% генотипова је било са T типом, 29% са S типом и 4,5% са C типом. Међу локалним популацијама, T тип фазеолина је био најучесталији, док је међу сортама то био S тип. На основу удела типова фазеолина у испитаној колекцији, утврђено је да је популација пасуља на територији Србије најсличнија земљама западне и централне Европе, и да је највероватније унета у земљу са њених северних и западних граница.

Утврђена је значајна полиморфност испитаних микросателитних локуса, са 486 идентификованих алелних варијанти и просечним бројем од 18 алела по локусу, што је указало на присуство значајне генетичке варијације у испитаном материјалу.

Комбинацијом метода груписања заснованог на моделу, анализе груписања најближег суседа, анализе

главних координата и анализе молекуларне варијансе на основу података добијених молекуларном анализом, добијен је јаснији увид у структуру испитане колекције пасуља која првенствено одговара познатој расподели генотипова пасуља у две групе, односно два центра порекла, андски и средњеамерички. Анализа молекуларне варијансе и анализа главних координата показале су да је генетичка варијабилност испитане колекције већим делом условљена генетичким разликама између појединачних генотипова, а мање разликама између андске и средњеамеричке групе. Запажено груписање генотипова према фенотипу на NJ дендрограму, даје јаснији увид у генетичке везе између генотипова, те би требало да олакша одабир родитељских парова за будуће оплемењивање.

Одступање од груписања генотипова према центру порекла, као и идентификација треће, андске подгрупе и потенцијалних хибрида између андског и средњеамеричког центра, потврдило је постојање нове генотипске варијације, која је резултат природних и људских селекционих притисака. Иако је STRUCTURE анализом идентификован мали број генотипова мешовитог порекла, генотипови андске подгрупе, издвојени анализом главних компоненти и анализом груписања, указују да је удео потенцијалних хибрида између два центра порекла у испитаној колекцији знатно већи.

Генотипови мешовитог порекла, односно потенцијални хибриди настали укрштањем генотипова пасуља пореклом из различитог генофонда, могу представљати значајне кандидате за укључење у програме оплемењивања, с обзиром на то да код њих постоји позитивна веза између крупноће зрна и осталих компоненти приноса.

Као крајњи резултат, формиране су: 1) прелиминарна основна, базична колекција са 122 генотипа и 2) основна, базична колекција пасуља са 57 генотипова, које су обухватале највећу фенотипску и генотипску варијабилност испитане колекције. Прелиминарна колекција БК122 је значајна са аспекта очувања генетичког диверзитета колекције, а колекција БК57 као основ за даља испитивања и оплемењивање.

Генотипови основне, базичне колекције пасуља БК57 испољили су малу варијабилност у погледу садржаја влаге, протеина, калијума и фосфора на нивоу испитаног узорка. Веће разлике између генотипова утврђене су за садржај сумпора, гвођђа и цинка. Осим тога, идентификовани су појединачни генотипови са вишим садржајем испитаних параметара квалитета, који могу бити укључени у програме оплемењивања ради унапређења ових особина.

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

Комисија једногласно даје позитивну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања. Кандидат је прегледно и систематично приказала резултате истраживања, који су обрађени адекватним статистичким методама, јасно и прегледно представљени табелама, графиконима и фотографијама. Добијени резултати су тумачени у складу са научним принципима, упоређени са бројним истраживањима других аутора и најновијим доступним научним сазнањима из области коју обухвата ова докторска дисертација. Закључци изведени на основу резултата истраживања су у складу са постављеном хипотезом и дају јасне одговоре на постављене циљеве ове докторске дисертације.

<b>VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ</b>
<b>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</b> Докторска дисертација написана је у складу са образложењем наведеним у пријави теме.
<b>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</b> Дисертација садржи све неопходне елементе.
<b>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</b> Докторска дисертација дипл. биол. – мастер Александре Савић представља оригинални научни рад, те тиме може да се сматра оригиналним доприносом науци. Формирањем пасошких података и регистравањем дела генотипова пасуља у каталогу биљних генетичких ресурса (EURISCO) повећава се њихова видљивост, побољшава очување у колекцији и употреба. Сагледани су структура и ниво фенотипске и алелне варијабилности дела колекције пасуља Института за ратарство и повртарство из Новог Сада. У колекцију Института су уврштени и узорци добијени из Института за повртарство из Смедеревске Паланке и Агроинститута из Сомбора. Идентификацијом центара порекла (средњеамерички и андски) генотипова пасуља је одређен могућ правац доласка популације пасуља на простор Републике Србије. Идентификовани су потенцијални хибридни генотипови настали укрштањем генотипова из два центра порекла. Они представљају нову варијацију, присутну на простору Републике Србије, која може бити резултат природних или људских селекционих притисака. Формиране су базичне колекције које су значајне са становишта очувања генетичког диверзитета колекције и служе као основ за даља испитивања, те имају употребну вредност у програму оплемењивања пасуља.
<b>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</b> Нису уочени недостаци дисертације, па тиме ни њихов утицај на резултат истраживања.
<b>IX ПРЕДЛОГ</b>
Предлог Комисије је да се докторска дисертација прихвати и кандидату одобри одбрана.

**ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ**

Нови Сад  
2. април 2019.

---

др Миодраг Димитријевић, редовни професор,  
Пољопривредни факултет, Нови Сад, ментор

---

др Мирјана Васић, научни саветник,  
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад,  
ментор

---

др Софија Петровић, редовни професор,  
Пољопривредни факултет, Нови Сад, председник  
комисије

---

др Милан Здравковић, научни саветник,  
Институт за земљиште, Београд, члан комисије

---

Др Милка Брдар-Јокановић, виши научни сарадник,  
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, члан  
комисије