

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

32/10-7.6.

(Број захтева)

25.09.2019.

(Датум)

Веће научних области
биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Карактеризација и евалуација врста рода *Allium L.* биофортифицираних селеном“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Ратарство и повртарство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1.

Сандра, Зорица, Поповић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета,
студијски програм):

Универзитет у Београду

Пољопривредни факултет, студијски програм
Пољопривреда, модул Хортикултура

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2017.

4. Година уписа на докторске студије: 2017/2018.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Пољопривредне науке, модул Ратарство и повртарство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Ђорђе Моравчевић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Arsenijević, J., Drobac, M., Šoštarić, I., Jevdović, R., Živković, J., Ražić, S., **Moravčević, Đ.**, Maksimović, Z. (2018): Comparison of essential oils and hydromethanol extracts of cultivated 10 and wild growing *Thymus pannonicus* All. Industrial Crops and Products, Volume 130, April 2019, Pages 162-169. (<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.055>)
2. **Moravcevic, Dj.**, Varga, J. G., Pavlovic, N., Todorovic, V. & Ugrinovic, M. (2017) Production and Chemical Characteristics of the Populations of Spring Garlic (*Allium sativum* L.) from the Serbian Genetic Collection. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29 (3), 227-236. (<https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-11-1680>)
3. Ćosić, M., Stričević, R., Djurović, N., **Moravčević, Dj.**, Pavlović, M., Todorović, M. (2017): Predicting biomass and yield of sweet pepper grown with and without plastic film mulching under different water supply and weather conditions. Agricultural Water Management, Vol. 188 (2017):91–100. (<http://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.04.006>)
4. Janosevic, B., Dolijanovic, Z., Dragicevic, V., Simic, M., Dodevska, M., Djordjevic, S., **Moravcevic, Dj.**, Miodragovic, R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. International Journal of Plant Production, 11 (2), April 2017 ISSN: 1735-6814 (Print), 1735-8043 (Online). (http://ijpp.gau.ac.ir/article_3425_732d7d53652c01d1a0cb572089d042ab.pdf)
5. Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Červenski, J., Petrović, A., **Moravčević, Đ.** (2013): Phenotypic Diversity of basic characteristics of genotypes from the Serbia onion collection. Genetika, 45(1):101-108. (UDC 575:635.25; DOI: 0.2298/GENSR 1301101G; Original scientific paper)

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 25.09.2019. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Живковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/10-7.6.
Датум: 25.09.2019. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 51. и 52. Правилника о правилима докторских академских студија и члана 44. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 25.09.2019. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ тема докторске дисертације коју је поднела **САНДРА ПОПОВИЋ, мастер** и одобрава израда дисертације под насловом: **«КАРАКТЕРИЗАЦИЈА И ЕВАЛУАЦИЈА ВРСТА РОДА *Allium L.* БИОФОРТИФИКОВАНИХ СЕЛЕНОМ».**

II За ментора се именује др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор.

III На одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

Образложење

Наставно-научно веће факултета разматрало је и усвојило Извештај о позитивној оцени научне заснованости теме докторске дисертације коју је поднела Сандра Поповић, мастер.

Наставно-научно веће факултета је приликом доношења одлуке оцењивало да ли је реч о оригиналној идеји и да ли је тема од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

Сходно изнетом одлучено је као у диспозитиву.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за ратарство и повртарство, Студентској служби и архиви.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Датум: 05. 09. 2019. године

Предмет: Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Сандре Поповић, мастер инж. пољопривреде

На основу члана 44. Став 1. Правилника о правилима докторских студија Пољопривредног факултета, а на предлог одговарајућег већа Катедре и мишљења одговарајућег Наставно-научног већа Института, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 26.06.2019. године донело је одлуку бр. 32/9-4.7 да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Сандре Поповић, мастер инж. пољопривреде, под насловом: „Утицај услова средине (локације) и фолијарне прихране микроелементима на морфолошке, производне, декоративне и хемијске особине врста из рода *Allium* sp.“.

Кандидаткиња је дана 05.07. 2019. године, пред Комисијом коју су чинили др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, др Јелица Гвоздановић Варга, научни саветник Института за ратарство и повртарство из Новог Сада и др Александар Костић, доцент Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, успешно одбранила пријављену тему докторске дисертације када је и записник са те одбране предат Студентској служби. У име Комисије председник др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и докторској дисертацији

1.1 Биографија кандидата

Сандра (Зорица) Поповић, рођена је 12. 09. 1993. године у Прокупљу. Основну и средњу школу завршила је у Прокупљу. После завршене средње школе уписује Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Одсек Ратарство и повртарство. Током студија награђена је као најбољи студент прве године ОАС за школску 2012/2013. годину. ОАС завршила је 29. 06. 2016. године са просечном оценом 10 (десет), као најбољи студент генерације.

Мастер академске студије уписује школске 2016/2017. године на Одсеку за Хортикултуру и полаже све предмете предвиђене програмом са просечном оценом 10 (десет). Академски назив Мастер инжењер пољопривреде стекла је 30.09.2017. године одбравивши Мастер рад под називом: Ефекат примене индол-3-сирћетне киселине на цветање и продукцију луковица љиљана (*Lilium* *hyb.* L.), са оценом 10 (десет).

Школске 2017/2018. године Сандра Поповић уписује Докторске академске студије, Студијски програм: Пољопривредне науке, Одсек: Ратарство и повртарство. Од јуна 2018. године је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Као стипендиста, ангажована је на пројекту Министарства просвете науке и технолошког развоја ТР 3106 (Унапређење технологије гајења крмних биљака на ораницама и травњацима).

Сандра Поповић од марта 2017. године учествује у извођењу наставе, дела вежби, на Одсеку за Ратарство и повртарство и Одсеку за Хортикултуру (предмет Цвећарство), најпре у својству волонтера, а од јуна 2018. године и као стипендиста МПНТР. Члан је међународног уредништва часописа „Гласило-Футуре“. Објавила је до сада 11 научних радова (Прилог 1).

1.2 Предлог теме докторске дисертације

Кандидаткиња Сандра Поповић, мастер, је поднела пријаву за израду докторске дисертације под насловом: **„Утицај услова средине (локације) и фолијарне прихране микроелементима на морфолошке, производне, декоративне и хемијске особине врста из рода *Allium* sp.“**. Пријављени наслов теме дефинише предмет истраживања и сагледава сам циљ истраживања, али је по мишљењу Комисије опширан. Комисија предлаже да се пријављени наслов измени и да сада гласи: **„Карактеризација и евалуација врста рода *Allium* L. биофортифицираних селеном“**.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1 Предмет и програм истраживања

У пријави докторске дисертације кандидат објашњава порекло, таксономску припадност и указује на велики економски и нутритивни значај значај рода *Allium* L. Наиме, род лукова (*Allium* L.) броји преко 800 врста, које су углавном распрострањене на северној хемисфери. Најпознатије гајене врсте овог рода су црни (*Allium cepa* L.) и бели лук (*Allium sativum* L.), о чему сведоче површине на којима се гаје у свету, као и велики број истраживања спроведених на овим врстама. Поред црног и белог лука, у различитим културама и различитим деловима света, у употреби су и друге врсте лукова, и то: козјак (*A. cepa* var. *aggregatum*, *A. cepa* var. *ascolanicum*), влашац (*A. schoenoprasum*), кинески влашац (*A. tuberosum*), јапански лук, зимски лук или аљма (*A. fistulosum*), празилук (*A. ampeloprasum* var. *porrum*) и кинески лук (*A. chinensis*) (Lanzotti, 2006).

Кандидат наводи податак да на простору Србије, иако постоје повољни агроеколошки услови за гајење лукова, осим црног и белог лука, као и празилука, производња других врста лукова готово да није заступљена. Имајући то у виду, за предмет истраживања ове докторске дисертације одабране су врсте лукова које су на нашим просторима недовољно испитане, и то: *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L., *Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum* L., *Allium nutans* L. и *Allium odorum* L.

У образложењу пријављене теме кандидат наводи да се значај врста из рода *Allium* L. огледа кроз могућности њихове примене у исхрани људи, традиционалној и официналној медицини. Специфичан укус и мирис лукова, који потиче од сумпорних једињења, у највећој мери доприноси њиховој широкој употреби у исхрани људи. Примена различитих производних технологија, омогућила је употребу лукова у различитом облику. Односно, у исхрани се могу користити целе биљке (млади лук) или поједини биљни органи (луковица,

лажно стабло, листови), што је условљено и одабиром врсте. Јестиви биљни делови се могу конзумирати у свежем или прерађеном облику (*Gvozdanić-Varga i sar.*, 2013) што омогућава употребу лукова у различитим гранама прехранбне индустрије.

Кандидат у даљем тексту нарочито истиче важност хемијског састава јестивих биљних делова, који у првом реду одређује нутритивну вредност лукова. Истраживањима је утврђено да се квалитет јестивих делова огледа у значајном садржају примарних и секундарних метаболита у сувој материји. Истовремено бројна истраживања указују да лукови представљају богат извор органосумпорних, фенолних и органоселенових једињења. Њиховој нутритивној вредности доприносе и витамини, макро и микроелементи, аминокиселине и угљени хидрати. Захваљујући овако богатом хемијском саставу, врсте рода *Allium* L. се осим у исхрани, могу користити и у превенцији и лечењу многих болести (*Brewster*, 2008), а пре свега болести изазваних оксидативним стресом.

Najda et al. (2016) и *Marrelli et al.* (2018) указују да лукови поседују изузетан антиоксидативни потенцијал, при чему наводе флавоноиде као главне полифеноле у јестивим деловима лукова, одговорне за њихово антиоксидативно деловање. Све ово упућује на чињеницу да се лукови могу сматрати функционалном храном. Висок антиоксидативни капацитет, осим што доприноси повећању нутритивног квалитета јестивих биљних делова, такође доприноси и потенцијалном повећању способности биљке да толерише стрес (*Gonzalez-Morales et al.*, 2017). Истраживања новијег датума упућују да примена ђубрива са микроелементима позитивно утиче на повећање садржаја биомолекула са антиоксидативним деловањем, у јестивим биљним деловима (*El-Tohamy et al.*, 2009).

У даљем образложењу предмета и програма истраживања кандидат указује на важност селена (Se), као елемента минералног састава јестивих делова лукова који има снажно антиоксидативно деловање. Иако не спада у групу неопходних биогених хранива у исхрани биљака, Se је есенцијалан елемент за функционисање организма људи и животиња. Дуго времена Se је био проучаван заједно са „тешким металима“, односно са групом метала и металоида који се доводе у везу са контаминацијом и потенцијалним токсичним деловањем, а тек је 1957. године експериментално доказано да је Se неопходно уносити у организам у врло малим количинама. Свест о значају Se у људској исхрани нарочито је порасла у последњих 20 година. Испитивањима је утврђено да његов недостатак може изазвати различита негативна стања у организму, попут повећане осетљивости на инфекције и развој рака, повишен крвни притисак, а самим тим и подложност срчаном удару, затим реуматске болести, оштећења јетре, превремено старење, смањену плодност код мушкараца, итд. (*Malagoli et al.*, 2015). Како би се превазишао проблем недостатка Se, у скоро свим европским земљама се у исхрани људи користе различити дијететски суплементи обogaћени овим микроелементом. Како употреба Se има низ позитивних ефеката, важно је знати његову сигурну горњу границу дневног уноса која раздваја позитивне и потенцијално негативне ефекте на људски организам. Максимални сигурни дневни унос Se за мушкарце и жене старије од 14 година је 400 µg док је адекватни дневни унос, према европској Агенцији за безбедност хране (EFSA), лимитиран на 70 µg (*Stofaneller and Morse.*, 2015). Хронично прекорачење дневног уноса може имати негативне, и у зависности од дозе, чак и токсичне ефекте.

Кандидат у даљем тексту наводи да су земљишта у свету, а и у Србији, сиромашна у погледу садржаја Se. Селен се у земљишту налази у неколико неорганских облика, и то као: елементарни селен (Se^0), селенид (Se^{2-}), селенит (SeO_3^{2-}), селенат (SeO_4^{2-}) и у органским облицима: Se-цистеин (SeCys), Se-метионин (SeMet). Иако је његов садржај у земљишту у директној вези са садржајем у биљкама, важнији фактор од укупне количине Se у земљишту

је његов облик у којем се налази, јер од тога зависи његова доступност биљкама. Слично томе, доступност Se за људски организам, зависи од његовог облика у прехранбеним производима или дијететским суплементима. Односно, у биљкама и биљним производима обогаћених Se, налазе се органски облици - који су доступнији за људски организам, лакше се апсорбују, уграђују у структуре Se протеина и других неспецифичних протеина и у мањој мери се излучују преко бубрежног система. За разлику од биљних производа, у суплементима се Se често налази у неорганским облицима, и то као натријум-селенит (Na_2SeO_3) или натријум-селенат (Na_2SeO_4), који су теже доступни људском организму. Односно, људско тело апсорбује само 50% Se у неорганском облику, а више од 90 % Se у органском облику.

Имајући у виду његов низак садржај у земљишту и позитивне ефекте на људско здравље, веома је актуелно питање примене Se у циљу обогаћивања, како земљишта, тако и биљних производа. У вези са тим, у литератури се последњих година, често помиње биофортификација, који се односи на повећање садржаја пожељних елемената у јестивим биљним деловима (Shafiq, 2018). Као један од аспекта биофортификације је и појам агрофортификација који подразумева повећање концентрације и балансирање есенцијалних хранива у јестивим деловима биљака применом одговарајуће исхране биљака и агротехнике. Како је органски облик Se доминантан у биљкама и биљним производима, а истовремено и најдоступнији за људски организам, агробиофортификација се може сматрати најефикаснијим начином за повећање садржаја Se и добијање усева са позитивним утицајем на људско здравље (Lavu, 2013). У Финској се од 1984. године успешно примењују систематске методе обогаћивања пољопривредног земљишта селенским ђубривима што је резултирало знатним повећањем садржаја Se у храни. То упућује на чињеницу да би планска и дугорочна агробиофортификација могла решити проблем дефицита селена у храни на глобалном нивоу.

Докторанд даље указује на податак да су биљке, које потенцијално могу бити добре за биофортификацију Se, оне које по природи акумулирају високе концентрације сумпорних (S) једињења у ткивима, као што су врсте из рода *Allium* L. Код већине биљних врста, висок ниво Se је токсичан за биљку, међутим врсте из рода *Allium* L. карактерише висок потенцијал акумулације Se. Осим што акумулирају Se, врсте из овог родова имају способност трансформације Se у облике који су корисни за здравље људи и уједно и најдоступнији, и то: γ -glut-cyst, SeCys и MeSeCys (Lavu, 2013). Као разлог способности врста из рода *Allium* L. да акумулирају Se, наводи се чињеница да се асимилација Se одвија истим метаболичким путем као и асимилација S. Досадашња истраживања су у већем обиму вршена на црном и белом луку, углавном у хидропонској производњи, (Mobini et al., 2019), са применом ђубрива натријум селенат (Na_2SeO_4) у дозама од 5 до 30 g/ha (Manojlović et al., 2016). Слична истраживања, али мањег обима спроведена су и у производњи лукова на земљишту или у саксијама. Резултати истраживања су показали да црни лук има одличну способност акумулације Se у луковима и да примена селенских ђубрива позитивно утиче на квалитет луковица (Bystricka et al., 2015). Према другим истраживањима бели лук, такође, има способност усвајања неорганских облика Se из земљишта, трансформације у органске облике и њихове акумулације у јестивим деловима.

Имајући у виду да су сумпор и његови деривати најважнија једињења која дају укус и мирис луковима, а како се Se и S усвајају истим метаболичким путем и у одређеним случајевима понашају као антагонисти, истраживања иду и у правцу изналажења оптималних концентрација примене ових елемената, у циљу добијања производа високе нутритивне вредности. Наиме, утврђено је да примена Se у нижим концентрацијама

позитивно утиче на антиоксидативни капацитет, а без негативног утицаја на асимилацију S (Gonzalez-Morales et al, 2017). С обзиром да се лукови конзумирају у свакодневној исхрани, сматра се да могу бити један од најважнијих извора за подизање нивоа селена у исхрани људи широм света (Kapolna and Fodor, 2007).

Кандидат је истакао и да на нашим просторима, нису вршена обимнија истраживања биофортификације врста из рода *Allium* L. и да су подаци о ефикасности примене селенских ђубрива оскудни. Међутим, у свету се спроводе бројна истраживања којима се жели утврдити да ли, и у ком интензитету, биофортификација одређених усева утиче на унос и повећање концентрације Se у људском организму конзумирањем тих производа. Кандидат такође истиче и да врсте које су одабране као предмет истраживања у домаћој литератури нису довољно испитане, како са аспекта технологије производње, тако и са аспекта хемијског састава и нутритивне вредности. Врсте *Allium nutans* L. и *Allium odorum* L. су, осим у домаћој, недовољно описане и у иностраној литератури.

Програмом истраживања су обухваћене следеће активности:

- Испитивање утицаја фолијарне примене селена на морфолошке, продуктивне и декоративне особине пет врста из рода *Allium* L.: *A. schoenoprasum* L., *A. fistulosum* L., *A. ampeloprasum* var. *ampeloprasum* L., *A. nutans* L. и *A. odorum* L. у пољским и у контролисаним условима, током три вегетационе сезоне;
- Одређивање хемијског састава јестивих делова, горе наведених врста лукова, анализом следећих параметара: укупних пигмената (хлорофил А и Б, каротеноиди), укупних полифенола, укупних флавоноида, растворљивих шећера, растворљивих протеина, применом спектрофотометријских метода;
- Испитивање утицаја фолијарне примене селена на антиоксидативни капацитет јестивих делова лукова, применом одговарајућих хемијских метода;
- Применом Раманове спектроскопије би се вршила детекција полисахарида, у првом реду скроба и глукоманана, са претпоставком да постоји разлика у грађи кристалне структуре скроба услед различитог удела амилозе и амилопектина у луковицама представника рода *Allium* L.

2.2 Научни циљ истраживања

Циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације је испитивање утицаја биофортификације селеном одабраних врста лукова, односно да се испита и изнађе која доза фолијарно примењеног селена доприноси испољавању пожељних морфолошких, производних и биохемијских особина испитиваних лукова. Поред тога циљ је и да се изнађе и производној пракси препоручи врста која најбоље реагује на биофортификацију селеном. С обзиром да одабране врсте рода *Allium* L. образују и специфичне цвасти, на крају би се оценио и њихов декоративни карактер.

3. Основне хипотезе од којих се полази

При изради плана истраживања пошло се од следећих претпоставки:

- Биофортификација селеном утицаће на производне и хемијске особине свих испитиваних лукова.
- На садржај селена у јестивим органима утицаће врста, али и концентрација фолијарно примењеног селена.

- Антиоксидативни капацитет биљних екстракта зависиће од примењене концентрације селена.
- Према садржају етеричних уља врсте ће се значајно разликовати.
- Најдекоративнију цваст имаће врста *Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum* L.

4. Материјал и методе које ће се применити у истраживању

У експерименту ће бити испитивано пет врста рода *Allium* L.: *Allium schoenoprasum* L., *Allium fistulosum* L., *Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum* L., *Allium nutans* L. и *Allium odorum* L., који су део колекције генетичког материјала Института за ратарство и повртарство у Новом Саду. Биљке лукава ће се третирати фолијарно ђубривом на бази селена (натријум-селенат - Na_2SeO_4) уз додатак оквашивача, у фази њиховог интензивног пораста, а два месеца пре планираног вађења луковике или бербе јестивих органа (лист, стабло).

Фолијарни третмани селеном имаће четири нивоа: 1) контрола- без примене ђубрива; 2) 10 g натријум-селената/ха; 3) 20 g натријум-селената/ха и 4) 30 g натријум-селената/ха.

Оглед ће бити постављен по случајном блок систему у три понављања на отвореном пољу (приватно имање у Борчи) и у саксијама у заштићеном простору (стакленик Пољоривредног факултета Универзитета у Београду).

Величина елементарне парцелице на отвореном пољу износиће 2 m^2 ($1 \times 2 \text{ m}$), док ће број саксија по третману, за сваку врсту лука бити минимум 30 (минимална запремина саксије 250 ml). Експерименти у судовима и на отвореном пољу трајаће најмање две производне године.

Анализа метеоролошких услова биће обављена преко података Републичког хидрометеоролошког завода Србије. Извршиће се и хемијска анализа земљишта и супстрата: а) реакција земљишта (pH) одредиће се потенциометријском методом; б) укупни азот (%) мериће се методом по Kjeldahl-у; ц) лако приступачни фосфор и калијум у земљишту утврђиваће се Al-методом по Egner-Riehm-у; д) лако приступачни азот одредиће се методом директне дестилације модификованом од Bremner-a; е) садржај хумуса у земљишту установиће се методом Турина у модификацији Симаков-е, ф) садржај селена кувањем са HNO_3 и H_2O_2 уз посебну припрему дела раствора и спектрометријским одређивањем (ICP), хибридном методом.

Током истраживања пратиће се морфолошке, производне и биохемијске особине испитиваних лукава.

Испитивање морфолошких параметара биће спроведено у фази интензивног пораста биљака. Оцењиваће се следеће особине: висина биљака (cm); дебљина лажног стабла (cm); број листова; лисна површина (cm^2 /биљци).

Производне особине биће оцењиване у фази технолошке зрелости, тј. у моменту вађења луковике или бербе надземног дела. Као показатељ квалитета приноса, истраживање ће обухватити следеће производне особине: маса луковике (g); индекс луковике (g/h); број ченова; маса свежег надземног дела биљке (g); маса сувог надземног дела биљке (g).

Врсте које су укључене у истраживање у нашим агроколошким условима цветају, па се као такве могу користити и у декоративне сврхе. Оцена декоративности цвасти засниваће се на следећим параметрима и биће обављана у фази интензивног цветања врсте: висина цветоносног стабла (cm); обим цвасти (cm); боја цветова у цвасти; оцена декоративности цвасти (скала 1-10).

Наведене особине (морфолошке, производне и декоративне) оцењиваће се класичним методама – мерењем, пребројавањем, вагањем. За одређивање лисне површине користиће се уређај CL 202 area meter (USA).

У оквиру експерименталног дела докторске дисертације биће праћени и параметри хемијског састава, и то: садржај пигмената (хлорофили А и Б, укупни каротеноиди) и одабраних секундарних биљних метаболита (укупни полифеноли и флавоноиди), као и антиоксидативни капацитет, садржај растворљивих шећера и протеина, садржај полисахарида, у првом реду скроба и глукоманана, у јестивим биљним деловима испитиваних лукова. Испитивање хемијског састава биће спроведено у лабораторији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Осим тога, а имајући у виду примењене третмане прихране узгајаних лукова биће одређен комплетан тзв. „минерални профил“ тј. садржај макро и микроелемената у јестивим деловима биљке како би се утврдио утицај прихране селеном на његов садржај, али и садржај осталих хемијских елемената. За потребе ових одређивања биће коришћена метода Индуковано Купловане Плазме спрегнуте са Оптичком Емисионом Спектроскопијом (ICP-OES). На основу добијених резултата биће урађена корелациона анализа како би се утврдило да ли постоји узајамна веза између садржаја одређених елемената са примењеном прихраном селеном.

Антиоксидативни капацитет добијених екстракта биће одређен DPPH, ABTS и FRAP методама као и фосфомолибденском методом. DPPH тест је базиран на теорији да је донор водоника антиоксиданс и мери антиоксидативни капацитет биљног екстракта као „хватача“ 1,1-дифенил-2-пикрилхидразил (DPPH) радикала. Основни принцип овог теста јесте редукција љубичастог 2,2 дифенил-1-пикрилхидразил (DPPH) радикала у реакцији са „scavenger“има слободних радикала до жуто обојеног дифенилпикрил-хидразина. Ова промена боје представља меру јачине „scavenger“- а и прати се спектрофотометријски на таласној дужини 517-525 nm. TEAC (ABTS) тест представља способност спаривања слободног електрона плаво-зеленог ABTS (2,2'-азинобис(3-етилбензотиазолин)-6-сулфонатних) радикал-катјона, који апсорбује у блиском IR-подручју на 734, 645 и 815 nm у односу на ту способност тролокса, једињења које је вештачки пандам витамину Е. Антиоксиданси смањују апсорпцију на 734 nm и то се смањење искориштава за одређивање антиоксидативне активности. На основу добијених вредности за екстракте различитих концентрација биће одређена тзв. IC₅₀ концентрација тј. она концентрација екстракта која има способност да неутралише 50% насталих слободних радикала (Apak et al., 2016). Осим претходне две методе које се заснивају на „хватању“ слободних радикала насталих као последица „оксидативног стреса“ за процењивање укупне антиоксидативности узорка (TAC) користиће се и два теста која се заснивају на оксидо-редукционим процесима. FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) тест је заснован на редукцији Fe³⁺-TPTZ (Fe³⁺, 4, 6-трипиридил-S-триазин) комплекса до плаво обојеног Fe²⁺ облика, чији се интензитат боје мери спектрофотометријски. Добијене вредности (nmol Fe²⁺) ће се прерачунати и изразити као мг/г суве масе еквивалената галне киселине (ГАЕ). На сличан начин биће квантификовани и резултати фосфомолибденског TAC-теста који је заснован на редукцији јона молибдена Mo⁶⁺ до оксидационог стања Mo⁵⁺ услед реакције са компонентама биљних екстраката при чему, у киселој средини и присуству фосфатних јона, настаје жуто-зелено обојени комплекс Mo⁵⁺-PO₄ чија се апсорбанца чита на 695 nm (Prieto et al., 1999). Осим наведених антиоксидативних тестова биће урађен и пероксидни тест како би се утврдило присуство овог молекула као параметра који указује на појаву „оксидативног стреса“ код биљке који би могао бити узрокован примењеном прихраном селеном. У ту сврху биће примењен

волуметријски тест за одређивање садржаја водоник-пероксида (Maswada, 2013), а резултати ће бити изражени као % инхибиције. Осим тога биће израчуната и IC₅₀ концентрација.

Садржај полисахарида, у првом реду скроба и глукоманана, у јестивим биљним деловима испитиваних врста биће одређен уз помоћ Раман микроспектрометра XploRA (Horiba Jobin Yvon). Раманово расејавање ће бити побуђено Nd/YAG ласером на таласној дужини од 532 и 785 nm са максималном снагом ласера на узорку од око 20-25mW и решетком од 600 линија mm⁻¹ при чему су спектри забележени при излагању узорака ласеру у трајању од једнесекунде и једнократним скенирањем узорака, са филтером од 100%. За калибрацију ће бити коришћен силикон са карактеристичном везом на 520,47 cm⁻¹. Опсег спектра који ће бити анализиран је у интервалу од 200 до 1800 cm⁻¹. У оквиру овог опсега, биће идентификовани специфични вибрациони модули карактеристичних група за уља и полисахариде. Побуђеност спектра је контролисана помоћу софтвера LabSpec (Horiba Jobin Yvon) и анализирана помоћу програмског пакета Origine 8.6.1. На свим добијеним спектрима биће кориговане базне линије и нормализовани интензитети помоћу карактеристичне траке. Како би се у обзир узела могућа нехомогеност узорака, за сваки узорак ће бити снимљено најмање десет Раманових спектара, чије ће се вредности упросечити и тумачити као репрезентативни спектар за сваки узорак. PCA анализа (Principal Component Analysis) ће бити урађена са подацима који су нормализовани. Пред процесуирање ће бити извршено помоћу софтвера Spectragryph (Menges, 2018). Вредности спектра ће бити кориговане помоћу Savitzky-Golay филтера са 4 тачке. PCA анализа биће урађена помоћу PAST софтвера (Hammer et al., 2001).

Добијени резултати биће статистички обрађени применом методе дескриптивне статистике, корелационе анализе, као и низом мултиваријационих метода, а у зависности од карактера података који се добију у експерименту.

5. Очекивани резултати и научни допринос

Многобројна испитивања су утврдила да недостатак селена у исхрани код човека може изазвати различита негативна стања. Како би се превазишао проблем његовог недостатка, у скоро свим европским земљама се у исхрани људи користе различити дијететски суплементи обogaћени овим микроелементом.

Доступност селена за људски организам, зависи од његовог облика у прехранбеним производима или дијететским суплементима. У биљкама и биљним производима се налазе његови органски облици који су доступнији за људски организам. Како је органски облик селена ту доминантан, а истовремено и најдоступнији за људски организам, биофортификација се може сматрати најефикаснијим начином за повећање садржаја селена у биљкама и добијања усева са позитивним утицајем на људско здравље. Имајући у виду низак садржај селена у земљишту и све његове позитивне ефекте на људско здравље, веома је актуелно питање примене селена у циљу обogaћивања, како земљишта, тако и биљних производа.

Капацитет накупљања селена је различит у зависности од биљне врсте. Биљке које у својим ткивима по природи акумулирају високе концентрације сумпорних једињења, потенцијално могу бити добре и за биофортификацију селена. Такве су врсте управо и одабране за ово истраживање (врсте из рода *Allium* L.). У циљу добијања високо функционалне хране, биофортификација је са научног, али и практичног аспекта, мера будућности. Додатни значај ових истраживања се огледа и у ширењу и афирмацији врста лукова које се слабо гаје, а чији ефекат на одрживу пољопривреду, биодиверзитет и људско

здравље може бити велик. Поред свих ових аспеката, ови лукови због специфичних, на око лепих цвасти, могу имати и декоративни карактер, па ће део истраживања ићи и у правцу оцене њихове декоративности, што овој теми даје и један мултидисциплинарни карактер.

6. Закључак и предлог

На основу анализе поднете пријаве, квалитета одржане јавне одбране научне заснованости теме, предложеног програма и научног циља докторске дисертације мастер инжењера пољопривреде Сандре Поповић, стипендисте Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под измењеним насловом: “Карактеризација и евалуација врста рода *Allium* L. биофортификованих селеном“, Комисија сматра да је изабрана тема мултидисциплинарна и да је као таква од великог значаја за науку и праксу.

У овим истраживањима радиће се са врстама из рода *Allium* L. које се гаје на веома малим површинама и до сада нису детаљно проучаване, како на светском, тако и на нашем нивоу. Биљке које по природи акумулирају високе концентрације сумпорних једињења у ткивима, потенцијално могу бити добре и за биофортификацију селена. Такве су врсте управо и одабране за истраживање.

Селен има снажно антиоксидативно деловање. Иако не спада у групу неопходних биогених хранива у исхрани биљака, селен је есенцијалан елемент за функционисање организма људи и животиња. Земљишта у свету, а и у Србији, сиромашна су у погледу садржаја селена. Имајући у виду његов низак садржај у земљишту и позитивне ефекте на људско здравље, веома је актуелно питање примене селена у циљу обogaћивања, како земљишта, тако и биљних производа. Како је органски облик селена доминантан у биљкама и биљним производима, а истовремено и најдоступнији за људски организам, биофортификација се може сматрати најефикаснијим начином за повећање његовог садржаја и добијање усева са позитивним утицајем на људско здравље. Поред овога, урадиће се и детаљна евалуација и карактеризација јестивих органа одабраних лукова, како би се утицај биофортификације потпуно сагледао. Посебан значај ових истраживања везан је за афирмацију врста лукова које се слабо гаје, а чији ефекат на одрживу пољопривреду и људско здравље може бити велик.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати поднету пријаву и Сандри Поповић, мастер инжењеру пољопривреде одобри израду докторске дисертације под измењеним насловом: “Карактеризација и евалуација врста рода *Allium* L. биофортификованих селеном“.

Комисија за ментора ове докторске дисертације предлаже др Ђорђа Моравчевића, ванредног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

7. Име и референце предложеног ментора

Име и презиме ментора: **Др Ђорђе Моравчевић**

Звање: **ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Arsenijević, J., Drobac, M., Šoštarić, I., Jevđović, R., Živković, J., Ražić, S., **Moravčević, Đ.**, Maksimović, Z. (2018): Comparison of essential oils and hydromethanol extracts of cultivated

and wild growing *Thymus pannonicus* All. Industrial Crops and Products, Volume 130, April 2019, Pages 162-169. (<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.055>)

2. **Moravcevic, Dj.**, Varga, J. G., Pavlovic, N., Todorovic, V. & Ugrinovic, M. (2017) Production and Chemical Characteristics of the Populations of Spring Garlic (*Allium sativum* L.) from the Serbian Genetic Collection. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29 (3), 227-236. (<https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-11-1680>)
3. Ćosić, M., Stričević, R., Djurović, N., **Moravčević, Dj.**, Pavlović, M., Todorović, M. (2017): Predicting biomass and yield of sweet pepper grown with and without plastic film mulching under different water supply and weather conditions. Agricultural Water Management, Vol. 188 (2017):91–100. (<http://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.04.006>)
4. Janosevic, B., Dolijanovic, Z., Dragicevic, V., Simic, M., Dodevska, M., Djordjevic, S., **Moravcevic, Dj.**, Miodragovic, R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. International Journal of Plant Production, 11 (2), April 2017 ISSN: 1735-6814 (Print), 1735-8043 (Online). (http://ijpp.gau.ac.ir/article_3425_732d7d53652c01d1a0cb572089d042ab.pdf)
5. Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Červenski, J., Petrović, A., **Moravčević, Đ.** (2013): Phenotypic Diversity of basic characteristics of genotypes from the Serbia onion collection. Genetika, 45(1):101-108. (UDC 575:635.25; DOI: 0.2298/GENSR 1301101G; Original scientific paper)

У Земуну, 05.09.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Повртарство)

Др Јелица Гвоздановић Варга, научни саветник
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
(ужа научна област: Генетика и оплемењивање
биљака)

Др Александар Костић, доцент
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хемија)

ПРИЛОГ 1: Списак саопштених и објављених научних и стручних радова кандидаткиње

Vujošević, M. A., **Popović, S.** (2017): The possibility of improving the production of flowers in the Republic of Serbia. 3rd International Symposium for Agriculture and Food – ISAF 2017, Faculty of Agricultural Sciences and Food – Skopje, 18th - 20th October, Ohrid, Macedonia, pp. 409. (M33)

Pećinar, I., Vujošević, A., **Popović, S.**, Moravčević, Đ., Lević, S. (2017): Potential of raman and ftr spectroscopy for bulb analysis of ornamental plants. 13th Annual Meeting, Durable Agriculture-Agriculture of the future“, Book of Abstracts, 9th–10th November, Craiova, Romania, pp. 38. (M34)

Vujošević, A., **Popović, S.**, Pećinar, I., Moravčević, Đ. (2017): Effect of indol-3-acetic acid on overhead productive of liliium (*Lilium* sp.), 8th Symposium with international Participation Innovations in Crop and Vegetable Production, Book of Abstracts, 18th - 19th October, Belgrade, pp. 39. (M64)

Vujošević, A., **Popović, S.**, Moravčević, Đ., Batalo, T. (2018): Significance and representation of flowers on green areas of the City of Belgrade, 32nd Consultation of agronomists, veterinarians, technologists and agroeconomists, Book of Proceedings, 21st -22nd February, Belgrade, Vol. 24, br. 1-2, pp. 219-223. (M52)

Vujošević, A., **Popović, S.**, Pećinar, I., Moravčević, Đ. (2018): The effect of indol-3- acetic acid on productive characteristics of bulbous corm flower species. 53rd Croatian and 13th International Symposium on Agriculture, Book of abstracts, 18th – 23rd February, Vodice, Croatia, pp. 165. (M34)

Dorbić, B., Dukić, S., Friganović, E., Davitkovska, M., Bogevska, Z., Vujošević, A., **Popović, S.** (2018): Perceptions and attitudes about ornamental characteristics of sub-mediterranean deciduous trees during the winter season, 53rd Croatian and 13th International Symposium on Agriculture, Book of abstracts, 18th – 23rd February, Vodice, Croatia, pp.131. (M34)

Vujošević, A., **Popović, S.**, Vučković, S. (2018): Possibility of the use of indole-3-acetic acid in the production of flowers. The ecological state of the natural environment and the scientific and practical aspects of modern agricultural technologies, International scientific and practical conference, 22nd -23rd March, Ryazan, pp. 51-54. (M33)

Vujošević, A., **Popović, S.**, Moravčević, Đ., Dorbić, B. (2018): Agro-coal as a component in substrata for production of flowers. IX International Scientific Agriculture Symposium, “AGROSYM 2018”, Book of abstracts, Jahorina, 5-7th October, pp. 332. (M34)

Mićanović, D., Stevanetić, S., Vujošević, A., **Popović, S.** (2019): Development of the agricultural sector by the production upgrade flower and brushes. Proceedings of the 6th International Scientific Conference Agribusiness– MAK „European road to success“, 25 – 27th January, Kopaonik, pp. 229-239. (M33)

Popović, S., Vujošević, A., Moravčević, Đ. (2019): Ornamental alliums as food. XXXIII Conference of Agronomists, Veterinarians Technologists and Agricultural Economist. Institute “PKB – Agroekonomik”, Padinska Skela, Belgrade, 20 – 21st February, Proceedings of Research Papers, Vol. 25. br. 1-2, pp. 209-216. (M52)

Moravčević, Đ., Simić, A., Vujošević, A., **Popović, S.** (2019): Effects of *Trichoderma sp.* inoculum on the crop seed quality. XXXIII Conference of Agronomists, Veterinarians, Technologists and Agricultural Economist. Institute “PKB – Agroekonomik”, Padinska Skela, Belgrade, 20 – 21st February, Proceedings of Research Papers, Vol. 25. br. 1-2, pp. 217-224. (M52)

ПРИЛОГ 2: Списак кључних референци које оправдавају избор теме докторске дисертације

- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., Çapanoğlu, E. (2016): Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(5), 997-1027.
- Brewster, L.J. (2008): Onions and other vegetable alliums, 2nd Edition, *Crop Production Science In Horticulture*, Series: 15, CABI North American Office.
- Bystricka, J., Kavalcova, P., Musilova, J., Tomaš, J., Toth, T., Orsak, M. (2015): Selenium and its influence on the content of polyphenol compounds in onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4(3):23-26.
- El-Tohamy, W.A., A. Kh., Khalid, El-Abagy, H.M., Abou-Hussei, S.D. (2009): Essential oil, growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) in response to foliar application of some micronutrients. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(1):201-205.
- Gonzalez-Morales, S., Perez-Labrada, F., Garcia-Enciso, E., Leija-Martinez, P., Medrano-Macias, J., Davila-Rangel, I., Benavides-Mendoza, A. (2017): Selenium and sulfur to produce *Allium* functional crops. *Molecules*, 22(4):558.
- Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Červenski, J., Petrović, A., Terzić, S., Savić, A. (2013): Raznovrstnost roda *Allium* i mogućnost korišćenja u organskoj proizvodnji. 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zbornik referata, 3-9.2.2013, Zlatibor, 117-129.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), art. 4: 1-9.
- Kapolna, E., Fodor, P. (2007): Bioavailability of selenium from selenium-enriched green onions (*Allium fistulosum*) and chives (*Allium schoenoprasum*) after “in vitro” gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(4):282-296.
- Lanzotti, V. (2006): The analysis of onion and garlic. *Journal of chromatography A*, 1112:3–22.
- Lavu, R.V. (2013): Biofortification, speciation and bioaccessibility of selenium in food and feed crops. *Doctoral dissertation*, Ghent University.
- Malagoli, M., Schiavon, M., dall' Acqua, S., Pilon-Smits, E. A. H. (2015): Effects of selenium biofortification on crop nutritional quality. *Frontiers in Plant Science*, 6:280.
- Manojlović, M., Lončarić, Z., Čabilovski, R., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Singh, B.R. (2016): Bio-fortification of wheat by Se fertilization. 45th Conference of ESNA, 6th-8th September 2016, Belgrade, Serbia.
- Marrelli, M., Amodeo, V., Statti, G., Conforti, F. (2018): Biological properties and bioactive components of *Allium cepa* L.; Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity and Related Comorbidities. *Molecules*, 24(1):119.
- Maswada, H. F., Maswada, H. F. (2013): Assessment of total antioxidant capacity and antiradical scavenging activity of three Egyptian wild plants. *Journal of Medical Sciences*, 13(7):546-554.

- Menges, F. (2018): Spectragryph-optical spectroscopy software, Version 1.2.8, 2018.
- Mobini, M. Hossein, Khoshgoftarmanesh, A. H., Ghasemi, S. (2019): Biofortification of onion bulb with selenium at different levels of sulfate. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3):269-277.
- Najda, A., Blaszczyk, L., Winiarczyk, K., Dyduch, J., Tchorzewska, D. (2016): Comparative studies of nutritional and health-enhancing properties in the “garlic-like” plant *Allium ampeloprasum* var. *ampeloprasum* (GHG-L) and *A. sativum*. *Scientia Horticulturae*, 201:247–255.
- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M. (1999): Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, 269(2):337-341.
- Shafiq, M. Qadir, A., Ahmad, S. R. (2018): Biofortification: a sustainable agronomic strategy to increase selenium content and antioxidant activity in garlic. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2):1685-1704.
- Stoffaneller, R., Morse, N. (2015): A review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*, 7(3):1494-1537.