

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева: 356/8-4.2.
Датум: 29.05.2013. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **«Физиолошке, биохемијске и молекуларне основе толерантности на сушу и осмотски стрес у раним вегетативним фазама развоја одабраних генотипова рода *Pisum*».**

Научна област: Ратарство и повртарство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме: **мр ГОРДАНА (Рајко) ЗДЈЕЛАР**
2. Назив и седиште факултета на коме је стечено високо образовање:
Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду
3. Година дипломирања: 1999.
4. Назив магистарске тезе кандидата: «Одређивање генетичке удаљености генотипова сунцокрета (*Heliantus annuus* L.) применом RAPD маркера»
5. Назив факултета на коме је теза одбрањена: Пољопривредни факултет
Универзитета у Новом Саду
6. Година одбране магистарске тезе: 2003.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 29.05.2013. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милица Петровић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 356/8-4.2.
Датум: 29.05.2013. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 70. и 71. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 29.05.2013. године, донело је

О Д Л У К У

ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени пријаве теме докторске дисертације коју је поднела **мр ГОРДАНА ЗДЈЕЛАР** и одобрава израда дисертације, по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«ФИЗИОЛОШКЕ, БИОХЕМИЈСКЕ И МОЛЕКУЛАРНЕ ОСНОВЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ НА СУШУ И ОСМОТСКИ СТРЕС У РАНИМ ВЕГЕТАТИВНИМ ФАЗАМА РАЗВОЈА ОДАБРАНИХ ГЕНОТИПОВА РОДА *Pisum*».**

За првог ментора се именује др Томислав Живановић, редовни професор.
За другог ментора се именује др Радмила Стикић, редовни професор.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Милица Петровић)

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

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: **Извештај Комисије о оцени пријаве докторске дисертације**
мр Гордане Здјелар

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду бр 356/7-3.1. од 24.04.2013. године именована је Комисија у саставу: др Томислав Живановић, редовни професор, др Радмила Стикић, редовни професор, др Гордана Шурлан-Момировић, редовни професор, др Биљана Вуцелић-Радовић, редовни професор и др Вук Ђорђевић, научни сарадник Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, за оцену пријаве докторске дисертације мр Гордане Здјелар, под насловом: “Физиолошке, биохемијске и молекуларне основе толерантности на сушу и осмотски стрес у почетним фазама развоја одабраних генотипова рода *Pisum*“. На основу увида у поднету пријаву Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Наслов докторске дисертације

Кандидаткиња, мр Гордана Здјелар, је поднела пријаву за израду докторске дисертације под насловом “Физиолошке, биохемијске и молекуларне основе толерантности на сушу и осмотски стрес у почетним фазама развоја одабраних генотипова рода *Pisum*“.

Комисија сматра да назив треба променити у „Физиолошке, биохемијске и молекуларне основе толерантности на сушу и осмотски стрес у раним вегетативним фазама развоја одабраних генотипова рода *Pisum*“

2. Предмет и програм истраживања

У образложењу теме докторант указује да је суша један од фактора спољашње средине који у највећој мери редукује квантитет и квалитет приноса пољопривредних култура. Према проценама *Blum*-а (1986) и *Dita i sar.*, (2006) око 90% обрадивог земљишта је под утицајем једног или више стресова животне средине, од чега је око 26% угрожено сушом. Како је последњих година, због климатских промена до којих је дошло све више изражен ефекат суше, а сматра се да ће у будућности утицај овог фактора бити још израженији у свету и у нашој земљи (*IPCC*, 2007), проучавање ефекта суше на пољопривредне културе добија све више на значају. За превазилажење ових негативних ефеката у савременој пољопривредној производњи углавном се користе два приступа и то: стварање отпорних сорти и хибрида на сушу и побољшање агротехничких мера у областима где биљке могу бити изложене суши. У основи оба приступа је разумевање ефекта суше на биљке и адаптивних реакција које доприносе

толерантности биљака на сушу. Ова проучавања су веома сложена јер утицај суше на биљке зависи од интензитета стреса и времена његовог трајања, од биљне врсте и од стадијума онтогенезе биљака у којима они делују. Стога се механизми дејства и отпорности биљака на сушу проучавају мултидисциплинарно и то у фази највеће осетљивости испитиваних биљака на сушу.

Следећи такав концепт кандидат је у оквиру предложене дисертације планирала да се у фази највеће осетљивости биљака на сушу (рана вегетативна фаза), испитају ефекти суше и неки од најважнијих физиолошких, биохемијских и молекуларних механизма толерантности на сушу одабраних генотипова грашка. За истраживање је одабран грашак (*Pisum sativum* L., *Fabaceae*) који је веома значајна повртарско-кормна врста. Након соје и пасуља, представља трећу најважнију легуминозу и узгаја се на преко 6 милиона хектара у свету (FAO, 2009). Користи се у исхрани људи и домаћих животиња. Сточни грашак, пре свега због великог садржаја протеина, налази широку примену, посебно у производњи сточне хране. Зрно сточног грашка је саставни део квалитетних кормних смеша, док се надземни део може користити као кабаста сточна храна (зелена корма, силажа). Слама грашка након жетве, зелена корма, која остаје након убирања повртарског грашка за конзервну индустрију и отпаци после дораде семена или зрна такође се користе у исхрани домаћих животиња (Карагић и сар., 2007).

Постоје велике климатске разлике између области у којима се гаји грашак, између година, па чак и у оквиру једне године (Annicchiarico и Iannucci, 2008). Грашак, као и друге легуминозе, захтева релативно велике количине воде током вегетације, тако да је недовољна снабдевеност биљака водом један од најважнијих ограничавајућих фактора у његовој производњи. Тај ефекат се испољава и на квалитет и на квантитет приноса (Magyar-Tábori и сар., 2011), а што указује на значај ових испитивања, и посебно, механизма толерантности на сушу грашка (Wood, 2006).

Осетљивост грашка на дејство суше се мења у току онтогенезе, али су најкритичније фазе клијање и почетне етапе развоја поника. Имајући у виду да је вода покретач метаболичких процеса неопходних за клијање, као и за синтезу нових једињења, довољна количина воде у овим фазама неопходна је како би поник био довољно развијен да превазиђе остале неповољне услове средине (лош механички састав земљишта, неадекватно припремљено земљиште и сл.). После цветања, као и касније током фазе наливања зрна, осетљивост грашка на недостатак воде је много мања (Neumann и Aremu, 1991). То указује на потребу да се испита дејство суше и реакције биљака грашка у раним фазама вегетативног развића биљака.

За истраживања реакција биљака у раним фазама развића (клијање и развој поника) се најчешће не користе огледи у пољу јер утицај суше у тим условима не омогућава прецизну фенотипску карактеризацију биљака. Зато се за фенотипску карактеризацију у раним фазама примењују методе у којима се биљке гаје и испитују у контролисаним условима (Annicchiarico и Iannucci, 2008). Суша, која се често манифестује и као осмотски стрес, се у експерименталним условима често индукује применом раствора осмотикума полиетиленгликола 6000 (PEG 6000). Неколико истраживања је спроведено у циљу испитивања толерантности различитих генотипова грашка на осмотски стрес (Singh и сар., 1990; Singh и Singh, 1992; Alexieva и сар., 2001; Sánchez и сар., 2004; Okçu и сар., 2005; Kolbert и сар. 2008; Generozova и сар., 2009). Међутим, и поред тога постоји релативно мало података о разликама у толерантности на сушу међу сортама легуминоза у поређењу са разликама које постоје између врста. Ове информације су неопходне за идентификацију различитих механизма

толерантности на сушу између и унутар сорти гајених биљака (*Grzesiak i sar., 1999*). Стога је кандидат планирала да тестира реакције већег броја сорти примењујући уз ефекат суше и осмотски стрес индукован са раствором PEG 6000.

Суша, односно водни дефицит, индукује стварање реактивних кисеоничних врста (ROS), као што су синглет кисеоник ($^1\text{O}_2$), супероксид радикал ($\text{O}_2^{\cdot-}$), водоникпероксид (H_2O_2) и хидрокси радикал ($\text{OH}^{\cdot-}$), који изазивају деградацију или инаktivацију различитих биомолекула. Оксидативни стрес представља поремећај равнотеже која постоји између прооксидативних процеса и антиоксидативног система организма. Последице оксидативног стреса су липидна пероксидација, оксидативна модификација протеина и ДНК, услед чега ћелија полако губи интегритет и подлеже некрози, уколико не поседује довољно снажне механизме антиоксидантне заштите. Код биљака, присуство ових токсичних кисеоничних врста такође доводи до оштећења свих ћелијских компоненти, што изазива поремаћаје у расту и развоју, доводи до смањене отпорности на различите облике стреса, а за крајњу последицу има полегање и умањење приноса (*Grzesiak i sar., 1999*).

Да би се адаптирале на негативани утицај стресних фактора на раст и развој биљака и заштитиле од оксидативних оштећења, биљке су током еволуције развиле антиоксидативне системе заштите. Антиоксиданти делују тако што се сами оксидују да би заштитили важне ћелијске компоненте од оксидације или делују тако да превode прооксиданте у мање реактивна једињења. Ови системи могу бити ензимске и неензимске природе. У ћелијама постоји неколико ензимских система, који утичу на неутрализацију и контролу стварања слободних радикала (*D'souza i Devaraj, 2011*). Антиоксиданти обухватају ензиме (супероксид дисмутазу, каталазу, глутатион редуктазу, аскорбат пероксидазу и др.), као и неензимске молекуле (токофероли, фенолне киселине, аскорбинска киселина, каротеноиди, пролин, глутатион и др.), који служе као хватачи (scavengers) слободних радикала или разлагачи (quenchers) активних облика кисеоника (*Blokhina i sar., 2003*). Резултати истраживања *Alexieva i sar., (2001)* су показали да су при водном дефициту специфична активност и садржај антиоксидативних ензима код грашка повећани. Ови резултати су такође показали да је активност каталазе и супероксид дисмутазе била инхибирана, а пероксидазна активност стимулисана, док је ниво водоник пероксида повећан при излагању биљака грашка стресу суше. То указује на важну улогу ових ензима у одбрамбеном механизму биљака према условима суше. Сличне резултате објавили су и *Karatas i sar. (2012)*. Због тога је веома важно да новостворене сорте грашка имају добро развијене антиоксидативне системе заштите, јер је то кључно у прилагођавању и превазилажењу не само ефеката суше, већ и других стресних фактора (високе температуре, соли и др.) које могу да изазову климатске промене. Овај биохемијски аспект механизма отпорности биљака на сушу није испитиван са аспекта отпорности различитих сорти грашка. На оправданост таквих истраживања указују резултати *Shahid u cap. (2012)* који су указали да се отпорни генотипови грашка на соли одликују већом активношћу антиоксидативних ензима у односу на осетљиве генотипове.

Умерена акумулација реактивних кисеоничних врста (ROS) значајно утиче и на експресију гена. Реактивне кисеоничне врсте могу утицати на генску експресију на три различита начина. ROS сензори се могу активирати и изазвати сигналне каскаде, које на крају утичу на експресију гена. Алтернативно, ROS могу директно изазвати оксидацију компонената сигналних путева. Коначно, ROS могу променити експресију гена на тај начин што утичу на транскрипционе факторе и мењају њихову активност

(Apel i Hirt, 2004). Према Zhu i sar. (2002) молекуларни одговор на стрес изазван сушом може уследити у року од неколико секунди (као што су промене у статусу фосфорилације протеина) или у року од неколико минута и сати (као што је промена у експресији гена). Оваква истраживања генске експресије индуковане сушом и оксидативним стресом код грашка су недовољна. Због тога кандидаткиња у своја истраживања планира да укључи и овај аспект молекуларних истраживања.

У реакцијама биљака на сушу је примарна улога хормона абсцисинске киселине (АБА) чија акумулација у тим условима потпомаже адаптацији биљака на сушу као и на друге абиотичке стресне факторе (Swamy u Smith, 1999). Иако постоје подаци о осмотским стресом индукованој акумулацији АБА у генеративним органима (Urbez u cap., 2006), њена улога у адаптивним реакцијама грашка на сушу и сортним разликама није довољно испитивана. Стога кандидаткиња планира да у своја истраживања укључи и мерење сушом и осмотским стресом индуковане абсцисинске киселине.

Програм ове докторске дисертације биће базиран на претходно изнетим научним сазнањима и обухватиће следеће:

- Испитивање утицаја осмотског стреса на клијавост и енергију клијања различитих генотипова грашка;
- Испитивање утицаја осмотског стреса и земљишне суше на физиолошке параметре растења и развића поника и листова различитих генотипова грашка;
- Испитивање утицаја осмотског стреса и суше на појаву оксидативног стреса и индукцију антиоксидативних ензима (супероксид дисмутазе, аскорбат пероксидазе и глутатион редуктазе) код различитих генотипова
- Испитивање утицаја осмотског стреса и суше на генску експресију антиоксидативних ензима применом технике обрнуте транскрипције ланчаном реакцијом полимеразе (RT-PCR).
- Испитивања утицај суше и осмотског стреса на акумулацију стрес хормона абсцисинске киселине (АБА).

У истраживању ће бити испитивано 7 генотипова грашка који су селекционисани у Институту за ратарство и повртарство из Новог Сада.

3. Научни циљ истраживања

Научни циљ предложеног истраживања је карактеризација неких од најважнијих физиолошких и биохемијских процеса који су у основи реакција биљака грашка на сушу и осмотски стрес. Циљ је и да се у ова истраживања укључе и молекуларна истраживања, која би, уз анализу процеса растења биљака, акумулацију хормона АБА и испитивања антиоксидативних механизма одбране биљака од стреса суше, значајно допринела разумевању адаптивних реакција и толеранцији грашка на сушу. Такав мултидисциплинарни приступ би омогућио и идентификацију отпорних генотипова грашка и могао да има своју практичну примену за потребе селекције и стварања генотипова отпорних на сушу.

4. Основне хипотезе од којих се полази

У истраживањима се полази од претпоставке да ће испитивани генотипови рода *Pisum* показати разлике у параметрима клијавости семена, пораста поника и

листова у условима суше и осмотског стреса. Такође је претпоставка да ће се испољити генотипске разлике у осмотском и стресом суше индукованој акумулацији хормона АБА и активности антиоксидативних ензима. Очекује се и да ће у различитим условима водног дефицита доћи и до промена у генској експресији антиоксидативних ензима. Претпоставка је и да ће овакав мултидисциплинарни приступ допринети објашњењу адаптивних реакција на сушу и њене генске основе код испитиваних генотипова грашка.

5. Методе и материјал који ће се користити у истраживањима

Испитивања ће бити изведена у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, Лабораторији за испитивање семена. Експеримент ће бити изведен на 7 одабраних генотипова рода *Pisum* из колекције Одељења за крмно биље Института за ратарство и повртарство из Новог Сада.

Испитивања ће се обавити у 3 ране вегетативне фазе биљака и то: у фази клијања, фази поника и формираног трећег листа. Третмани ће обухватити осмотски стрес и сушу. За индукцију осмотског стреса ће се користити 3 различите концентрације раствора осмотикума PEG 6000 (*Singh i sar., 1990*), док ће се суша у земљишту изазвати прекидањем заливања биљака. Као контролна варијанта ће се користити водени раствор без додатка PEG 6000 и оптимални водни режим земљишта.

Оглед за испитивање клијавости и развоја поника ће се обавити тако што ће се семена наклијавати у подлогама напуњеним стерилним песком навлаженим одговарајућим раствором различите концентрације и осмотског потенцијала полиетиленгликола 6000 (PEG 6000), односно водом. За испитивање ефеката суше биљке ће као земљишне културе у фази трећег формираног листа бити изложене дејству земљишне суше.

Од физиолошких параметара код семена изложених различитом степену осмотског стресу пратиће се енергија клијања и клијавост. Код поника изложених осмотском стресу и биљака изложеној суши ће се пратити динамика пораста у току огледа на основу параметара као што су: дужина надземног дела и корена, свежа маса надземног дела и корена поника и листова грашка, shoot/root однос свежје масе и индекс толерантности на сушу (*Maiti i sar., 1994*). Ови резултати ће омогућити и да се направи и анализира крива растења испитиваних сорти.

Биохемијска испитивања ће обухватити праћење утицаја осмотског стреса и суше на укупну антиоксидативну активност и активност антиоксидативних ензима код поника и листова. Припрема узорака, који ће се користити за одређивање антиоксидативног статуса, вршиће се према *Elavartha i Martin-у* (2010). Одређивање активности антиоксидативних ензима: супероксид дисмутазе (SOD), аскорбат пероксидазе (APX) и глутатион редуктазе (GR) вршиће се спектрофотометријски (*Elavartha i Martin, 2010*). Мерења концентрације АБА у листовима испитиваних биљака ће се обавити помоћу ЕЛИСА теста (*Asch, 2000*).

Испитивање утицаја осмотског стреса и суше на генску експресију антиоксидативних ензима обавиће се применом технике обрнуте транскрипције ланчаном реакцијом полимеразе (RT-PCR). Изолација укупне РНК вршиће се помоћу RNeasy Plant Mini Kit-a (Qiagen, Немачка), према упутству произвођача. За синтезу комплементарне ДНК (cDNA) користиће се RevertAid™ 1st strand cDNA Synthesis Kit (Fermentas, Thermo Scientific, USA). Промене у нивоима експресије транскрипта антиоксидативних ензима вршиће се техником обрнуте транскрипције ланчаном

реакцијом полимеразе (RT-PCR) уз примену одговарајућих прајмера за антиоксидативне ензиме и *Arabidopsis* 18S rRNA ген као референтни ген (Rivera-Becerril et al., 2005). Раздвајање продуката RT-PCR реакције обавиће се на 1% агарозном гелу у присуству етидијум-бромида. Гелови ће се сликати помоћу DOC PRINT II система (Vilber Lourmat, USA).

Сви резултати ће бити статистички обрађени одговарајућим статистичким методама помоћу програма Statistica 8.0.

6. Списак литературе која ће се користити

Списак литературе на основу које је предложена тема докторске дисертације дат је у Прилогу 1.

7. Списак саопштених и објављених научних и стручних радова

Списак саопштених и објављених научних и стручних радова кандидата мр Гордане Здјелар дат је у Прилогу 2.

8. Биографија кандидата мр Гордане Здјелар

Гордана Здјелар је рођена 12.08.1975. године у Сенти. Основну школу је завршила у Бајши, а Гимназију „Доситеј Обрадовић“, општи смер, у Бачкој Тополи. Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, Одсек за биологију, смер дипломирани биолог, уписала је школске 1994/1995. године. Дипломирала је 1999. године са просечном оценом 9,66, а дипломски рад из предмета Хистологија под називом „Морфолошке и морфометријске карактеристике тиреоидне жлезде пацова након пет месеци излагања деловању променљивог високофреквентног електромагнетног поља“ одбранила је са оценом 10. Исте године уписала је магистарске студије на Пољопривредном факултету Универзитета у Новом Саду, група Генетика и оплемењивање биљака. Све испите предвиђене планом и програмом положила је са просечном оценом 9,63, а магистарску тезу род називом „Одређивање генетичке удаљености генотипова сунцокрета (*Helianthus annuus* L) применом РАПД маркера“ одбранила је 2003. године.

У току школске 1999/2000. године била је запослена као асистент-приправник на предмету Генетика на Одсеку за биологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Од јануара 2002. године, у наредних годину дана, је у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, у Одељењу за уљане културе вршила експерименте за магистарску тезу. Након одбрањене магистарске тезе радила је као хонорарни предавач на предмету Генетика на Вишој пољопривредној школи у Бачкој Тополи и Факултету за биофарминг у Сомбору, Универзитета Мегатренд и као професор биологије у Гимназији Доситеј Обрадовић у Бачкој Тополи. Након послова везаних за заштиту животне средине у општинским органима у Бачкој Тополи и рада у а.д. „Био-еколошки центар“ у Зрењанину, обављала је посао руководиоца Биотехнолошке лабораторије у „АБИО ТЕХ ЛАБ“ д.о.о. у Сремској Каменици.

Од априла 2011. зарослена је у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, у Лабораторији за испитивање семена на пословима испитивања ГМО и генетичке чистоће семенског материјала, а септембра 2012. стиче звање истраживача сарадника.

Током 2010. и 2011. године похађала је више курсева из области детекције ГМО и утврђивања генетичке чистоће и верификације хибрида, који су одржани у нашој земљи и у иностранству (Турска, Хрватска, Италија, Холандија).

Аутор је и коаутор више научних и стручних радова.

9. Закључак и предлог

На основу изложене документације, коју је кандидат Гордана Здјелар поднела уз пријаву теме за израду докторске дисертације и анализе одговарајуће литературе која подржава тему, Комисија закључује да је предложена проблематика врло актуелна и значајна са научног становишта. Резултати добијени радом на овој проблематици допринеће разумевању утицаја стреса суше и адаптивних реакција биљака грашка и дати теоријску основу за фенотипску идентификацију сорти отпорних на сушу. То касније може имати и своју практичну примену за процес селекције отпорних генотипова грашка на сушу.

У пријави су јасно истакнути и образложени предмет и програм истраживања, научни циљ и основне хипотезе. Предвиђене методе су одговарајуће и савремене, што заједно са предложеним програмом рада омогућује успешну израду ове докторске дисертације.

На основу свега наведеног, а имајући у виду значај и обим проблематике која се предлаже овом дисертацијом, као и целокупни досадашњи рад кандидата, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета да прихвати овакву оцену и да мр Гордани Здјелар одобри израду докторске дисертације под измењеним насловом „Физиолошке, биохемијске и молекуларне основе толерантности на сушу и осмотски стрес у раним вегетативним фазама развоја одабраних генотипова рода *Pisum*“.

Комисија је сагласна са предлогом кандидата да први ментор ове дисертације буде др Томислав Живановић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, а други ментор др Радмила Стикић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 06. 05. 2013.

Комисија:

Др Томислав Живановић, редовни професор
Пољопривредни факултет - Универзитет у Београду

Др Радмила Стикић, редовни професор
Пољопривредни факултет - Универзитет у Београду

Др Гордана Шурлан-Момировић, редовни професор
Пољопривредни факултет - Универзитет у Београду

Др Биљана Вуцелић Радовић, редовни професор
Пољопривредни факултет - Универзитет у Београду

Др Вук Ђорђевић, научни сарадник
Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду

ПРИЛОГ 1

Списак литературе која ће се користити

1. Annicchiarico P., Iannucci A. (2008): Adaptation strategy, germplasm type and adaptive traits for field pea improvement in Italy based on variety responses across climatically contrasting environments. *Field Crops Research* 108: 33–142.
2. Asch F. (2000): Laboratory Manual on Determination of Abscissic Acid by indirect Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA). Technical Series 1-2000, Ed. The Royal Veterinary and Agricultural University, Taastrup, Denmark, 1-21.
3. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. (2003): Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress. A Review. *Annals of Botany* 91: 179-194.
4. Blum A. (1986): Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 199-237.
5. Dita M., Rispail N., Prats E., Rubiales D., Singh K.B. (2006): Biotechnology approaches to overcome biotic and abiotic stress constraints in legumes. *Euphytica* 147: 1–24.
6. D' souza M.R., Devaraj V.R. (2011): Specific and non-specific responses of Hyacinth bean (*Dolichos lablab*) to drought stress. *Indian Journal of Biotechnology* 10: 130-
7. FAOSTAT Food And Agriculture Organization Of The United Nations (<http://faostat.fao.org>).
8. Grzesiak S., Grzesiak M., Hura T. (1999): Effects of Soil Drought during the Vegetative Phase of Seedling Growth on the Uptake of $^{14}\text{CO}_2$ and the Accumulation and Translocation of ^{14}C in Cultivars of Field Bean (*Vicia faba* L Var. *minor*) and Field Pea (*Pisum sativum* L) of Different Drought Tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science* 183: 183-192.
9. IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, (Ed.), 976, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
10. Карагић Ђ., Михаиловић В., Катић С., Милошевић Б., Патаки И. (2007): Принос и квалитет семена НС сорти крмних биљака у периоду 2007-2010. Зборник реферата са 45. Саветовања агронома Србије, Институт за ратарство и повртарство 143-153.
11. Magyar-Tábori K., Mender-Drienyovszki N., Dobránszki J. (2011): Models and Tools for Studying Drought Stress Responses in Peas. *OMICS A Journal of Integrative Biology* 15(12): 829-838.
12. Maiti R.K., de la Rosa-Ibarra M., Sandoval N.D. (1994): Genotypic Variability in Glossy Sorghum Lines for Resistance to Drought, Salinity and Temperature Stress at Seedling Stage. *Journal of Plant Physiology* 143: 241-244.
13. Rivera-Becerril F., Metwally A., Martin-Laurent F., Van Tuinen D., Dietz K.-J., Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V. (2005): Molecular responses to cadmium in roots of *Pisum sativum* L. *Water, Air, and Soil Pollution*, 168: 171–186.
14. Shahid, M.A., Balal, R.M., Pervez, M.A., Abbas, T., Ashfaq, M., Ghazanfar, Y., Afzal, M., Rashid, A., Garcia-Sanchez, F., Mattson, N.S. 2012. Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. *Australian Journal of Crop Science*, 6(5), 828-838.
15. Singh M., Singh B.B. (1992): Effect of iso-osmotic levels of salts and PEG-6000 on enzymes in germinating pea seeds. *Biologia Plantarum* 34: 415–422.

16. Singh M., Singh B.B. and Ram P.C. (1990): Effect of iso-osmotic levels of salt and PEG-6000 on germination and early seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Biologia Plantarum* 32: 226–231.
17. Swamy PM, Smith B. 1999. Role of abscisic acid in plant stress tolerance. *Current Science* 76:1220–1227.
18. Urbez, C., Cerco's, M., Perez-Amador, M.A., Carbonell,J. 2006. Expression of PsGRP1, a novel glycine rich protein gene of *Pisum sativum*, is induced in developing fruit and seed and by ABA in pistil and root, *Planta* 223: 1292–1302.
19. Wood A.J. (2006): Eco-physiological adaptations to limited water environments. In: M.A. Jenks and P.M. Hasegawa, eds. *Plant Abiotic Stress*. Blackwell Publishing Oxford, UK 1–1.

ПРИЛОГ 2

Списак саопштених и објављених научних и стручних радова

1. Бочаров-Станчић А., Штрбац С., Адамовић М., Момиров Р., Николић Н. и **Здјелар Г.** (2006): *Микробиолошка и микотоксиколошка истраживања сточне хране током 2004. и 2005. у Банату*. IV Међународна Еко-конференција, 20.-23. септембар, Нови Сад, Србија, Тематски зборник, 151-156.
2. Ignjatov M., Milošević D., Nikolić Z., Gvozdanović-Varga J., Jovičić D. and **Zdjelar G.** (2012): *Fusarium oxysporum as Causal Agent of Tomato Wilt and Fruit Rot*. Pesticides and Phytomedicine (Belgrade), 27(1), 25-31.
3. Јовичић Д., Марјановић Јеромела А., Николић З., Игњатов М., Милошевић Д и **Здјелар Г.** (2011): *Утицај заслањености на оксидативни стрес код уљане репице (Brassica napus L.)*. IV Симпозијум за оплемењивање организама друштва генетичара Србије, Зборник абстраката, Кладово, Србија, 2.-6. Октобра 2011., 144.
4. Jovičić D., Marjanović-Jeromela A., Nikolić Z., Marinković R., Milošević D., Ignjatov M. and **Zdjelar G.** (2012): *Response of Oilseed rape (Brassica napus L.) Genotypes to Salt Stress*. International Conference: Plant Abiotic Stress Tolerance II, February 22.-25., Vienna, Austria, N105.
5. Јовичић Д., Марјановић-Јеромела А., **Здјелар Г.**, Николић З., Маринковић Р. и Сакач З. (2012): *Принос и квалитета сјемена уљане репице овисно о генотипу и увјетима узгоја*. Гласник заштите биља. 4, 34-39.
6. Матавуљ М., **Здјелар Г.**, Рајковић В., Ушћебрка Г., Жикић Д. и Лажетић Б. (1999): *Туреодни одговор на нискофреквентно електромагнетно поље високог интензитета*. V Симпозијум из стереологије, Нови Сад, Зборник сажетака, 8-9.
7. Matić J, Mandić A., Lević J., **Zdjelar G.**, Vasiljević I., Kokić B. and Čabarkapa I. (2010): *Occurrence of Mycotoxins and Genetically Modified Organisms (GMO) in Feed and Food containing Corn and Soybean*. XIV International Symposium "Feed Technology", October 19.-21., Novi Sad, Serbia, Proceedings, 288-294.
8. Momirov R., Nikolić N., Bočarov-Stančić A., Štrbac S. and **Zdjelar G.** (2006): *Efficiency period of biological larvicide K-STOP in field conditions*. 5th International Symposium on Biocides in Public Health and Environmental Protection, October 3.-6., Belgrade, Serbia, 162-163.
9. Momirov R., Bočarov-Stančić A., Milanović S., Nikolić N., Štrbac S. and **Zdjelar G.** (2006): *Application of biolarvicide K-STOP in mosquito (Diptera, Culicidae) habitats with high vegetation*. 5th International Symposium on Biocides in Public Health and Environmental Protection, October 3.-6., Belgrade, Serbia, 156-157.
10. Momirov R., Bočarov-Stančić A., Milanović S., Nikolić N., Štrbac S., **Zdjelar G.** (2007): *Relative efficacy of K-Stop SC against mosquito larvae (Diptera, Culicidae) under unfavourable habitat conditions*. Journal of Balcan Ecology 10(1): 69-71, ISSN 1311-0527 .
11. Momirov R., Nikolić N., Štrbac S. and **Zdjelar G.** (2006): *Application of mosquito biolarvicide K-STOP in Autonomous Province of Vojvodina*. 5th International Symposium on Biocides in Public Health and Environmental Protection, October 3.-6., Belgrade, Serbia, 160-161.
12. Nikolić N., Bočarov-Stančić A., Štrbac S., Orčić D. and **Zdjelar G.** (2006): *Microbiological investigation of mixtures of biolarvicidae D-STOP with commercial chemical insecticides*. IOBC/EPRS Conference, May 15.-19. Poznań, Poland, 84-85.

13. Николић З. и Здјелар Г. (2012): *Генетички модификоване биљне врсте у храни и хранивима*. Конгрес о исхрани, Исхраном до здравља у 21. веку, Београд, 31. октобар - 3. новембар 2012, 125.
14. Панковић Д., Здјелар Г., Јоцић С., Лачок Н., Сакач З. и Шкорић Д. (2003): *Примена ПЦР маркера у испитивању отпорности сунцокрета према пламењачи*. II Симпозијум за оплемењивање организама, Врњачка Бања, 1–4. октобра 2003., Зборник абстраката.
15. Поповић В, Видић М., Татић М., Гламочлија Ђ., Здјелар Г., Дозет Г., Костић М. (2012): *Утицај фолијарне исхране на принос и квалитет соје произведене у ОРГАНСКОЈ производњи*. XXVI Саветовање агронома, ветеринара и технолога, Институт ПКБ Агроекономик, Падинска Скела, Београд, 22.- 23. фебруар 2012., Зборник радова, 61-70.
16. Здјелар Г. (2003): *Одређивање генетичке удаљености генотипова сунцокрета (*Helianthus annuus* L.) применом РАПД маркера*, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
17. Zdjelar G. and Nikolić Z. (2012): Genetically modified crops – *A potential risk for sustainable agriculture*. International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity, "Step in the Future", The Forth Joint UNS–PSU Conference. June 18.-20., Novi Sad, Serbia, Proceedings, 289-297.
18. Zdjelar G., Nikolić Z., Vasiljević I., Bajić B., Jovičić D., Ignjatov M. and Milošević D. (2013): *Detection of genetically modified soya, maize and rice in vegetarian and healthy food products in Serbia*. Czech Journal of Food Sciences 31(1), 43-48.
19. Zdjelar G. R., Nikolić Z. T., Marjanović Jeromela A. M., Jovičić D. D., Ignjatov M. V. i Petrović D. N. (2011): *Environmental and agronomic impact of the herbicide tolerant GM rapeseed*. Journal of Agricultural Sciences, 56(1): 65-73.
20. Здјелар Г., Сакач З. и Панковић Д. (2001): *Генетичка удаљеност генотипова сунцокрета различито отпорних према пламењачи, одређена РАПД маркерима*. XV Симпозијум Југословенског друштва за физиологију биљака, Врњик 31. мај – 3. јун 2001., Програм и изводи саопштења, 132.
21. Здјелар Г., Васиљевић И., Бајић Б. И Радовић В. (2011): *Присуство генетски модификованих организама (ГМО) у прехранбеним производима, на бази соје и кукуруза, за исхрану људи и исхрану животиња*. II Међународни Конгрес "Инжењерство, екологија и материјали у процесној индустрији", 9.-11. март, Јахорина, Босна и Херцеговина. Књига радова, 295-300.

ПОДАЦИ О ПРВОМ МЕНТОРУ

Име и презиме: **Томислав Живановић**

Звање: **редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Živanovic T., Brankovic G., M. Zoric, G. Šurlan Momirovic S. Jankovic S. Vasiljevic Jovan Pavlov (2011): Effect of recombination in the maize breeding population with exotic germplasm on the yield stability. *Euphytica*, 185/3: 407-417.
2. Todorovic, G., Zivanovic, T., Jevđovic, R., Kostic, M., Đordjevic, R. Zecevic, B., Markovic, T., (2011): The mode of inheritance of grain yield in two single –cross maize (*Zea Mays* L.) hybrids. *Romanian Agricultural Research*, 28: 71 – 77.
3. Zivanovic T., S. Vuckovic, S. Prodanovic and G. Todorovic (2006): Evaluation of inbred lines as sources of new alleles for improving elite maize hybrid. *Cereal Research Communications*, 34/2-3, 941-948.
4. Vuckovic S., I Stojanovic, S. Prodanovic, B. Cupina, T. Zivanovic and S. Jelacic (2007): Morphological and nutritional properties of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) autochthonous populations in Serbia and Bosnia and Herzegovina. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54/2, 421-428.
5. Vuckovic, S. Stojanovic, И. Prodanovic, S. Cupina B., Zivanovic T. S. Vojin, S. Jelacic (2006): Nutritional properties of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) autochthonous populations in Serbia and Bosnia and Herzegovina. *Cereal Research Communications*, 34/1, 829-832.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање 3 рада са SCI, SSCI, SCIE листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено- хуманистичких наука ментор треба да има најмање 3 рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, АНСИ и SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као М24. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као М11, М12, М13, М14, М41 и М51).

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

ПОДАЦИ О ДРУГОМ МЕНТОРУ

Име и презиме: **Радмила Стикић**

Звање: **редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Milosavljević, A., Prokić, Lj., Marjanović, M., **Stikic, R.**, Sabovljević, A. 2012. The effects of drought on the expression of *TAOI*, *NCED* and *EllI* genes and ABA content in tomato wild-type and flacca mutant. *Archives of Biological Sciences*, 64(1), 297-306.
2. Marjanović, M., **Stikić, R.**, Vucelić Radović, B., Savić, S., Jovanović, Z., Bertin, N., Faurobert, M. 2012. Growth and proteomic analyses of tomato fruit under partial root-zone drying. *OMICS A Journal of Integrative Biology*, 16 (8), 343-356.
3. Jovanović, Z., **Stikić, R.**, Vucelić Radović, B., Pauković, B., Bročić, Z., Matović, G., Rovčanin, S., Mojević, M. 2010. Partial root zone drying increase WUE, N and antioxidant content in field potatoes. *European Journal of Agronomy*, 33, 124-131
4. Jensen, C.R., Battilani, A., Plauborg, F., Psarras, G., Chartzoulakis, K., Janowiak, F., **Stikic, R.**, Jovanovic, Z., Li, G., Qi, X., Liu, F., Jacobsen, S-E., Andersen, M.N. 2010. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. *Agricultural Water Management*, 98, 403–413.
5. Savić, S., **Stikic, R.**, Vucelić Radović, B., Bogičević, B., Jovanović, Z., HadžiTašković Šukalović V. 2008. Comparative effects of regulated deficit irrigation (RDI) and partial root-zone drying (PRD) on growth and cell wall peroxidase activity in tomato fruits, *Scientia Horticulturae* 117, 15–20.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, **В** или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање 3 рада са SCI, SSCI, SCIE листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено- хуманистичких наука ментор треба да има најмање 3 рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51).

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА