

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Број захтева: 32/10-9.1.

Датум: 25.09.2019.

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији
за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

Кандидат **ИВАНА (Предраг) ПЕТРОВИЋ**, студент докторских студија на студијском програму Пољопривредне науке, модул Мелиорације земљишта, пријавила је докторску дисертацију под називом: „Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“

из научне области Мелиорације земљишта.

Универзитет је дана 15.06.2016. године, својим актом 02-08 број: 61206-2747/2-16 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: « **ЕФЕКАТ СУШЕ НА ФИЗИОЛОШКЕ И БИОХЕМИЈСКЕ ПОКАЗАТЕЉЕ КВАЛИТЕТА ПЛОДОВА ПАРАДАЈЗА (*Lycopersicon esculentum* L.)**».

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 24.04.2019. године, одлуком Факултета број 32/7-6.4. у саставу:

име и презиме члана комисије, звање, научна област, установа у којој је запослен

1. др Зорица Јовановић, редовни професор, Физиологија гајених биљака, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
2. др Биљана Вуцелић-Радовић, редовни професор, Биохемија, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
3. др Јасмина Здравковић, научни саветник, Селекција и оплемењивање, Институт за повртарство, Смедеревска Паланка,
4. др Љиљана Прокић, ванредни професор, Физиологија гајених биљака, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет,
5. др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор, Повртарство, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 25.09.2019. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Живковић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/10-9.1.
Датум: 25.09.2019. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу 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 извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **ИВАНА ПЕТРОВИЋ, мастер биолог** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«ЕФЕКАТ СУШЕ НА ФИЗИОЛОШКЕ И БИОХЕМИЈСКЕ ПОКАЗАТЕЉЕ КВАЛИТЕТА ПЛОДОВА ПАРАДАЈЗА (*Lycopersicon esculentum* L.)».**

II Универзитет је дана 15.06.2016. године, актом 02-08 број: 61206-2747/2-16 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Рад кандидата у научном часопису који га квалификује за одбрану докторске дисертације:

Petrović, I., Savić, S., Jovanović, Z., Stikić, R., Brunel, B., Sérino, S., Bertin, N. (2019): Fruit quality of cherry and large fruited tomato genotypes as influenced by water deficit. Zemdirbyste-Agriculture, 106 (2): 123-128. DOI 10.13080/z-a.2019.106.016.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за земљиште и мелиорације, Студентској служби и архиви.

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

Датум: 20.05.2019.

Предмет: Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације Иване Петровић, маг. биол.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета од 24.04.2019. године, решењем број: 32/7-6.4, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом: “Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“, кандидата Иване Петровић, маг. биол. На основу прегледа, анализе и оцене докторске дисертације Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Иване Петровић, маг. биол, под насловом “Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“ написана је на укупно 170 страна штампаног текста. На почетку текста се налази Резиме на српском и енглеском језику са кључним речима. Дисертација садржи следећа поглавља: Увод (стр.1-5), Преглед литературе (стр.6-38), Циљ рада (стр.39), Материјал и методе (стр.40-60), Резултати (стр.61-103), Дискусија (стр.104-145), Закључак (стр.146-152), Литература (стр.153-170). На крају текста налазе се Биографија (стр. 171), Изјава о ауторству (стр.172), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада (стр.173) и Изјава о коришћењу (стр.174-175). Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе, Резултати и Дискусија имају више подпоглавља. У оквиру дисертације су приказане 22 слике, 32 табеле и 14 графика. Цитиран је 271 литературни извор.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

У поглављу **Увод** указује се на све израженији проблем суше која настаје првенствено као резултат климатских промена и која у свету и у нашој земљи, у великој мери редукује продуктивност пољопривредних култура, укључујући и парадајз. Наведени су савремени приступи у ублажавању негативних ефеката које изазива стрес суше и који обухватају унапређење агротехничких мера и селекцију генотипова који су отпорни на сушу. Посебно је истакнут значај производње парадајза и његовог коришћења у исхрани, и то и са нутритивног и здравствено-безбедоносног аспекта. Указано је и да новија истраживања показују да стрес суше може имати и позитиван утицај на квалитет плодова, што зависи од генотипа, фазе развића биљке када је стрес примењен и његовог интензитета. У поглављу је истакнуто да се због низа својих карактеристика парадајз користи и као модел биљка за процесе селекције. У тим истраживањима од посебног значаја је коришћење популација високе алелске варијабилности, као што је MAGIC TOM популација (The Multi-Parent Advanced Generation Inter-Cross population) парадајза. Због тога су и одабрани генотипови из ове популације за истраживања у овој дисертацији. С обзиром на важну регулаторну улогу хормона абсцисинске киселине

(ABA) у реакцијама биљака на сушу, посебно је истакнут значај испитивања ефеката суше код ABA дефицитарних мутаната парадајза на квалитет плодова. Такав приступ је примењен у овој дисертацији.

Поглавље **Преглед литературе** обухвата 6 подпоглавља у којима кандидаткиња наводи и објашњава литературне податке који су релевантни за област проучавања ове докторске дисертације. У уводном подпоглављу су изложене опште ботаничке карактеристике парадајза, порекло, оптимални агро-еколошки услови гајења и нутритивна и лековита својства плодова. У подпоглављу *Растење и развиће плодова* детаљно су приказане фазе растења и развића плодова са најважнијим физиолошким и метаболичким процесима (на нивоу примарног и секундарног метаболизма) који се дешавају у току сазревања плодова. Посебно је објашњена хормонална регулација ових процеса и учешћа хормона абсцисинске киселине (ABA). У подпоглављу *Ефекти стреса суше на вегетативну и репродуктивну фазу парадајза* дат је приказ најзначајних ефеката суше на физиолошке процесе у овим фазама развића парадајза, док је у подпоглављу *Ефекти суше на квалитет и органолептичка својства плодова парадајза* дат литературни преглед ефеката суше различитог степена стреса и дужине трајања на квалитет и органолептичка својства плодова парадајза. У оквиру подпоглавља *Улога стрес хормона ABA у реакцијама биљака на стрес суше* истакнута је регулаторна улога ABA и њен значај у адаптивним реакцијама биљака на стрес суше. Значајан допринос томе могу да дају испитивања реакција ABA мутаната код парадајза, као што је мутант *flacca*, који је био један од испитиваних генотипова у дисертацији. У подпоглављу *Примена генетичког диверзитета парадајза у савременим селекционим програмима* посебно је објашњен значај коришћења мултипаренталних популација као извора генетичког диверзитета, као што је MAGIC TOM популација парадајза из чијег су програма 4 генотипа коришћена као објекат истраживања у овој дисертацији.

У следећем поглављу представљен је **Циљ рада** који се односио на испитивање ефеката суше различитог интензитета на физиолошке показатеље и једињења примарног метаболизма (шећере, органске киселине) и секундарног метаболизма (каротеноиде, витамин C) у плодовима различитих генотипова парадајза, а од којих зависи не само квалитет плодова, већ и њихова нутритивна и лековита својства. С обзиром да ове особине плодова у великој мери зависе од испитиваних генотипова, фенолошке фазе у којој суша делује и степена стреса, циљ дисертације је био и да се утврди да ли се испитиване особине могу користити у тестирању отпорних генотипова парадајза. Због тога су као објекти истраживања коришћени генотипови парадајза, различите величине плодова из програма MAGIC TOM популације, која представља велики извор генетичког диверзитета парадајза и користи се у савременим селекционим програмима. Реакције биљака на сушу и квалитет плодова у великој мери су регулисане хормоналним статусом биљака, посебно стрес хормоном абсцисинском киселином (ABA), па је и циљ дисертације био да се у истраживања укључе мутант *flacca* који има смањену способност синтезе овог хормона и дивљи тип парадајза (*Ailsa Craig*), као и да се испита ефекат различитог степена стреса суше на квалитет плодова ових генотипова. Резултати ових испитивања, а који недостају у савременој литератури, могли би да допринесу потпунијем разумевању улоге ABA у синтези неких примарних и секундарних метаболита који су значајни за квалитет плодова парадајза, његову нутритивну вредност и лековита својства.

У поглављу **Материјал и методе** прво је детаљно објашњен оглед у коме су вршена испитивања четири генотипа парадајза (*Lycopersicum esculentum* L.) који припадају MAGIC TOM (Multi-parent Advanced Generation Inter-cross) популацији. Они се у оптималним условима водног режима разликују по величини и квалитету плодова,

и то: Levovil и LA0147 (са крупним плодовима) и Plovdiv и LA1420 (са ситним - чери плодовима). Затим су објашњени огледи умерене и јаке суше где су за испитивања коришћени генотипови Ailsa Craig (дивљи тип) и мутант парадајза *flacca*, који због редуковане биосинтезе АВА има смањену концентрацију овог стрес хормона у односу на дивљи тип.

Оглед са одабраним генотиповима MAGIC TOM популације обављен је у стакленику Института за истраживања у пољопривреди (ИНРА) у Авињону у Француској. Испитиван је ефекат умерене суше примењене у фази антезиса друге цветне гране и оглед је постављен у две варијанте:

1. оптимална влажност супстрата (70% од максималног водног ретенционог капацитета супстрата)

2. умерена суша (влажност супстрата 25% од максималног водног ретенционог капацитета супстрата).

У огледу у стакленику су праћени параметри водног режима супстрата и биљака, морфолошки и физиолошки параметри растења и развића биљака, биохемијски параметри у листовима, морфолошки параметри и квалитет плодова и концентрација абсцисинске киселине у листовима и плодовима. Поступци одређивања наведених параметара и принципи метода су детаљно описани у овом поглављу. Током трајања огледа је контролисан и одржаван водни ретенциони капацитет супстрата у коме су гајене биљке помоћу WCM Grodan сензора. Испитивања водног режима биљака су обављена на основу мерења потенцијала воде (методом коморе под притиском) и реакција стоминих ћелија (методом порометра), а као показатељи физиолошких процеса одређивани су специфична лисна површина и максимална фотохемијска ефикасност фотосистема II (флуориметријском методом). Листови и плодови су за морфолошке и биохемијске анализе узети у фази пуне зрелости плодова друге цветне гране. У листовима и плодовима измерен је садржај солубилних шећера (глукозе, фруктозе и сахарозе) и органских киселина (лимонске и јабучне киселине), а у плодовима и концентрација каротеноида (фитоена, ликопена, β -каротена и лутеина) методом течне хроматографије високе ефикасности (HPLC). Укупна антиоксидативна активност, као и садржај аскорбинске киселине (витамина С) одређени су спектрофотометријским методама, а концентрација абсцисинске киселине (ABA) имунолошком методом (ELISA тестом).

Огледи у фитотронској комори обављени су са генотиповима Ailsa Craig и *flacca* мутантом на Катедри за агрохемију и физиологију биљака, на Пољопривредном факултету, Универзитета у Београду. У фитотронској комори су реализована два типа огледа у којима је стрес суше примењен у фази антезиса друге цветне гране, и то:

1. Оглед умерене суше, са контролним биљкама код којих је одржавана влажност од 70% пољског водног капацитета (садржај воде у супстрату од 36%), а код третираних биљака супстрат је исушиван за 20% у односу на контролу (садржај воде у супстрату од 25-26%).

2. Оглед јаке суше, са контролним биљкама код којих је одржавана влажност од 70% пољског водног капацитета (садржај воде у супстрату од 36%), а код третираних биљака супстрат је исушиван за 50% у односу на контролу (садржај воде у супстрату од 10-11%).

У оквиру испитивања водног режима супстрата и биљака мерени су садржај воде у супстрату (помоћу тета пробе), потенцијал воде у листовима и проводљивост стома већ наведеним методама. Затим је одређивана специфична лисна површина, садржај хлорофила (Dualex Force-A апаратом), пречник плодова, свежа и сува маса плодова, као проценат суве материје. Фенолошке фазе током растења и сазревања плодова одређиване су на основу BBCH фенолошке скале за фамилију Solanaceae, а саме

фазе сазревања плода праћене су и на основу промена боје плодова. Плодови и листови за биохемијске анализе из оба огледа узимани су у фази пуне зрелости плодова друге цветне гране. У листовима је анализиран садржај витамина С и укупна антиоксидативна активност, а у плодовима параметри квалитета плодова и то: садржај укупних солубилних материја ($Brix^{\circ}$ - методом рефрактометра), органских киселина (титрацијом са NaOH) и количина ликопена (спектрофотометријском методом). Садржај витамина С, укупна антиоксидативна активност и концентрација АВА у листовима, кореновима и плодовима измерени су претходно наведеним методама.

У огледу јаке суше није дошло до фазе потпуног сазревања плодова због већења биљака, па су параметри квалитета плодова испитивани у тзв. turning фази сазревања плода. У тим плодовима су обављена мерења концентрације укупних растворљивих материја ($Brix^{\circ}$), органских киселина, ликопена, као и укупна антиоксидативна активност, и садржај аскорбинске киселине. Концентрације АВА у листовима, кореновима и плодовима одређене су према претходно наведеним методама.

Подаци су обрађивани и представљени табеларно и графички у одговарајућим програмима и помоћу одговарајућих статистичких метода анализирани (SigmaPlot 11.0 графички и статистичког програма Statistica for Windows).

Поглавље **Резултати** састоји се из 3 подпоглавља, у којима су на јасан и прегледан начин приказани резултати до којих је кандидаткиња дошла, и то табеларно и графички, уз одговарајућа текстуална тумачења.

У првом подпоглављу *Оглед са MAGIC ТОМ популацијом*, приказани су резултати ефекта умерене суше на водни режим биљака, физиолошке показатеље у листовима и плодовима и биохемијске параметре квалитета плодова код одабраних генотипова парадајза. Резултати мерења параметара водног режима биљака су показали да је умерена суша више редуковала проводљивост стома код генотипова са крупним плодовима (Levovil и LA0147 за просечно 65%), у односу на чери генотипове (Plovdiv и LA1420 за просечно 44%), док сличне генотипске разлике нису утврђене за промену потенцијала воде. Редукција специфичне лисне површине (SLA) била је више изражена код чери генотипова (просечно за 34%), у односу на генотипове са крупним плодовима (просечно за 12%). За разлику од SLA, максимална фотохемијска ефикасност фотосистема II је била мање редукована код чери генотипова (просечно за 12%), у односу на генотипове са крупним плодовима (просечно за 22%). Испитивања биохемијског састава листова су показала да је умерени стрес суше повећао садржај шећера (хексоза и сахарозе), а посебно глукозе у већем степену код чери генотипова (Plovdiva за 67% и LA1420 за 161%). Повећање садржаја органских киселина (примарно лимунске киселине) је било више изражено код генотипова са крупним плодовима, посебно код генотипа Levovil (за 90%). Резултати су показали да је повећан садржај витамина С у листовима био израженији код чери генотипова, као и укупан антиоксидативни капацитет (просечно за 64%) у односу на генотипове са крупним плодовима (просечно за 30%). Насупрот томе, већа акумулација АВА у листовима је била код генотипова са крупним плодовима (просечно за 42%) у односу на чери генотипове (око 14%).

Анализа морфолошких параметара плодова је показала да је излагање биљака умереној суши више редуковало свежу масу, као и пречник плодова код чери генотипова (за просечно 26%) у односу на крупне плодове. Резултати биохемијског састава плодова представљени су у односу на свежу и суву масу плода, како би се раздвојили концентрациони и метаболички ефекти суше на испитиване особине. Анализа биохемијског састава плодова је показала да је повећан садржај хексоза, посебно глукозе, код свих генотипова више изражен код чери (Plovdiv - од 1,86 до 2,35 g/100 g свежје масе) у односу на генотипове са крупним плодовима (LA0147 - од 1,34 до

1,51 g/100 g свежје масе), резултат концентрационог ефекта. Повећана акумулација сахарозе, посебно код генотипова са крупним плодовима, указује да је суша изазвала оба ефекта (концентрациони и метаболички). Повећан садржај органских киселина (посебно лимунске), више изражен код крупнијих (LA0147 - од 5,01 до 6,14 g/100 g суве масе), у односу на чери плодове (Plovdiv - од 4,16 до 4,60 g/100 g суве масе) резултат је и метаболичког и концентрационог ефекта. Анализа каротеноида показала је да је у оптималним условима укупан садржај био виши код чери генотипова (LA1420 - 80,72 mg/kg свежје масе) у односу на генотипове са крупнијим плодовима (LA0147 - 48,92 mg/kg свежје масе). Повећање садржаја фитоена и ликопена на бази свежје масе код испитиваних генотипова указало је на концентрациони ефекат, изузев код чери генотипа LA1420 где је дошло и до метаболичке активације. Резултати су показали и да је повећана концентрација аскорбинске киселине код чери плодова (просечно за 48%) у односу на крупне плодове (просечно за 18%) настала као резултат концентрационог ефекта. Повећање укупног антиоксидативног капацитета било је израженије код чери генотипова (Plovdiv - од 158,27 до 286,36 $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$ свежје масе) у односу на генотипове са крупним плодовима (Levovil - од 141,15 до 186,63 $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$ свежје масе). Акумулација АВА у плодовима на бази свежје масе плода је била посебно изражена код чери генотипова Plovdiv (за 65% - од 355,25 до 585,57 ng/g) и LA1420 (за 55% - од 450,28 до 696,09 ng/g), као и на бази суве масе, што указује на концентрациони и метаболички ефекат. Код генотипова са крупним плодовима повећана концентрација АВА настала као резултат ефекта дехидратације (концентрациони ефекат).

Следеће подпоглавље је *Оглед умерене суше са Ailsa Craig и flacca генотиповима*. Резултати испитивања ефеката умерене суше на параметре водног режима су показали да је опадање проводљивости стома, било израженије код Ailsa Craig (дивљег типа) и то за 52%, у односу на мутант flacca (за 33%), који је због веће изложености стресу имао и већу промену потенцијала воде (од 0,72 МПа) у односу на Ailsa Craig (од 0,47 МПа). Умерена суша редуковала је и растење листова (SLA) у већој мери код Ailsa Craig (за 26%), него код flacca (за 16%). Садржај хлорофила у листовима је такође био редукован, посебно у фази зрелог плода (код мутанта за 9% и дивљег типа за 6%). Анализа антиоксидативних компоненти је показала да је у условима суше повећање садржаја витамина С у листовима било више изражено код Ailsa Craig у односу на flacca, као и укупног антиоксидативног капацитета (код дивљег типа за 34%, а код мутанта за 14%). Акумулација АВА у листовима је такође била више изражена код Ailsa Craig (од 352,80 до 759,30 ng/g свежје масе), него код flacca (од 190,72 до 342,37 ng/g свежје масе), а сличан тренд промене је био и на нивоу корена.

Резултати су такође показали да су контролним условима плодови дивљег типа били крупнији и тежи у односу на плодове мутанта. Стрес суше је редуковао свежу масу плодова мутанта за 32% (са 15,89 на 10,72 g), а дивљег типа за 14% (са 38,10 на 32,60 g), као и пречник њихових плодова (код мутанта за 17%, а код дивљег типа за 12%). Анализа биохемијског састава плодова је показала да је у условима умерене суше повећан садржај укупних шећера (Brix°) код плодова Ailsa Craig за 27% (од 8,69 до 11,02), а код flacca за 10% (од 7,90 до 8,67) настао као резултат углавном концентрационог ефекта, док значајна промена садржаја шећера изражена на суву масу код мутанта, указује и на могућност метаболичких промена. Промене садржаја органских киселина на бази свежје у односу на суву масу, код Ailsa Craig за 50% (са 0,14 на 0,21% еквивалента лимунске киселине) и flacca за 47% (са 0,19 на 0,28% еквивалента лимунске киселине), указују такође на концентрациони ефекат. Умерени стрес суше је повећао садржај ликопена у плодовима Ailsa Craig за 23% (од 40,52 до 49,99 mg/kg свежје масе) као резултат концентрационог ефекта. Међутим, код мутанта

flacca дошло је до редукције за 18% (од 51,47 до 41,99 mg/kg свежје масе), али значајнија промена садржаја на суву масу (-40%) указује на израженији метаболички ефекат. Резултати су такође показали да је дошло до повећане акумулације витамина С код Ailsa Craig за 84% (са 22,85 на 41,98 mg/100 g свежје масе), а код *flacca* за 55% (са 20,01 на 30,98 mg/100 g свежје масе). Сличан тренд је утврђен када се резултати изразе и на суву масу, што указује на метаболички и концентрациони ефекат. У условима стреса дошло је до повећања антиоксидативног капацитета код Ailsa Craig за 52% (од 155,98 до 236,43 $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$ свежје масе), а код мутанта *flacca* 42% (од 122,67 до 173,99 $\mu\text{mol TEAC}/100\text{ g}$ свежје масе). Суша је довела и до веће акумулације АВА у перикарпу плодова код дивљег типа (од 327,03 до 486 ng/g свежје масе), у односу на мутанта (од 145,04 до 200,57 ng/g свежје масе).

У подпоглављу *Оглед јаке суше са Ailsa Craig и flacca генотиповима*, анализа параметара водног режима биљака из огледа јаке суше је указала на већу редукцију проводљивости стома код Ailsa Craig (83%) у односу на *flacca* (62%) за разлику од умерене суше, док су промене потенцијала воде у листовима биле израженије код мутанта (1,22 МПа), у односу на дивљи тип (0,91 МПа). Јачи степен стреса је редуковао специфичну лисну површину код *flacca* за 27%, а код Ailsa Craig за 15%, што се одразило и на смањење садржаја хлорофила у листовима које је посебно било изражено са сазревањем плода у тзв. turning фази (код мутанта за 19%, а код дивљег типа за 12%). У условима јаког стреса суше дошло је и до повећане акумулације витамина С у листовима Ailsa Craig за 21%, а код генотипа *flacca* за 9%, а сличан тренд је утврђен и за антиоксидативни капацитет. Резултати садржаја АВА у листовима су показали да је суша индуковала акумулацију АВА у листовима код дивљег типа за 242%, а код мутанта за 123%, а сличан тренд промене је био и на нивоу корена.

У огледу суше јаког интензитета није дошло до фазе потпуног сазревања плодова због појаве већења биљака, па су морфолошки и параметри квалитета плодова одређивани када је плод био у тзв. turning фази. Анализа је показала да су у контролним условима плодови дивљег типа имали за 44% већу свежу масу и за 23% већи пречник плодова у односу на плодове мутанта. Јака суша је редуковала свежу масу плода код Ailsa Craig за 50%, а код генотипа *flacca* за 40%, а сличан тренд промене утврђен и за пречник плодова. Резултати биохемијске анализе плодова су показали да је у плодовима изложених суши дошло је до акумулације укупних шећера (код Ailsa Craig за 41% и *flacca* за 25%) као резултат израженог концентрационог ефекта. Сличан ефекат и генотипска разлика су утврђени и за садржај органских киселина. Садржај ликопена у плодовима дивљег типа у суши је повећан услед концентрационог ефекта (са 27,74 на 38,12 mg/kg свежје масе), док код мутанта смањење садржаја за 49% указује на метаболичке промене у синтези ликопена. Повећан садржај витамина С на бази свежје (код Ailsa Craig за 245%, а код *flacca* за 178%), али и суве масе плодова указује и на концентрациони и метаболички ефекат. Повећање антиоксидативног капацитета је било израженије у условима суше код плодова Ailsa Craig (за 109%) у односу на *flacca* (за 65%). Слична генотипска разлика је утврђена и за акумулацију АВА у перикарпу плодова дивљег типа (са 344,95 на 1296,21 ng/g свежје масе) и мутанта (са 177,91 на 444,03 ng/g свежје масе).

У поглављу *Дискусија* резултати истраживања су на адекватан начин разматрани и коментарисани у односу на резултате других истраживача који су релеванти за предмет истраживања ове докторске дисертације. Кандидаткиња је дискусију добијених резултата приказала систематично у 2 подпоглавља која су следила резултате истраживања из огледа у којима је ефекат суше различитог интензитета примењен код одабраних генотипова парадајза. Посебно је истакнуто да је већина литературних података који се односе на отпорност парадајза на сушу базирана на

примени краткотрајног стреса суше, док су реакције дуготрајног стреса мање познате, посебно у репродуктивној фази развића. Значајан део у дискусији резултата се односио на ефекте суше на садржај компоненти примарног и секундарног метаболизма који одређују нутритивну вредност плодова, који су дискутовани са концентрационог и метаболичког аспекта, што представља нови приступ у тумачењу резултата. Посебна пажња је посвећена дискусији резултата у огледима са генотиповима Ailsa Craig и *flacca* и ефекту абсцисинске киселине у адаптивним реакцијама на сушу, али и на акумулацију примарних и секундарних метаболита који утичу на квалитет плодова, што представља нови приступ у анализи ефеката овог хормона.

У поглављу **Закључак** су представљени најважнији закључци (укупно 18) који су правилно изведени и произилазе из анализе добијених експерименталних резултата.

У огледу са MAGIC TOM популацијом утврђено је да је умерена суша изазвала већу редукцију проводљивости стома код генотипова са крупним плодовима (Levovil и LA0147 - просечно за 65%) у односу на чери генотипове (Plovdiv и LA1420 - просечно за 44%). Разлика у реакцијама стома се објашњава већом акумулацијом АВА у листовима генотипова са крупним плодовима (просечно за 42%) у односу на чери генотипове (просечно за 14%). Редукција специфичне лисне површине је била више изражена код чери генотипова (просечно за 34%), за разлику од флуоресценције хлорофила (просечно за 12%), што указује на мању осетљивост фотосинтетског апарата ових генотипова на сушу. Биохемијске анализе на нивоу листова су индиректно указале да се водни потенцијал у условима суше код генотипова са крупним плодовима одржава акумулацијом органских киселина, док је код чери генотипова примарна акумулација шећера хексоза. Изражено повећање садржаја витамина С, као и укупног антиоксидативног капацитета листова код чери генотипова (просечно за 64%) у односу на генотипове са крупним плодовима (просечно за 30%) указује на већи капацитет антиоксидативног система који они имају у условима суше.

Испитивања ефеката умерене суше на плодове су показала значајну редукцију свеже масе, као и пречника плодова само код чери генотипова (просечно за 26%) који имају и већу акумулацију АВА у плодовима (просечно за 60%), а што објашњава разлику у величини плодова између испитиваних генотипова. Испитивања ефекта суше на компоненте примарног метаболизма у плодовима су показала да је акумулација хексозних шећера код свих генотипова била резултат концентрационог ефекта, док је повећан садржај сахарозе и органских киселина последица и концентрационог и метаболичког ефекта. Суша је изазвала и повећање концентрације витамина С, посебно код чери плодова (просечно за 46%) у односу на крупне плодове (просечно за 18%), на основу концентрационог ефекта. Исти тренд је утврђен и код повећања укупног антиоксидативног капацитета. Генотипске разлике у садржају каротеноида, као компоненти секундарног метаболизма, биле су највише изражене у концентрацијама фитоена и ликопена, које су у оба третмана биле веће у чери плодовима, у односу на крупне плодове. Посебно изражена акумулација фитоена (за 71%) и ликопена (за 50%) код генотипа LA1420 у условима суше је била резултат и концентрационог и метаболичког ефекта. Овај генотип, који је сродан дивљим рођацима парадајза, имао је изражену акумулацију хексозних шећера и каротеноида у плодовима у условима суше, што указује да се он може користити у савременим селекционим програмима за стварање парадајза толерантног на стрес суше.

Испитивања ефеката суше различитог интензитета у огледима са генотиповима Ailsa Craig и *flacca* су показала да је јак стрес суше имао већи ефекат на затварање стома и пад потенцијала воде у односу на умерени стрес код оба генотипа, као и да су биљке мутанта биле изложене већем степену стреса од дивљег типа. Ефекат суше на смањење специфичне лисне површине је био више изражен код Ailsa Craig у умереној

суши, а код мутанта *flacca* у јакој суши. У условима јаке суше садржај хлорофила у листовима је био више редукован у односу на умерену сушу код оба генотипа, при чему је ефекат био најизраженији у тзв. turning фази сазревања плода, што указује на повезаност биосинтезе хлорофила и процеса сазревања плодова. Умерен и јак стрес суше су изазвали повећање укупног антиоксидативног капацитета листова у мањем степену код *flacca* (за 14% и 30%) у односу на Ailsa Craig (за 34% и 51%), а слична промена је утврђена и за витамин С, што указује на смањен капацитет мутанта за одбрану од оксидативног стреса изазваног сушом. Анализа акумулације АВА у листовима и кореновима и потенцијала воде индиректно указује да су реакције стома и растења листова код *flacca* резултат дејства хидрауличних сигнала, а код Ailsa Craig комбинације хидрауличних и хемијских сигнала.

Редукција свеже масе и величине плодова која је била више изражена у јакој у односу на умерену сушу, резултат је ефекта суше на растење ћелија и акумулацију АВА у перикарпу плодова оба генотипа. Анализа утицаја суше на промене садржаја примарних метаболита у плодовима показала је да је јака суша изазвала већи концентрациони ефекат на акумулацију шећера код оба генотипа (Ailsa Craig за 41% и *flacca* за 25%) у поређењу са умереном сушом (Ailsa Craig за 27% и *flacca* за 10%). Исти ефекат је утврђен и за повећање садржаја органских киселина код оба генотипа у условима умерене (просечно за 48%) и јаке суше (просечно за 57%). Акумулација ликопена у плодовима Ailsa Craig (просечно за 30%) је била резултат концентрационог ефекта, док смањен садржај код *flacca* плодова у умереној (за 18%) и јакој суши (за 27%) указује на метаболичке промене. Умерена и јака суша су изазвале и повећање садржаја витамина С у плодовима, посебно код Ailsa Craig (за 84% и 245%), у односу на *flacca* (за 55% и 178%), као резултат и концентрационог и метаболичког ефекта. Повећање укупног антиоксидативног капацитета у плодовима које је било посебно изражено у јакој суши код Ailsa Craig (за 109%) у односу на *flacca* (за 65%) потврђује смањен капацитет мутанта за отклањање ефекта оксидативног стреса који прати стрес суше. Поређењем реакција АВА-мутанта и дивљег типа може се закључити да је акумулација АВА значајна за адаптивне реакције на стрес суше у листовима парадајза, али и за очување квалитета плодова изложених суши.

У поглављу **Литература** на правилан начин наведен је 271 литературни извор који одговара проучаваној проблематици у дисертацији.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Иване Петровић, маг. биол., представља оригинални и самостални научни рад из области Физиологије гајених биљака. Дисертација је резултат успешно спроведеног самосталног научног рада кандидаткиње, који је у сагласности са планом истраживања прихваћеним при пријави дисертације. Кандидаткиња је успешно применила савремене инструменталне и статистичке методе за експериментални део својих истраживања. Добијене резултате правилно је тумачила и коментарисала у складу са расположивим литературним подацима и на основу њих извела правилне и научно доказане закључке.

Одабрана тема истраживања је од посебног научног и практичног значаја, с обзиром да ефекти суше и механизми њеног деловања на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза нису у довољној мери испитани, и то посебно са аспекта дејства стрес хормона АВА. Поређење реакција на сушу између дивљег типа и АВА дефицитарног мутанта *flacca*, као и између генотипова MAGIC TOM популације, допринело је сагледавању значаја и улоге АВА не само за адаптацију биљака на сушу, већ и за синтезу примарних и секундарних метаболита од којих

зависи квалитет плодова парадајза и њихова нутритивна и лековита својства. Испитивања реакција генотипова MAGIC TOM популације доприносе разумевању реакција на сушу и разлика између генотипова са чери и крупним плодовима, а ти резултати могу наћи и своју практичну примену за потребе селекције парадајза толерантног на сушу.

На основу свега претходно наведеног, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом “Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“, кандидата Иване Петровић, маг. биол., и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, да усвоји ову позитивну оцену и омогући кандидаткињи јавну одбрану.

У Београду, 20.05.2019.

Чланови Комисије

1. др Зорица Јовановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
(ужа научна област Физиологија гајених биљака)

2. др Биљана Вуцелић-Радовић, редовни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
(ужа научна област Биохемија)

3. др Јасмина Здравковић, научни саветник
Институт за повртарство, Смедеревска Паланка
(ужа научна област Селекција и оплемењивање)

4. др Љиљана Прокић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
(ужа научна област Физиологија гајених биљака)

5. др Ђорђе Моравчевић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
(ужа научна област Повртарство)

ПРИЛОГ

Објављен рад Иване Петровић, маг. биол., у часопису на SCI листи:

Petrović, I., Savić, S., Jovanović, Z., Stikić, R., Brunel, B., Sérino, S., Bertin, N. (2019): Fruit quality of cherry and large fruited tomato genotypes as influenced by water deficit. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106 (2): 123-128. DOI 10.13080/z-a.2019.106.016.

**НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**
Датум: 20.05.2019.

Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације “Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“, кандидата Иване Петровић, маг. биол.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate реализованог од стране Универзитетске библиотеке од 17.05.2019., којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом “Ефекат суше на физиолошке и биохемијске показатеље квалитета плодова парадајза (*Lycopersicon esculentum* L.)“, аутора Иване Петровић, маг. биол., констатујем да утврђено подударање текста износи 4%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Ментор

др Зорица Јовановић, редовни професор
Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет
(ужа научна област Физиологија гајених биљака)