

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

Датум: 30.3.2023.

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације
Алексе Липовца, мастер инжењера пољопривреде

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број 32/16-5.2 од 29.3.2023. године именована је Комисија за оцену урађене докторске дисертације под насловом: „Утицај режима наводњавања и рока сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља“ кандидата Алексе Липовца, мастер инжењера пољопривреде. На основу прегледа и анализе докторске дисертације Комисија у саставу: др Невенка Ђуровић, редовни професор, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет (ужа научна област: Мелиорације земљишта), др Марија Тосић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет (ужа научна област: Мелиорације земљишта), др Ђорђе Моравчевић, редовни професор, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет (ужа научна област: Ратарство, повртарство, цвећарство, крмно и лековито биље), др Атила Бездан, ванредни професор, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет (ужа научна област: Уређење, заштита и коришћење вода) и др Гордана Матовић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет (ужа научна област: Мелиорације земљишта), подноси Наставном-научном већу Пољопривредног факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и дисертацији

1.1. Основни подаци о кандидату

Маст. инж. пољ. Алекса Липовац рођен је 15. априла 1992. године у Краљеву. Основну школу је завршио у Витановцу а гимназију у Краљеву. Школске 2011/2012. године је уписао Пољопривредни факултет у Београду, студијски програм Мелиорације земљишта. Дипломирао је 2015. године са просечном оценом 9,07. Награђен је као најбољи студент студијског програма Мелиорације земљишта у шк. 2014/15. години. Мастер академске студије на Пољопривредном факултету, студијски програм Пољопривреда, модул Мелиорације земљишта завршио је 2017. године са просечном оценом 10. Школске 2017/18. године уписао је докторске студије на Пољопривредном факултету, студијски програм Пољопривредне науке, модул Мелиорације земљишта.

На Пољопривредном факултету Универзитета у Београду изабран је у звање и на радно место сарадника у настави за ужу научну област Мелиорације земљишта 1.10.2016. године а у звање и на радно место асистента 27.9.2018. године.

Учесник је више радионица и летњих школа из области агрометеорологије, даљинске детекције и мелиорација земљишта. Објавио је више од тридесет библиографских јединица од чега је пет у часописима са *SCI* листе.

1.2. Основни подаци о дисертацији

Докторска дисертација Алексе Липовца, мастер инжењера пољопривреде, под насловом „Утицај режима наводњавања и рока сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља“ написана је у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду, као и у складу са пријавом теме која је одобрена од стране Наставно-научног већа Пољопривредног факултета и Већа научних области биотехничких наука Универзитета у Београду. Докторска дисертација садржи: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима Комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај и текст дисертације организован по поглављима.

Дисертација је написана на 140 страница текста (нумерисаних) и садржи 33 табеле, 13 слика и 29 графикана. Докторска дисертација садржи 9 основних поглавља, и то: Увод (стр. 1-3), Циљ и значај истраживања (стр. 3), Радне хипотезе (стр. 4), Преглед литературе (стр. 5-17), Материјал и методе (стр. 17-48), Резултати истраживања (стр. 48-101), Дискусија (стр. 101-115), Закључак (стр. 115-121), Литература (стр. 121-133) и Допунски материјал (стр. 133-136). Поглавља: Преглед литературе, Материјал и методе, Резултати истраживања и Дискусија садрже више потпоглавља. На крају текста дисертације налазе се Биографија (стр. 136), Изјава о ауторству (стр. 137), Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторске дисертације (стр. 138) и Изјава о коришћењу (стр. 139).

2. Предмет и циљ истраживања

2.1. Предмет истраживања

У овој докторској дисертацији је извршено комплексно истраживање утицаја режима наводњавања и рокова сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља (*Phaseolus vulgaris*, L.). За истраживање је изабран пасуљ због великог значаја који ова биљка има, а који се огледа у томе што она представља основно вариво у исхрани светског становништва и један је од најбогатијих извора протеина, који су биолошки веома вредни у људској исхрани. Производња пасуља у Србији не задовољава потребе становништва, због чега се констатно повећава увоз.

Истраживање је извршено на пасуљу сорте *сремац*. Постављен је двофакторијални оглед по *split plot* плану (плану подељених парцела) у три понављања. Први фактор (парцела) био је рок сетве: сетва у редовном року (половина априла) и две касније сетве (крај маја/почетак јуна и крај јуна/почетак јула). Други фактор (подпарцела) био је режим наводњавања (третман пуног наводњавања (Ф) и два третмана редукованог наводњавања (Д₁ 80% ЕТс - евапотранспирације културе и Д₂ 60% ЕТс)). Трогодишње истраживање у периоду од половине априла до почетка октобра (2018, 2019. и 2020. године) извршено је на огледном пољу компаније „Напредак“ а. д. Стара Пазова.

2.2. Циљ истраживања

Основни циљ истраживања предвиђен овом докторском дисертацијом био је испитивање потенцијала гајења пасуља у редовним и касним роковима сетве (потенцијално гајен као накнадни усев) уз дефинисање потребе пасуља за водом, ради дефинисања ефикасног и рационалног режима наводњавања, чији ће крајњи резултати бити висок принос и квалитет зрна. Затим, циљ је да се повећа продуктивност и ефикасност коришћења воде у свим сетвеним роковима, да се одреде индекси водног

стреса и сагледа могућност примене метода даљинске детекције за успостављање оптималног режима наводњавања пасуља.

Дефинисањем оптималних режима заливања и утврђивањем потенцијала гајења пасуља као пострног усева, омогућило би се интензивније гајење ове врсте и значајно унапредило спровођење адекватног плодореда, уз очување природних ресурса као што су земљиште и вода. Додатни акценат стављен је на унапређење знања о могућностима примене термовизијских снимака и мултиспектралних снимака добијених камером постављеном на беспилотну летелицу за оцену снабдевености биљке водом и процену приноса пасуља.

3. Основне хипотезе од којих се полазило

Основне хипотезе од којих се пошло у овој докторској дисертацији су следеће:

- У истраживањима се полази од претпоставке да ће у условима умерене суше у свим роковима сетве (третман редукованог наводњавања када је обезбеђено 80% ЕТс - евапотранспирације културе) доћи до незнатног смањења приноса пасуља, али уз значајно повећање ефикасности коришћења воде, продуктивности и уштеде воде;
- У третману редукованог наводњавања (60% од ЕТс) очекује се значајније смањење приноса у поређењу са пуним наводњавањем у свим роковима сетве (100% од ЕТс), али и већа ефикасност коришћења воде, као и значајне уштеде воде за наводњавање;
- Сетвени рокови неће значајно утицати на принос пасуља при пуном наводњавању;
- Очекује се да између усева из различитих рокова сетве неће постојати значајне разлике у квалитету зрна пасуља, при пуном наводњавању;
- Очекује се да између пуног и редукованог третмана заливања неће постојати значајне разлике у квалитету зрна пасуља;
- Претпоставља се да ће веће потребе пасуља за водом бити у пострним роковима сетве у поређењу са редовном сетвом;
- Режим наводњавања ће значајно утицати на морфолошке особине и принос пасуља;
- Полази се од претпоставке да ће методе даљинске детекције дати поуздане индикаторе водног режима биљке на основу којих би се могао успоставити режим заливања односно процена утицаја суше на принос.

4. Кратак опис садржаја дисертације

Увод. У уводу је указано на потребу и значај уштеде воде у пољопривреди, која је највећи потрошач слатке воде. Повећање ефикасности коришћења воде има нарочито велики значај у условима климатских промена, када се може очекивати смањење падавина.

Истакнуто је да редуковано наводњавање представља оптимизацију стратегије наводњавања, када се усеви плански излаже водном стресу током читавог периода вегетације или само у појединим фенофазама, када је биљка мање осетљива на стрес суше. На овај начин, смањује се потрошња воде и енергије у пољопривреди уз побољшање ефикасности коришћења воде, науштрб приноса, што ипак може довести до задовољавајућих ефеката у поређењу са постизањем максималних приноса. Применом редукованог наводњавања усева гајених у различитим роковима сетве (као накнадни усеви), постигло би се уједно и рационално управљање водним ресурсима уз повећање производње хране. Оваква комбинација може представљати један од начина

за адаптацију на новонастале глобалне промене са којима се суочава читава пољопривредна производња. Праћење стања усева методама даљинске детекције временом ће се усавршавати и постати неопходан алат за прецизно управљање у пољопривреди, што може значајно допринети изазовима са којима се суочава пољопривредна производња 21. века. Дакле, проширење пољопривредне производње уз рационалну употребу воде може бити спроведено уз помоћ недеструктивних метода даљинске детекције. За ово истраживање одабран је пасуљ (*Phaseolus vulgaris*, L).

Преглед литературе. У овом поглављу које се састоји од четири потпоглавља, изнети су доступни литературни подаци о истраживањима других аутора, која су уско повезана са предметом проучавања докторске дисертације. У потпоглављу *Потенцијал гајења пасуља* дати су основни подаци о пореклу и особинама пасуља и производњи ове махунарке у нашој држави. Описани су основи услови за раст и развој ове културе као и захтеви према води, клими, земљишту и станишту. Такође, описана је технологија производње пасуља и примена агротехничких мера у производњи. У потпоглављу *Утицај рокова сетве на потребе за водом, ефикасност коришћења воде и принос* приказани су резултати истраживања утицаја рокова сетве на принос и повећање ефикасности коришћења воде у пољопривредној производњи у Србији и у свету. У потпоглављу *Повећање ефикасности коришћења воде редукованим наводњавањем* објашњено је да постоји више начина за повећање ефикасности коришћења воде у циљу њеног рационалног коришћења. Неки од начина могу бити редуковано наводњавање (РН) и регулисано редуковано наводњавање (РРН), који у условима климатских промена представљају адаптивну меру за одржавање високих приноса уз значајне уштеде воде али и повећање продуктивности воде. Потпоглавље *Савремене методе управљања водама (Примена даљинске детекције у пољопривреди)* односи се на процесе добијања информација о објектима без директног контакта са истим. Данас су у употреби термални снимци и мултиспектрални снимци (са 3-10 канала), и хиперспектрални снимци (преко 100 канала). Методе даљинске детекције на бази термалних камера се увелико примењују за детекцију водног стреса зато што су недеструктивне и не захтевају пуно времена и радне снаге. Мултиспектрални снимци добијени са различитих канала могу се комбиновати ради добијања различитих вегетационих индекса (ВИ) који указују на здравствено стање усева, као и стање снабдевености водом и хранивима.

Материјал и методе. У овом поглављу наведени су коришћени подаци за рад, као и методе рада кроз 8 потпоглавља. У потпоглављима *Поставка огледа* и *Примењене агротехничке мере током огледа* описан је експеримент на отвореном пољу у Старој Пазови, пољопривредног добра „Напредак“ а.д. у склопу компаније *Делта Аграр*. За истраживања је изабран пасуљ сорте *сремац*. Трогодишњи оглед (2018-2020) је постављен као двофакторијални оглед по плану подељених парцела у три понављања. Први фактор је обухватао три варијанте заливања: Ф варијанта са пуним наводњавањем када је обезбеђено 100% евапотранспирације усева (ЕТс), Д₁ варијанта са редукованим наводњавањем када је обезбеђено 80% ЕТс и Д₂ варијанта са редукованим наводњавањем када је обезбеђено 60% ЕТс. Третман са три рока сетве представљао је други фактор: варијанта са редовном сетвом у климатским условима Србије (средина априла) (I), варијанта са пострном сетвом (крај маја и почетак јуна) (II) и варијанта са каснијом пострном сетвом (трећа декада јуна и почетак јула) (III).

Култивирање земљишта вршено је пре сваке сетве пасуља. Након сетве постављани су латерали за наводњавање. Растојање између капаљки на латералу износило је 20 cm, а протицај сваке капаљке 1 l·h⁻¹. Коровске биљке су благовремено окопаване, чиме се поред одржавања усева постизало и редовно разбијање покорице и избегло коришћење хербицида. Током периода истраживања није вршено

прихрањивање. Примењиван је фунгицид „Folio Gold“ за сузбијање пламењаче и инсектицид „Movento“ против беле лептирасте ваши.

У потпоглављу **Климатски и метеоролошки услови гајења** наведено је да је анализа климатских параметара извршена на основу података из годишњака Републичког хидрометеоролошког завода (РХМЗ) преузетих са метеоролошке станице у Сурчину, која се сматра репрезентативном за огледно подручје, за тридесетогодишњи период (1988-2017). За метеоролошка осматрања на огледном пољу постављена је аутоматска метеоролошка станица компаније „EMS Brno“. За праћење климатских параметара на метеоролошкој станици, коришћени су следећи сензори: *Minikin RTHi* даталогер који се састоји из три сензора: *RTHi* – за праћење глобалне радијације ($W \cdot m^2$), *Pt1000* за мерење температуре ваздуха ($^{\circ}C$) и *Thi* за мерење влажности ваздуха (%); *MicroLog SDI-DS2* са *Decagon* соничним анемометром – за праћење брзине и правца дувања ветра ($m \cdot s^{-1}$); *Datalogger Minikin ERi* – за праћење висине падавина (mm); *F3T3-MicroLog* са сензорима *Cambell Scientific CS 616-LC* и *PT100/8* – за праћење влажности (%) и температуре земљишта ($^{\circ}C$); *Irda/USB* кабал за комуникацију и преузимање података са даталогера. Рад сензора и обрада података извршена је коришћењем универзалног *Mini 32* софтвера.

У потпоглављу **Водни режими** наведено је да је за наводњавање коришћена вода из артерског бунара. Пасуљ се наводњавао методом кап по кап. Норма заливања одређена је на основу садржаја расположиве воде у земљишту, фенофазе биљке и висине евапотранспирације. На основу датих параметара током свих рокова сетви, примењене су три норме заливања.

Земљиште је идентификовано и описано теренским и лабораторијским радовима. На репрезентативном делу огледне парцеле отворен је педолошки профил и на њему описани елементи спољашње и унутрашње морфологије (FAO, 2006). За потребе лабораторијских истраживања узети су узорци земљишта по генетским хоризонтима у нарушеном стању и природном склопу. Водно-ваздушне, физичке и хемијске особине земљишта у лабораторијским условима одређене су следећим методама:

- Механички састав земљишта пипет методом, са припремом узорка Е варијантом пирофосфатне методе;
- Агрегатни састав земљишта, методом Савинова;
- Текстурна класа земљишта одређена је преко текстурног троугла (USDA троугла);
- Запреминска густина, цилиндрима запремине 100 cm^3 ;
- Специфична густина, методом пикнометра са ксилолом;
- Ретенциони водни капацитет, на 33 kPa, методом Ричардса, преко мембранске пресе („*Pressure plate extractor*”);
- Влажност трајног увенућа биљака, на 1500 kPa, методом Ричардса, преко мембранске пресе;
- Приступачна вода биљкама, рачунским путем;
- Укупна порозност, рачунским путем;
- Апсолутни ваздушни капацитет, рачунским путем.
- Активна киселост земљишта, pH у H_2O (van Reeuwijk, 2002);
- Разменљива (супституциона) киселост, pH у KCl (van Reeuwijk, 2002);
- Садржај калцијум-карбоната ($CaCO_3$) у земљишту волуметријском методом са Шајблеровим калциметром (Nelson, 1982);
- Садржај хумуса дихроматном методом Тјурина у модификацији Симакова (Минеев et al., 2001);

- Садржај приступачних (изменљивих) макроелемената (K, Na, Ca, Mg) екстракцијом у 1 M амонијум-ацетату рН 7, однос земљиште раствор за екстракцију 1:10 (Allen, 1974), мерењем концентрације у екстракту оптичком емисионом спектроскопијом са индукованом спрегнутом плазмом (ICP-OES);
- Садржај приступачних микроелемената (Cu, Fe, Mn, Ni, Zn) екстракцијом у раствору ДТРА-ТЕА рН 7,3, однос земљиште:раствор 1:2 (Allen, 1974), мерењем концентрације у екстрактима ICP-OES.
- Садржај укупног азота рачунским путем

Потпоглавље *Методe експерименталног истраживања* подељено је на 11 мањих потпоглавља у којима су описане методе за праћење свих релевантних параметара за праћење водног режима земљишта и биљке и параметара приноса. *Мерење влажности земљишта у пољским условима* изведено је гравиметријским методом и методом временски дефинисане рефлектометрије *TDR (Time Domain Reflectometry)*. Влажност земљишта мерена је стандардним гравиметријским методом на сваких 7 дана. Узорци су узимани бургијом са три дубине (0-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm). За потребе огледа коришћена је *TDR* сонда произвођача *Cambell Scientific*, модел *CS 616*. Сензори су повезани са дата логером *F3T3-MicroLog* који преко *Mini 32* софтвера омогућава складиштење података, подешавање интервала мерења, праћење рада сензора, трајање батерије и сл. Дата логер је подешен да на сваких сат времена складишти податке о влажности земљишта.

Мерење покривности усева изведено је коришћењем дрвеног рама површине 1m². Означаван је репрезентативни простор на парцели са биљкама, који је затим фотографисан. За анализу фотографија коришћен је софтверски пакет *Python* у окружењу *JupyterLab*. *Праћење пораста биомасе* пасуља извршено је узорковањем са огледне парцеле на сваких 10 до 15 дана у зависности од временских услова. Праћење пораста биомасе вршено је током интензивног пораста биљке, све до цветања и на крају вегетације када долази до зрења махуна и опадања лисне масе. Узорци су уситњени, затим сушени ваздушно и у сушници на температури од 70 °C до константе масе и мерени. *Мерење индекса лисне површине (ИЛП)* изведено је коришћењем уређаја *LI-3100C Area Meter*. У потпоглављу *Даљинска детекција и вегетациони индекси* објашњено је да је током трајања огледа извршено снимање стања усева пасуља коришћењем дрона *DGI PHANTOM 4 PRO V2* на коме је монтирана мултиспектрална камера *RedEdge MX*. Сваки направљени снимак садржи сет података од пет спектралних канала: плави, зелени, црвени, црвени руб и блиско инфрацрвени спектар. Одабрана је висина лета од 50 m, а просторна резолуција износила је 3,7 cm. Коришћењем калибрационе табле, пре сваког лета извршена је радиометријска калибрација. *Pix4Dmapper* софтвер је коришћен за генерисање ортомозаика од сирових снимака. Истовремено са генерисањем снимака, у *Pix4Dmapper*, вршена је геометријска корекција. Финални производ након процесирања су пет различитих спектралних канала у *geotif* формату. Даља анализа добијених слика вршена је коришћењем *QGIS 3.12* софтвера. Снимци су тримовани на ниво огледних парцела употребом „*clipper*“ апликације. Обрачунавање вегетационих индекса вршено је у истом софтверу, коришћењем функције „*raster calculator*“. Релевантни статистички подаци за сваки третман обрачунати су помоћу функције „*zonal statistics*“ и експортирани у *xlsx* формат.

Генерисано је 5 вегетацијских индекса: *NDVI индекс* (индекс нормализоване разлике вегетације (*Normalized difference vegetation index*), на основу ког је могуће проценити садржај хлорофила, биомасу, снабдевеност усева водом и учити делове парцеле на којима биљке нису у доброј кондицији; *GNDVI* је модификовани *NDVI* који има за циљ да утврди фотосинтетску активност биљке. Користи се за процену садржаја

азота у листу и усвајање воде од стране биљке; Оптимизовани индекс вегетације прилагођен земљишту (*OSAVI*), је индекс прилагођен за праћење стања усева у биљној производњи; Модификовани индекс абсорпције хлорофила у рефлексији (*MCARI1*) прати разлике у индексу лисне површине и садржају хлорофила; *NDRE индекс* - Индекс нормализоване разлике спектра црвеног руба прати разлике у садржају хлорофила и фотосинтетској активности биљке.

За даљинско мерење температуре лисне масе и одређивање Биљног водног стресног индекса (CWSI) коришћена је ручна термална камера (*FLIR, T335*). У току вегетационог периода за сваку сетву извршено је 5-8 мерења током трогодишњег периода истраживања (2018- 2020). Сваки третман фотографисан је 9 пута, тако да је за сваки рок сетве добијено 27 фотографија.

Референтна евапотранспирација (*ETo*) прорачуната је методом Penman-Monteith. **Евапотранспирација усева** је израчуната као производ коефицијента културе (*kc*) и *ETo*. **Нормализована продуктивност воде (*ПВ**)** је израчуната из односа укупне надземне биомасе и суме односа транспирације и референтне евапотранспирације. **Ефикасност коришћења воде (*ЕКВ*)** израчуната је као однос количине приноса по јединици воде коју биљка утроши на процес евапотранспирације. **Испитиване компоненте приноса** су: укупна биомаса (свежа маса биљке у $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$); укупна сува биомаса (сува маса биљке $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$); број махуна по биљци; маса махуна (*g*); принос зрна пасуља ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); маса 1000 зрна (*g*) и жетвени индекс (%). **Биохемијски квалитет плодова** (садржај уља и протеина у зрну пасуља) одређен је помоћу *NIR* анализатора *INSTALAB 600*, произвођача *Dickey-John* чији се рад заснива на методологији Нумовитз et al. (1974). У потпоглављу **Статистичка обрада података** описано је да је припрема сета података и дескриптивна статистичка анализа урађена је у оквиру *SAS* софтверског пакета (*SAS Institute Inc. Software License 9.3.2012*). Детерминација утицаја фактора на испитиване особине урађена је применом фиксног линеарног модела у оквиру *GLM* процедуре наведеног софтверског пакета. Сваки од добијених показатеља је обрађен коришћењем дескриптивне статистике за показатеље на годишњем нивоу (од 2018. до 2020. године, као и за трогодишњи просек). Ефекти фактора рока сетве (три рока) и нивоа заливања (три третмана), као и њихове интеракције на посматране особине приноса, физичких и хемијских особина пасуља извршена је методом анализе варијансе и применом *LSD* теста.

Резултати истраживања. Резултати истраживања приказани су кроз 10 потпоглавља. У потпоглављу **Рокови сетве и њихов утицај на дужину вегетационог периода и појединих фенофаза пасуља** приказано је да су у погледу дужине трајања периода од сетве до ницања остварене статистички високо значајне разлике ($p<0,01$) између испитиваних рокова сетве. За ницање пасуља у првом року сетве (I) просечно је било потребно око 14 дана, у другом року 10 дана, а у трећем року нешто мање од 7 дана. Када је повољан садржај влаге, биљке у касним роковима сетве (II и III) брже ничу услед повољнијих температурних услова, а истовремено и повољне влажности земљишта. Трајање периода од ницања до цветања није се статистички значајно разликовало између испитиваних рокова сетве. Трајање цветања и фенофазе сазревања махуна статистички су се веома значајно разликовали ($P<0,01$) између испитиваних рокова сетве. Просечно, најдужи период цветања до фазе формирања махуна запажен је у другом року сетве (15 дана), у првом року сетве био је 12 дана а у трећем року сетве је најкраће трајао (10 дана). Фаза сазревања пасуља у првом року просечно је трајала 15 дана и повећавала се у каснијим роковима сетве. Период од сетве до жетве статистички се значајно разликовао ($p<0,05$) између испитиваних рокова сетве. Пасуљ је најбрже стизао на жетву када је сејан у II року сетве (просечно за 94 дана), у односу на I и III рок сетве, где је пасуљ касније стизао на жетву, (98 и 100 дана, редом). У

потпоглављу **Влажност земљишта на огледном пољу током трогодишњег периода истраживања** приказано је да је у свим роковима сетве, пасуљ био обезбеђен лакопрístupачном водом на Ф третману. На Д₁ и Д₂ третманима редукованим наводњавањем влажност земљишта се спуштала испод доње границе ЛПВ, али у краћем периоду него што је планирано, услед појаве обилних падавина, које нису карактеристичне за летње месеце јули и август. Постоји добра корелација између података добијених стандардном гравиметријском методом и *TDR* методом.

У потпоглављу **Покровност земљишта лисном масом** приказано је да рок сетве није статистички значајно утицао на покровност, али се уочава да је највећа покровност запажена у првом року сетве (94,1%). Режим пуног наводњавања (Ф) остварио је значајно већу покровност у поређењу са Д₂ третманом, док се третман Д₁ није значајно разликовао. **Акумулација суве биомасе пасуља** била је највећа у првом року сетве а најмања у трећем року. Други рок сетве се није статистички значајно разликовао, али се може уочити тренд смањења акумулације биомасе са одлагањем сетве. Режим пуног наводњавања (Ф) остварио је значајно већу ($p < 0,05$) акумулацију биомасе у поређењу са Д₂ третманом, док се третман Д₁ није значајно разликовао. **Индекс лисне површине пасуља (ИЛП)** (потпоглавље 6.5) има сличан тренд као и акумулација биомасе. Пораст индекса лисне површине траје све до периода интензивног пораста, у периоду цветања и заметања махуна стагнира, док са сазревањем махуна долази до појаве опадања лишћа и благог смањења индекса лисне површине. Рок сетве није статистички значајно утицао на вредност ИЛП, али се може уочити да је највећа вредност током трогодишњег истраживања запажена у првом року сетве. Режим пуног наводњавања (Ф) остварио је значајно више ($p < 0,05$) вредности индекса лисне површине у поређењу са Д₂ третманом, док се третман Д₁ није значајно разликовао. Максимални просечни индекс лисне површине током трогодишњег периода запажен је на I-Ф третману ($4,38 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$) а најнижи на II-Д₂ третману ($3,57 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$).

У потпоглављу **Евапотранспирација културе (ЕТс) и стварна евапотранспирација (ЕТа)** приказане су вредности потрошње воде на варијантама огледа. Иако по годинама истраживања постоје разлике у потрошњи воде због различитих метеоролошких услова током периода 2018-2020. године просечне вредности добијене у трогодишњем периоду показују да је у првом року сетве у просеку је потрошено 383,4 mm, у другом 407,9 mm, а у трећем 360,4 mm. На варијанти са пуним наводњавањем у просеку је потрошено 401,7 mm, док је пасуљ на третманима редукованог заливања нешто мање трошио воду у поређењу са Ф третманима (383,1 mm и 366,9 mm на третманима Д₁ и Д₂).

Утицај режима наводњавања и рока сетве испољили су статистичку значајност ($p < 0,05$) на промену вредности стварне евапотранспирације. Укупна евапотранспирација другог рока сетве статистички се значајно разликовала од трећег рока сетве ($p < 0,05$), док се третман пуног наводњавања (Ф) значајно разликовао од третмана редукованог заливања (Д₂). Добијени резултати указују да је пасуљ на третманима редукованог заливања нешто мање трошио воду у поређењу са биљкама на Ф третманима. У потпоглављу **Методe даљинске детекције као показатељи водног стреса и њихов потенцијал за процену приноса пасуља** приказане су вредности вегетационих индекса добијених коришћењем мултиспектралне камере постављене на беспилотну летелицу. Током 2019. године у првом року сетве није запажена статистички значајна разлика између испитиваних третмана наводњавања и вегетационих индекса. У другом року сетве вредности *NDVI* индекса Ф третмана износиле су 0,67, док су на третманима Д₁ и Д₂ остварене вредности од 0,63 и 0,56. Слично је добијено и код *MCARI1* индекса, на коме се запажа да је третман Ф остварио

вредности од 0,48 односно статистички значајно више ($P < 0,05$) у поређењу са D_2 третманом, на коме је запажена вредност 0,39. Код индекса *GNDVI*, *OSAVI* и *NDRE* нису остварене статистички значајне разлике између режима наводњавања ни у другом року сетве. У оквиру трећег рока сетве запажа се статистички значајна разлика ($P < 0,05$) вредности *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* индекса у оквиру испитиваних режима наводњавања. Вредности *NDVI* индекса су 0,63, 0,61 и 0,51 на третманима Φ , D_1 и D_2 редом. Слично је добијено и код *MCARII* индекса, на Φ третману се запажа да вредности индекса износе 0,55 односно статистички значајно више ($P < 0,05$) у поређењу са D_2 третманом на коме су остварене вредности од 0,42. Такође, у трећем року сетве вредности *GNDVI* индекса на Φ третману су значајно веће у поређењу са D_2 третманом.

Током 2020. године у првом року сетве запажа се статистички значајна разлика ($P < 0,05$) вредности *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* индекса у оквиру испитиваних режима наводњавања. Просечне вредности вегетационих индекса остварене су на Φ третманима, 0,83, 0,72, 0,71, затим на D_1 третманима 0,75, 0,65, 0,65 и D_2 третманима 0,65, 0,51 и 0,55 за *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* индексе, редом. Остали индекси се нису значајно разликовали. Иста правилност уочава се и у другом и трећем року сетве.

Индекси *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* показали су статистички значајне разлике између третмана наводњавања, што указује да могу да прате разлике између расположиве количине воде за раст и развој биљака. Како су режими наводњавања у овим истраживањима утицали на покривност (ПК), индекс лисне површине пасуља (ИЛП), транспирацију (Т) и садржај воде у земљишту (Вз), извршена је корелациона анализа између ових параметара и пет вегетационих индекса при различитим режимима наводњавања са циљем да се утврди који индекс најбоље корелира са подацима мереним на терену.

Вегетациони индекси *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* били су у доброј до јакој корелацији са покривношћу, индексом лисне површине и транспирацијом, али и у задовољавајућој корелацији са влажношћу земљишта. Корелација *NDVI* са ПЛ и ИЛП била је уједначена у сва три режима наводњавања и варирала је од 0,94 до 0,95 и од 0,79 до 0,74 редом. *MCARII* индекс је такође показао високу корелацију са ПК и ИЛП, чије су се вредности кретале од 0,83 до 0,84 (ПК) и од 0,71 до 0,56 (ИЛП). Вредности транспирације су биле у јакој корелацији са вредностима *NDVI* и *MCARII* индекса. Остали индекси су такође дали задовољавајуће резултате, на пример *GNDVI* је добро корелирао са ПК, ИЛП и Т. Влажност земљишта имала је слабу негативну корелацију са испитиваним параметрима. Високе корелације индекса *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* уз детектовање разлике у режимима наводњавања квалификује их као погодне за процену приноса пасуља. Процењени подаци о приносу на основу *NDVI* индекса су у доброј корелацији са измереним вредностима приноса, док су процењене вредности на основу *MCARII* и *GNDVI* индекс показале умерену корелацију са измереним вредностима.

У овом потпоглављу показани су и резултати мерења температуре биљног покривача и биљни водни стрес индекс (*CWSI*). Температура лишћа је један од најважнијих показатеља водног стреса и користи се као један од параметара у одређивању почетка заливања. Са смањењем садржаја воде долази до повећања *CWSI*. Биљке су биле под водним стресом када садржај воде опадне испод 25%_{зап}, међутим благи водни стрес осматран је и када је садржај воде био нешто виши, услед појаве високих температура. Просечне вредности *CWSI* током периода истраживања на Φ третманима износиле су 0,06 што указује да биљке Φ третмана нису биле у водном стресу. Биљке D_1 и D_2 третмана су достигале више вредности *CWSI* индекса, али те вредности су ретко прелазиле 0,4, што указује да су биљке биле у благом водном

стресу. Биљке другог рока су повремено постизале максималне вредности *CWSI* од преко 0,6, што је последица редукованог наводњавања и високих температура.

У потпоглављу **Приноси и параметри приноса пасуља** приказани су резултати одређивања приноса пасуља на варијантама огледа. Анализирани су следећи параметри: принос семена пасуља ($t \cdot ha^{-1}$), укупна свежа биомаса ($t \cdot ha^{-1}$), укупна сува биомаса ($t \cdot ha^{-1}$), просечан број махуна по биљци, маса 1000 семена и жетвени индекс (%). Квалитет приноса приказан је анализом садржаја уља и протеина у семену. Анализа варијансе показује да су година, рок сетве и режим наводњавања испољили статистичку значајност ($P < 0,05$ и $P < 0,01$) по свим испитиваним параметрима. За тестирање разлика између третмана коришћен је Тукејев тест. Уочава се правилност да се сетвом у редовном року (I) остварује највећи број махуна по биљци, и он опада померањем рокова сетве. Применом редукованог наводњавања број махуна по биљци се смањује, са изузетком првог рока сетве где је ова вредност била уједначена услед повољног распореда падавина. Просечне вредности за цео испитивани период у свим роковима сетве у третману пуног наводњавања износи 6,92, док са смањењем количине доступне воде опада (6,73 на D_1 третману и 6,31 на D_2 третману).

Највећа маса 1000 семена осматрана је у I и II року сетве ($I=410,06$ g; $II=404,16$ g). Третмани Φ и D_1 нису се статистички значајно разликовали (407,61 g и 404,04 g, редом), док се D_2 третман веома значајно разликовао ($P < 0,01$). Просечни приноси пасуља добијени трогодишњим истраживањима по третманима наводњавања износе $4,24 t \cdot ha^{-1}$, $4,01 t \cdot ha^{-1}$ и $3,59 t \cdot ha^{-1}$ на Φ , D_1 и D_2 третманима, редом.

Анализирањем утицаја рока сетве, просечни приноси износе $4,55 t \cdot ha^{-1}$, $4,06 t \cdot ha^{-1}$ и $3,22 t \cdot ha^{-1}$ у I, II и III року сетве. Највеће вредности укупне суве биомасе постигнуте су у првом року сетве ($8,16 t \cdot ha^{-1}$), што се статистички веома значајно разликовало ($P < 0,01$) у односу на други и трећи рок сетве ($7,16 t \cdot ha^{-1}$ и $6,55 t \cdot ha^{-1}$, редом). У оквиру режима наводњавања на Φ и D_1 третманима остварене су вредности од $7,73 t \cdot ha^{-1}$ и $7,41 t \cdot ha^{-1}$, редом што се статистички значајно разликовало у поређењу са D_2 третманом на коме је запажена вредност $6,73 t \cdot ha^{-1}$. Највеће вредности жетвеног индекса се уочавају на третманима пуног наводњавања (56,19%), а опадају са смањењем доступне количине воде (55,11% на D_1 третману и 54,01% на D_2 третману). Жетвени индекс се није значајно разликовао у првом и другом року сетве, али се високо значајно ($p < 0,01$), разликовао у поређењу са трећим роком сетве. У потпоглављу **Ефекат рокова сетве и режима наводњавања на нормализовану продуктивност воде (ПВ) и ефикасност коришћења воде (ЕКВ)** приказано је да су се вредности продуктивности воде статистички веома значајно разликовале ($P < 0,01$) између сва три испитивана рока сетве. Највећа продуктивност воде остварена је у I року сетве ($12,32 g \cdot m^{-2}$), што је за 4,23% више у односу на II рок сетве, односно 14,60% у односу на III рок. У оквиру режима заливања није било статистички значајне разлике у продуктивности воде. Просечна вредност ефикасности коришћења воде се статистички веома значајно разликовала између сва три испитивана рока сетве ($P < 0,01$). Уочава се опадање ефикасности коришћења воде са одлагањем сетве. Највећа ЕКВ остварена је у првом року сетве ($1,19 kg \cdot m^{-3}$), што је за 12,26% више у односу на II рок сетве и 26,60% у односу на III рок сетве. У просеку, третман D_2 се статистички значајно разликовао ($P < 0,05$) са вредношћу $1,01 kg \cdot m^{-3}$. На њему су остварене вредности за око 8% ниже у односу на вредности на Φ и D_1 третманима, редом.

Просечна вредност односа транспирације и евапорације T/E се значајно разликовала између сва три испитивана рока сетве. Највећа вредност T/E остварена је у првом року сетве (73,89%), што је за 5,80% више у односу на II рок сетве и 3,08% више у односу на III рок сетве. Вредности T/E статистички су се високо значајно разликовали ($p < 0,01$) у свим испитиваним режимима наводњавања. Највеће вредности

добијене су на Ф третману (77,53%) што је за 8,89% и 16,27% више у поређењу са Д₁ и Д₂ третманима, редом. Уочава се правилност да се у касним роковима сетве више воде троши на евапорацију али и да је у неким случајевима транспирација при касној сетви мања због климатских услова. Ф третман има нешто више вредности Т/Е, што је последица примењене веће норме наводњавања.

Генерално, може се уочити правилност да са одлагањем рока сетве опада продуктивност и ефикасност коришћења воде. Разлог томе су већи захтеви за водом у касним роковима сетви, услед високе температуре ваздуха али и мање количине падавина. Однос Т/Е нам указује да је у другом року сетве значајно већа евапорација утицала да овај однос буде мањи. У другом року сетве је једнако ефикасно коришћена вода на Ф и Д₁ третману, док уједначене вредности продуктивности воде указују на добро искоришћавање воде из дубљих слојева земљишта биљака које су гајене у редукованим режимима наводњавања.

У потпоглављу *Хемијске особине зрна пасуља* приказано је да се просечан садржај уља статистички веома значајно разликовао ($p < 0,01$) између испитиваних рокова сетве. Највећи удео уља забележен је у I року сетве (8,83%), што је за 11,77% више него у II року сетве и 53,03% више него у III року сетве. Садржај уља се није значајно разликовао у испитиваним режимима заливања, а просечна вредност је износила 7,50%. Просечан садржај протеина статистички се високо значајно разликовао између испитиваних рокова сетве. Највећи удео протеина забележен је у I року сетве (26,74%), односно за 2,65% више него у II року сетве и 37,48% више него у III року сетве.

Дискусија. Дискусија резултата истраживања је изведена кроз 8 потпоглавља које тематски и садржајно прате резултате истраживања. Дискусија резултата је темељна и концизна уз адекватно поређење са резултатима сличних истраживања која су доступна у литератури.

Закључак. Оглед је адекватно постављен а експериментална истраживања изведена у складу са описаном методологијом. Највеће вредности садржаја воде у земљишту регистроване су у оквиру Ф третмана у свим испитиваним роковима сетве и овај садржај воде није се спуштао испод границе лако приступачне воде биљкама, изузев током фенофаза сазревања. У каснијим роковима сетве влажност земљишта се услед примене редукованог заливања на третманима Д₁ и Д₂ кретала између зоне лако и теже приступачне воде биљкама.

Трајање појединих фенофаза пасуља зависило је од рокова сетве. У условима повољног садржаја влаге, биљке у каснијим роковима сетве брже ничу услед повољнијих температурних услова. Трајање периода од ницања до цветања није се статистички значајно разликовало између испитиваних рокова сетве. Рокови сетве показали су високу статистичку значајност код фаза цветања и сазревања (продужење фазе сазревања са померањем рокова сетве) а статистички значајан утицај на дужину периода од сетве до жетве (најбрже је стизао на жетву у другом року сетве).

Код свих проучаваних параметра пораста биљке (покривност, акумулација суве биомасе и индекс лисне површине), јасно се уочава правилност да биљке боље снабдевене водом (Ф третман) остварују веће вредности ових показатеља, а са одлагањем сетве примећују се ниже вредности параметара пораста пасуља.

Режим наводњавања и рокови сетве испољили су статистичку значајност на промену вредности стварне евапотранспирације. У трогодишњем периоду у првом року сетве у просеку је трошено 383,4 mm, у другом 407,9 mm а у трећем 360,4 mm. На варијанти са пуним наводњавањем у просеку је потрошено 401,7 mm, док је пасуљ на третманима редукованог заливања нешто мање трошио воду у поређењу са Ф третманима (383,1mm и 366,9 mm на третманима Д₁ и Д₂). Може се закључити да је

пасуљ највише воде трошио у другом року сетве, а најмање у трећем року сетве. Редукцијом наводњавања смањује се вредност евапотранспирације пасуља, међутим, услед честих појава падавина током трогодишњег истраживања, нису остварене значајне разлике у потрошњи воде између сва три тремана наводњавања.

Методама даљинске детекције су генерисани вегетациони индекси (*NDVI*, *GNDVI*, *OSAVI*, *MCARII*, *NDRE*) као индикатори водног режима биљке на основу којих би се могао успоставити режим заливања односно проценити утицај суше на принос. Вегетациони индекси *NDVI*, *MCARII*, и *GNDVI* били су у доброј до јакој корелацији са покривеношћу, индексом лисне површине и транспирацијом, али и у задовољавајућој корелацији са вредностима влажности земљишта. Поред тога, уочено је да су индекси *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* показали статистички значајне разлике између третмана наводњавања, што указује да могу детектовати разлике у снабдевености биљака водом. Вредности *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* највеће су у првом року сетве, а такође су највиши у Ф третману. Просечне вредности вегетационих индекса остварене на Ф третманима су 0,83, 0,72, 0,71, затим на Д₁ третманима 0,75, 0,65, 0,65 и Д₂ третманима 0,65, 0,51 и 0,55 за *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* индексе, редом.

Високе корелације индекса *NDVI*, *MCARII* и *GNDVI* уз детектовање разлика у режимима наводњавања квалификује их као поуздане алате за процену приноса пасуља. Процењени подаци о приносу на основу *NDVI* индекса су у доброј корелацији са измереним вредностима приноса, док су процењене вредности на основу *MCARII* и *GNDVI* индекс показале умерену корелацију са измереним вредностима. Овакви подаци указују да се вегетациони индекси са успехом могу користити за процену приноса пасуља због своје могућности да детектују биљни водни стрес који је одговоран за пад приноса.

Сезонска температура лишћа пасуља показује да режим наводњавања значајно утиче на температуру биљног покривача пасуља, односно да биљке боље снабдеване водом имају ниже температуре лишћа, што указује да се процес транспирације врши неометано. На биљкама гајеним у каснијим роковима сетве (II и III) остварене су знатно више температуре лишћа у поређењу са првим роком, што говори да се сетвом у касним роковима биљке излажу вишим температурама.

Анализа *CWSI* (биљни водни стрес индекс) указује да режим наводњавања знатно утиче на водни стрес. Што су биљке боље снабдеване водом, процес транспирације је на адекватном нивоу, лишће пасуља се хлади и постиже ниже температуре, што се показује преко вредности *CWSI*. Просечне вредности *CWSI* током периода истраживања на Ф третманима износиле су 0,06 што указује да биљке Ф третмана нису биле у водном стресу. Са одлагањем рока сетве, вредности *CWSI* индекса повећавају. Вредности *CWSI* индекса биле су у сагласности са тренутним садржајем влаге, што указује на висок потенцијал примене индекса биљног водног стреса у одређивању тренутка почетка заливања.

Рок сетве и режим наводњавања су статистички значајно утицали на принос зрна пасуља. Резултати истраживања показују да је први рок сетве најбољи за остваривање високих приноса пасуља. Са одлагањем сетве долази до опадања приноса пасуља - просечни принос зрна у првом року сетве ($4,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) је за 12,07% већи него у другом року и за 41,3% већи него у трећем року сетве. Међутим, накнадна сетва пасуља може бити препоручена у циљу проширења обима производње, али уз чињеницу да су потребе за наводњавањем у таквој производњи веће. Трећи рок сетве најмање погодан за остваривање високих приноса зрна пасуља.

У оквиру третмана наводњавања за остваривање високих приноса најпогодни су Ф и Д₁ третман. Режим пуног наводњавања (Ф) остварио је просечно највиши принос ($4,24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), што је за 5,74% више него на Д₁ третману, односно статистички значајно

више (18,11%) у поређењу са D_2 третманом. На основу наведеног може се закључити да је D_2 третман најмање погодан за постизање високих приноса зрна пасуља, али и да D_1 третман може бити препоручен као адекватан режим наводњавања у циљу уштеде воде и оптималних приноса.

Рок сетве и режим наводњавања пасуља су значајно утицали на број махуна по биљци. Са одлагањем сетве и применом редукованог наводњавања број махуна по биљци се смањује.

Током трогодишњег истраживања у првом и другом року сетве остварују већи (статистички веома значајно, $p < 0,01$) приноси суве биомасе у поређењу са трећим роком сетве (III). Просечни принос биомасе пасуља у првом року ($9,09 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) је за 10,72 виши него у другом и за 17,29% виши него у трећем року сетве. Режим пуног наводњавања (Ф) остварио је највећи принос биомасе ($8,76 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), што је за 4,29% више него на D_1 третману, односно статистички значајно више (11,03%) у поређењу са D_2 третманом. Маса 1000 семена пасуља у првом року (410,06 g) је за само 1,46% већа него у другом и 4,09% већа него у трећем року сетве. На Ф и D_1 третману (407,61 g и 404,04 g редом), остварена је већа маса 1000 семена у поређењу са D_2 третманом (396,50 g). Може се закључити да се трећи рок сетве и D_2 третман показују као најмање погодни са становишта параметра масе 1000 семена пасуља.

Слично као и код претходно испитиваних параметара у првом и другом року сетве су остварене веће ($p < 0,01$) вредности жетвеног индекса у односу на трећи рок сетве (III) (50,72% и 50,03% редом). На Ф третману остварена је статистички значајно већа вредност жетвеног индекса у поређењу са D_1 и D_2 третманом.

Највећа продуктивност воде (ПВ) остварена је у првом року сетве и снижава се са одлагањем сетве. Између третмана наводњавања није остварена статистички значајна разлика.

Слично као и продуктивност воде, ефикасност коришћења воде је била највећа у првом року сетве и смањивала се са одлагањем рокова сетве. У првом року сетве износи $1,19 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, што је за 12,26% више у односу на II рок сетве и 26,60% у односу на III рок сетве. Ако се посматра режим наводњавања, најмања ефикасност коришћења воде уочена је код D_2 третмана ($1,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$), док је код режима пуног наводњавања и D_1 третмана редукованог наводњавања ефикасност коришћења воде приближно иста.

Применом пуног наводњавања (Ф), добијају се највише вредности Т/Е. Вредности Т/Е значајно су се разликовале између режима наводњавања и за Ф, D_1 и D_2 третман сетве износиле су 77,53%, 71,20% и 66,68%. Најниже вредности Т/Е остварене су на третманима другог рока сетве, што је последица високе евапорације након сетве пасуља, те се може закључити да сетвом пасуља у другом року сетве можемо очекивати највеће губитке воде на евапорацију.

Са одлагањем сетве долази до смањивања садржаја протеина и уља, који представљају основне показатеље хемијског квалитета пасуља, док се редуковано наводњавање показало као повољно са аспекта садржаја протеина у зрну.

Редукованим наводњавањем (D_1) могу се остварити приноси блиски онима оствареним на третманима пуног наводњавања, уз значајну уштеду воде и повећање квалитета зрна пасуља. И поред тога што долази до опадања приноса зрна пасуља са одлагањем рока сетве, гајењем у каснијим роковима, уз адекватно наводњавање и добру негу усева, може се унапредити плодоредна шема и остварити додатни приход са две жетве пасуља током године. При избору режима наводњавања и рокова сетве, треба тежити компромисним решењима која ће с једне стране задовољити потребу за што ефикаснијим коришћењем воде, а, с друге, омогућити задовољавајући принос и квалитет зрна. Ова истраживања су показала да интензивна производња пасуља у агроеколошким условима Србије има потенцијала. Методе даљинске детекције се са

успехом могу применити за просторну и временску процену стања усева, односно сагледавање правог стања усева пре него што је оно видљиво голим оком. Статистичком анализом снимака добијених мултиспектралном и термовизијском камером могу се генерисати вегетациони индекси као поуздани индикатори водног режима биљке на основу којих се може успоставити режим заливања.

Литература. У дисертацији је на правилан начин цитирано 178 релевантних литературних извора.

Допунски материјал садржи табеле са метеоролошким подацима.

5. Остварени резултати и научни допринос дисертације

Пажљивим вођењем експеримента три узастопне године и анализом добијених података успостављена је јасна корелација између проучаваних фактора и приноса и квалитета зрна, па се као значајан допринос ове дисертације могу извести јасне препоруке за произвођаче у циљу интензивнијег гајења пасуља, значајног унапређења и спровођење адекватног плодореда, уз очување природних ресурса земљишта и воде.

Редукованим наводњавањем могу се остварити приноси блиски онима оствареним на третманима пуног наводњавања, уз значајну уштеду воде и повећање квалитета зрна пасуља. И поред тога што долази до опадања приноса зрна пасуља са одлагањем рока сетве, гајењем у каснијим роковима, уз адекватно наводњавање и добру негу усева, може се унапредити плодородна шема овом врстом и остварити додатни приход са две жетве током године. Ова истраживања су недвосмислено показала да интензивна производња пасуља у агроеколошким условима Србије има потенцијала.

Допринос дисертације је и што је показала да су методе даљинске детекције захвалан алат за просторну и временску процену стања пасуља. Статистичком анализом снимака добијених мултиспектралном и термовизијском камером могу се генерисати вегетациони индекси као поуздани индикатори водног режима биљке на основу којих се може успоставити режим заливања и који се са успехом могу користити за процену приноса пасуља.

6. Објављени и саопштени резултати

РАДОВИ ОБЈАВЉЕНИ У НАУЧНИМ ЧАСОПИСИМА МЕЂУНАРОДНОГ ЗНАЧАЈА (M 20)

Научни радови објављени у врхунским међународним часописима (M21)

Stričević, R., Srdjević, Z., **Lipovac, A.**, Prodanović, S., Petrović-Obradović, O., Ćosić, M., Djurović, N. (2020): Synergy of experts' and farmers' responses in climate-change adaptation planning in Serbia. *Ecological Indicators* 116:106481.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106481>

Ćosić, M., Stričević, R., Djurović, N., **Lipovac, A.**, Bogdan, I., Pavlović, M. (2018): Effects of irrigation regime and application of kaolin on canopy temperatures of sweet pepper and tomato. *Scientia Horticulturae* 238:23-31.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.035>

Научни радови објављени у истакнутим међународним часописима (M22)

Gajić, K., Kresović, B., Tolimir, M., Životić, L., **Lipovac, A.**, Gajić, B. (2023): Hydraulic properties of fine-textured soils in lowland ecosystems of Western Serbia vary depending on land use. *Geoderma Regional* 32:e00603. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2022.e00603>

Lipovac, A., Bezdan, A., Moravčević, D., Djurović, N., Čosić, M., Benka, P., Stričević, R. (2022): Correlation between Ground Measurements and UAV Sensed Vegetation Indices for Yield Prediction of Common Bean Grown under Different Irrigation Treatments and Sowing Periods. *Water* 14(22):3786. <https://doi.org/10.3390/w14223786>

Научни радови објављени у међународним часописима (M23)

Vuković Vimić, A., Djurdjević, V., Ranković-Vasić, Z., Nikolić, D., Čosić, M., **Lipovac, A.**, Cvetković, B., Sotonica, D., Vojvodić, D., Vujadinović Mandić, M. (2022): Enhancing Capacity for Short-Term Climate Change Adaptations in Agriculture in Serbia: Development of Integrated Agrometeorological Prediction System. *Atmosphere* 13(8):1337. <https://doi.org/10.3390/atmos13081337>

Научни радови објављени у националним часописима међународног значаја (M24)

Stricevic, R.J., **Lipovac, A.**, Prodanovic, S., Ristovski, M., Petrovic Obradovic, O., Djurovic, N., Durovic, D. (2020): Vulnerability of agriculture to climate change in serbia - farmers' assessment of impacts and damages. *Journal of Agricultural Sciences* 65(3):263-281. <https://doi.org/10.2298/JAS2003263S>

ЗБОРНИЦИ МЕЂУНАРОДНИХ НАУЧНИХ СКУПОВА (M30)

Радови саопштени на међународном скупу, штампани у целини (M33)

Srđević, Z., Stričević, R., Srđević, B., **Lipovac, A.** (2022): Climate change adaptation measures in agriculture: the perspective of different experts groups. XI International Symposium on Agricultural Sciences “AgroReS 2022”. Trebinje, Bosnia and Hercegovina, pp. 234–241.

Lipovac, A., Stricevic, R., Cosic, M., Durovic, N. (2022): Productive and non-productive use of water of common bean under full and deficit irrigation. *Acta Horticulturae* 1335: 635-641. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1335.80>

Gajić B., Kresović B., Tolimir M., Životić Lj., **Lipovac A.**, Sredojević Z., Gajić K. (2021). Land use effects on soil pore-size distribution and soil water retention. *Book of Proceedings 3 rd International and 15th National Congress “Soils for Future Under Global Challenges”*. Sokobanja, Serbia, pp. 313- 328.

Stričević R., Srđević Z., Djurović, N., **Lipovac, A.**, Kapović Solomun M., Zupanc V., Potocki K. (2021): Impact of Nature Based Solutions for flood risk management on soil and agricultural development - EU consideration and Serbian perspective. *Book of Proceedings 3 rd International and 15th National Congress “Soils for Future Under Global Challenges”*. Sokobanja, Serbia, pp. 210- 218.

- Ćosić, M., **Lipovac, A.**, Vujadinović-Mandić, M., Vuković-Vimić, A., Đurović, D. and Nikolić, D. (2021). Water requirements in traditional plum producing regions of Serbia. *Acta Horticulturae* 1322:209-214. [10.17660/ActaHortic.2021.1322.30](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1322.30)
- Ćosić, M., **Lipovac, A.**, Vujadinović-Mandić, M., Ranković Vasić, Z., Vuković-Vimić, A., Pržić, Z., Sotonica, D. (2021). Grapevine water requirements in different regions of Serbia. X International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2021". Trebinje, Bosnia and Herzegovina, pp. 60-68.
- Ćosić, M., **Lipovac, A.**, Vujadinović Mandić, M., Stričević, R., Đurović, Nevenka., Ranković Vasić, Zorica., Životić Lj. (2020): Water requirements of fruit and vine plantations in the area of the Kolubara district in present and future conditions. Book of Proceedings 3rd International and 15th National Congress "Soils for Future Under Global Challenges". Sokobanja, Serbia, pp. 240-247.
- Moravčević, Dj., Simić, A., Pavlović, N., Ćosić, M., **Lipovac, A.**, Kaludjerović, L. (2019): The effect of Serbian zeolite tuff on the cucumber seedlings quality. Proceedings of 8th Serbian-Croatian-Slovenian symposium on zeolites. Belgrade, Serbia, pp. 66-69.
- Lipovac, A.**, Vujadinović Mandić, M., Vuković, A., Stričević, R., Ćosić, M. (2018): Assessment of AquaCrop model on potato water requirements in climate change conditions. Conference proceedings, The 10th Eastern European Young Water Professionals Conference, New Technologies in Water Sector. Zagreb, Croatia, pp. 70-78.

Радови саопштени на међународном скупу, штампани у изводу (M34)

- Figurek, A., **Lipovac, A.**, Marteinsdóttir, B., Hartmann T., Finger, C. D. (2018): Flood Retention on Private Land in Iceland. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 20, EGU2018-17029, 2018 EGU General Assembly 2018. European Geosciences Union General Assembly 2018. Vienna, Austria, pp. 17029.
- Finger, D. C., **Lipovac, A.**, Stricevic, R., Figurek, A., Kapovic-Solomun, M., Zupanc, V. (2019): The Perception of Stakeholders to Implement Nature-Based Solution for Flood Protection in the Balkans and in Iceland. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* 30(1):43. [10.3390/proceedings2019030043](https://doi.org/10.3390/proceedings2019030043)
- Lipovac, A.**, Ćosić, M., Gajić, M., Djurović, N., Stričević, R. (2020): Potential of Kladovo agricultural soil for irrigation from the aspect of infiltration characteristics. Book of Abstracts 9th International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2020", 24. September 2020, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, pp. 43.
- Lipovac, A.**, Nikolić, D., Djurović, D., Boškov, Dj., Vujadinović Mandić, M., Vuković Vimić, A., Ćosić, M. (2021): Irrigation water requirement of fruit trees in the Central, West and South Serbia on a district scale. Book of Abstracts X International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2021". Trebinje Bosnia and Herzegovina, pp. 74.
- Gršić, N., Dolijanović, Ž., Moravčević, Dj., Ćosić, M., **Lipovac, A.**, Vujadinović-Mandić, M. (2021): Seasonal water requirements of maize in the region of Vojvodina. Book of Abstracts X International Symposium on Agricultural Sciences "AgroReS 2021". Trebinje, Bosnia and Herzegovina, pp. 52.
- Sotonica, D., **Lipovac, A.**, Stričević, R., Djurović, N., Ćosić, M. (2021): A comparison of five methods for reference evapotranspiration estimation in the West, Central, Eastern, and Southern Serbia Book of Abstracts 3rd International and 15th National Congress

- Serbian Society of Soil Science and University of Belgrade, Faculty of Agriculture „Soils for future under global challenges“. Sokobanja, Serbia, pp. 62.
- Vujadinović-Mandić, M., Vuković-Vimić, A., Ranković-Vasić, Z., Ćosić, M., Djurović, D., Dolijanović, Ž., Simić, A., **Lipovac, A.**, Životić, Lj. (2022): Climate change risks in agricultural plant production of Serbia. EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, pp. 10522. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-10522>
- Pantović, J., Vuković S., Kilibarda, S., **Lipovac, A.**, Sudimac, M., Ćosić, M., Moravčević, Dj. (2022): Effects of continuous fertilization on the tomato seedling quality. XI International Symposium on Agricultural Sciences “AgroReS 2022”. Trebinje, Bosnia and Hercegovina, pp. 145.
- Sotonica, D., Ćosić, M., Ranković-Vasić, Z., **Lipovac, A.**, Vuković Vimić, A., Anđelić, B., Vujadinović Mandić, M. (2022): The prediction of grapevine phenophases in climate change conditions. 57th Croatian and 17th International Symposium on Agriculture. Vodice, Croatia, pp. 361.
- Lipovac, A.**, Stričević, R., Ćosić, M., Djurović, N. (2022): Simulation of water consumption, growth and yield of tomatoes using the aquacrop model. IV International Symposium for Agriculture and Food (ISAF). Ohrid, North Macedonia, pp. 239.
- Sotonica, D., Ćosić, M., Vujadinović Mandić, M., Ranković Vasić, Z., Andrejić, G., **Lipovac, A.** (2022): Effect of irrigation regime on water use efficiency and qualitative properties of *panonia* grapes. IV International Symposium for Agriculture and Food (ISAF). Ohrid, North Macedonia, pp. 167.

Радови на националном скупу, штампани у целини (M52)

- Stričević, R., Vujadinović-Mandić, M., Đurović, N., Lipovac, A. (2021): Application of two measures of adaptation to climate change for assessment on the yield of wheat, corn and sunflower by the aquacrop model. *Zemljiste i biljka* 70:41-59. [10.5937/ZemBilj2101041S](https://doi.org/10.5937/ZemBilj2101041S)

Поглавља у монографијама и тематским зборницима (M14)

- Stričević, R., Trbić, G., Vujadinović, M., Vuković, A., Lipovac, A., Bogdan, I., Cupać, R. (2019): Assessment of Climate Change Impact on Water Requirements of Orchards in Bosnia and Herzegovina. In: Leal Filho, W., Trbic, G., Filipovic, D. (eds) *Climate Change Adaptation in Eastern Europe*. Climate Change Management. Springer, Cham., pp.199-211. [10.1007/978-3-030-03383-5_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_14)

7. Закључак и предлог Комисије

Докторска дисертација „Утицај режима наводњавања и рока сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља“ кандидата Алексе Липовца, мастер инжењера пољопривреде, представља оригинални и самостални научни рад из области мелиорација земљишта.

Кандидат је адекватно дефинисао предмет и програм истраживања, применио одговарајућу научну методологију, поставио циљ и хипотезе и проучио претходна истраживања која су се бавила истом или сличном проблематиком. Добијени резултати

потврдили су постављене хипотезе и у складу су са циљем истраживања. Кандидат је са успехом водио дискусију резултата. Изведени закључци су у складу са резултатима истраживања. Резултати истраживања имају значајни допринос за науку и за праксу.

Имајући у виду напред наведено Комисија предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји извештај о позитивној оцени докторске дисертације под насловом „Утицај режима наводњавања и рока сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља“ и одобри кандидату Алекси Липовцу, мастер инжењеру пољопривреде да јавно брани свој рад.

Београд, 30.3.2023.

Чланови Комисије:

др Невенка Ђуровић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

др Марија Ћосић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

др Ђорђе Моравчевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

др Атила Бездан, ванредни професор,
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет

др Гордана Матовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет

Прилог: Објављен рад Алексе Липовца, мастер инжењера у научном часопису на SCI листи који квалификује кандидата за одбрану дисертације:

Lipovac, A., Bezdan, A., Moravčević, Dj., Djurovic, N., Ćosić, M., Benka, P., Stričević, R. (2022): Correlation between Ground Measurements and UAV Sensed Vegetation Indices for Yield Prediction of Common Bean Grown under Different Irrigation Treatments and Sowing Periods. *Water* 14(22):3786. <https://doi.org/10.3390/w14223786>.

ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације **„Утицај режима наводњавања и рока сетве на ефикасност коришћења воде, принос и квалитет зрна пасуља”**, аутора Алексе Липовца мас. инж, констатујем да утврђено подударање текста износи 10%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, посебно из публикованог рада са SCI листе, који је обавезан за оцену и одбрану докторске дисертације и који мора бити из истраживања обухваћених докторском дисертацијом, 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.

10.03.2023. године

Ментор

Др Ружица Стричевић ред. проф.