

## НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

**Предмет: Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације мр Миодрага М. Толимира**

Одлуком Наставно – научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду од 27.01.2016. године, решењем број 33/5-4.2., именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације **мр Миодрага М. Толимира**, под насловом: “Повећање ефикасности коришћења воде од стране кукуруза применом редукованог наводњавања”.

На основу прегледа, анализе и оцене докторске дисертације Комисија у саставу: др Ружица Стричевић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Универзитета у Београду; др Бошко Гајић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Универзитета у Београду; др Душан Ковачевић, редовни професор, Пољопривредни факултет, Универзитета у Београду; др Боривој Пејић, ванредни професор, Пољопривредни факултет, Универзитета у Новом Саду; др Бранка Кресовић, виши научни сарадник, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Земун-Београд, подноси следећи:

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Општи подаци о дисертацији

Докторска дисертација мр Миодрага М. Толимира, под насловом “ Повећање ефикасности коришћења воде од стране кукуруза применом редукованог наводњавања” написана је на укупно 157 страна у оквиру кога се налази 38 табела, 56 графика и 2 слике. Цитиран је 171 извор литературе. Докторска дисертација поред главног текста садржи насловну страну на српском и на енглеском језику, податке о ментору и члановима комисије, резиме на српском и на енглеском језику, и садржај. Докторска дисертација садржи следећа поглавља: Увод (1-3 стр.); Циљ и значај истраживања (4. стр.); Радне хипотезе (5-6 стр.); Преглед литературе (7-25 стр.); Материјал и методе (26-63 стр.); Резултати истраживања и дискусија (64-137 стр.); Закључак (138-140 стр.); Литература (141-157 стр.) и Прилози.

#### 2. Приказ и анализа докторске дисертације

Кандидат мр Миодраг М. Толимир, је у поглављу *Увод* указао на значај кукуруза као једне од најважнијих ратарских култура како у свету тако и код нас. Такође указује да је у агро-еколошким условима Србије суша у мањој или већој мери изражена скоро сваке године и да представља ограничавајући фактор за добијање високих и стабилних приноса у пољопривредној производњи па самим тим и

производњи кукуруза. Суме падавина често су недовољне, а поред тога и неповољног распореда, тако да у комбинацији са високим температурама ваздуха битно утичу на смањење приноса гајених усева. Кандидат указује на то да је наводњавање једина агротехничка мера која у потпуности може елиминисати негативне последице суше. Такође наводи да је вода ограничен ресурс, а да се пољопривреда сматра највећим потрошачем исте, тако да истраживања треба фокусирати на проналажење различитих мера које ће допринети уштеди воде, повећању њене ефикасности коришћења које ће омогућити постизање оптималних приноса. Истакнуте су потребе кукуруза за водом како укупне, тако и по различитим фазама његовог раста и развића, те могућност примене редукованог наводњавања, које би обезбедило повољан водни режим земљишта у којем би кукуруз најефикасније користио додатну воду и у коме би се добили оптимални приноси.

**Циљ и значај** ових истраживања био је дефинисање потреба кукуруза за водом и рационалног режима наводњавања земљишта редукованим нормама заливања, да би кукуруз растао и развијао се у условима различитог степена водног стреса и густине сетве. Одређивањем реалне евапотранспирације у таквим условима могуће је дефинисати најбољу ефикасност коришћења воде додате наводњавањем у агроколошким условима у којима су обављена истраживања. Циљ је, такође, да се утврди која је то најповољнија густина сетве у условима редукованог наводњавања, којом ће се остварити и високи приноси и висока ефикасност коришћења воде.

Режим заливања дефинисан на тај начин треба да буде основа за рационално коришћење воде за наводњавање и управљање водним ресурсима, као и за правилно пројектовање будућих система за наводњавање, у којима је кукуруз доминантна култура у сетвеној структури.

У **радној хипотези** се пошло од следећих претпоставки: да максимална евапотранспирација не даје максималан принос кукуруза. Да се оптималном нормом заливања базираном на доњој граници лакоприступачне воде од 3,0 Вага не постижу максимални, економски оправдани приноси кукуруза. Теоретска максимална норма заливања, такође не обезбеђује постизање максималних приноса. Редукованом нормом наводњавања може се повећати ефикасност коришћења воде (*WUE*) уз значајну уштеду исте. Редукованом нормом наводњавања могу се постићи високи приноси кукуруза уз добро успостављен режим заливања. Планирањем редукованог наводњавања може се направити стратегија управљања у условима лимитираних водних ресурса, што је посебно значајно у контексту глобалних климатских промена.

У поглављу **Преглед литературе** цитиран је велики број литературних извора (102) како домаћих, тако и иностраних који су се бавили проучавањем потреба кукуруза за водом, као и утицајем примене наводњавања на принос кукуруза. Цитирана су 23 аутора који су проучавали глобале климатске промене, па сами тим и појаву суше, са посебним освртом на време појаве и њен интензитет. Како је вода ограничен ресурс, а потребе за истом се из године у годину повећавају, посебна пажња била је усмерена на утицај редукованог наводњавања, као метода за добро управљање водним ресурсима. Према бројним ауторима (32) најмања ефикасност коришћења воде постиже се када се редуковано наводњавање примени у фенофазама цветања и у периоду наливања зрна, све до фенофазе млечне зрелости кукуруза. Кукуруз је веома осетљив на стрес изазван сушом, међутим редукованим наводњавањем могу се постићи високи приноси, а истовремено уштедети значајне количине воде, ако се избегне или ублажи

водни стрес у поменутиим фенофазама. Иако је густина сетве једна од мера која може допринети повећању ефикасности коришћења воде, као и добијању високих приноса кукуруза није била предмет бројних истраживања у условима редукованог наводњавања. Свега 9 аутора је проучавало ову проблематику. Аутори препоручују различите густине сетве у редукованом наводњавању за постизање максималне ефикасности коришћења воде, јер зависе од избора генотипа, климатских и земљишних услова гајења. Оне варирају од 44000 у Зимбабвеу, 69000 у Колораду, 100000 у Јужној Африци па до 119040 биљ. ·ha<sup>-1</sup> у Турској код гајења силажног кукуруза.

У поглављу *Материјал и методе* представљени су природни услови за биљну производњу (климатски услови, физичке и хемијске особине земљишта, извор воде), затим избор хибрида кукуруза и начин гајења, план огледа, примењене теренске и лабораторијске методе.

Истраживања у четворогодишњем периоду (2002-2005.) обављена су на огледном пољу за наводњавање у Институту за кукуруз „Земун Поље на земљишту типа карбонатни чернозем. Гајен је хибрид кукуруза ZP 677, ФАО 600 групе зрења, у три различите густине: G<sub>1</sub>=54900 биљ. ·ha<sup>-1</sup>; G<sub>2</sub>=64900 биљ. ·ha<sup>-1</sup> и G<sub>3</sub>=75200 биљ. ·ha<sup>-1</sup>. Оглед је постављен као двофакторијални по шеми случајног блок распореда у четири понављања, први испитивани фактор био је режим наводњавања, други фактор је био густина сетве. Проучаван је природни водни режим земљишта (W<sub>0</sub>), као и четири подтипа иригационог водног режима земљишта, условљена различитим нормама заливања, базираним на међусобном односу реалне (E<sub>Ta</sub>) и референтне евапотранспирације (E<sub>To</sub>): W<sub>i1</sub> – варијанта, однос E<sub>Ta</sub> / E<sub>To</sub> = 0,4:1; W<sub>i2</sub> – варијанта, однос E<sub>Ta</sub> / E<sub>To</sub> = 0,6:1; W<sub>i3</sub> – варијанта, однос E<sub>Ta</sub> / E<sub>To</sub> = 0,8:1 и W<sub>i4</sub> – варијанта, однос E<sub>Ta</sub> / E<sub>To</sub> = 1:1.

Предусев кукурузу у свим годинама проучавања, била је озима пшеница. Сетва је обављена ручно средином друге декаде априла у свим годинама експерименталног истраживања, док су све остале мере гајења примењене као и у широкој производњи овог усева. Величина сваке експерименталне парцеле износила је 44,8 m<sup>2</sup>, док је величина парцеле која је служила за израчунавање приноса била 11,2 m<sup>2</sup>. Наводњавање кукуруза вршено је методом орошавања. Количине воде додате наводњавањем прецизно су мерене водомером за сваку варијанту проучавања, а заливањем се интервенисало на сваких седам дана, док је норма заливања (w<sub>i</sub>) била условљена односом E<sub>Ta</sub>/E<sub>To</sub>.

Од ницања кукуруза свакодневно је рачунат водни биланс за сваку варијанту заливања посебно. Приликом прорачуна у обзир су узете све падавине, као и вода потрошена на референтну евапотранспирацију. Наводњавањем се интервенисало до нивоа односа E<sub>Ta</sub>/E<sub>To</sub> који је предвиђен за сваку варијанту проучавања.

Динамика влажности земљишта у ефективној дубини зоне ризосфере кукуруза праћена је стандардним гравиметријским методом, декадно, по дубинама од по 10 cm до дубине земљишта од 1,2 m. На почетку, као и на крају вегетације одређен је садржај влаге у земљишту до дубине од 2,0 m. Добијени резултати обрађени су и графички приказани методом аквахроноизоплета.

Референтна евапотранспирација (E<sub>To</sub>) у току истраживања израчуната је методом ФАО Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Потребни климатски подаци мерени су на метеоролошкој станици која се налази непосредно поред експерименталног поља

на коме су обављена истраживања. Евапотранспирација кукуруза добијена је као производ референтне евапотранспирације (ЕТо) и дуалног коефицијента културе ( $k_{cb} + k_c$ ). Дакле, за прецизно одређивање потрошње воде одређеног усева у реалном времену, неопходно је процес евапорације и транспирације посматрати одвојено.

Ефикасност коришћења воде на свим проучаваним третманима израчуната је из односа остварених приноса и реалне евапотранспирације. Одређивање ефикасности коришћења воде од стране кукуруза омогућиће дефинисање повољне густине сетве истог у условима редукованог наводњавања.

Током периода вегетације регистровани су фенолошки периоди: сетва, ницање, интензиван пораст, метличење, свилање, физиолошка зрелост и берба, кроз које је кукуруз пролазио у онтогенези свога развоја. Такође, током периода вегетације праћене су и неке морфолошке карактеристике хибрида кукуруза (висина биљке, висина до првог клипа), а по обављеној берби неке од особина клипа (дужина, број редова зрна, број зрна у реду) и на крају маса 1000 зрна као једна од компоненти приноса.

Израчунат је принос зрна кукуруза са 14% влаге по свим варијантама проучавања.

Добијени резултати огледа обрађени су одговарајућом математичко-статистичком анализом, путем статистичког пакета MSTATC. Сваки од добијених показатеља обрађен је статистичком анализом, коришћењем дескриптивне статистике за показатеље на годишњем нивоу (од 2002. до 2005. године), као и збирно за све четири године експерименталног истраживања. Утицај проучаваних режима наводњавања (четири третмана и контрола без наводњавања) и различитих густина сетве (три густине) као и њихове интеракције на принос и посматране компоненте приноса анализирани су методом анализе варијансе за двофакторијални оглед постављен по блок систему, као и LSD тестом за ниво значајности 5% и 1%.

У поглављу **Резултати истраживања и дискусија** дат је јасан приказ резултата до којих је кандидат дошао током четворогодишњих испитивања, документован табелама и графиконима. Такође, на прегледан начин, компаративно су приказани и повезани резултати добијени током истраживања са резултатима других домаћих и страних аутора. Ово поглавље је подељено на пет подпоглавља.

У подпоглављу *Реална евапотранспирација кукуруза (ЕТа)* дат је детаљан графички и табеларни приказ потрошње воде на свим варијантама током четворогодишњег истраживања. Највише вредности поменутог параметра, добијене као производ референтне евапотранспирације (ЕТо) и дуалног коефицијента културе ( $k_{cb} + k_c$ ), остварене су на третману пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ) док се са повећавањем редукације воде смањивала вредност ЕТа, а најниже вредности биле су на третману без наводњавања ( $W_0$ ). Просечна вредност реалне евапотранспирације (ЕТа) на  $W_{i1}$ ,  $W_{i2}$ ,  $W_{i3}$ ,  $W_{i4}$ , и  $W_0$  варијантама за четворогодишњи период истраживања износила је 364,5 mm, 409,1 mm, 462,6 mm, 507,7 mm и 342,3 mm. Добијени резултати су у сагласности са резултатима аутора који су истраживања обављали у сличним агроеколошким условима. Поред примене поменутог метода, реална евапотранспирација кукуруза израчуната је и методом водног биланса коришћењем података о влажности зељишта у ефективној дубини зоне ризосфере. Упоређивањем резултата добијених применом два различита метода може се запазити да су добијене вредности у варијанти пуног

наводњавања веома сличне (507,7 mm, односно 496,3 mm). Повећавањем редукције воде повећавала се и разлика добијених вредности тако да је највећа била у варијанти  $W_{i1}$  (364,5 mm, односно 305,0 mm). Поменуће разлике објашњене су тако што у условима перманентне обезбеђености биљке водом, коренов систем се највећим делом формира у плићем хоризонту и из њега црпи воду и храну. Међутим, са повећавањем редукције влажности земљишта биљка се боље укоренева, то јест корен се простире у дубље хоризонте земљишта па премашује вредности које се могу наћи у литератури. У таквим случајевима, осим воде која се налази у тзв. ефективној дубини зоне ризосфере, биљка користи воду и из дубљих слојева земљишта, а да иста није узета у обзир приликом рачунања водног биланса. Из тог разлога као поузданији метод за израчунавање ЕТа код проучавања било које врсте редукованог наводњавања може се препоручити метод у коме се стварна евапотранспирација добија као производ референтне евапотранспирације и дуалног коефицијента.

У другом подпоглављу у коме је анализиран *Водни режим земљишта под кукурузом* графички су приказане у времену и у простору, различите категорије приступачности воде у земљишту на свим варијантама током периода истраживања. Добијени резултати су упоређени са резултатима сличних истраживања обављених у различитим агроеколошким условима широм света. Посебно је проучен водни режим земљишта остварен у условима природног снабдевања кукуруза водом и код њега се запажа велики утицај године како на сам режим влажности земљишта, тако и на висину остварених приноса зрна кукуруза. За разлику од водног режима земљишта оствареног у природним условима снабдевања водом, водни режими земљишта у наводњаваним варијантама искључиво су били условљени примењеним режимом наводњавања. Најповољнији водни режим земљишта остварен је у варијантама пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ), док је блажа редукција воде (варијанта  $W_{i3}$ ) доводила до појаве тежеприступачне воде у појединим деловима вегетационог периода кукуруза, а веће редукције воде и до појаве оаза неприступачне воде у ефективној дубини зоне ризосфере кукуруза. Повећавањем редукције воде у земљишту запажа се да су стресним условима били више изложени делови корена кукуруза који се налазе у плићим слојевима земљишта.

*Приноси зрна кукуруза* дати су у трећем подпоглављу, као и резултати анализе варијансе и LSD теста, утицаја различитих режима наводњавања и густина сетве на принос зрна кукуруза. Просечне вредности укупног приноса зрна кукуруза варирају од  $9,075 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  на  $W_0$  варијанти при најмањој густини гајења, па до  $16,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  на  $W_{i4}$  варијанти у највећој проучаваној густини гајења. Највиши просечан принос посматрано са аспекта проучаваних водних режима, остварен је на третманима пуног наводњавања  $W_{i4}$  ( $14,464 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) и смањивао се респективно ( $12,957 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $11,318 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $10,002 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) са повећавањем редукције воде, док је најнижи просечан принос добијен гајењем кукуруза у условима природног водног режима земљишта ( $9,698 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Анализом интеракције између остварених водних режима и густине сетве кукуруза запажа се да кукуруз даје позитиван одговор на повећање густине сетве у условима пуног наводњавања, као и у условима благе редукције воде. Тако је у варијанти пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ) највиши принос добијен у највећој проучаваној густини ( $15,032 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Смањивањем густине сетве смањивао се и принос зрна кукуруза респективно ( $14,454 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$   $13,908 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Исти тренд је добијен у варијанти  $W_{i3}$ , гајењем кукуруза у условима благе редукције воде ( $13,574 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $12,974 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $12,351 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). У условима изложености кукуруза већем стресу (варијанте  $W_{i1}$ ,  $W_{i2}$ ) услед повећане редукције воде, као и код гајења кукуруза у условима природног водног

режима земљишта ( $W_0$ ), највиши приноси забележени су у другој проучаваној густини ( $10,293 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $11,560 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  и  $10,050 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Као један од показатеља настанка стреса услед неповољних услова гајења, у раду је приказан и коефицијент смањења релативног приноса ( $k_y$ ). Запажена је висока линеарна зависност између релативног пада приноса и релативног смањења потребних количина воде. Падови приноса су више изражени на варијантама са већим бројем биљака по јединици површине. Добијени резултати су упоређивани са резултатаима аутора који су истраживања реализовали углавном у рејонима где су ограничени водни ресурси, почев од Африке, преко Медитерана, Блиског истока па до Кине.

У четвртом подпоглављу приказана је *Ефикасност коришћења воде* од стране кукуруза, посматрано са аспекта укупне потрошене воде (WUE) и воде додате наводњавањем (IWUE). Режим наводњавања је испољио значајан утицај на промену вредности ефикасности коришћења воде (WUE) од стране кукуруза, тако да је највећа просечна вредност током четворогодишњих истраживања остварена у варијанти ( $W_{i4}$ ) пуног наводњавања и износила је  $2,84 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Смањивањем расположиве воде кукурузу смањивала се и њена ефикасност коришћења  $W_{i3}$  ( $2,79 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ),  $W_{i2}$  ( $2,75 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) и  $W_{i1}$  ( $2,71 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Густина сетве кукуруза је свакако једна од мера која може утицати на повећање ефикасности коришћења воде (WUE) што потврђују резултати ових истраживања. Највише вредности WUE, статистички значајно више од осталих, добијене су у највећој проучаваној густини, у варијанти пуног наводњавања ( $2,95 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) и варијанти код које је примењена најмања редукција воде ( $2,92 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). За разлику од вредности ефикасности коришћења укупне воде, ефикасност коришћења воде додате наводњавањем (IWUE) највишу просечну вредност ( $2,15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) остварила је у варијанти ( $W_{i3}$ ) у којој је кукуруз био изложен редукцији воде од 20%. Незнатно ниже вредности IWUE ( $2,12 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) забележене су у варијанти са редукцијом воде од 40% и варијанти пуног наводњавања ( $1,92 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Најнижа просечна вредност IWUE ( $1,52 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) била је у варијанти проучавања ( $W_{i1}$ ) у којој је кукуруз био највише изложен стресу насталом услед редукције воде. Повећавање густине сетве позитивно је утицало на вредност IWUE, тако је највиша просечна вредност забележена у највећој проучаваној густини ( $2,43 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Са смањивањем броја биљака по јединици површине смањивала се и ефикасност коришћења воде додате наводњавањем (IWUE) тако је иста у  $G_2$  била  $1,77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , а у  $G_1$  је износила  $1,60 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Анализом интеракције водног режима и густине сетве и њеног утицаја на IWUE запажа се да је најбоља ефикасност коришћења воде била у  $W_{i2}$  варијанти водног режима при највећој проучаваној густини сетве ( $2,87 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Нешто нижа вредност ( $2,83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) добијена је такође при највећој проучаваној густини у варијанти  $W_{i3}$  водног режима. Наведене вредности су биле статистички значајно више у односу на вредности IWUE добијене у свим осталим варијантама проучавања. Добијени резултати у овом раду у сагласности су са бројним истраживањима ове проблематике која су вршена углавном у аридним и семи-аридним рејонима.

У петом подпоглављу приказан је утицај различитих водних режима и густина сетве на *морфолошке особине биљке, клипа и масу 1000 зрна*. Од морфолошких особина кукуруза праћени су висина биљке и висина до првог клипа. Примењени водни режими, као и различите густине сетве кукуруза значајно су утицали на вредности поменутих особина. Највиша биљка, као и највећа висина до првог клипа забележени су у варијанти пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ) и у четворогодишњем просеку износиле су 275,2 cm, односно 129,5 cm. Особине клипа (дужина, број редова зрна и број зрна у

реду) највише вредности су остварили такође у  $W_{i4}$  варијанти, али за разлику од висине биљке поменути параметри су били највећи у најмањој проучаваној густини. Највећа просечна четворогодишња вредност дужине клипа била је 20,4 cm, највећи просечан број редова на клипу износио је 16,6 док је највише зрна у реду у просеку било 50,0. Као и код особина клипа и маса 1000 зрна у просеку је била највећа у варијанти пуног наводњавања при најмањој проучаваној густини сетве и у просеку за четири године износила је 393,1 g. Свако повећавање густине сетве или пак повећавање редукције воде кукурузу доводило је до умањења вредности, ове изузетно важне компоненте приноса. Као и у претходним подпоглављима и у овом су резултати упоређивани и дискутовани са резултатима добијеним сличним истраживањима у различитим агроколошким условима.

У поглављу **Закључак** су у кратким цртама изнесени и истакнути најважнији резултати истраживања.

Просечна вредност реалне евапотранспирације (E<sub>Ta</sub>) кукуруза, по варијантама проучавања износила је у  $W_{i1}$  364, 5 mm,  $W_{i2}$  409,1 mm,  $W_{i3}$  462,7 mm и  $W_{i4}$  507, 7 mm, док је у варијанти без наводњавања вредност била  $W_0$  342,3 mm.

Гајењем кукуруза у условима природног водног режима биљке су углавном имале на располагању довољну количину лакоприступачне воде до фенофазе оплодње, а надаље до краја вегетације у већини случајева ефективна зона ризосфере била је у условима теже приступачне воде са појавом оаза неприступачне воде.

Највиши садржај воде у земљишту измерен је на третманима пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ). Сваки од третмана редукованог наводњавања условио је појаву теже приступачне воде ( $W_{p1}$ ) у ефективној дубини зоне ризосфере кукуруза, при чему је њено присуство зависило од степена редукције наводњавања.

Највиши просечан принос забележен је у варијанти пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ) 14,464 Mg·ha<sup>-1</sup>, док је редуковано наводњавање резултирало умањењем приноса од 10,4% у варијанти  $W_{i3}$ , односно 21,8% у варијанти  $W_{i2}$  и 30,9% у варијанти  $W_{i1}$ . Најнижи просечан принос (9,698 Mg·ha<sup>-1</sup>) остварен је гајењем кукуруза у условима природног водног режима.

Густина сетве значајно је утицала на висину приноса, тако да је највећи принос (15,032 Mg·ha<sup>-1</sup>) остварен у варијанти пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ) при највећој густини гајења ( $G_3$ ). У неповољнијим условима водног режима кукуруз је боље приносе остварио при мањим густинама гајења.

Ефикасност коришћења воде (WUE) имала је високе вредности, а највећа (2,95 kg·m<sup>-3</sup>) је забележена при највећој проучаваној густини ( $G_3$ ) у варијанти пуног наводњавања ( $W_{i4}$ ).

Ефикасности коришћења воде додате наводњавањем (IWUE) имала је највише вредности у варијантама редукованог наводњавања  $W_{i3}$  (2,15 kg·m<sup>-3</sup>) и  $W_{i2}$  (2,12 kg·m<sup>-3</sup>), које су биле значајно више у поређењу са вредностима добијеним у варијанти  $W_{i1}$  (1,92 kg·m<sup>-3</sup>) и варијанти пуног наводњавања 1,52 kg·m<sup>-3</sup> ( $W_{i4}$ ). Највиша просечна вредност овог параметра (2,43 kg·m<sup>-3</sup>) забележена је у највећој густини сетве ( $G_3$ ).

Највиша висина биљке и висина до првог клипа забележене су у највећој густини сетве ( $G_3$ ) и водном режиму оствареном пуним наводњавањем ( $W_{i4}$ ). За дужину

клипа, број редова зрна на клипу и број зрна у реду највеће вредности утврђене су при најмањој густини сетве (G1) у варијанти пуног наводњавања (W<sub>14</sub>). Маса хиљаду зрна, највећу вредност остварила је у третману пуног наводњавања, при најмањој густини сетве.

И ако је примена редукованог наводњавања довела до појаве дефицита влаге у земљишту, а самим тим и до смањења реалне евапотранспирације (ЕТа) кукуруза, што је резултирало нижим приносима зрна, високе вредности коефицијента ефикасности коришћења воде додате наводњавањем (IWUE), у варијантама редукованог наводњавања оправдавају примену редукације наводњавања до 20%, док у рејонима са изражено смањеним водним ресурсима може се примењивати редукација наводњавања и до 40%.

У осмом поглављу *Литература* цитиран је 171 литературни извор, како домаћих тако и иностраних аутора. Цитиране референце су адекватне, одговарају проучаваној проблематици и претежно су новијег датума.

У поглављу *Прилози* приказана су четири прилога: Прилог 1. Биографија, Прилог 2. Изјава о ауторству, Прилог 3. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Прилог 4. Изјава о коришћењу.

## **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Докторска дисертација мр Миодрага М. Толимира представља оригинални научни рад чији резултати имају велики значај за практичну примену у области наводњавања и управљања водним ресурсима. Кандидат је системски проучио све доступне литературне изворе, што му је користило да добро дефинише циљ, предмет и програм истраживања. Тема истраживања и примењене методе су веома актуелни данас у свету.

Резултати истраживања, као и закључци до којих је кандидат дошао представљају научни допринос у разради мера ублажавања негативних ефеката суше и климатских промена. Применом редукованог наводњавања и избором оптималне густине сетве може се повећати ефикасност коришћења воде уз остварење високих и стабилних приноса.

Утицај редукованог наводњавања и густине сетве на принос и ефикасност коришћења воде, проучаван са аспекта различитог односа референтне (ЕТо) и стварне или актуелне (ЕТа) евапотранспирације по први пут је истраживан у нашој земљи. Добијени резултати су показали да кукурузу највише одговара режим пуног наводњавања и благог редуковања наводњавања, док примена већих редукација доводи до значајног смањења приноса. Такође, утврђено је да избор оптималне густине сетве доприноси остваривању високих приноса зрна, а такође и значајно утиче на повећавање ефикасности коришћења воде од стране кукуруза, а посебно воде додате наводњавањем. Редукацијом наводњавања до 20% и правилним избором густине сетве кукуруза могу се добити високи и стабилни приноси са једне стране, а уштедети значајна енергија и количине воде са друге стране.



Ценећи добијене резултате чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји извештај о позитивној оцени докторске дисертације под насловом “ **Повећање ефикасности коришћења воде од стране кукуруза применом редукованог наводњавања**“ и одобри мр Миодрагу М. Толимиру да је јавно брани.

#### **Чланови Комисије:**

1. \_\_\_\_\_  
Др Ружица Стричевић, редовни професор  
(УНО Мелиорације земљишта)  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
2. \_\_\_\_\_  
Др Бошко Гајић, редовни професор  
(УНО Мелиорације земљишта)  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
3. \_\_\_\_\_  
Др Душан Ковачевић, редовни професор  
(УНО Опште ратарство)  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду
4. \_\_\_\_\_  
Др Боривој Пејић, ванредни професор  
(УНО Ратарство)  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду
5. \_\_\_\_\_  
Др Бранка Кресовић, виши научни сарадник  
(УНО Мелиорације земљишта)  
Институт за кукуруз „Земун Поље“ Земун-Београд

#### **Прилог: Списак радова са SCI листе Кандидата Миодрага М. Толимира**

Stipesevic, B., Jug, D., Jug, I., Tolimir, M., Cvijovic, M. (2009): Winter wheat and soybean zinc uptake in different soil tillage systems. *Cereal Research Communications* 37, no. 2 p. 305-310.