

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

Датум: 27.04.2017. године

Предмет: Извештај Комисије о оцени урађене докторске дисертације
Марије Цвијановић, дипл.инж.

Одлуком Наставно-научног већа бр.461/7-4.4. Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, од 26.04.2017. године, именовани смо у Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: „Ефекат нискофреквентног електромагнетног поља и биолошких компоненти на принос и квалитет семена у одрживој производњи соје“ кандидата Марије Цвијановић, дипл. инж., и пошто смо проучили урађену докторску дисертацију, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација Марије Цвијановић, дипл. инж., написана је на 205 страна, укључујући 39 табела, 42 графикана и 14 слика. Испред основног текста налази се Резиме са кључним речима, на српском и енглеском језику и приказ садржаја. У докторској дисертацији је цитирано, и у литератури наведено 419 референци.

Дисертација се састоји из следећих поглавља: 1. Увод (стр. 1-8), 2. Предмет и циљ истраживања (стр. 9), 3. Радна хипотеза (стр. 10-11), 4. Преглед литературе (стр. 12-46), 5. Материјал и методи рада (стр. 47-63), 6. Резултати истраживања и дискусија (стр. 64-198), 7. Закључак (стр. 199-205), 8. Литература (стр. 206-234), 9. Прилог (стр.235-249), и 10. Биографија (стр. 248).

2. Приказ и анализа докторске дисертације

2.1. Увод. Кандидат у Уводу описује објекат истраживања и наводи да соја *Glycine max* (L.) Merrill спада у ред веома важних усева у светским оквирима где се налази на четвртом месту после пшенице, кукуруза и пиринча. У Србији главни региони гајења соје су Војводина и Мачва. Просечне површине под сојом у Србији у периоду 2004-2014. године, биле су 155.000 ha, са просечним приносом од 2,53 t/ha, што је на завидном нивоу у односу на остварене приносе у свету, а поготово у Европи.

Систем одрживе производње заснован је на идеји да експлоатацију природних обновљивих и необновљивих ресурса (енергије, земљишта, воде) треба прилагодити непосредним агроколошким условима и омогућити нормалан опоравак станишта.

За постизање високих и стабилних приноса, соја захтева спровођење свих агротехничких мера у оптималним роковима и веома квалитетно. Агротехничке

мере које се примењују у производњи соје имају за циљ стварање оптималних услова за раст и развиће биљака ради остваривања потенцијала гајене сорте, добијања високог приноса и квалитета семена, уз очување генетске чистоће сорте.

Растуће сазнање о поремећајима екосистема и угрожености живог света у целисти, наметнуло је потребу да се у оквиру агроекосистема у пољопривредној производњи подстичу биолошки циклуси, као што је кружење биогених елемената и употребе нових безбедних технологија.

Од 1980 године све је већи број истраживања, која се односе на примену електромагнетних таласа на стимулацију семена, биљке, земљиште, воду и хранљиве материје (*Pohl and Todd, 1981*), за заштитити биљака од болести, инсеката и мрза (*Diprose et al., 1984*), за смањење употребе ђубрива и пестицида (*Nelson, 2011*). Поред наведених предности, може се рећи да ни данас електромагненти таласи нису довољно заступљени у биљној производњи. Постоји све већи број научних радника који се залажу за електромагнетне третмане као одржив/органски компатибилан метод за побољшање раста биљака и принос. Међутим, дефинисање механизма узрочно-последичних реакција ствара многе контроверзе и расправе у јавности. Кандидат наглашава да је употреба нискофреквентног електромагнетног поља у биљној производњи у иницијалној фази примене код нас. Управо из тих разлога истиче се потреба и значај испитивања примене биофизичких метода у третману семена соје пре сетве, уз истовремену модификацију система ђубрења као саставног дела одрживе технологије гајења овог нама значајног усева у Србији.

Познат је значај присуства азота, хранљивог елемента кључног за принос. Да би ђубрење азотом постигло пун ефекат на принос, потребно је да све агротехничке мере буду извршене благовремено и квалитетно (*Crnobarac et al., 2000*). Према *Малешевићу и сар. (2005)* ђубрење азотом је изузетно специфично, из тог разлога што је минерални, приступачан облик азота за биљку из земљишта, подложен испарењу и денитрификацији, као и повећању азота услед минерализације органске материје из земљишта.

Изналажењем нових технологија у одрживим системима производње, односно модификацијом појединих агротехничких мера утиче се, пре свега, на квалитет и економску исплативост производње уз очување основних елемената животне средине (вода, ваздух, земљиште), неопходних за задовољење потреба нарастајуће популације људи.

2.2. Циљ и значај истраживања. С обзиром на значај гајења основних ратарских усева у систему одрживе пољопривреде истраживања су усмерена на изналажење нових метода гајења соје. Како соја (*Glicine max*) има низ предности у оваквом начину гајења, предмет истраживања је примена метода из области биофизике предсетвеном стимулацијом семена и применом органског ђубрива, као и микробиолошког препарата са ефективним микроорганизмима у допунској фолијарној исхрани биљака.

Постављен је циљ да се утврди утицај примењених фактора на основне морфолошке и продуктивне особине које утичу на висину приноса биљака, као и на хемијски састав зрна соје. Како је основни циљ у одрживим системима производње очување квалитета земљишта са високим потенцијалом плодности, то ће у истраживањима бити утврђен утицај примењених фактора на производна својства

земљишта: агрохемијске особине (садржај лако приступачних форми азота) и на основне параметре биогености земљишта посматрано преко укупног броја микроорганизама, бројности појединих физиолошких и систематских група.

2.3. Основне хипотезе. Познато је да се површине под сојом сваке године повећавају и да гајење соје има вишеструке предности у одрживим системима гајења. С обзиром да је у одрживим системима биљне производње изналажење најрационалнијег начина ђубрења усева веома скупо и компликовано зато је у оквиру основне хипотезе постављено да се утврди утицај примене стимулације семена пулсирајућим електромагнетним пољем, ПЕМП, при различитим количинама органског ђубрива и утицаја ефективних група микроорганизама на висину приноса и квалитет зрна, уз очување основних параметара плодности земљишта.

При конципирању својих истраживања докторанд је пошао од следећих хипотеза: 1) очекује се да ће примена различитих количина ђубрива имати утицај на морфолошке особине биљака, не само на принос, већ и на хемијски састав зрна соје. 2) с обзиром да се истраживања изводе у пољским условима у току од три године, сматра се да ће бити изражена различита динамика климатских фактора (високе температуре ваздуха и суфицит/дефицит падавина) као последица глобалног загревања, што ће се одразити на производне особине соје у испитиваним годинама, 3) очекује се позитиван утицај ПЕМП-а на карактеристике биљака, квалитет и квантитет семена, као и да се могу извесне количине ђубрива заменити различитим стимулацијама у овом случају стимулацијом семена непосредно пред сетву. 4) полази се од тога да ће активирање микробне аутохтоне популације као последица уношења органских ђубрива и ефективних микроорганизама позитивно утицати на очување агрохемијских и биолошких својстава земљишта. На тај начин би неповољни утицаји фактора спољне средине могли бити редуковани што би довело до смањења деградације земљишта као основе одрживе производње, а што би омогућило постизање виших приноса, тако да се сматра доприносом науци и пракси.

2.4. Поглавље Преглед литературе садржи литературне податке из области која је предмет проучавања дисертације и састоји се од шест потпоглавља и то: *Одржива пољопривреда, Предности гајења соје у одрживој пољопривреди; Предности примене метода биофизике за одрживу пољопривредну производњу; Електромагнетна зрачења; Биофизичке методе* и последње подпоглавље *Механизми интеракције физичких агенаса са биљкама* са три подпоглавља унутар њега и то: *Магнетно поље; Електрично поље и Електромагнетно поље.*

Посебно су приказани литературни прегледи који се односе на одрживу пољопривреду у првом потпоглављу прегледа литературе. Савремена пољопривреда се развија у различитим правцима, при чему су од значаја, нарочито еколошки правци. Потом се, у другом потпоглављу литературе, наводи да соја има изузетан агротехнички значај у ратарској производњи, јер је одличан предусев наредним усевима који долазе после ње, с обзиром на ранију жетву, могућност благовремене обраде за озиме усева и остављања значајне резерве азота у земљишту. Све ово наведено препоручује овај усев за гајење у одрживим ратарским системима гајења. Постоји много разлога и потреба да се соја гаји у плодоређу, као што су: повећање приноса соје и биљних врста са којима се

смењује; смањује се потреба ђубрења азотом; лакша је и успешнија заштита од коровских биљака, болести и штеточина уз равномерније коришћење радне снаге и механизације. Данас у савременој, интензивној биљној производњи 50% до 60% основног обима производње условљено је применом минералних комплексних и азотних ђубрива. Високим приносима износи се значајан део биљних хранива. Та разлика се мора надокнадити ђубрењем. Наводе се литературни подаци који говоре да фосфорна и калијумова ђубрива представљају „ђубрива земљишта“, а азотним ђубривима се „храни“ биљка. Зато је избор азотних ђубрива, време и начин њихове примене специфичан и значајан за принос соје. Поред основних биогених хранива значај имају и фосфор, калијум, калцијум, молибден, кобалт, бор, бакар, цинк и други. Обезбеђивање соје азотом је веома специфично, јер је соја у биокаталитичкој вези са симбиозим квржичним бактеријама родова *Bradyrhizobium* (из кога су најзначајније бактерије *Bradyrhizobium japonicum* и *Bradyrhizobium elkanii*), *Rhizobium*, *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Mezorhizobium*, и *Sinorhizobium*.

У трећем, четвртном и петом подпоглављу анализира се значај биофизике електромагнетних зрачења и биофизичких метода за одрживу пољопривреду. Биофизика је физика живе природе, на свим нивоима: молекуларном, ћелијском и надћелијском, укључујући биосферу у целини. Циљ биофизике је заснивање теоријске биологије, коришћењем закона физике и методологије природних наука.

У последње време са посебном пажњом се испитује утицај електромагнетног поља екстремно ниских фреквенција, која се и најчешће налазе у нашем окружењу. На основу ранијих истраживања, утврђено је да електромагнетни третман семена директно утиче на активирање ензиматског комплекса код третираног семена, на структурирање молекула слободне воде, те на савлађивање отпора при транспорту енергије и материје у биљци.

Данас је област примене најразличитијих врста и доза стимулације веома разноврсна (*Milošev and Pekarić-Nadž, 1999; Матавуљ и сар., 2002, Araújo et al. 2016*). У последњем, шестом подпоглављу прегледа литературе које се односи на *Механизме интеракције физичких агенса са биљкама* анализирани су литературни подаци који се односе на магнетно, електрично и електромагнетно поље

Бројни аутори су утврдили утицај магнетног поља различитог интензитета и експозиције и времена излагања на семе, у смислу бржег клијање семена, раста корена и изданака биљака, активацију протеина и ензима, садржај хлорофила, повећање приноса и квалитета плода/зрна (*Odhiambo et al., 2009; Radhakrishnan and Kumari, 2013; Hussain et al., 2015*).

2.5. Материјал и методе истраживања. Сходно постављеном циљу истраживања постављен је оглед за истраживања на огледном добру „Римски Шанчеви“ Института за ратарство и повртарство у Новом Саду. Истраживања су спроведена у периоду од 2013. до 2015. године на земљишту типа чернозем

Укупна површина парцеле за извођење огледа износила је 1219 m² (53 m x 23 m). Дужина редова у понављањима основних парцела била је 11 m, у оквиру којих је дужина редова подпарцелица 5 m, са размаком од 1 m за стазе. Целокупни оглед се састојао од 3 основне парцеле у 4 понављања, са по 24 потпарцеле, односно укупно 72 потпарцеле, са рандомизираним дизајном. Око огледа била су посејана четири реда као заштитни изолациони појас. Сетва је обављена широкоредном пнеуматском прецизном сејалицом "Wintersteiger". Међуредни

размак био је 50 cm, а размак у реду 4 cm, чиме се постигла густина биљака од 500.000 по хектару. Предусев соји био је кукуруз. У истраживању се гајила сорта соје Ваљевка, 0 групе зрења, стабло средње висине обрасло сивим длачицама, љубичасте боје цвета. Зрно је умерене крупноће са жутом семењачом и хилумом жуте боје. Препоручује се за производе за људску исхрану. Дужина вегетационог периода је до 120 дана, генетског потенцијала за принос изнад 4500 kg/ha.

Испитиван је утицај следећих фактора:

Фактор (А) – године истраживања.

Фактор (Б) -Унос биолошке компоненте у земљиште (органско и микробиолошко ђубриво. У пролеће са завршним припремама земљишта пред сетву обављено је уношење основног ђубрива и микробиолошког препарата. Као основно ђубриво користио се гранулирани живински стајњак, чија формулација износи N 4,5%, P₂O₅ 2,7%, K₂O 2,2%, MgO 0,9%, CaO 10,4%. Комерцијални назив ђубрива је „Ferttor“, које се примењује на основним парцелама (2 m x 11 m) у количинама од Ø (контрола), 750 kg/ha и 1300 kg/ha.

Као микробиолошки препарат коришћен је ЕМ Актив (трговачки назив) у количини од 40 l/ha, у коме се налази смеша различитих корисних микроорганизама: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Rodobacter sphaeroides*, *Saccharomyces carevisiae*, *Candida utilis*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. Препарат је аплициран са водом у односу 1:10 на површину огледне працеле, леђном прскалицом и унет у земљиште на дубину од 10 cm фрезом. У току вегетационог периода биљке су биле фолијарно третиране истим препаратом у већем разблажењу 1:100 у варијантама, са једним, и два прскања. Први фолијарни третман обављен је у вегетативној фенофази интензивног пораста биљака (Vn), а други фолијарни третман био је у репродуктивној фенофази развоја соје (R1).

Фактор (Ц) - Третман семена пулсирајућим електромагнетним пољем, (ПЕМП) обављен је посебним апаратом у лабораторији, непосредно пред сетву. Третман је обављен на сувом зрну соје, пољем ниске фреквенције од 15 Hz и експозиције у трајању од 30 минута.

Ознаке варијанти огледа са примењеним факторима

Варијанте без ПЕМП		Варијанте са ПЕМП	
1. 0 kg/ha,	без фолијарне прихране;	10. 0 kg/ha,	без фолијарне прихране;
2. 0 kg/ha,	1 x фолијарно;	11. 0 kg/ha,	1 x фолијарно;
3. 0 kg/ha,	2 x фолијарно;	12. 0 kg/ha,	2 x фолијарно;
4. 750 kg/ha,	без фолијарне, прихране;	13. 750 kg/ha,	без фолијарне, прихране;
5. 750 kg/ha,	1 x фолијарно;	14. 750 kg/ha,	1 x фолијарно;
6. 750 kg/ha,	2 x фолијарно;	15. 750 kg/ha,	2 x фолијарно;
7. 1300 kg/ha,	без фолијарне, прихране;	16. 1300 kg/ha,	без фолијарне, прихране;
8. 1300 kg/ha,	1 x фолијарно;	17. 1300 kg/ha,	1 x фолијарно;
9. 1300 kg/ha,	2 x фолијарно;	18. 1300 kg/ha,	2 x фолијарно.

У току сваке године истраживања анализиране су основне особине земљишта које су веома значајне за ниво производних способности земљишта као што су:

Параметри биогености земљишта - У току вегетације, када је усев био у репродуктивној фенофази R6, узимани су узорци ризосфере земљишта. Узимане су по 3 биљке из средишњих редова, ради одређивања основних параметара биогености земљишта. У микробиолошкој лабораторији за "Нитрагин" у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду индиректним методама разређења и засејавања на селективним подлогама одређивана је бројност: Укупан број микроорганизама, на агаризованом земљишном екстаку (*Pochm and Tardeaux*, 1962) (10^{-7}); *Azotobaceter*-а, на подлози Фјодора методом фертилних капи (10^{-1}); Амонификатора, на месопептонском агару (10^{-7}); Олигонитрофила, на подлози Фјодора (10^{-6}); Гљива на подлози Чапек агару са сахарозом (10^{-4}); Актиномицета на синтетичком агару са сахарозом (*Красиљников*, 1965) (10^{-4}).

Агрохемијске особине земљишта - За сваку годину истраживања у пролеће пре сетве и непосредно после жетве, узимани су узорци земљишта са три дубине: од 0-30, 30-60 и 60-90 cm, ради одређивања основних агрохемијских особина земљишта.

Коришћене су следеће методе: Одређивање слободног калцијум карбоната – волуметријски помоћу *Scheibler*-овог калциметра, DM 8/1-3-016, ISO 10693:1995; Одређивање садржаја хумуса методом Тјурин-а оксидацијом органске материје, DM 8/1-3-017; Одређивање садржаја укупног азота аутоматском методом – CHNS анализатором; АОАС методом 972.43; Одређивање амонијум лактактног P₂O₅ и K₂O спектрофотометријски, DM 8/1-3-020; Такође, за сваку годину истраживања, одређиван је садржај лакоприступачних форми азота NH₄+NO₃-N на дубини 0-30 cm, при чему је коришћена метода по *Scharpf and Whermann*, DM 8/1-3-019. Ове анализе су рађене у Акредитованој лабораторији за земљиште и агроекологију Института за ратарство и повртарство у Новом Саду.

Рачунском методом су одређене количине азота које је биљка искористила из процеса симбиозне азотофиксације, као и количине које је користила из земљишта.

На крају сваке године истраживања одређиван је утицај коришћених фактора на квантитативне и квалитативне особине биљака соје и то:

У фази технолошке зрелости биљака обележени су и узети узорци од по 10 биљака, методом случајног узорка из сва 4 понављања по свим варијантама (укупно 720 биљака) за анализу следећих морфолошких и продуктивних особина: маса биљака (g); висина биљака (cm); висина биљака до прве махуне (cm); број бочних грана; број спратова; број спратова са махунама; број махуна и маса махуна (g); број зрна по биљци и маса зрна по биљци (g); маса 1000 зрна (g); жетвени индекс.

После жетве, комбајном за огледе малог радног захвата (*Wintersteiger elite*) измерена је тежина семена и тренутна влага, чиме је извршен обрачун приноса (kg/ha) са влагом од 14%. Од узорака зрна сваке варијанте било је одвојено по 200 g за хемијске анализе на „Pertten“ апарату: садржај протеина у зрну (%); садржај уља у зрну (%). Са сваке варијанте огледа узимани су узорци зрна за одређивање садржаја фитинског фосфора.

Садржај фитинског фосфора одређиван је колориметријски након екстракције са 5% трифлуоросирћетном киселином, методом *Dragičević et al.* (2011).

Статистичка обрада резултата - Резултати истраживања обрађени су статистичким програмом DSAASTAT ver. 1.101, методом анализе варијансе (F тест) за трофакторијалне огледе. Значајности разлика између третмана тестиране су LSD тестом на нивоу значајности $p < 0,01$ и $p < 0,05$, као и линеарна повезаност испитиваних параметара. За утврђивање степена и јачине слагања између испитиваних параметара користила се корелациона анализа у програму SPSS Statistic 17.0.

2.6. Метеоролошки услови у току извођења огледа су детаљно приказани за период истраживања (2013-2015. година).

2.7. Поглавље Резултати истраживања и дискусија подељено је на шест потпоглавља: *Морфолошке особине биљака (висина биљака, маса биљака, висина биљака до прве махуне, број бочних грана, укупан број коленаца); Продуктивне особине биљака (број фертилних коленаца, број и маса махуна, број зрна, маса 1000 зрна, принос зрна соје, жетвени индекс); Хемијски састав зрна соје (Садржај протеина у зрну, Садржај уља у зрну и Садржај фитина у зрну); Бројност микроорганизама у ризосфери соје (Укупан број микроорганизама, Бројност азотобактера, Бројност олигонитрофилних бактерија, Бројност амонификатора, Бројност гљива, Бројност актиномицета); Хемијске особине земљишта (Основне хемијске особине земљишта, Минерални азот); Корелативна анализа испитиваних особина (Корелативна анализа морфолошких и продуктивних особина биљака, Корелативна анализа између параметара биогености земљишта, масе 1000 зрна приноса и хемијског састава зрна и Корелативна анализа између морфолошких и продуктивних особина соје у зависности од стимулације семена са ПЕМП).*

Прва три наведена потпоглавља у оквиру резултата истраживања односе се на утицај испитиваних фактора на морфолошке, продуктивне особине, принос и хемијски састав зрна соје.

Кандидат наводи да формирање приноса зависи у првом реду од генотипа биљака, метеоролошких чинилаца и примењене агротехнике. Поједине морфолошке карактеристике биљака могу имати значајан утицај на формирање приноса, а да при томе и саме зависе од различитих утицаја спољашње средине. Када су у питању морфолошке особине кандидат истиче да је примена ПЕМП статистички врло значајно утицала на висину биљака. У просеку за све три године истраживања забележена је висина биљака од 101,20 cm, што је било за 4,87% виша него без примене ПЕМП. Највећа висина биљака при третману семена са ПЕМП утврђена је у 2013. години (114,73 cm), што потврђује чињеницу да је добар распоред падавина у току вегетационог периода значајан фактор за пораст биљака у почетним фенофазама раста и развића, а поготово уз стимулацију семена. Маса биљака код истих варијанти ђубрења, а различитих третмана семена имала је статистички значајну разлику у свим годинама истраживања. При третману са ПЕМП у испитиваном периоду забележена је просечна маса биљака од 29,46 g, што је било за 29,29% већа него без третмана семена са ПЕМП (22,83 g).

Када су у питању утицај испитиваних фактора на продуктивне особине, наводи се да је третман семена имао врло значајан утицај на повећање броја фертилних коленаца. Највећи број фертилних коленаца остварен је при ђубрењу са 1300 kg/ha и два пута фолијарним третманом (13,39). У просеку за све три године истраживања број фертилних коленаца по биљци при третману семена са ПЕМП

био је 12,05, што је било више за 12,30% од варијанте без третмана семена са ПЕМП, где је утврђено 10,73 фертилних коленаца. Учешће фертилних коленаца при третману семена у односу на укупан број коленаца био је 75,25%, док је у варијанти без третмана семена са ПЕМП учешће фертилних коленаца у укупном броју коленаца износио 72,55%. Утицај ђубрења на број махуна био је статистички посматрано врло значајан. Са повећањем количине ђубрива утврђено је повећање броја махуна. У просеку за све године истраживања број махуна износио је 32,35. Највећи број махуна утврђен је у варијанти ђубрења са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана (38,39), што је било статистички врло значајно у односу на све варијанте ђубрења, осим на варијанту ђубрења са 750 kg/ha, и два пута фолијарним третманом (37,40). Третман семена са ПЕМП, такође, је статистички врло значајно утицао на повећање броја махуна по стаблу биљке. Просечан број махуна по свим варијантама ђубрења у периоду истраживања износио је 36,25, што је било за 27,44% више у односу на варијанту без третмана семена (28,44). Најмањи број махуна утврђен је у варијанти без третмана семена са ПЕМП у 2015. години у просеку по свим нивоима ђубрења (19,14). У односу на варијанту са третманом семена са ПЕМП (25,92), у истој години, број махуна у варијанти без третмана семена (19,14) био је мањи за 25,87%, што је веома значајно и са аспекта остваривања приноса зрна.

Ђубрење је имало статистички значајан утицај на масу 1000 зрна соје. У просеку за све године, највеће количине ђубрива су обрнуто пропорционално утицале на масу 1000 зрна. При количини од 1300 kg/ha утврђена је вредност (154,48 g) што је виша у односу на примену 750 kg/ha (154,10 g), али не и статистички значајно. Највећа вредност масе 1000 зрна утврђена је при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана (157,84 g) која је била већа на нивоу $p < 0,01$ од остварене масе 1000 зрна при другим облицима ђубрења. У контролним варијантама ђубрења фолијарни третмани нису статистички значајно утицали на разлике у маси 1000 зрна, док је примена фолијарног третмана два пута током вегетационог периода при 750 и 1300 kg/ha статистички значајно утицала на разлике у маси 1000 зрна.

Утицај третмана семена са ПЕМП била је на нивоу статистичке значајности $p < 0,01$. Просечна вредност масе 1000 зрна измерене при третману семена са ПЕМП била је 156,55 g, што је било више за 1,51% у односу на варијанту без третмана семена (154,11 g). На основу добијених резултата утврђено је да је у варијанти без третмана семена са ПЕМП највећи принос соја остварила при ђубрењу са 750 kg/ha и два пута фолијарним третманом у вегетационом периоду (3512,37 kg/ha). Остварен принос је статистички врло значајан у односу на све варијанте ђубрења, осим највеће количине ђубрива и фолијарним третманом два пута током вегетационог периода. Разлика у приносу износила је 46,24 kg/ha што је било на ниво значајности од $p < 0,05$. Добијени резултати показују да су фолијарни третмани у свим варијантама ђубрења статистички значајно повећали приносе. Фолијарни третмани соје утицали су на повећање приноса и у варијанти са третманом семена са ПЕМП. У овој варијанти највећи принос је остварен при ђубрењу са 1300 kg/ha са два фолијарна третмана (3644,74 kg/ha). Принос остварен у контроли са два фолијарна третмана (3609,22 kg/ha) и ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана није био статистички значајан.

Осим фолијарних третмана микробиолошким препаратом на значајно повећање приноса утицао је третман семена са ПЕМП. У просеку по свим нивоима ђубрења у трогодишњим истраживањима приноси који су остварени третманом семена са ПЕМП били су 3542,95 kg/ha. Остварени принос био је виши за 4,42%, што је било статистички врло значајно у односу на варијанту без третмана семена (3393,00 kg/ha). У све три године истраживања приноси соје били су већи на варијантама са третманом семена ПЕМП.

У трогодишњим истраживањима просечна вредност жетвеног индекса износила је 0,43. Кандидат наводи да вредност жетвеног индекса зависи од приноса зрна и морфолошких карактеристика биљака (висине биљака, масе и броја махуна, масе и броја зрна по биљци). Анализом варијансе утврђене су високе значајности утицаја свих испитиваних фактора и њихових интеракција.

Соја је апсолутно доминантна протеинска биљна врста код нас и у свету, те је садржај протеина један од приоритетних циљева при стварању нових сорти. При томе, треба настојати да се побољшањем хемијског састава не умањи принос зрна новонасталих сорти, с обзиром да су ове особине у јакој негативној корелацији. Ђубрење је утицало на повећање садржаја азота на нивоу статистичке значајности од $p < 0,05$. Највећи садржај протеина (39,73%) у зрну соје утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha. Утврђен садржај протеина није био на нивоу статистичке значајности у односу на садржај протеина при ђубрењу са 1300 kg/ha, јер соја слабије реагује на појачану исхрану. Третман семена са ПЕМП је статистички високо значајно утицао на садржај протеина у зрну. При третману семена утврђено је 39,87% протеина, што је за 2,41% више него у варијанти без третмана семена (38,93%). Највећи садржај протеина (41,26%) утврђен је у варијанти са применом органског ђубрива у количини од 750 kg/ha што је било статистички значајно у односу на остаале варијанте ђубрења. Остали међусобни односи година/ђубрење (AB), година/третмансемена (AC) и година/ђубрење/третман семена (ABC) нису статистички значајно утицали на садржај протеина у зрну соје.

Просечна вредност за садржај уља у зрну соје за све три испитиване године била је 20,97%. На садржај уља у зрну соје високо значајно имали су сва три испитивана фактора као и интеракција година/ђубрење. Органско и микробиолошко ђубриво је утицало статистички врло значајно на садржај уља. Највећа количина уља забележена је при ђубрењу са 1300 kg/ha без фолијарних третмана (21,55%). Ђубрење је, такође, врло значајно утицало на садржај фитина у зрну соје. У контроли садржај фитина био је 8,79 g/kg, што је статистички врло значајно већи садржај него при ђубрењу са 750 kg/ha (8,68 g/kg) и 1300 kg/ha (8,67 g/kg).

У четвртој и петом потпоглављу резултата истраживања приказани су интересантни резултати кандидата који су уз то поређени са резултатима других аутора по питању бројности микроорганизама у ризосфери соје. Детаљно је утврђен укупан број микроорганизама, бројност азотобактера, бројност олигонитрофилних бактерија, бројност амонификатора, бројност гљива и бројност актиномицета; хемијске особине земљишта са посебним освртом на минерални азот.

Укупан број микроорганизама одавно је узиман као добар показатељ стања земљишта и као добар биоиндикатор свих промена у земљишту. Нема сумње, да

количина и биомаса микроорганизама у земљишту може бити извесна карактеристика његове производне способности. Међутим, то никако не значи да земљиште има већу ефективну производну способност, јер она зависи и од других услова. Добијени резултати су компатибилни са резултатима *Ferreira et al.* (2012) који су утврдили да се бактеријска заједница увећава уношењем различитих органских материја. На основу добијених резултата о динамици параметара биогености земљишта може се рећи да микроорганизми реагују на промене у земљишту у различитим комбинацијама ђубрења и третмана семена са ПЕМП. Унети ефективни микроорганизми су се веома брзо адаптирали на новонастале услове. Фолијарни третмани су, такође, утицали на бројност појединих параметара али непосредно, преко биљних ексудата. Бројност гљива у земљишту је имала негативан утицај на масу 1000 зрна, садржај протеина и принос. Бројност актиномицета у земљишту позитивно утиче на садржај уља у зрну соје, а негативно на садржај протеина и масу 1000 зрна.

На основу добијених резултата кандидата може се рећи да су биљке у варијанти без третмана семена више користиле у исхрани минерални азот из земљишта. У варијанти са третманом семена у све три године истраживања биљке су оствариле веће приносе уз мању потрошњу минералног азота. Ово се може објаснити да су биљке вероватно већи део азота обезбедиле из процеса азотофиксације.

Што се тиче коришћења минералног азота из земљишта на основу добијених резултата, може се закључити да је у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП-ом била мања потрошња минералног азота у земљишту од стране биљака. Ово говори да је, с обзиром на остварену висину приноса и хемијски састав зрна, у варијанти са стимулацијом са ПЕМП-ом, био већи удео азота из биолошког процеса азотофиксације. Процент азота из процеса азотофиксације кретао се од 38,55% до 43,03% у варијанти са стимулацијом семена, што је било за 20,58% до 34,59% више него у контролној варијанти без стимулације семена. У условима стимулације семена са ПЕМП биљке су у просеку по свим нивоима ђубрења 40,94% користиле азот из процеса азотофиксације, а у условима без стимулације семена биљке су користиле 32,80% азота из биолошке фиксације. Стимулација семена са ПЕМП повећала је коришћење азота из процеса азотофиксације за 24,82%. Добијене вредности су компатибилне са количином минералног азота који је остао у земљишту после жетве.

Последње шесто поглавље је посвећено корелативној анализи испитиваних особина морфолошких и продуктивних особина биљака. Такође, је утврђена и корелациона зависност између параметара биогености земљишта, масе 1000 зрна, приноса и хемијског састава зрна.

2.8. Литература. У дисертацији је цитирано 419 литературних извора, који су правилно одабрани и који пружају поуздане одговоре на питања која су обрађена у овој докторској дисертацији.

2.9. Прилози - Ово поглавље садржи укупно 14 слика у којима су приказани третмани семена и неки радови на огледном пољу од сетве, преко ницања, мера неге и узимања узорака до жетве соје.

3. Закључак и предлог

Докторска дисертација кандидата Марије Цвијановић дипл. инж. представља самосталан, актуелан и оригиналан научни рад, који даје значајан допринос бољем разумевању проблематике осавремењивања и унапређења технологије гајења соје путем различитих третмана утицаја ПЕМП на семе и модификацијом минералне исхране.

Тема и садржај ове дисертације су веома актуелни и интересантни за унапређење агротехничких мера разним модификацијама како би се допринело отварању нових могућности за одрживе системе гајења засноване на еколошким обрасцима какав је и органска пољопривреда.

На основу трогодишњих истраживања ефеката нискофреквентног електромагнетног поља и биолошких компоненти на принос и квалитет семена у одрживој производњи соје кандидат наводи да су године испитивања утицале сигнификантно на принос зрна соје по хектару. Ово је пре свега, последица значајног утицаја испитиваних фактора на морфолошке и продуктивне особине соје. Резултанта овог дејства је добијени просечан принос зрна соје који је за испитивани период износио 3467,98 kg/ha. Највећи принос зрна соје остварен је у 2014. години 5292,15 kg/ha.

Статистички значајне разлике у висини приноса утврђене су по нивоима ђубрења. Фолијарни третмани су утицали на повећање приноса. Највеће вредности су утврђене код варијанти са фолијарним третманом два пута у вегетационом периоду по свим нивоима ђубрења. Највећи принос утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана, који није био статистички значајан у односу на висину приноса од 1300 kg/ha и два фолијарна третмана.

У условима стимулације семена са ПЕМП остварени принос био је виши за 4,42% него без стимулације семена са ПЕМП. Највећа разлика у приносу семена у варијантама са и без стимулације семена са ПЕМП остварена је у најнеповољнијој години, па се може закључити да се стимулацијом семена са ПЕМП-ом могу ублажити екстремне последице неповољних агрометеоролошких услова у току вегетације. Примена стимулације семена са ПЕМП је утицала на садржај протеина у зрну. У условима стимулације семена са ПЕМП остварено је повећање садржаја протеина за 2,41%, што кад се стави у корелативни однос са висином приноса представља значајан укупан принос протеина.

Фолијарани третмани су значајно утицали на повећање садржаја протеина појединачно у сваком нивоу ђубрења. С обзиром да је садржај уља у негативној корелацији са садржајем протеина на основну трогодишњег истраживања највећи садржај уља остварен је у варијантама где је био најмањи садржај протеина.

Применом биолошких инпута, органског ђубрива, микробиолошког инокулата са ефективним микроорганизмима и њиховом фолијарном применом два пута у вегетационом периоду, уз стимулацију семена са ПЕМП-ом, може значајно утицати на повећање основних параметара биогености земљишта, што резултира повећањем основних морфолошких особина биљака, које имају значајан утицај на висину приноса, хемијски састав зрна и биланс азота у земљишту. Такође, може се закључити да се стимулацијом семена са ПЕМП и фолијарним третманима са микробиолошким препаратом може повећати проценат коришћења азота из

процеса азотофиксације. У зависности од количине ђубрива зависиле су и количине минералног азота који је остао у земљишту након жетве, а који може да уз количину органског азота који се ослободи у току поступне минерализације буде добра полазна основа за исхрану наредног озимог усева. Ова чињеница само потврђује велики агротехнички значај соје као предусева у сваком плодореду.

Докторска дисертација је написана веома коректним стилем. Кандидат Марија Цвијановић, дипл. инж. је систематски проучила обимну литературу и правилно упоређивала резултате својих истраживања са истраживањима других аутора. Излагања су јасна, редослед материје у тексту је логичан и везан за постављене циљеве и добијене резултате истраживања. Закључци су добро формулисани и правилно изведени и у потпуности произилазе из добијених резултата.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију Марије Цвијановић, дипл.инж., **„Ефекат нискофреквентног електромагнетног поља и биолошких компоненти на принос и квалитет семена у одрживој производњи соје“** и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да прихвати ову позитивну оцену и омогући кандидату јавну одбрану.

Чланови Комисије:

.....
1. Др Душан Ковачевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет,
УНО: Опште ратарство

.....
2. Др Жељко Долијановић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет,
УНО: Агроекологија

.....
3. Др Војин Ђукић, научни сарадник,
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
УНО: Узгајање њивских биљака

.....
4. Др Неда Пекарић- Нађ, редовни професор,
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука
УНО: Теоријска електротехника

.....
5. Др Јелена Маринковић, научни сарадник,
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
УНО: Микробиологија

Прилог: Радови из доктората које је кандидат Марија Цвијановић дипл. инж. објавила у часописима са SCI листе:

1. Dozet Gordana, Tubic-Balesevic Svetlana, Kostadinovic Ljiljana, Djukic, V., Jaksic Snezana, **Cvijanovic Marija** (2016): The effect of preceding crops nitrogen fertilization and cobalt and molybdenum application on yield and quality of soybean grain, Romanian Agricultural Research, National Agricultural Research and Development Institute, No. 33, ISSN 1222 - 4227 (print), ISSN 2067 - 5720 (on line), DII 2067-5720 RAR, 2016-51, p.p. 1-11.
2. Cvijanović M., Dozet G., Cvijanović G., Đukić, V., Vasić, M., Popović, V. and Jakšić S. (2016): Yield of Bean (*Phaseolus vulgaris*) in ecological production according to environment conservation. Acta Hort. (ISHS) 1142:25-30
http://www.actahort.org/books/1142/1142_4.htm