

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**Марија Д. Цвијановић**

**ЕФЕКАТ НИСКОФРЕКВЕНТНОГ  
ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ПОЉА И  
БИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ НА ПРИНОС  
И КВАЛИТЕТ СЕМЕНА У ОДРЖИВОЈ  
ПРОИЗВОДЊИ СОЈЕ**

**Докторска дисертација**

**Београд, 2017**

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

**Марија Д. Цвијановић**

**ЕФЕКАТ НИСКОФРЕКВЕНТНОГ  
ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ПОЉА И  
БИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ НА ПРИНОС  
И КВАЛИТЕТ СЕМЕНА У ОДРЖИВОЈ  
ПРОИЗВОДЊИ СОЈЕ**

**Докторска дисертација**

**Београд, 2017**

**UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE**

**Marija D. Cvijanović**

**EFFECT OF LOW FREQUENCY  
ELECTROMAGNETIC FIELD AND  
BIOLOGICAL COMPONENTS ON YIELD AND  
QUALITY OF SEED IN THE SUSTAINABLE  
PRODUCTION OF SOYBEAN**

**Doctoral Dissertation**

**Belgrade, 2017.**

## Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:

Ментор:

**др Душан Ковачевић**, редовни професор  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду  
Ужа научна област: Опште ратарство

Чланови комисије:

---

**др Жељко Долијановић**, ванредни професор  
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду  
Ужа научна област: Агроекологија

---

**др Војин Ђукић**, научни сарадник  
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад  
Ужа научна област: Узгајање њивских биљака

---

**др Неда Пекарић-Нађ**, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду  
Ужа научна област: Теоријска електротехника

---

**др Јелена Маринковић**, научни сарадник  
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад  
Ужа научна област: Микробиологија

---

Датум одбране: \_\_\_\_\_



## Захвалница

*Љубав према агрономији утицала је да се у мени роди жеља за наставком иколовања и стицања звања докторанда. Такође, пуно ми је значило и сазнање да уз себе имам људе који ће ми помоћи да направим тај, можда за мене до сада и највећи, животни корак. Уз снажну вољу и жељу лакше је доћи до циља. Долазак до циља, за мене је представљао непоновљиво интересантно путовање кроз науку. Зато ова докторска дисертација за мене представља много више од сажетка једног истраживања. Необично ми је драго што на овом пропутовању нисам била сама и зато бих желела да се захвалим, како онима који су директно допринели настанку докторске тезе, тако и онима који су овај пут учинили радоснијим и забавнијим, са пуно авантура.*

*Ментору, проф. др Душану Ковачевићу, на првом месту желим да се захвалим на слободи коју ми је дозволио и поверењу које ми је указао. Желим да му се захвалим и на свим ангажовањима, на исцрпним смерницама и информацијама, која су омогућила да моја дисертација угледа светлост дана.*

*Проф. др Жељку Долијановићу захваљујем на одговорном, преданом и критичком приступу који је био од велике помоћи у уобличавању мог рада. Дуги разговори и његова мирноћа приликом сваког нашег сусрета, уливали су ми сигурност.*

*Највећу и неизмерну захвалност дугујем др Војину Ђукићу, за коменторство у експерименталном истраживању, писању и тумачења добије них резултата. Његова снажна енергија и ентузијазам били су често и највећа помоћ. Кроз рад са њим, имала сам задовољство да посматрам како од обичног настаје необично. Уз његову савршену организацију, идеју скице огледа (од које нас је често болела глава), лавовску борбу кад год је била потребна, све је било једноставније. Осим тога, лако је било радити уз лепу и позитивну атмосферу за коју је он увек био задужен.*

*Посебну захвалност дугујем проф. др Нади Пекарић-Нађ. Хвала јој за све сате објашњавања „нашег чувеног пулсирајућег електромагнетног поља“, научне области која није била у домену моје струке, а коју сам, уз њу, успела да савладам. Својим стрпљењем при тумачењу резултата, показала ми је могућности ширења и повезивања различитих наука.*

*Др Јелени Маринковић хвала за помоћ у извођењу лабораторијских испитивања, као и на искреним и конкретним саветима. Хвала за свако моје „малтретирање“ и помоћи око прикупљања литературе, на сарадњи, стручној помоћи при тумачењу резултата као и на садржајним сугестијама при коначном формулисању ове тезе.*

*Такође, захваљујем се свим запосленима у Одељењу за соју Института за ратарство и повртасртво у Новом Саду.*

*Проф. др Ђорђу Моравчевићу захваљујем се на стрпљењу и несебичној помоћи приликом статистичке обраде приказаних резултата истраживања, као и проф. др Гордани Дозет на стручној и увек присутној помоћи.*

*Захвалност дугујем Компанији Дунав осигурање а.д.о. и мојим драгим колегама који су помогли да почнем, истрајем и завршим докторске студије. Посебну захвалност осећам за разумевање мог личног опредељења и дугогодишњој подршци. Бићу увек ту за вас.*

*Свим мојим пријатељима (немогуће их је све именовати) желим да се захвалим за њихову несебичну подршку у току писања рада. Било је ту пуно лепих заједничких тренутака, смеха и анегдота којих ћу се увек радо сећати.*

*Бескрајну захвалност изражавам мојој породици на љубави и безрезервној подршци коју су ми пружили. Без њих не бих била оно што данас јесам. Знање, искуство и стрпљење мојих родитеља, Гоце и Драга, пружили су темељ мом научном раду и дали немерљив допринос мојој жељи за усавршавањем. Брату Марку и његовој породици, хвала на интересовању за мој научни рад и охрабривању да наставим даље. Брату Војину, хвала на великом стрпљењу и неизмерној помоћи за све ове године, јер је увек био ту. Највише времена је провео самном у току експерименталног истраживања и био је увек мој ослонац и подршка. Моја велика жеља је да и он истраје на путу свог усавршавања. Уз њих се циљ увек чинио близу.*

*Докторску дисертацију посвећујем мојој мајци која је била, јесте и биће моја највећа инспирација и извор снаге.*

**Марија**

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ  
ЗЕМУН - БЕОГРАД**

**Научна област: БИОТЕХНИЧКЕ НАУКЕ**

**Ужа научна област: ПОСЕБНО РАТАРСТВО**

**UDK: 633.34:631.416.1/.417 (043.3)**

**ЕФЕКАТ НИСКОФРЕКВЕНТНОГ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ПОЉА  
И БИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ НА ПРИНОС И КВАЛИТЕТ  
СЕМЕНА У ОДРЖИВОЈ ПРОИЗВОДЊИ СОЈЕ**

**Марија Цвијановић, дипл. инж.**

**Сажетак**

Истраживања су спроведена у периоду 2013-2015 на огледном добру Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, на земљишту типа карбонатни чернозем у оквиру одрживе производње соје. У истраживањима је била укључена сорта соје Ваљевка, 0 групе зрења, дужине вегетационог периода до 120 дана. Пољски оглед је изведен по сплит плот систему у 4 понављања са рандомизираним дизајном (укупно 18 варијанти).

Испитивањем су обухваћена три фактора: фактор А су године, јер на висину приноса зрна соје утичу агрометеоролошки услови у фенофазама вегетативног и генеративног пораста. Фактор В су различите врсте и количине ђубрива. За исхрану биљака користио се живински стајњак (N 4,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,7%, K<sub>2</sub>O 2,2%, MgO) у три различите количине Ø (контрола), 750 kg/ha и 1300 kg/ha у комбинацији са микробиолошким препаратом „ЕМ Актив“ (инкорпорација земљишта и фолијарни третмани) у коме се налазе продукти животне активности велике групе ефективних микроорганизама: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Rodobacter sphaeroides*, *Saccharomyces carevisiae*, *Candida utilis*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. Фактор С је стимулација семена са нискофреквентним електромагнетним пољем, односно са испрекиданим синусним таласима (синусоидама) тзв. пулсирајуће електромагнетно поље (ПЕМП), који се изводио са апаратом специфичног спектралног садржаја ниских фреквенција од 15 Hz експозиције 30 минута, обављен непосредно пред сетву.

Циљ рада био је испитивање основних морфолошких особина, висине приноса зрна, квалитативних особина (садржај протеина, уља и фосфора) сорте соје гајене у систему одрживе пољопривредне производње. Поред тога, циљ рада је и испитивање

утицаја примењених фактора на производне особине земљишта: агрохемијске особине (садржај лакоприступачних форми азота) и на основне параметре биогености земљишта посматрано преко укупног броја микроорганизама, бројности појединих физиолошких и систематских група (*Azotobacter*, аминокхетеротрофа, олигонитрофилних бактерија, гљива и *Actinomycetes*).

Статистичким анализама (анализа варијансе, корелација и линеарна регресија) су врло значајни ефекти за различите агроколошке услове (А), ђубрења (В), стимулације семена са ПЕМП (С), као и интеракције наведених фактора.

Највеће вредности свих испитиваних морфолошких особина биљака, као квантитет и квалитет зрна били су у директној зависности од агрометеоролошких услова у годинама истраживања. Највеће вредности свих испитиваних особина биле су у 2014. години. Стимулација семена са ПЕМП значајно је утицала на повећање вредности испитиваних морфолошких особина. Такође, фолијарни третмани са ефективним микроорганизмима су значајно утицали на испитиване морфолошке особине различитих вредности у зависности од количине примењених органских ђубрива. Квалитативне особине семена (протеини и фитин) били су повећани при стимулацији семена са ПЕМП и фолијарним третманима, док је садржај уља опадао при већим количинама ђубрива и стимулацији семена са ПЕМП.

Основни параметри биогености земљишта били су статистичко значајно већи у ризосфери биљака, чије је семе било стимулирано са ПЕМП. Динамика промене бројности испитиваних група микроорганизама била је различита при различитим количинама примењеног ђубрива.

Биланс азота у земљишту је веома важан фактор у односу на обезбеђеност азота за наредни усев, као и евентуални ризик од повећаних количина нитратног азота у земљишту. У све три године истраживања при највећој количини ђубрива утврђене су веће количине нитратног азота у земљишту, што може бити повољно уколико је наредни усев пшеница. У обе варијанте стимулације семена са ПЕМП-ом, у просеку за све нивое ђубрења, утврђене су мање количине минералног азота него у контролним варијантама.

При испитивању корелационе зависности испитиваних особина установљена је позитивна корелациона веза у већини испитиваних параметара.

На основу добијених резултата може се закључити да стимулација семена са ПЕМП при различитим количинама ђубрива у различитим агрометеоролошким условима знатно утиче на повећање испитиваних параметара.

**Кључне речи:** соја, пулсирајуће електромагнетно поље (ПЕМП), ђубрење, фолијарни третман, компоненте приноса, принос, хемијске особине зрна, агрохемијске особине земљишта, биогеност земљишта

**UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE  
ZEMUN – BELGRADE**

**Scientific area: BIOTECHNICAL SCIENCE**

**Specific scientific area: SPECIAL CROP PRODUCTION**

**UDC: 633.34:631.416.1/.417 (043.3)**

**EFFECT OF LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD AND  
BIOLOGICAL COMPONENTS ON YIELD AND QUALITY OF SEED  
IN THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF SOYBEAN**

**Marija Cvijanović, agricultural engineer**

**Abstract**

The study was conducted in the period 2013-2015 on the experimental field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad, on soil type chernozem carbonate within the sustainable production of soybeans. In the research was included soybean cultivar Valjevka, 0 maturity group, the length of the vegetation period to 120 days. The field experiment was conducted in a split plot design with four replications with randomized design (total 18 variants).

The research included three factors: Factor A are years, because on the yield of soybean grain affecting agrometeorological conditions in the phenological stages of vegetative and generative growth. Factor B are different types and amounts of fertilizers. For plant nutrition was used poultry manure (N 4,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,7%, K<sub>2</sub>O 2,2%, MgO) in three different amounts of Ø (control), 750 kg/ha and 1300 kg/ha in combination with microbiological preparation “EM Aktiv” (incorporation of soil and foliar treatments) which are products of life activities large groups of effective microorganisms: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Rodobacter sphaeroides*, *Saccharomyces carevisiae*, *Candida utilis*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. Faktor C is the stimulation of seeds with low-frequency electromagnetic fields, or with dashed sinusoidal wave (sinusoid) so called pulsed electromagnetic field (PEMF), which is performed with the device of specific spectral content of low frequencies from 15 Hz exposure 30 minutes, performed immediately before sowing. The aim of this study was to examine the basic morphological characteristics, the amount of grain yield, the qualitative traits (contents of protein, oil and phytate phosphorus) soybean cultivars grown in the system of sustainable agricultural production. In addition, the aim of the study was to investigate the influence of the applied factors on the production characteristics of the soil: agrochemical properties (content of

easily accessible form of nitrogen) and the basic parameters of the biological value of soil as seen through the total abundance of microorganisms, number of physiological and systematic group (*Azotobacter*, aminoheterotrophs, oligonitrophilic bacteria, fungi and *Actinomyces*).

The statistical analysis (analysis of variance, correlation, linear regression) are very significant effects for different agrometeorological conditions (A), fertilization (B), stimulation of seed with PEMF (C) and the interaction of those factors.

The highest values of all morphological characteristics of plants, as well as the quantity and quality of grain were directly dependent on agrometeorological conditions during the research. The highest values of all the traits were in 2014. Stimulation of seeds with PEMF significantly influenced the increase in value of these morphological traits. Also, foliar treatments with effective microorganisms are significantly influenced the morphological characteristics of different values depending on the quantity of applied organic fertilizers. The qualitative characteristics of seeds (proteins and phytate phosphorus) were increased with stimulation of seeds with PEMF and foliar treatments, while the content of oil decreases at higher amounts of fertilizers and stimulation of seeds with PEMF.

The basic parameters of the biological value of soil were statistically significantly higher in the rhizosphere of plants whose seeds were stimulated with PEMF. Dynamics of changes in the number the microbial groups was different in varying amounts of applied fertilizer.

Balance of nitrogen in the soil is a very important factor in relation to the provision of nitrogen for the next crop, as well as the possible risk of increased amounts of nitrate nitrogen in the soil. In all three years of research at the maximum amount of fertilizer were found large quantities of nitrate nitrogen in the soil, which can be convenient if the next crop is wheat. In both variants stimulation of seeds with PEMF an average for all levels of fertilization, were found small amounts of mineral nitrogen than in control variants.

In examining the correlations observed traits was found positive correlations in most investigated parameters.

Based on these results it can be concluded that with stimulation of seeds with PEMF and different quantities of fertilizers in different agrometeorological conditions significantly affect the increase in the examined parameters.

**Key words:** soybean, stimulation of seeds with PEMF, fertilization, foliar treatment, yield components, yield, chemical properties of grains, agrochemical properties, biological value of soil

## САДРЖАЈ

1. УВОД .....	1
2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА .....	9
3. РАДНА ХИПОТЕЗА .....	10
4. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ .....	12
4.1. Одржива пољопривреда .....	12
4.2. Предности гајења соје у одрживој пољопривреди .....	19
4.3. Предности примене метода биофизике за одрживу пољопривредну производњу .....	28
4.4. Електромагнетно зрачење .....	28
4.5. Биофизичке методе .....	37
4.6. Механизми интеракције физичких агенса са биљкама .....	38
4.6.1. Магнетно поље .....	38
4.6.2. Електрично поље .....	41
4.6.3. Електромагнетно поље .....	41
5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ РАДА .....	47
5.1. Карактеристике земљишта на огледној парцели .....	52
5.2. Климатске карактеристике подручја .....	55
5.2.1. Водни биланс .....	60
6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА.....	64
6.1. Морфолошке особине биљака .....	64
6.1.1. Висина биљака .....	64
6.1.2. Маса биљака .....	69
6.1.3. Висина биљака до прве махуне .....	73
6.1.4. Број бочних грана .....	76
6.1.5. Укупан број коленаца .....	80
6.2. Продуктивне особине биљака .....	84
6.2.1. Број фертилних коленаца .....	84
6.2.2. Број и маса махуна .....	88
6.2.3. Број зрна .....	94
6.2.4. Маса зрна .....	97
6.2.5. Маса 1000 зрна .....	101
6.2.6. Принос зрна .....	106
6.2.7. Жетвени индекс .....	112
6.3. Хемијски састав зрна соје .....	117
6.3.1. Садржај протеина у зрну .....	118
6.3.2. Садржај уља у зрну .....	124
6.3.3. Садржај фитина у зрну .....	129
6.4. Бројност микроорганизама у ризосфери соје .....	135
6.4.1. Укупан број микроорганизама .....	139
6.4.2. Бројност азотобактера .....	145
6.4.3. Бројност олигонитрофилних бактерија .....	150

6.4.4. Бројност амонификатора .....	154
6.4.5. Бројност гљива .....	159
6.4.6. Бројност актиномицета .....	163
6.5. Хемијске особине земљишта .....	168
6.5.1. Основне хемијске особине земљишта .....	166
6.5.2. Минерални азот .....	173
6.6. Корелативна анализа испитиваних особина .....	183
6.6.1. Корелативна анализа морфолошких и продуктивних особина биљака .....	183
6.6.2. Корелативна анализа између параметара биогености земљишта, маса 1000 зрна, приноса и хемијског састава зрна.....	187
6.6.3. Корелативна анализа између морфолошких и продуктивних особина биљака у зависности од стимулације семена са ПЕМП.....	191
7. ЗАКЉУЧАК .....	199
8. ЛИТЕРАТУРА .....	206
9. ПРИЛОГ .....	234
БИОГРАФИЈА	
ИЗЈАВЕ	



## 1. Увод

Почетком XX века, од мало познате биљке која се гајила само у подручју свог порекла, Далеком истоку, соја се од четрдесетих година истог века сврстава у ред водећих усева у свету.

Соја - *Glycine max* (L.) Merrill је једногодишња самооплодна биљка из фамилије *Leguminosae* (*Fabaceae*), подфамилије *Papilionoidae*, рода *Glycine*. Постоји десетак врста рода *Glycine* и неколико хиљада варијетета. Претком соје сматра се дивља соја (*Soya ussuriensis* или *Glycine ussuriensis*).

Први историјски, писани, наводи о соји потичу из 2838. године п.н.е. у књизи „*Materia medica*“, цара Шенг Нунга (*Morse et al.*, 1949). У том периоду, пиринач, пшеница, просо, јечам и соја су сврстане у групу тзв. „*vu-ku*“ групу пет светих зрна, које су представљале главне усеве за допринос опстанка кинеске цивилизације (*Gutschy*, 1950; *Шарић и Муминовић*, 1998).

Североисточна Кина се сматра ген центром соје, где се вековима гајила као хранљива и лековита биљка. Почетком нове ере, соја се шири на територије данашње јужне Кине, Кореје и Јапана. У 15-16. веку пренета је у Индонезију, Филипине, Вијетнам, Тајланд, Малезију, Непал и северну Индију, који се сматрају секундарним центрима порекла (*Hymowitz*, 1988).

Пре 200-300 година појавила се у Украјини, Грузији, на Кубану и северном Кавказу. Развојем поморског саобраћаја у 18. веку нове ере, соју полако упознају друге цивилизације и појављује се у ботаничким баштама у Европи и Америци.

Новија историја соје почиње у 19. веку, ширењем производње сена и зрна по целом свету. Разлог њеног убрзаног ширења била је несташица уља, због смањеног рода памука.

У модерној историји соје важна су још два догађаја. 1996. године на тржишту се појавила прва генетички модификована соја, која је отпорна на тотални хербицид

глифосат (*glyphosate*). 2002. године соја по први пут напушта планету земљу - на међународној свемирској станици произведене су експерименталне количине соје као потенцијалне хране на свемирским путовањима. Соја се оправдано може назвати биљком двадесетог века, јер је до тад била позната и гајила се само у Кини (*Хрустић и сар.*, 2006).

У периоду од 2004. до 2014. године просечне површине под сојом у свету су износиле 100.615.000 ha, док се у периоду од 1996-2004. године соја гајила на око 76.800.000 ha. Површине под сојом су повећане за 13,10 % и може се рећи да се соја налази на четвртом месту после пшенице, кукуруза и пиринча. У односу на површину под индустријским биљем, соји припада  $\frac{3}{4}$  површине (<http://faostat.fao.org>).

Највеће површине под сојом налазе се у Америци, а најмање у Океанији. Просечни приноси соје у свету износе 2,39 t/ha за период 2004-2014. године, што је за 6,69% већи принос него у периоду 1996-2004. године, када је просечан принос био 2,24 t/ha (Табела 1). Може се рећи да је повећању приноса допринело ширење новостворених сорти, прилагођених за различите агроколошке услове, као и унапређене мере у технологији производње. Највећи произвођач соје је Америка, САД у Северној Америци, а Бразил и Аргентина у Јужној Америци, што укупно чини 40% светске производње.

Табела 1. Принос (t/ha) и производња (t) соје у свету у периоду 2004–2014. године

Година	Свет		Америка		Азија		Европа		Африка		Океанија	
	t/ha	000 t	t/ha	000 t	t/ha	000 t	t/ha	000 t	t/ha	000 t	t/ha	000 t
<b>2004</b>	2,2	205.524	2,5	175.104	1,4	26.707	1,8	2.478	1,0	1.174	2,2	60
<b>2005</b>	2,3	214.560	2,6	182.685	1,4	27.438	1,8	3.064	1,1	1.318	2,0	54
<b>2006</b>	2,3	221.966	2,6	189.792	1,4	27.011	1,6	3.610	1,1	1.497	2,3	55
<b>2007</b>	2,4	219.727	2,8	189.607	1,4	26.160	1,4	2.583	1,0	1.343	2,4	32
<b>2008</b>	2,4	231.271	2,7	198.872	1,4	28.165	1,6	2.742	1,1	1.455	2,3	35
<b>2009</b>	2,2	223.411	2,5	190.531	1,3	27.861	1,7	3.357	1,1	1.580	1,9	80
<b>2010</b>	2,6	264.914	2,9	227.723	1,5	30.774	1,8	4.789	1,4	1.567	1,9	60
<b>2011</b>	2,5	261.596	2,8	224.314	1,5	29.567	1,9	5.797	1,2	1.886	1,7	30
<b>2012</b>	2,3	241.580	2,5	203.439	1,5	30.561	1,6	5.518	1,2	1.975	2,3	86
<b>2013</b>	2,5	278.092	2,8	243.087	1,3	26.758	1,9	6.097	1,1	2.057	2,2	92
<b>2014</b>	2,6	308.436	3,0	271.214	1,3	25.761	2,0	9.001	1,3	2.377	2,2	80

Извор: <http://faostat.fao.org>

Европа је мали произвођач соје са свега 2% светске производње, при чему предњаче Русија, Украјина, Италија, Румунија и Србија (Табела 2). 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.

Табела 2. Површине (ha) и приноси (t/ha) соје у Европи за 2004–2014. године

Годи на	Европа		Русија		Украјина		Италија		Румунија		Србија	
	000 ha	t/ha	000 ha	t/ha	000 ha	t/ha	000 ha	t/ha	000 ha	t/ha	000 ha	t/ha
<b>2004</b>	1.387	1,8	555	1,0	256	1,4	150	3,4	112	2,7	157	2,7
<b>2005</b>	1.719	1,8	656	1,1	422	1,5	152	3,6	131	2,4	147	2,1
<b>2006</b>	2.295	1,6	810	1,0	715	1,2	178	3,1	177	1,9	144	2,4
<b>2007</b>	1.888	1,4	710	0,9	583	1,2	130	3,1	109	1,2	144	2,4
<b>2008</b>	1.701	1,6	712	1,0	538	1,5	108	3,2	46	2,0	170	3,2
<b>2009</b>	1.957	1,7	794	1,2	623	1,7	135	3,5	48	1,7	165	2,7
<b>2010</b>	2.736	1,8	1.036	1,2	1.037	1,6	160	3,5	63	2,4	163	1,7
<b>2011</b>	2.976	1,9	1.187	1,5	1.110	2,0	166	3,4	72	2,0	160	2,4
<b>2012</b>	3.446	1,6	1.375	1,3	1.412	1,7	153	2,8	78	1,3	154	3,5
<b>2013</b>	3.224	1,9	1.200	1,4	1.351	2,1	184	3,4	67	2,2	157	2,7
<b>2014</b>	4.495	2,0	1.916	1,4	1.793	2,2	150	4,0	79	2,6	147	2,1

Извор: <http://faostat.fao.org>

Велики привредни значај соје се огледа у њеној хранљивој, енергетској и витаминској вредности. Због састава хранљивих материја у зрну, соја је веома заступљена у исхрани људи, домаћих животиња и у индустријској преради. У хемијском саставу зрна налази се у просеку 25% - 50% сирових протеина, сировог уља 14% - 27%, безазотних материја 19% - 30%, минералних материја 6% - 7%. Соја има најквалитетније протеине од свих легуминоза, садржи свих осам есенцијалних аминокиселина, потребних људском организму (изолеуцин, леуцин, лизин, метионин, фенилаланин, треозин, триптофан и валин). По вредности и искоришћености, сојини протеини су равни по квалитету протеинима животињског порекла тако да ова махунарка може равноправно учествовати као замена месу. У зрну соје налазе се витамини групе: А, Б, Ц, Д, Е, К, никотинска киселина и други.

Директном или индиректном прерадом зрна соје, добија се велики број разноврсних јела и посластица, млека и млечних производа, меса и месних

прерађевина, уља, протеина и витамина. У последње време соја се користи у фармацеутској индустрији, стога се може сврстати у лековито биље. С обзиром на то, да се сојино зрно користи у виду разних прерађевина за људску исхрану, неопходно је да део производње соје буде без примене минералних ђубрива и пестицида (*Дозет и сар.*, 2013). Развој индустрије допринео је да соја данас буде заступљена у скоро 20.000 различитих прехранбених артикала намењених првенствено деци (*Давыденко и сар.*, 2004).

У исхрани домаћих животиња користи се као концентрована и волуминозна храна, јер се углавном користе вегетативни делови биљке (стабло, лишће, слама) који су богати протеинима. Сојина сачма после екстракције уља богата је висококвалитетним протеинима који су неопходни у исхрани свих врста животиња. Мешањем са кукурузом добија се волуминозна сточна храна велике енергетске вредности.

Због својих квалитета и предности соја је биљна врста која је интересантна у генетском инжењерингу, те данас имамо и генетички модификовану соју. Насупрот томе, основана је Асоцијација „Дунав соја”, чији основни циљ је промоција гајења генетичке немодификоване (*GMO free*) соје у подунавским земљама као основ за производњу висококвалитетне, генетички немодификоване хране, декларисаног географског порекла.

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.

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 *Малешевих и сар.* (2005) ђубрење азотом је изузетно специфично, из 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.

Количина минералног азота у земљишту је променљива и зависи од:

- типа, плодности, структуре, биогености земљишта;
- заоравања жетвених остатака и уноса органске материје;
- ђубрења и изношења хранива са предусевом;
- система обраде земљишта;
- климатских услова, влаге и температуре земљишта (*Starčević et al.*, 2003).

Заоравањем жетвених остатака и квржица на корену соје земљиште се обогаћује органском материјом што благотворно утиче на биогеност и плодност (*Цвијановић*, 2002).

Својим развијеним кореновим системом, соја повољно утиче не само на одржавање него и на побољшање структуре земљишта. Захваљујући симбиози са квржичним бактеријама азотофиксаторима (*Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* и *Sinorhizobium fredii*), стварајући квржице на корену, она задовољава своје потребе за азотом и обогаћује земљиште овим макроелементом.

Из тога произилази да наведене чињенице, у циљу постизања високих приноса соје поседују изузетан агротехнички значај услед околности да соја обогаћује земљиште азотом и да после ње земљиште остаје у добром физичком стању, те је она веома добра компонента у плодореду.

Глобалне климатске промене којима доприноси и индустријска пољопривредна производња, али и недовољно хране у свету, намећу потребу озбиљнијих промена у пољопривредној производњи. Једно од решења према експертима ФАО, јесте бржи развој одрживе пољопривреде која примењује достигнућа науке, технике и технологије, али у складу са заштитом природних ресурса и животне средине за садашње и будуће генерације.

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 (*Ковачевић*, 2011).

У све сложенијим захтевима поризводње здравствено безбедне хране, као алтернатива употребе хемијских средстава, која је обележила XX век, су примене из области биофизике. Као релативно нова наука, достигнућа из области биофизике су од великог значаја за пољопривредну производњу и сматрају се будућношћу XXI века.

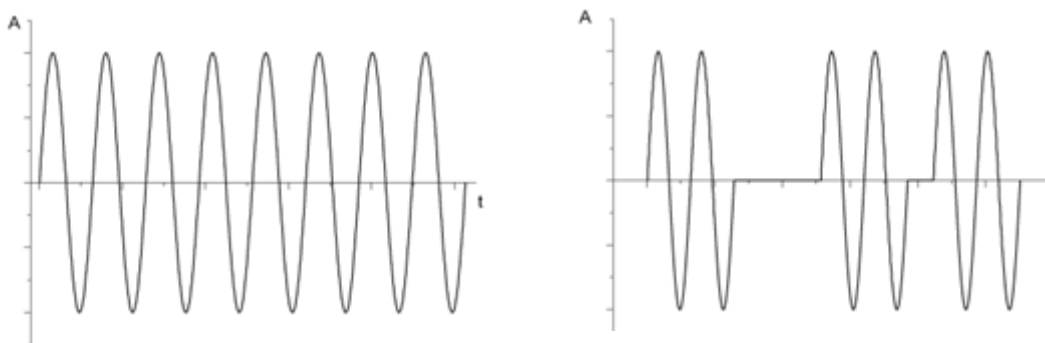
Многа открића у овој научној области су епохална и пружају неограничене могућности, која могу човеку обезбедити лагоднији живот, али истовремено могу имати несагледиве последице, уколико се злоупотребе (*Marinkovic et al.*, 2001; *Vasilevski*, 2003).

Истраживања у овој области су открила примену како електричне, тако и магнетне енергије у пољопривреди за различите намене, за третирање семена, расада, раст биљака, у сузбијању развоја штетних инсеката и других патогена (*Gui et al.*, 2013).

Истраживања великог обима примене ових сазнања у биљној производњи су била 1904. године, када је *Karl Lemström* спроводио експерименте са биљним врстама које су изложене електромагнетним пољима, где се резултат одразио на повећање приноса (*Lemström*, 1904). У својим студијама, Лемстром је истакао просечно повећање приноса од 45% у односу на контролну групу. Нова техника је названа електро-култура (*Blackman*, 1924; *Briggs*, 1926). Ипак, стимулација електромагнетним таласима је задавала потешкоће да објасни узрочне механизме и одрже добијене резултате. Опасности коришћења апарата, амплитуде напона, време експозиције, довело је до наглог прекида за већину биљно оријентисаних истраживања 1930. године. Међутим, поновна истраживања примене метода из биофизике појављују се у 1960. и 1980-их година (*Volkov*, 2006; *Kinahan*, 2009). Од тог периода све је већи број истраживања, која се односе на примену електромагнетних таласа на стимулацију семена, биљке, земљиште или воду и хранљиве материје (*Pohl and Todd*, 1981), за заштиту биљака од болести, инсеката и мраза (*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.

Добро је познато да се токови различите енергије налазе у атмосфери. Облаци се пуне наелектрисањем и празне. Постоји стална промена енергије из земље до ваздуха и из ваздуха на земљу. Земља је резервоар за сву електричну и магнетну енергију. Такође, представља моћан фактор у економији природе и све више има везе са растом и развојем биљака. Према *Bailey* (2012) биљна храна се креће путем протока сокова кроз целу биљку, улазећи преко коренских жилица и централног корена, кроз стабло носећи различите елементе и депонује исте на одговарајућа места. Овај феномен протока хранљивих материја се може удвостручити употребом неке од различитих врста енергије.

Употреба нискофреквентног електромагнетног поља у биљној производњи је у иницијалној фази примене код нас. За нискофреквентно поље се обично сматра да има непрекидне синусоидне таласе, док за пулсирајуће електромагнетно поље (ПЕМП) се сматра оно које има испрекидане синусоиде (Слика 1). Пулсирајуће електромагнетно поље (даље ПЕМП) је специјалан случај нискофреквентног поља.



Слика 1. Непрекидна и испрекидана синусоида таласа електромагнетног поља

До пре 15-20 година многи истраживачи нису веровали да ниске фреквенције електромагнетних таласа могу имати утицаја на биљке (*Marinković et al.*, 2008).

Данас, на основу многих истраживања јасно могу да се идентификују позитивне промене које настају на биљкама, а крајњи резултат је висина приноса. Већина истраживача се слаже да је ћелијска мембрана примарно место на којем се дешавају све ове интеракције, а процеси настављају даље у ћелији. Механизам утицаја интеракција зависи од минералног састава ћелије, биохемијских процеса, ћелијске структуре и репродукције, промене у пропустљивости мембрана, активности

ензима, ћелијске сегментације, активирање јонских канала и рецептора протеина (Samuelsson, 2015).

Истраживања позитивног утицаја ефекта електромагнетних третмана семена на повећање стопе клијања и биомасе су показали многи истраживачи, радећи на различитим врстама, попут сунцокрета (Vashisth and Nagarajan, 2010), пиринча (Carbonell et al., 2000; Flórez et al., 2004), наута (Vashisth and Nagarajan, 2008), кукуруза (Flórez et al., 2007; Hajnorouzi et al. 2011), парадајза (Martinez et al., 2009; Poinapen et al., 2013a), лешника (Uquiche et al., 2008), дувана (Aladjadjiyan and Ylieva, 2003), тиквица (Mridha et al., 2016), пасуља и пшенице (Marinković et al., 2003a; Малешевић и сар., 2002; Cakmak et al., 2010) и соје (Aladjadjiyan 2012).

Позната су и истраживања електромагнетних третмана у каснијим фазама раста биљака. Резнице органа су се брже ожиле, од третмана са хормонским препаратима (Bilalis et al., 2012). Засад јагоде третиран са електромагнетним таласима је позитивно утицао на повећање адсорпције хранљивих материја, што је утицало на већи принос и квалитетнији плод (Eşitken and Turan, 2004). Govedarica and Milosevic (2002) и Saldana et al. (2010) су истакли повећану бројност и ензиматску активност микроорганизама у ризосферном земљишту биљака које су стимулисане електромагнетним таласима, као и повећан принос стимулисаних биљака.

Постоји све већи број научних радника који се залажу за електромагнетне третмане као одржив/органички компатибилан метод за побољшање раста биљака и принос. Међутим, дефинисање механизма узрочно-последичних реакција ствара многе контроверзе и расправе у јавности.

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.

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.



## 2. Предмет и циљ истраживања

**Предмет 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.

**Циљ истраживања** је био 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.

### 3. Радна хипотеза

Основна хипотеза од које се пошло јесте да се површине под сојом сваке године шире и да гајење соје има многоструке предности које су заступљене и 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.

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 и суфицит/дефицит падавина) као последица глобалног загревања. Очекује се да ће различити климатски чиниоци имати различит утицај на принос и квалитет зрна соје.

Прва подхипотеза претпоставља да ће примена различитих количина ђубрива имати различит утицај на морфолошке особине биљака, принос и хемијски састав зрна.

Друга подхипотеза се односи на 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.

Трећа подхипотеза полази од чињенице да је основа одрживе производње смањење деградације земљишта и активирање микробне аутохтоне популације. Сматра се да ће се уношењем органских ђубрива као и ефективних микроорганизама позитивно утицати на очување агрохемијских и биолошких својстава земљишта.

Постављени проблем истраживања има пуно оправдање, како са теоријског, тако и са практичног становишта.

## 4. Преглед литературе

### 4.1. Одржива пољопривреда

Развијајући своју цивилизацију људски род је, бринући се првенствено за своје преживљавање и личну добробит, нарушио умногоне равнотежу у природи. Ову опасност по целокупни живи свет, човек све јасније уочава, схвата и прихвата (Васић, 2013). Пољопривреда је обично развијена онолико колико и само друштво у коме постоји као привредна грана (Ковачевић и сар., 2011).

Наиме, савремени научно-технолошки прогрес омогућава увећање економског раста и развоја до неслућених размера, али доводи и до нежељених последица као што су ратна разарања, губљење радних места и еколошка загађеност, те се поставља питање: какав је економски развој пожељан? Одговор на ово питање најчешће је одрживи развој, који треба да интегрише претходно искуство, текућу праксу и визију будућности (*The World Commission on Environmental and Development*, 1987).

*Lichtfouse et al.* (2009) износе да упркос невиђеном напретку у науци, која омогућава обилазак планете и откривање субатомских честица, озбиљни земаљски проблеми око хране показују јасно да конвенционална пољопривредна производња није више погодна за исхрану људи и очување екосистема.

Савремени, убрзани и неконтролисани индустријски и технолошки развој, уз пораст становништва и потрошње, довео је до глобалне и националне еколошке проблематике са капацитетима природе. Коришћење земљишног и шумског блага, воде и хидроенергетског потенцијала, па и кисеоника, достигло је крајње границе, погоршавајући квалитет земљишта, смањујући шумске површине, загађујући воду и ваздух, стварајући претњу по здравље људи и дивљих животиња. Потрошња енергије акумулисане у природи (угаљ, нафта, гас) полако се приводи крају, а такође се назире

исцрпљивање многих других природних ресурса (*Lichtfouse et al.*, 2005; *Relyea*, 2005; *Gilliom et al.*, 2006; *Dubrovsky et al.*, 2010; *Слијенчевић и Иванић*, 2013).

*Altieri* (1995) је ближе објаснио да се са оваквим начином пољопривредне производње појављују бројне "еколошке болести". Те болести екосистема се сврставају у две групе: „болести биотопа“ и „болести биоценозе“. Болести биотопа настају штетним емисијама гасова у ваздух, остацима пестицида и тешких метала у води, земљишту и ваздуху, смањењем плодности земљишта, његове деградације, смањењем биодиверзитета микроорганизама, губитком земљишта и другог. Болести биоценозе укључују: губитак генетичких ресурса гајених и дивљих биљака и животиња, смањење и губитак природних непријатеља, штетних инсеката и патогена, појачан број и интензитет штеточина и њихова отпорност на пестициде, хемијско загађење и уништавање природних механизма контроле (*Ковачевић*, 2010а, *Ковачевић и сар.*, 2011).

Зато су бројне негативне последице за земљиште, воду, ваздух, биолошку разноврсност и здравље људи, наметнуле потребу значајнијих промена у пољопривредној производњи и подстакле развој еколошких, социјалних и економских одрживих система који су уводили контролу производње, систем документације и сертификације и самим тим значе сигурност за потрошача (*Ковачевић и сар.*, 2011; *Цвијановић и сар.*, 2013а).

Стога постоје активна разматрања о новим видовима пољопривредних производњи, које би могле да производе више хране на одржив начин (*Godfray et al.*, 2010; *Parfitt et al.*, 2010; *Wezel et al.*, 2014). Да је ово неопходно говоре и чињенице аналитичара, који предвиђају да ће се број становника до 2050. године повећати на 9,1 милијарду, што је за скоро две милијарде више него данас. Овим повећањем већи су притисци на ресурсе, који су значајни и укључени у производњи хране.

*Ољача и Долијановић* (2013) сматрају да је најважнији проблем конвенционалне производње њена енергетска неефикасност, јер троши велику количину енергије .

Потреба за што здравијом средином и бројне негативности које су проузроковане садашњом конвенционалном пољопривредом довеле су до бројних алтернативних праваца будућег развоја пољопривреде, међу којима су интегрална

пољопривреда и тзв. одржива, еколошка односно органска пољопривреда (Ковачевић *и сар.*, 2007; *Foley et al.*, 2011).

Савремени тренд развоја производње хране и газдовања природним ресурсима можемо означити термином одржива пољопривредна производња у оквиру које се са једне стране дефинише прецизна производња (Precision Farming), а са друге стране производња ниских улагања (Low External Input / Low Input Sustainable Agriculture), што у свету представља најшире прихваћен начин производње хране, првенствено због енергетске ефикасности и профитабилности, али и због заштите, очувања и унапређења агроекосистема (*Gerowit et al.*, 2003, *Ковачевић* 2008а).

Прелазак са конвенционалних - индустријских пољопривредних система, код којих је интензивна обрада, употреба великих количина ђубрива и пестицида, ГМО, хормона и антибиотика, доводи до развијања одрживих система преко тзв. "low-input" технологија, а она до органске производње (*Liebman and Davis*, 2000; *Ковачевић и Ољача*, 2005). У органској пољопривреди, природни ресурси као што су земљиште, вода, ваздух и биодиверзитет, се користе на еколошки одржив начин и чувају се за будуће генерације. Пут промене од конвенционалног система ратарења до органског ратарења је процес од минимум три године (*Ковачевић*, 2010а).

Такође, одржива производња мора да задовољи основне стандарде који су постављени од стране Међународног покрета за управљање одрживом производњом, а преко већ поменуте производње са ниским улагањима "low-input". Овај начин производње, подразумева примену агротехничких мера које су модификоване и којима се подржавају и подстичу природни циклуси кружења материје и протока енергије, повећање биодиверзитета. Подразумева кориговано коришћење механизације, где конзервацијски системи земљорадње (Conservation Farming Systems) и систем директне сетве (No-tillage system) имају низ предности. Кориговане агротехничке мере подразумевају и увођење биолошких средстава за исхрану биљака у складу са плодношћу земљишта, врстом гајених усева и технологијом производње.

Стално растући захтеви за конзумирање здравствено безбедне хране поспешују ширење одрживе пољопривредне производње (*Цвијановић и сар.*, 2013б).

*Wezel et al.* (2014) констатују да поједине земље различитих региона света, неке од ових мера у производњи већ примењују годинама или деценијама у

различитим степенима, док су други тек недавно развили нове и унапредили старе системе те имају ограничену брзину примене. Ипак, већина земаља има само средњи потенцијал агроколошких услова за широку примену. То је због још увек ограничених научних сазнања или због неискуства са практичном праксом на фарми, као што су директна сетва и међуредно култивирање, коришћење природних пестицида и примене биопестицида у пољопривреди, а резултат су веома променљиви приноси (*Malézieux et al.*, 2009; *Soane et al.*, 2012).

Одржива пољопривреда обједињује техничке, еколошке и економске елементе производње и бригу за здравље људи, узимајући у обзир различитости пољопривреде и развоја друштва. Већи број дефиниција одрживе пољопривреде настале су као резултат различитих путева ка остварењу постављених циљева (*Лазућ и Шеремешкић*, 2010).

Најутицајнија дефиниција одрживог развоја је она коју је предложила Брутландова комисија: „Одржив развој је онај развој који задовољава садашње потребе, не угрожавајући могућности будућих генерација да задовоље своје потребе“ (*Our Common Future*; 1987).

Према *Ољача и сар.* (2002) „Одржива пољопривреда је начин производње који, посматран у дужем временском периоду, унапређује квалитет животне средине и ресурсе на којима се производња заснива, задовољава човекове потребе за храном и влакнима, има економску исплативост и унапређује квалитет живота фармера и целокупног друштва. Одржива пољопривреда омогућује успешнији развој мултифункционалне пољопривреде, промовишући фармерски тип производње.“

Суштина одрживе пољопривреде према *Ковачевић и сар.* (2011) „чини процесе коришћења и очувања природних обновљивих и необновљивих ресурса, технолошког развоја, инвестирања и институализације, који су уско повезани.“ Превасходно, циљеви морају бити усмерени на изградњи свести на свим нивоима друштва, како би се укључили на државном и регионалном нивоу. Наиме, мора се водити рачуна о приближавању сеоског и градског становништва и смањивању разлика региона у којима се налазе. Оваквом политиком би се смањиле разлике између девастираних и урбаних региона, подстакло развој руралних крајева и смањило проценат напуштања сеоских домаћинстава.

Кључна компонента одрживе пољопривреде је здраво и квалитетно земљиште, те је зато потребно, у циљу повећања и очувања плодности, редуковати обраду земљишта, смањити гажење, настојати да буде под вегетацијом, одржавати ниво органске материје и хумуса како би му се сачувале физичке, хемијске и микробиолошке особине (Lal, 2009; Ковачевић и сар., 2011).

У оквиру одрживе пољопривреде могу се истицати три система: добра пољопривредна пракса, интегрална и органска пољопривреда.

**Добра пољопривредна пракса** се заснива на примени досадашњих искустава везаних за коришћење природних ресурса на одрживи начин, како би се произвела сигурна, здравствено безбедна храна и други пољопривредни производи, на хуман начин и уз обезбеђење економске исплативости и друштвене стабилности. Добра пољопривредна пракса је постављена по принципу HACCP-а (Hazard analyses and Control Critical Points - Анализа ризика и контрола критичних тачака). Стандард добре пољопривредне праксе (GAP – Good Agricultural Practice) је креиран од стране великих трговачких кућа, чија је активност повезана са трговином примарних пољопривредних производа. То доводи до чињенице да корист од примене добре пољопривредне праксе имају пољопривредни произвођачи и потрошачи. Стандард није законски регулисан, али је добровољан и обавезан за произвођаче који имају жељу да своје производе продају великим трговачким кућама. Кључне речи које се везују за добру пољопривредну праксу су: знање, разумевање, планирање, мерење, контрола и управљање.

Основни принципи добре пољопривредне праксе обухватају неопходне ресурсе за производњу, методе и праксе сврстане у 11 елемената, а то су: земљиште, вода, биљна производња, заштита биља, сточарска производња, здравље животиња, добробит животиња, жетва, прерада на фарми и складиштење, управљање енергијом и отпадом, добробит, здравље и сигурност људи, и нетакнута природа и предео.

**Интегрална производња** као део система одрживе производње обједињује све еколошке агротехничке мере стварајући оптималне услове за производњу квалитетне хране уз ограничавање примене хемијских средстава, а у циљу повећања безбедности људи и очувања природне средине. Овај вид производње је модификација конвенционалне производње са рестриктивним применама ђубрива и пестицида, где



је дозвољено гајење ГМО-а и у сточарству је дозвољена вештачка оплодња тзв. ембриотрансфер (Ковачевић, 2010а).

Производња је под сталном пажњом саветодавне службе и контроле производње која се одвија на бази смерница за ову производњу. На основу смерница производи су високе биолошке вредности, а садржај штетних материја испод нивоа законом дозвољених вредности. Интегрална производња најчешће се примењује у производњи воћа и поврћа.

**Органска пољопривреда** се популарно дефинише као пољопривреда која не користи минерална ђубрива и пестициде, међутим она је много више од тога (Ковачевић, 2010а).

Безбедност хране, нутритивни квалитет и безбедност животне средине варирају широм света. Постизање ова три циља је један од највећих изазова у блиској будућности. До сада, развијене методе производње су јасно показале озбиљна ограничења као што је контаминација ланца исхране и воде широм света од хемијских средстава, а смањење хранљиве материје и укуса у плодовима. У наводима *Lairon* (2010) француска Агенција за сигурност хране (AFSSA) дала је исцрпну и критичку процену нутритивног и санитарног квалитета органске хране. На основу извештају AFSSA закључено је да: органски биљни производи садрже више суве материје и минерале (Fe, Mg); садрже више антиоксидативних микронутријената, као што су фенол и салицилне киселине; органски производи животињског порекла садрже више незасићених масних киселина; подаци о нивоу угљених хидрата, протеина и витамина су недовољно документовани; 94% - 100% од органске хране не садрже никакве трагове пестицида; органско поврће садржи много мање нитрата, око 50% мање.

Базичне стандарде за органску производњу дефинисао је покрет IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements - Међународна федерација покрета за органску пољопривреду), који су јединствени и чине основу за разноврсније облике производње који су везани за агроеколошке, економске услове и традицију. Основни принципи који су дефинисани базичним стандардима дају основне карактеристике органске пољопривреде, а односе се на: принцип здравља, принцип екологије, принцип праведности и поштених односа према природи и

животу, принцип неговања и старања са одговорним управљањем производњом, принцип економског профита и заштите животне средине (IFOAM, 2006).

На тим принципима заснивају се документа ЕУ (Директива 2092/91 за биљну производњу и Директива 1804/99 за сточарску производњу, које су замењене са Регулативом Уредбом Савета ЕЗ-834/2007 и Уредбом Комисије ЕЗ-889/2008, односно Регулативом Уредбом Савета ЕЗ-1235/2008 и Уредбом Комисије ЕЗ-1254/2008), Codex Alimentarius (FAO Food and Agriculture Organization of United Nation - Организација за пољопривреду при УН /WHO World Health Organization - Светска здравствена организација). Република Србија је дефинисала органску производњу кроз законска акта Закон о органској производњи (Сл. гласник РС бр. 30/2010), као и подзаконским актима Правилник о контроли и сертификацији у органској производњи и методама органске производње (Сл. гласник РС бр. 48/2011) (Извор: <http://www.serbiaorganica.info/>).

Према дефиницији коју је дала Организација за храну и пољопривреду (FAO) органска пољопривреда подразумева процес одрживог развоја руралне средине у складу са расположивим ресурсима, традицијом и представља заокружену и целовиту фармску производњу: ратарску и сточарску, чиме је обухваћено и очување и обнова природних ресурса као и повратак традиционалним вредностима и знањима, што јој даје посебан облик, као мултифункционална пољопривреда.

У складу са Кодексом прехранбене комисије (Codex Alimentarius Commission – FAO/WHO) и свим постојећим националним прописима „органска пољопривреда је холистички производни и управљачки систем који избегава употребу синтетичких ђубрива, пестицида и генетски модификованих организама, који минимизира загађење ваздуха, земљишта и воде и оптимизира здравље и продуктивност независних заједница биљака, животиња и људи”.

Нове технологије биљних производња ратарских и повртарских усева, уопштено гледајући, захтевају адаптацију најважнијих мера и састоје се од: редукованих система обраде земљишта, нижих норми ђубрења минералним ђубривима, употребе микробиолошких ђубрива, веће диверсификације усева у плодореду (Bárberi, 2002; Kovačević and Lazić, 2012), поготово легуминоза, интегрална заштита биља, одговарајуће сорте, расни састав и семенарство.

Карактеристикама земљишта, уз управљање земљиштом и биљкама, утиче се на њихов развој и ефикасност за биљну производњу (*Gianinazzi*, 2010).

Плодност земљишта зависи од много фактора, укључујући структуру и садржај органске материје у земљишту, његов хемијски састав, посебно садржај хранива, као и водни, топлотни режим (*Ковачевић*, 2010б). Због тога је неопходно успоставити технологију, односно систем мера које доприносе очувању земљишта и његове плодности.

## 4.2. Предности гајења соје у одрживој пољопривреди

Соја има изузетан агротехнички значај у ратарској производњи, јер је одличан предусев другим усевима који долазе после ње с обзиром на ранију жетву, могућност благовремене обраде за озиме усеве и остављање значајне резерве азота у земљишту (*Цвијановић и сар.*, 2013б). Према *Johnson* (1987) постоји много разлога и потреба да се соја гаји у плодореду, 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 и равномерније се користи радна снага и механизација.

Већи број истраживања је дао позитиван утицај гајења соје у плодореду у односу на монокултуру (*Pedersen and Lauer*, 2002; 2004). Гајење соје у монокултури доводи до акулумације проузроковача болести и инсеката, а отежано је и сузбијање корова (*Балешевић-Тубић и Миладиновић*, 2014).

Према *Ненадићу* (1995), соја је добар предусев пшеници, јер соја раније sazрева од кукуруза, па се сетва озиме пшенице може обавити раније. Тиме би се мање користио кукуруз као предусев пшеници. Такође, исти аутор препоручује плодосмену кукуруз-соја-пшеница, док су *Молнар и сар.* (1984) утврдили да у плодосмени кукуруз-соја-пшеница приноси соје нису били статистички значајно већи у односу на принос који је остварен када су предусеви за соју била озима пшеница и друга стрна жита.

Данас се сеју сорте соје створене у нашим агроколошким условима, а начин гајења је прилагођен климатским и земљишним чиниоцима нашег подручја (Миладиновић и сар., 2008). Економски услови се, такође, разликују и често диктирају обим и начин производње, нарочито семенске соје (Ђукић и сар., 2011). У технологији гајења соје је прописано да се на истој парцели соја може гајити тек после две године.

Плодоред је једна од најважнијих агротехничка мера, за чију примену нису потребна материјална улагања, већ дисциплина у редоследу гајења усева у времену и простору. Дефиниција плодореда (Тодоровић, 1955, цит. Ковачевић, 2003) каже да: „Плодоред представља план искоришћавања вегетационе средине, у првом реду климе и земљишта, путем гајења културних биљака у једном одређеном редоследу, и то како у времену тако и у простору“.

На истој парцели смењују, ротирају се биљне врсте на начин да што боље искористе хранива из земљишта уз очување структуре и плодности самог земљишта, за сузбијања корова, болести и штеточина, а може повећати приносе чак и у ситуацијама у којима се примењују значајне количине ђубрива (Bennett, 2012).

Поред ротације усева, здруживање усева, гајење покровних усева је једна од важних мера за побољшање производних карактеристика земљишта и контролу штетних организама. Здруживањем усева, најчешће различитих биљака (стрнина и легуминоза, детелина и трава као међуусева) повећава се заштита главног усева од напада штеточина и корова, као и биолошка активност земљишта (Weiner et al., 2001; Dolijanović et al., 2012; 2013). Филиповић и Угреновић (2012) су закључили да усејавање различитих биљних врста у основне усева, увођење заштитних појасева и екокоридора, омогућено је очување биолошке разноврсности.

Здруживање усева има, такође, низ предности за органску производњу. Поред редуковане биомасе корова, здруживањем усева са сојом повећава се принос биомасе за силажу, смањује се ерозија земљишта, редукују се број фитопатогених организама. Повећава се маса кореновог система на истој јединици површине, а тиме се повећава количина кореновог ексудата који утиче на динамику бројности и ензиматске активности укупног броја микроорганизама и веома значајних физиолошких и систематских група земљишних микроба (Cvijanović and Dozet, 2012). Повећавање

биолошке компоненте у земљишту, повећава се интензитет биохемијских реакција које утичу на процесе хумификације и дехумификације. Може се рећи да здруживање усева има низ предности, које се пре свега односе на побољшање „здравља“ земљишта (Wang *et al.*, 2011), спречавање ерозије (Mazzoncini *et al.*, 2011), заштити квалитета воде (Malone *et al.*, 2014), заштити биолошке разноврсности (Castro *et al.*, 2014).

Здруживањем соје са просоликим житима, смањује се негативан ефекат полагања или недовољне количине растворљивих шећера. Здруживањем соје са кукурузом или пшеницом, значајно се смањује акумулација нитратног азота у земљишту, а тиме и могућност загађења подземних и површинских водених токова (Malone *et al.*, 2014). Улога соје у здруженим усевима је веома значајна, посебно на местима где постоји ризик од болести, штеточина, корова, ерозије и других ризика, који могу утицати на стабилност приноса.

На одржавање плодности земљишта велики значај имају жетвени остаци после соје. Жетвени остаци предусева значајни су у исхрани наредног усева, али они доприносе и поправљању структуре земљишта, као и његовој биогености. Сведоци смо све мањем заоравању жетвених остатака предусева. Жетвени остаци се односе са парцеле и користе за производњу кабасте сточне хране, за добијање топлотне енергије или се спаљују на парцели ради лакше обраде земљишта (Балешевих-Тубић *и сар.*, 2013). Ако се узме у обзир да је примена стајњака све мања, жетвени остаци предусева су једини извор органске материје на обрадивим површинама. Њиховим одношењем са парцела или уништавањем убрзава се деградација и смањивање нивоа хумуса. С обзиром да соја на кореновим длачицама поседује квржице које представљају депозит органског облика азота. Заоравањем жетвених остатака соје, позитивно се утиче на повећање биланса органског азота у земљишту. Зато се предност даје соји, као и другим легуминозама, које имају значај у накупљању азота биолошким путем, који се акумулира у земљишту и представља извор азота за наредну годину, јер искоришћавање азота биолошки везаног је секундарно, односно оно се дешава следеће године. Коренски и жетвени остаци соје се минерализују постепено и у следећој години се искористи 1/3 азота који се у њима налази.

Данас у савременој биљној производњи 50% до 60% основног обима производње условљено је применом минералних комплексних и азотних ђубрива. Разлог наведеног лежи у томе што код обрадивог земљишта део биљних хранива се са пољопривредним приносом износи са поља. То доводи до прекида кружења минералних материја и недостатка хранива, које је потребно зауставити, тако што ће се изнета хранива вратити ђубрењем.

Доступност довољних количина хранива је одлучујући фактор за раст биљака и остваривање приноса у биљној производњи. Оптималне количине основних хранива у органској производњи обезбеђују се најчешће применом органских и природних минералних ђубрива, биљних остатака, коришћењем легуминоза, зеленишног ђубрења и коришћењем земљишних микроорганизама у виду микробиолошких ђубрива, односно биофертилизатора (*Рољевић*, 2014).

Према *Молнар* (1995), 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 (*Миладиновић и сар.*, 2008).

Азот је кључни елемент приноса и најчешће је ограничавајући чинилац остварења високих приноса. Један је од конститутивних елемената који улази у састав протеина, аминокиселина, амина, амида, нуклеинских киселина и др. У земљишту се налази углавном у органском облику (90%), а у атмосфери у елементарном облику ( $N_2$ ) у великим количинама (80%). Међутим, као такав неприступачан је за биљку. Главни неоргански облици азота које биљка усваја из земљишта су нитратни и амонијачни.

Ђубрење азотом је специфично зато што нитратни облик азота, који биљка не усвоји подложен је губицима у виду испирања у дубље, док амонијачни се губи волатизацијом у атмосферу, што доводи до загађења животне средине (*Малешевић и сар.*, 2005). У својим истраживањима *Балешевић-Тубић* (1996) констатује да се повећањем доза азотних ђубрива у производњи соје, већа количина азота може наћи у дубљим слојевима, што потврђује чињеницу да се веће количине минералног азота, које биљка није усвојила у претходној години испирају у дубље слојеве.



За успешно обављања процеса азотофиксације потребно је да су обезбеђени услови, као што је оптимална влажност земљишта (60%-70% пуног водног капацитета), температура, рН средина, присуство минералног азота, као и компатибилна група квржичних бактерија. Да би се процес азотофиксације подстакao и скратило време препознавања биљке и бактерија неопходно их је у земљиште унети са семеном. На овај начин се на површини корена изврши брже груписање ефективних сојева и „инфицирање“ коренске длачице. Поред генетске специфичности и предодређености соје да живи у симбиози са неким бактеријама из рода *Rhizobium*, соја има добар компетитивни однос са слободно живућим азотофиксаторима. Обзиром да су серолошка истраживања показала да постоје сродност између симбиозних и неких врста слободно живућих (асоцијативних) азотофиксатора (*Pseudomonas*, *Arthobacter*, *Azotobacter*) све је већи број истраживања која су усмерена на инокулацију семена миксом симбиозних и слободних азотофиксатора. Према истраживања *Цвијановић и сар.* (2013б) оваква инокулација семена соје позитивно утиче на динамику биогених параметара у земљишту, као и на повећање приноса соје. Данас је примена микробиолошких препарата при сетви соје, обавезна мера, која је економски оправдана, а у одрживој односно органској производњи има велики еколошки значај. *Дозет и сар.* (2012) су утврдили да за већи интезитет азотофиксације, односно бржу редукцију елементарног азота потребно је присуство микроелемената кобалта и молибдена. Улога молибдена у животу биљака утврђена је 1930. године када је откривено да је неопходан за везивање атмосферског азота код *Azotobacteria* (*Bortels*, 1930). Улога кобалта у биолошкој фиксацији молекуларног азота је специфична, па га у том процесу не могу заменити други микроелементи.

Процес биолошке фиксације азота почиње од друге до пете недеље после ницања биљака. Најинтезивније усвајање азота из процеса азотофиксације је у фази цветања и траје до фазе наливања. У овом периоду биљке соје су обезбеђене до 75% потреба за азотом.

За процес клијања и ницања семена соје, као и пораст клијанаца потребе за азотом младе биљке задовољавају из резерви азота, који се налази у котиледонима. За даљи пораст клијанаца и правилан развој корена биљака потребе за азотом су све



израженије. До процеса инфекције и нодулације корена квржичним бактеријама и успосатвљања правилног тока фиксације азота младим биљкама су неопходне додатне количине азота. То су разлози који у многим истраживањима, код нас и у свету, изазивају опречна мишљења: да ли је соји неопходан додатни извор азота. Уобичајена је била пракса да се на земљишту добре структуре, механичког састава са високим нивоом хумуса не уносе додатни извори азота. Међутим, обзиром на смањивање плодности земљишта препоручује се уношење азота само предствено у количини 30-40 kgN/ha, као тзв. „стартно“ ђубрење. Према бројим истраживањима дошло се до закључка да велике количине нитратног азота пролонгирају инфекцију корена, смањују интезитет нодулације. Предствена употреба већих количина азота на плодном земљишту и неповољан водни режим током вегетационог периода смањују принос соје (Ђукић и сар., 2007; Гламочлија и сар., 2010).

Са повећањем количина нитратног јона у земљишту, смањује се интензитет образовања квржица са инокулисаним ефективним сојевима квржичних бактерија, а повећава се проценат квржица формираних аутохтоном популацијом из земљишта (Vargas et al., 2005). Осим тога велике количине соли амонијум јона спречавају синтезу ензима нитрогеназе који је одговоран за редукцију елементарног азота (N<sub>2</sub>).

Зато се може рећи да соја своје потребе азотом подмирује на два начина: усвајањем хранива из земљишта, у виду нитратних (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и амонијачних (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) јона и фиксацијом азота уз помоћ бактерија, превођењем инертног гасовитог азота (N<sub>2</sub>) у амонијум јон (NH<sub>4</sub>) (Ђукић, 2009).

Да би се испољио пуни ефекат ђубрења азотом, као и код осталих агротехничких мера, потребно је да су све агротехничке мере извршене благовремено и квалитетно (Црнобарац и сар., 2008).

Коефицијент искоришћења азота у исхрани соје зависи од природне плодности земљишта, рН, сорте, водног режима и облика употребљеног азота. За образовање 100 kg семена соје које садржи 30% - 50% протеина, потребно је до 10 kg азота, што је за 2,5 - 3 пута више него за формирање 100 kg пшенице. У истраживањима Гламочлија и сар. (2010) ђубрење азотом у количини од 150 kg/ha значајно утицао на повећање броја махуна по биљци. Исти аутори су дошли до

резултата да количина азотног ђубрења од 50 до 150 kg/ha је позитивно утицала на принос, масу семена и масу 1000 зрна.

На стабилност приноса соје поред азота, велики проблем је утврђивање количина фосфорних ђубрива. С обзиром да фосфор реагује са гвожђем, алуминијумом и калцијумом у земљишту и да са тим елементима формира нерастворљиве фосфате често је фосфор недоступан биљкама. Према истраживањима (Aftab *et al.*, 2014) овај проблем може да се реши инокулацијом семена соје мешавином сојевима рода *Bradyrhizobium sp.* и *Pseudomonas sp.* који побољшавају доступност N и P самој биљци. Исти аутори су утврдили да коинокулацијом сојевима *Bradyrhizobium sp.* и *Pseudomonas sp.* у третману са P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> резултирало повећањем приноса од 38% у контролисаним условима и 12% у пољским условима, у поређењу са применом само P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Поједини ефективни сојеви *Bradyrhizobium japonicum* продукују 74,64 ug/mL индол сирћетне киселине и 261,2 ug/mL гиберелинске киселине. Такође, су утврдили да поједини сојеви *Pseudomonas sp.* произведе 8034 ug/mL индол сирћетне киселине и 1766 ug/mL гиберелинске киселине. У оваквим смешама и коинокулацијама појачава се ефикасност појединих врста микроорганизама, као што је у овом случају појачана ефикасност *Bradyrhizobium japonicum* до 46% у поређењу са инокулацијом само са *Bradyrhizobium japonicum*.

С друге стране, различите количине и врсте ђубрива које су коришћене у исхрани предусева значајно утичу на поједине параметре приноса, висину и приноса и хемијски састав зрна. Заоравање жетвених остатака предусева кукуруза, доводи до повећања приноса и квалитета зрна соје (Балешевећ-Тубић *и сар.*, 2013), што је и потврдио Букић *и сар.* (2016) у двогодишњим истраживањима на варијанти са применом 100 и 150 kg/ha азота уз заоравање жетвених остатака у комбинација са и без инокулације семена са микробиолошким препаратом НС-Нитрагином. Тако, према Дозет *и сар.* (2012) висина биљака и висина биљака до прве махуне значајно су имале веће вредности при заоравању жетвених остатака предусева, док су вредности параметара опадале када су жетвени остаци уклоњени.

Према истраживањима Букић *и сар.* (2010) велике количине азота коришћене код предусева соје утицале су на смањење приноса соје и приноса уља по јединици

површине, што је у компарацији са истраживањима *Дозет и сар.* (2010б), где је утврђено да су количине уља у зрну соје биле смањене код примене 200 kgN/ha.

Од момента изолованих квржичних бактерија (*Beijerincki*, 1888), константно се тежи њиховој примени у производњи легуминозних биљака. Данас се зна да је заједница симбиозних бактерија и легуминозних биљака јединствена и корисна за оба партнера и препарати са квржичним бактеријама су широко распрострањени.

Развојем органске пољопривреде појављују се све веће потребе за коришћење резултата животне активности великих група микроорганизама. Највећи значај имају оне групе које имају функцију биопестицида и биофертилизатора. Последњих неколико година све је већи број истраживања која се односе на примену мултиплиних инокуланата са великом групом ефективних (ареобних и анаеробних) микроорганизама издвојених из природних станишта. Ефективни микроорганизми, поред азотофиксације, минерализације органских облика фосфора у земљишту, синтетишу активне материје ферменте, аминокиселине, витамине, фунгицидне материје које директно или индиректно утичу на раст и развој биљака.

Према *Higa* (2003) ефективни микроорганизми производе антиоксидансе и спречавају развој и раст слободних радикала, чиме доприносе квалитету здравствено безбедне хране.

*Joseph et al.* (2016) сматрају да употреба ефективних микроорганизама у одрживој пољопривреди треба увести као нов метод превентивних мера, чиме се смањује негативан ефекат који произилази из употребе синтетичких ђубрива и пестицида, а тиме смањује ризик како еколошких загађења, тако и по здравље људи.

### 4.3. Предности примене метода биофизике за одрживу пољопривредну производњу

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 (*Раковић, 2008*).

Према *Bialek* (2012) највећа биофизичка открића десила су се тек у XX веку, указујући да је биофизика веома млада област физике, која се још увек налази у бурној развојној фази. Свакако да је највећи продор остварен у молекуларној биофизици, на плану структуре и функционалности биополимера (протеина, ДНК и РНК), и њиховој повезаности са генетским кодом. Најстарија област је биофизика ћелије, која проучава структуру и функционалност ћелија и њених органела (мембране, цитоскелети, митохондрије). Осим горе поменутих теоријских метода, коришћених у молекуларној биофизици, овде се широко користе и методе неравнотежне термодинамике отворених система, као и електромагнетике. Последњих деценија накупљен је обиман експериментални материјал, који недвосмислено указује на биолошке ефекте електромагнетних поља, јона и јонизујућег (радиоактивног) зрачења (*Раковић, 2008*).

Амерички истраживач *Adey* (1980) је кроз своја дугогодишња истраживања показао да слаба електромагнетна поља могу проузроковати хемијске, физиолошке и бихевиоралне промене у организму, само у одређеним "прозорима" у фреквенцији и интензитету!

### 4.4. Електромагнетна зрачења

Природна електромагнетна поља и зрачења су садржана у целокупној материји која нас окружује на свим нивоима организације, од свемира до микро свемира (*Миловановић Кањевац и Милојевић, 2010*). Зрачење је пренос енергије

путем честице или таласа. Зрачење које се преноси путем честица тзв. фотони, се назива корпускуларно зрачење, а оно које се преноси у облику таласа се зове електромагнетно зрачење (*Констатиновић и сар.*, 2006). У савременом свету електромагнетска зрачења техничке природе су постала јако интензивна па не постоји простор на планети до којих не допиру. Тако су живи свет и људи непрекидно изложени овим зрачењима различите фреквенције и таласних дужина.

**Електромагнетно зрачење** представља електромагнетна таласна кретања која могу да настану и да се преносе како у материјалној средини, тако и вакууму (безваздушном простору) брзином светлости (сва 300.000 km/s). Електромагнетно зрачење представља енергију коју електромагнетни таласи преносе кроз простор, када интерреагују са материјом.

Електромагнетни талас се састоји од два таласа који су уствари наизменична комбинација осцилације електричног и магнетног поља у простору и времену. У свакој тачки простора у одређеном времену, кроз коју пролази електромагнети талас, постоје истовремено оба поља, чији су вектори интензитета узајамно нормални, што доводи до тога да су електромагнети таласи трансверзални.

**Електрично поље** је простор око наелектрисаног тела у којем се манифестује деловање силе на друга наелектрисана тела.

**Магнетно поље** је простор у којем се опажа деловање једног магнета на друге магнете или деловање једне струје на другу. Када се у отвореном осцилаторном колу (антени) изазову електромагнетске осцилације - таласи у простору око њега настаје електромагнетско поље. Електрично и магнетно поље нису више одвојени већ чине једну целину. Теорију електромагнетног поља поставио је Џејмс Максвел (*James Clerk Maxwell*), а Хајнрих Херц (*Heinrich Rudolf Hertz*).

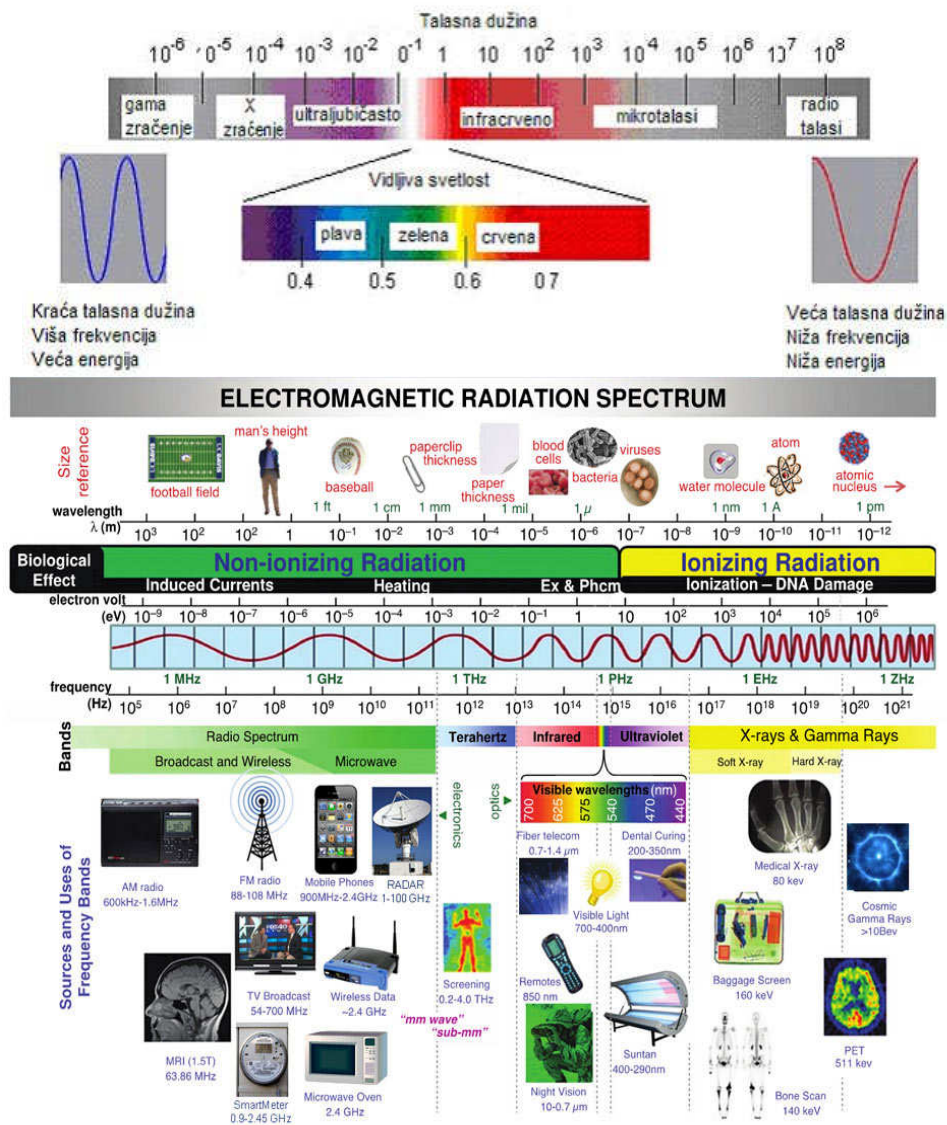
Једна од главних карактеристика које дефинишу електромагнетно поље је њена фреквенција ( $f$ ) – број промена у секунди или еквивалентно, таласна дужина ( $\lambda$ ) (*Tipler, 2004; Parsi, 2007*).

Фреквенција - учестаност описује број осцилација или циклуса у секунди, док таласна дужина описује растојање између два узастопна максимума таласа. Отуда се таласна дужина и учестаност нераскидиво преплићу: како се таласна

дужина смањује (краће таласне дужине), фреквенција се повећава (фреквенција је већа).

Скуп свих електромагнетних таласа чине електромагнетни спектар, који се дели према различитим фреквенцијама, односно таласним дужинама.

Електромагнетни спектар је подељен на јонизујући и нејонизујући део. Према фреквенцији, електромагнетно зрачење је подељено на јонизујуће и нејонизујуће. Јонизујућа и нејонизујућа зрачења нису строго раздвојена у електромагнетном спектру. Опште прихваћена граница је на таласним дужинама око 1 nm у ултраљубичастом подручју, односно у области видљиве светлости (монохромска светлост) (Слика 3 и 4).



Слика 3. Електромагнетни спектар (Извор: [www.google.com](http://www.google.com))

Слика 4. Подела јонизујућих и нејонизујућих зрачења (Извор: [www.google.com](http://www.google.com))

Према количини енергије коју електромагнетни таласи преносе, зрачења се могу поделити у две велике класе: *јонизујућа зрачења* и *нејонизујућа зрачења*. Различита количина енергије коју ова зрачења преносе, као и другачије особине простирања у зависности од фреквенције, имају за последицу и другачији утицај на живе организме.

Јонизујуће зрачење је електромагнетно или честично зрачење које може да јонизује материју, чија је енергија већа од 12,4 eV. Назив јонизујуће потиче од ефекта који то зрачење изазива при контакту са материјом: проласком кроз материју зрачење предаје енергију атомима и молекулима који је чине, изазивајући избацивање електрона из њихове путање око језгра. Погођени атом губи електронеутралност, постаје непотпун - јонизован и веома реактиван. У живим системима ово производи ланчану реакцију која може довести до активације различитих ћелијских механизма и као последицу имати деградацију ћелија и ткива, некада и смрт изложеног организма.

У јонизујућа зрачења према својој природи спадају следећа електромагнетна зрачења:

- Алфа зрачење је честично зрачење, какво на пример даје двоструко позитивно наелектрисано језгро атома хелијума;
- Бета зрачење је честично зрачење, које даје једноструко негативно наелектрисане електроне и позитроне;
- X-зраци су електромагнетни таласи са таласним дужинама од  $10^{-9} - 10^{-12}$  m и
- Гама зраци су електромагнетни таласи са таласним дужинама мањим од  $10^{-12}$  m.

Јонизујуће зрачење обухвата и неутронско зрачење које настаје у нуклеарним реакторима процесом фисије.

Нејонизујућа зрачења су електромагнетна зрачења која имају енергију фотона мању од 12,4 eV. Ово зрачење не поседује довољну енергију да изазове јонизацију атома у живим организмима, због чега се сматрају мање штетним од јонизујућих зрачења. Природни извори нејонизујућих зрачења су ретки и изразито слаби. Једини извори су Сунце, удаљени пулсари, остали космички извори, као и земаљски извори као што је муња или Земљино магнетно и електрично поље. Сви остали извори нејонизујућих зрачења су производ људске делатности.

У нејонизујућа зрачења према својој природи спадају следећа електромагнетна зрачења:

- Ултравioletно зрачење (100-400 nm);
- Видљиво зрачење – светлост (400-780 nm);
- Инфрацрвено зрачење (780 nm – 1 mm);
- Радио-фреквенцијско зрачење (10 kHz – 300 GHz);
- Електромагнетно поље ниских фреквенција (0-10 kHz);
- Ласерско зрачење;
- Ултразвук преко 20 kHz.

Границе свих зрачења/таласа нису јасно дефинисане и преклапају се (Samuelsson, 2015) (Табела 3).

Табела 3. Преглед међународних ознака фреквенцијских опсега

Ознака	Опсег	Таласна дужина	Пун назив
ELF	3 do 30 Hz	100.000 km do 10.000 km	екстремно ниске фреквенције
SLF	30 do 300 Hz	10.000 km do 1.000 km	супер ниске фреквенције
ULF	300 do 3000 Hz	1.000 km do 100 km	ултра ниске фреквенције
VLF	3 do 30 kHz	100 km do 10 km	врло ниске фреквенције
LF	30 do 300 kHz	10 km do 1 km	ниске фреквенције
MF	300 do 3000 kHz	1 km do 100 m	средње фреквенције
HF	3 do 30 MHz	100 m do 10 m	високе фреквенције
VHF	30 do 300 MHz	10 m do 1 m	врло високе фреквенције
UHF	300 do 3000 MHz	1 m do 10 cm	ултра високе фреквенције
SHF	3 do 30 GHz	10 cm do 1 cm	супер високе фреквенције
EHF	30 do 300 GHz	1 cm do 1 mm	екстремно високе фреквенције
	300 do 3000 GHz	1 mm do 0,1 mm	

(Извор: [www.google.com](http://www.google.com))

Данашња цивилизација увелико користи електромагнетне таласе и поља у читавом низу технологија, који се до пре само једног века није могао ни замислити. Нејонизујућа зрачења, настала људском делатношћу, користимо свакодневно кроз комуникације, радио и телевизију, као електричну енергију, за транспорт, у медицини, код рачунара. Продор у свемир и његово изучавање незамисливи су без електромагнетних таласа, као и продор у свет микрочестица.

Јонизујућа зрачења су знатно опаснија по здравље људи од нејонизујућих. Када је у питању квалитет живота људи, могу се посматрати са два аспекта: утицај на развој људске заједнице и утицај на здравље људи тј. биолошки ефекат. Нејонизујућа зрачења су далеко у већој употреби од јонизујућих, и не представљају ризик по здравље људи (Arsovski et al., 2009).



Ако меримо допринос електромагнетних зрачења односно поља на развој и добробит људске заједнице и негативне ефекте по здравље људи, можемо закључити да су позитивни ефекти далеко испред негативних ефеката. Заправо употреба електромагнетних поља и таласа је темељ развоја савремене цивилизације (*Миловановић Кањевац и Милојевић, 2010*).

Физичар Винфред Ото Шуман (*Winfried Otto Schumann*) још је 50-тих година прошлог века открио феномен електромагнетне резонанце из дела спектра земљиног магнетног поља изузетно ниске фреквенције која се шири између земљине коре и јоносфере. Ове резонантне фреквенце су познате као "мождани таласи" и њихово постојање од пресудног је значаја за правилно функционисање живих бића (*Williams, 1992*). Сва жива бића емитују електромагнетно поље и таласе у фреквенцији од 0 до 25 Hz. Наша планета, тј. природа, има своју Шуманову фреквенцију од 7,8 Hz и свака ћелија у здравом и ментално стабилном организму користи је као референтни систем. Одсуство ове природне фреквенце може довести до озбиљних проблема имуног система, стварајући на тај начин за живот изузетно неповољну и геопатогену средину, где фреквенца може достићи вредности и до 250 Hz.

Стручњаци НАСА-е су ово имали у виду при конструкцији летелица са људском посадом за свемирска истраживања, при чему су у њих уграђивани уређаји за вештачко генерисање ове фреквенције како здравље посаде не би било угрожено. Поремећаји могу настати и природним путем (подземни водотокови, геолошке пукотине, одређене минералне наслаге) и вештачким путем (темељи високих зграда, канализациони системи, подземни системи, арматурне мреже каблови за дистрибуцију електричне струје).

Многи организми, такође, користе геомагнетна поља за оријентацију и навигацију. Такозвани магнети пријем је пронађен у бактеријама, рибама, птицама, гмизавцима, инсектима и сисарима (*Pazur et al., 2007; Solov'yov and Schulten, 2012*), који омогућава организмима осећај за оријентацију и навигацију.

Електромагнетна зрачења која се користе у пољопривреди се грубо могу поделити на природна и вештачка. Природна зрачења су сви видови зрачења која су корисна (или штетна), а која долазе из извора на које човек не може да утиче, као што је на пример Сунце. Вештачка – техничка зрачења су произведена од

стране људи и у ту групу спадају зрачења за која се користе различити уређаји (Константиновић и сар., 2006).

Природна видљива светлост је такође вид електромагнетне енергије, која игра важну улогу у расту и опстанку врста у нашем екосистему. На пример, дрвеће и биљке имају низ светлосних апсорбујућих молекула који им омогућавају да реагују на промене у природном окружењу светлости (Parsi, 2007).

Светлосна сигнализација на тај начин регулише промене у структури и форми, као што су клијање, проширење листа, издужење вретена, иницијација цветања и синтеза пигмената. Ове фотоморфогенетске особине као одговори дају огромну предност за преживљавање организама. Од интереса је да се утврди да ли остали чланови породице електромагнетних таласа, поред видљиве светлости, могу утицати на биљке и семена, поготово због све мање извора природних ресурса, који су неопходни за будући опстанак човечанства (Johnson, 1972).

Физички третмани су међу најстаријим познатим третманима за третирање побољшања здравља семена. Због успеха хемијских производа за третирање семена физичке методе су заборављене. Традиционалне физичке методе су различите комбинације топле воде, паре, ултразвука, топлим ваздухом и др. (Micheloni et al., 2002).

Напредак хемијске технологије је изазвао научну и производну револуцију у пољопривреди, а са друге стране низ негативних последица, које се огледају у паду отпорности биљака, смањењу приноса семена и капацитета родности земљишта.

Данас, за производњу једне јединице производа из пољопривреде је потребно десет пута више енергије него на почетку прошлог века, па многи пољопривредни стручњаци траже могућности за повећање ефикасности и ефикасно коришћење енергије биљака.

Сви живи процеси у великој мери зависе од размене енергије између ћелија и животне средине. У случају употребе хемијских мера потребне супстанце се директно уносе у ћелију. У случају са физичким третирањем, енергија уведена у ћелије ствара услове за молекуларне трансформације и као резултат се стварају потребне супстанце за ћелије. Ово је основни концепт "квантне пољопривреде" о којем се интензивно расправља у последњих неколико година (Aladjjayan, 2007).

Сматра се да су биофизичке методе корисне за биљке, које су способне да вегетирају на вишем нивоу енергије. Ово се заснива на чињеници да физичке методе могу повећати енергију за унутрашње трансформације енергије, независно од њиховог порекла, које даље повећавају електропотенцијал мембране (*Hoseini et al.*, 2003, *El-Gizawy et al.*, 2016).

Суштина биофизичке стимулације на семену и биљкама реализује се кроз повећање енергетског биланса, интензивирање размене материја и активирање процеса раста биљака, а самим тим и приноса. Исто тако, констатовано је да утицај спољних електромагнетних поља доводи до активирања јона и поларизације дипола у живим ћелијама (*Moon and Chung.*, 2000; *Zhao et al.*, 2012).

Под нормалним физиолошким условима, ћелијска мембрана пропушта јоне и хидрофилне молекуле. Када је ћелијска мембрана изложена електромагнетним пољем, то може довести до повећане пропустљивости за воду и минералне материје (*Liu et al.*, 2014).

Активирање раста биљака, посебно клијања може се убрзати коришћењем оптималне фреквенције спољног електромагнетног поља (*Aladjadjiyan*, 2007). Међутим, механизам утицаја се и даље слабо разуме (*Maffei* 2014), а о поновљивости ефеката електромагнетног поља, које може бити корисно за биљке и животиње, се разговара већ више од једног века (*Vanderstraeten and Burda*, 2012; *Occhipinti et al.*, 2014).

Сматра се да се електричним или магнетним третманима побољшавају животне способности семена, утицајем на биохемијске процесе, који укључују слободне радикале, који стимулишу активност протеина и ензима (*Jarayam et al.*, 1991; *Radhakrishnan & Kumari Ranjitha* 2012; *Poinapen et al.*, 2013b).

Утицај физичких фактора на организме утиче на диелектрична својства (пропустљивост) биомембране. Способност за поларизацију, а самим тим и могућност да пређе из нижих ка вишим електричним нивоима, под различитим физичким, хемијским или механичким утицајима су основне карактеристике диелектрика.

Ове методе не проузоркују промене у физиолошким путевима који су под контролом генетских прописа. Стога, користећи ове методе на одговарајућим фреквенцијама неће довести до генетских промена (*Hoseini et al.*, 2003; *Ghodbane et al.*, 2013).

Биолошка стимулација промовише виталност и издржљивост биљака у неповољним климатским условима, тиме и мање потреба за хемијским ђубривима и пестицидима и заузврат њихов негативни утицај на животну средину ће бити сведен на минимум (Saulis, 2010).

Одређене електромагнетне фреквенције/интезитети и времена експозиције су опасни за животну средину, што је често повезано са синдромима рака, леукемије, психичко-менталних промена. Истраживачи који раде у области електромагнетне енергије са животињама и биљкама имају различита мишљења у погледу њиховог дејства, јер гледају само на позитивне ефекте - раст биљака и семена.

Због велике разноликости живих организама и физичких појава, интеракције електромагнетне енергије са биолошким организмима су веома сложене. Сваки живи организам реагује другачије на зрачење и интеракције зависе од енергије фотона. Интеракција укључује атомске промене, прекид хемијске или генетске везе, прекид и могуће стварање топлотне енергије (Shckorbatov 2014; Vian et al., 2016).

Површинске интеракције или дубоки продори енергије су такође могућност. Предност има коришћење електромагнетних третмана као биостимулатора у односу на традиционалне хемијске процесе, јер не оставља никакав токсични ефекат (Macovei et al., 2014).

Излагања електричним, магнетним и електромагнетним пољима су дала позитивне и негативне ефекте у многим истраживањима, као што је стопа клијања, тежине семена, висине биљке, садржаја протеина, продуктивност, величине листа, масу плода, број плодова итд. Различите фреквенције и време трајања експозиције су коришћени за различите експерименте. Резултати зависе од особине семена, врсте биљака, фреквенција и времена трајања. Неопходно је сазнати праву комбинацију за различите врсте биљака (Staykova et al., 2008).

Осим тога, да би се обавила истраживања са електромагнетним третманима пред сетву, пожељно би било прикупљање података о присутним статичким магнетним пољима, којима је земља константно изложена, што често недостаје у литератури (Maffei, 2014).

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. На тај начин се остварује уштеда у енергији и смањује интензитет разлагања створене органске материје, што утиче на повећање приноса и побољшање квалитета биљних производа (*Маринковић и сар.*, 2006).

#### 4.5. Биофизичке методе

Сви биолошки системи су осетљиви на деловање електричних и магнетних поља, како природних која се јављају нпр. при свакој промени времена, олуји и удару грома, тако и оних изазваних дејством пулсирајућег електромагнетног поља (ПЕМП) (*Милошев и сар.*, 2001).

Иако у овом тренутку многа питања у вези са механизмима и даље остају без одговора, чињеница је да је овај проблем изузетно сложен, и захтева интердисциплинарна истраживања, поготово што су биолошки системи изузетно осетљиви на зрачење, а истраживања на овим апликацијама представљају веома одговоран задатак (*Vasilevski*, 2003).

Многи резултати су показали ефекте на раст и развој биљака, као резултат повећања биоенергије, настале "пумпањем" хелија са додатном енергијом, чиме се повећава биоенергетски ниво у организмима (*Injushin*, 1990).

Иако су одавно познати природни извори различитих врста зрачења, проучавање њихових ефеката на биљни и животињски свет добило је на значају тек развојем метода техничких и извора зрачења које је човек створио. Данас је област примене најразличитијих врста и доза стимулације веома разноврсна (*Milošev and Pekarić-Nadž*, 1999; *Матавуљ и сар.*, 2002, *Araújo et al.* 2016).

Биофизичке методе које се примењују у пољопривреди, према доступној литератури и истраживањима (*Vasilevski*, 2003; *Parsi*, 2007) су:

1. Електромагнетна стимулација;
2. Магнетна стимулација;
3. Зрачења са ласерском светлошћу;

4. Зрачење живих организама са УВ и гама зрацима, ултразвуком, јонизујућим зрачењем;
5. Дијалектичко одвајање и стимулација семена;
6. Резонантно имплусна електромагнетна стимулација семена и биљака са екстремно ниским френвенцијама (РИЕС ЕНФ);
7. Примена ефекта "златног прелаза" електромагнетних поља и принципа "Кеопс пирамиде" и
8. Електромагнетна стимулација за сузбијање корова.

## **4.6. Механизми интеракције физичких агенса са биљкама**

### **4.6.1. Магнетно поље**

Прве студије са магнетним пољем су објављене од стране *Savostin* (1930), који је пратио раст стопе истезања садница пшенице под магнетним условима.

Утицај магнетног поља на биљке зависи од његове јачине и карактера (*Aladjadjyan*, 2012), те према томе магнетно поље може бити статичко са константном магнетном индукцијом или наизменично (*Aguilar et al.*, 2009), осцилирајуће (*Racuciu*, 2011) и пулсирајуће (*Bilalis et al.*, 2012).

Механизам утицаја магнетног поља на семе и биљке још увек није познат, али се може рећи да механизам статичког магнетног поља се разликује од механизма наизменичних магнетног поља. Позитиван ефекат се посматра кроз коришћење нижих вредности магнетне индукције наизменичног у односу на статичко поље (*Pietruszewsk and Martínez*, 2015).

Међу првим истраживачима *Murphy* (1942) је уочио промене у клијању под утицајем магнетног поља, док је *Akoynoglou* (1964) изнео да су активности неких ензима повећане због изложености деловању магнетног поља.

Ефекти магнетног поља доводи се у везу са отпуштањем слободних радикала и процеса у мембрани ћелије. Експериментално је доказано да магнетно поље може променити активности неких ензима као што су каталазе, супероксид-дисмутазе, глутатион редуктазе, глутатион трансферазе, пероксидаза, аскобтате

пероксидазом и полифенолокидазе. Експерименти су изведени на неколико биљних врста, укључујући грашак, ротквице, соју, краставац, боб, кукуруз, першун и пшеницу (*Radhakrishnan and Kumari* 2013; *Serdyukov and Novitskii* 2013; *Haghighat et al.*, 2014).

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).

До позитивних ефеката употребе сталног магнетног поља дошли су *De Souza et al.* (2006) у истраживању повећања клијања семена парадајза, *Samy et al.* (1998) су утврдили раније цветање и повећање приноса купуса, *Flores et al.* (2006) код сунцокрета и кукуруза.

*Ablu El-Yazied et al.* (2012) су третирали семе парадајза и воду за наводњавање са магнетним пољем јачине 100 гауса (Gs) у трајању 15 минута и закључили да је дошло до вегетативног пораста, повећаног садржаја фосфора и укупног приноса, а до смањене рН вредности земљишта.

*Flórez et al.* (2012) наводе резултате повећања клијања семена жалфије и невена 60% за три дана у односу на контролу. *Nedialkov et al.* (1996) су коришћењем предсетвеног третмана са магнетним пољем доказали позитиван утицај на семену соје, кукуруза, грашка, бамије и пасуља, у смислу повећања приноса у односу на контролу.

*Aladjadjiyan* (2002) је доказала утицај магнетног поља на повећање клијања, што се одразило на развој изданака, свеже масе и дужину изданака биљака кукуруза, соје (*Aladjadjiyan*, 2003).

Семе грашка изложени магнетном пољу снаге 60, 120, и 180 mT за 5, 10, и 15 минута пре сетве је испољило пораст клијања за 86%, 13% и 205%. Надаље, утврђено је да изложеност 5 минута магнетном пољу интензитета 60 и 180 mT су значајно побољшани параметри клијања семена грашка и ови третмани могу се практично користити за убрзавање клијавост семена грашка (*Iqbal et al.*, 2012).

Сличне резултате су имали *Vakharia et al.* (1991) код листа кикирикија, под утицајем магнетног ефекта на пољу кикирикија. У истраживању, принос махуна

порастао је са 8,3 на 9,3 и 10,2 g и бујност хабитуса, дужина корена и садржај уља су такође били повећани.

Према *Pietruszewski and Kania* (2010) принос семена пшенице у варијанти са стимулацијом семена са магнетним пољем је већи у односу на контролу. Различитим комбинацијама стимулације семена статичним магнетним пољем од 0 до 1,5 T, експозиције од 5 до 20 минута, у односу на контролу су утицале на раније клијање и ницање семена пшенице, повећање дужине корена и клијанаца, као и повећање биохемијских параметара (растворљивости шећера и амилазе) (*Golshani and Asgharipour*, 2014).

Утицај различитих учесталости у магнетним третманима се може приписати ефектима на јонима у ћелији. Они имају способност да апсорбују магнетну енергију (*Martínez et al.*, 2009, цит. *Aladjadiyan*, 2012).

Један од могућих објашњења позитивних ефеката магнетних третмана може се наћи у својствима неких атома/молекула у биљној ћелији и неким пигментима. Магнетне особине молекула одређују њихову способност да апсорбују енергију магнетног поља, а затим трансформишу у другу врсту енергије и касније пренесу добијену енергију на друге структуре у биљним ћелијама и тако их активирају (*Aladjadiyan*, 2012).

*Shine et al.* (2011) у својим истраживањима су предпоставили да се после третмана магнетним пољем повећава концентрација  $\text{Ca}_2^+$  јона у ћелији. Повећана концентрација  $\text{Ca}_2^+$  јона вероватно игра улогу сигнала да ћелија раније уђе у митозу. Магнетно поље утиче и на електропроводност (*Szczes et al.*, 2011; цит. *Aladjadiyan*, 2012) мењајући статус ћелија.

Према новијим истраживањима *Baghel et al.* (2015) су установили да третирање биљака соје и кукуруза магнетним пољима повећава интезитет процеса фотосинтезе, органске материје, биомасе и приноса. Код третмана семена соје и кукуруза (*Kataria et al.*, 2015) је уочена висока стопа клијања и виталност поника, због брже асимилације воде, која је резултирала и бржој хидратацији и активирању ензима за ницање и клијање.



#### 4.6.2. Електрично поље

Ранија истраживања објашњавају могућност примене електричне енергије у пољопривреди за различите намене: третман семена, раст садница, раст биљака, контролу инсеката и др. Иако су циљеви тих истраживања били добри, њихови уређаји, експериментални дизајни методе, процес, дозирање, амплитуда напона, и време третмана нису довољно научно истражени, тако да су често добијали негативне резултате (*Gui et al.*, 2013).

Постоји доста позитивних извештаја у вези са излагањем семена електричним пољима различитих интензитета. Уништавање микроорганизама у течности помоћу електричних поља високог интензитета је детаљно испитивана од стране многих научних радника (*Mizuno and Hori*, 1988; *Jarayam et al.*, 1991) и већ је патентирани метод за очување течне хране (*Parsi*, 2007; *Salvia-Trujillo et al.*, 2011).

*Morar et al.* (1993) су испитивали утицај електричног поља на штетне микроорганизмиме, који се налазе на семену кукуруза и пшенице. Истраживања спроведена „*ex situ*“ су показала повећање приноса кукуруза и пшенице за 10% након третирања. Повећање приноса се може повезати са стерилишућим ефектом примене високонапонске енергије. *Gandhare and Patwardhan* (2014) су испитивали утицај електричне енергије на семе парадајза, ради побољшања клијања семена, дужине раста корена и ластара и животне способности семена, где су добили очекиване позитивне резултате истраживања.

#### 4.6.3. Електромагнетно поље

Квалитет електромагнетног поља је важно прецизно дефинисати. С обзиром на ширину појма електромагнетизма, важно је уочити да постоји широк спектар механизма и феномена који се могу приписати овој области истраживања. Ово захтева детаљно познавање квалитета електромагнетног поља, односно интензитета, фреквенција које се изучавају и таласног облика. На

пример, механизми магнета за фрижидер и мобилних антена поседују електромагнетно поље у својој природи. Међутим, квалитет њихових електромагнетних поља је у толикој мери различит, да се њихови ефекти не могу поредити.

Значајност употребе електромагнетног поља се огледа у многим истраживањима спроведеним на семену, једногодишњим и вишегодишњим биљкама, микроорганизмима, земљишту и води за наводњавање.

Наиме, највише су вршена истраживања на семену и биљним врстама. Остварени ефекти се објашњавају интеракцијом ћелијских система са електромагнетним пољима, на нивоу интерћелијских сигнал-трансдукционих путева (Adey, 1980; Blank, 1992). Такође, постоје констатације о повећању ензимске активности код биљака (Harkins and Grissom, 1994; Abdollahi et al. 2012), као и повећана синтеза нуклеинских киселина и протеина код биљака (Moskov and Stojanov, 1968, (Radhakrishnan and Kumari, 2012)). Повећање пропустљивости мембране семена за воду утврдио је Chaplin (2001). Деловање електромагнетне стимулације на промену структуре молекула воде у ћелији, што повољно делује на ћелију приметили су Subas et al. (1994) и Yamabhai et al. (2014).

Већина научника се слаже да је ћелијска мембрана примарна локација на којој се ове интеракције дешавају, и настављају даље одатле (Velkoski et al., 2005; Marinković et al., 2008), где заједно са ензимима одржава и побољшава даље активности ћелије (Tan et al., 2014). Piacentini et al. (2001) указују на то да у зависности од комбинација различитих фреквенција електромагнетних поља може имати стимулативни или инхибиторни ефекат на раст ткива биљака зависно од биљне врсте која је укључена. Према Маринковић и сар. (2002b, 2003a), природа ефекта зависи од хибрида, биљне врсте, агроколошких услова, фреквенције на терену, периода излагања и геомагнетских прилика. Калинин (2001) указују да електромагнетна поља стварају: енергетске ефекте, биофизичке и биохемијске ефекте и информационе ефекте у третираним биљкама.

Milošev and Pekarić-Nađ (1999), Милошев и сар. (1999), Rončević et al. (1998), Milošev and Šeremešić (2004) на основу својих истраживања сматрају да фреквенција од 72 Hz и 30 Hz изразито стимулативно утиче на раст и развој биљака озиме пшенице. Испитивањем утицаја стимулације семена пшенице електромагнетним пољем са четири различите фреквенције и три различита

времена стимулације, дошло се до закључка да најбоље резултате даје варијанта 30 Hz са експозицијом од 30 минута (Милошев и Шеремешкић, 2005).

Према Милошев *и сар.* (2001) највећи проценат изниклих биљака јарог јечма био је на варијанти фреквенције 72 Hz у трајању од 90 минута, где су биљке и најраније сазреле. Такође, на истој варијанти остварена је најмања висина биљака и најнижи принос. Највећа висина биљака остварена је на варијанти 15 Hz и 90 минута, где је утврђен и највећи принос.

*Marinković and Borcean* (2009) су објаснили дугогодишњу тенденцију истраживања утицаја електромагнетних таласа екстремно ниских фреквенција (распона од 0-100 Hz) за биљну стимулацију. Ове методе се користе за добијање еколошких производа, повећања морфолошких особина, приноса и производа бољег квалитета.

Примена електромагнетног поља у истраживањима *Маринковић и сар.* (2000, 2002a), су остварили велики број повољних ефеката код шећерне репе (повећање масе корена, површине листа, приноса шећера и већу дигестију) и кукуруза (повећање површине листа, већу масу надземног дела и повећање приноса зрна).

*Halgamuge* (2015) је утврдио да посматрани ефекти на раст соје значајно зависе од јачине поља тј. до јачине фреквенције.

*Ursache et al.* (2009) су испитивали различите фреквенције електромагнетних таласа на младом усеву кукуруза, што је довело до пораста хлорофила, а тиме до интезивније фотосинтезе и веће биомасе кукуруза.

*Marinković et al.* (2002b, 2003b, 2004, 2006) су добили значајне резултате у повећању приноса и протеина у зрну код пшенице и јечма, који се слажу са резултатима *Milošev and Pekarić-Nadž* (1999), *Qiu* (2011) и *Kumar et al.* (2015).

*Aksyonov et al.* (2001) су утврдили да електромагнетни третман утиче на клијавост семена пшенице и позитивне промене у клијању, вискозности, рН вредности и активности естеразе.

*Crnobarac et al.* (2002) су показали повећање приноса зрна сунцокрета у распону од 222 до 390 kg/ha, односно од 13,2 до 17,3%, захваљујући примени различитих фреквенција електромагнетних таласа ниске учесталости. Исти аутори наводе да је принос зрна соје порастао за 306-658 kg/ha, а маса целих

биљака била је повећана 110 – 1440 kg/ha, као и повећање садржаја уља и протеина.

Једнократна стимулација семена озиме пшенице пулсирајућим електромагнетним пољем има значајног утицаја на повећање различитих процеса синтезе у биљци, о чему сведочи интензивнији развој надземног дела биљке, кореновог система, као и позитиван утицај на висину приноса пшенице (*Лажетић и сар.*, 1990; *Bilalis* 2012).

Повољне ефекте електромагнетне стимулације семена пшенице на масу подземног и надземног дела биљке су утврдили и *Малешевих и сар.* (2002).

*Namba et al.* (1998) је испитивао утицај електромагнетних поља од 1-100 Hz, код хељде, зелена „shiso“ (Јапанска шљива), ротквице и лука, где су утврдили да је свака од биљних врста имала свој идеални фреквентни распон (код ротквице, на пример 1 Hz повећава клијавост за 30%).

*Bondarenko et al.* (1996) и *Spinu et al.* (1998) су утврдили повећање приноса поврћа у распону од 10% до 20%, које је гајено у иригационом систему у коме је обављено магнетно третирање воде. *Куљанчић и сар.* (2002) су утврдили повећање приноса грожђа од 550 до 1360 kg ha<sup>-1</sup> у зависности од сорте и локалитета.

*Aguiló-Aguayo* (2015) су стимулацијом биљака броколија са пулсирајућим електромагнетним пољем висок садржаја глукозинолата значајан за здравље људи. Испитивањем утицаја ЕМП на краставцу, *Piacentini et al.* (2001) је утврдио да су биљке достигле родну фазу 20 дана раније и бољу бујност.

*Takac et al.* (2002) су установило да примена резонантно имплусне електромагнетне стимулације семена различитих фреквенција статистички значајно утиче на повећање приноса паприке и парадајза. Такође, утврђено је да интезитет од 6 Hz статистички значајно утиче на повећање процента суве материје у плодовима (у односу на интезитет од 14 и 16 Hz). Сличном методом истраживања *Marinković et al.* (2002a) су навели просечно повећање приноса кромпира од 1,23 до 14,06 t/ha у зависности од варијанти третмана.

Утврђено је да после електромагнетног третмана пре сетве могуће постићи стимулативни ефекат на семе грашка. Третман примењен на семе грашка доводи до повећања капацитета клијања од 2,6%, дужине клијанаца до 5,5% и корена до 18,6% и повећање масе биљака од 6,9%, у поређењу са контролним варијантом (*Палов*, 2013).

Примена електромагнетног поља интензитета 60 Hz на биљке кафе може побољшати квалитет садница, јер доводи до фотосинтетских, физиолошких и молекуларних промена, што доводи до повећања вигора и обезбеђивање бољег развоја биљака у каснијим фазама, закључио је *Alemán* (2014).

*Govedarica and Milošević* (2002), су третирањем земљишта са различитим фреквенцијама (8, 15, 30 и 72) електромагнетном стимулацијом и различитом експозицијом (30, 60 и 90 минута), постигли повећање укупног броја микроорганизама, бројности амонификатора, азотобактера, олигонитрофилних бактерија, садржаја азота у земљишту, дехидрогеназне и протеазне активности, а смањење бројности гљива, актиноциста и уреазне активности. Највеће повећање микробиолошке активности добијено је при фреквенцији од 15 Hz.

Развој електронике и информационих технологија подстакло је истраживања у области заштите биља, у којима се проучава утицај електромагнетних таласа на разне биљне врсте, а у циљу детекције биљних болести (*Јевремовић*, 2015). Здраве биљке другачије реагују (апсорбују, рефлектују, емитују итд.) на електромагнетну радијацију у односу на заражене. Новија истраживања, у којима се испитује здравствено стање биљака, базирају се на примени електромагнетних таласа (*Moshou et al.*, 2004; *Cao et al.*, 2013).

Истраживања *Јевремовић* (2015) на пшеници указују да је применом нових технологија могуће детектовати економски значајне болести као што су пепелница, лисна рђа и фузариоза класова у раним фазама развоја биља.

*Mohamed and Ebead* (2013) констатују да употребом електромагнетне енергије за побољшање особина земљишта и раст и развој биљака су јефтине методе, а од великог практичног значаја.

Чињеница је да је загађење данас изузетно високо и да природа није у могућности да се реши разлитих врста загађења и да је потребно много година да се земљиште на природан начин опорави. С друге стране, немогуће је да се потпуно заустави даље загађење. Из наведеног, човечанство треба да тражи нове методе за будућност производње безбедне хране, престанка деструктивних процеса и заштиту животне средине. Неопходно је развијати додатне биоенергетске изворе и биостимулаторе, који ће помоћи да биљке и животиње расту на вишем нивоу енергије.

Употреба нових технологија за контролисан утицај на биолошко понашање током развоја и складиштење разних култура би могло бити важно за одрживу и органску пољопривреду. Најперспективнија метода је третман електромагнетним таласима. Сви живи процеси су веома зависни о размени енергије између ћелија и животне средине. Суштина физичких метода је снабдевање додатном енергијом кроз третмане, односно увођење енергије у ћелију, где долази до молекуларних трансформација.

Суштина електромагнетне стимулације је да може бити конкурентна конвенционалном начину производње, која повећава приносе пољопривредне производње, микробиолошку активност у земљишту, побољшава заштиту и чување хране.

## 5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ РАДА

Сходно постављеном циљу истраживања постављен је оглед за истраживања *ex situ* на огледном добру „Римски Шанчеви“ Института за ратарство и повртарство у Новом Саду. Истраживања су спроведена у периоду од 2013. до 2015. године.

Укупна површина парцеле за извођење огледа износила је 1219 m<sup>2</sup> (53 m x 23 m). Дужина редова у понављањима основних парцела 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 подпарцеле, односно укупно 72 подпарцеле. Око огледа била су посејана четири реда као заштитни изолациони појас. За сетву соје користила се широкоредна пнеуматска сејалица 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.

На експерименталном огледу испитиван је утицај следећих фактора:

**Фактор (А)** – године истраживања. Све мере у технологији производње су обављене у оптималним агротехничким роковима у свим годинама истраживања.

**Фактор (В)** - 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%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,7%, K<sub>2</sub>O 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 cerevisiae*, *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 зељиште на дубину од 10 cm фрезом. У току вегетације биљке су биле фолијарно третиране истим препаратом у већем разблажењу 1:100 у варијантама са једним и два прскања у току вегетације. Први фолијарни третман обављен је у вегетативној фенофази интензивног пораста биљака (Vn), а други фолијарни третман био је у репродуктивној фенофази развоја соје (R1).

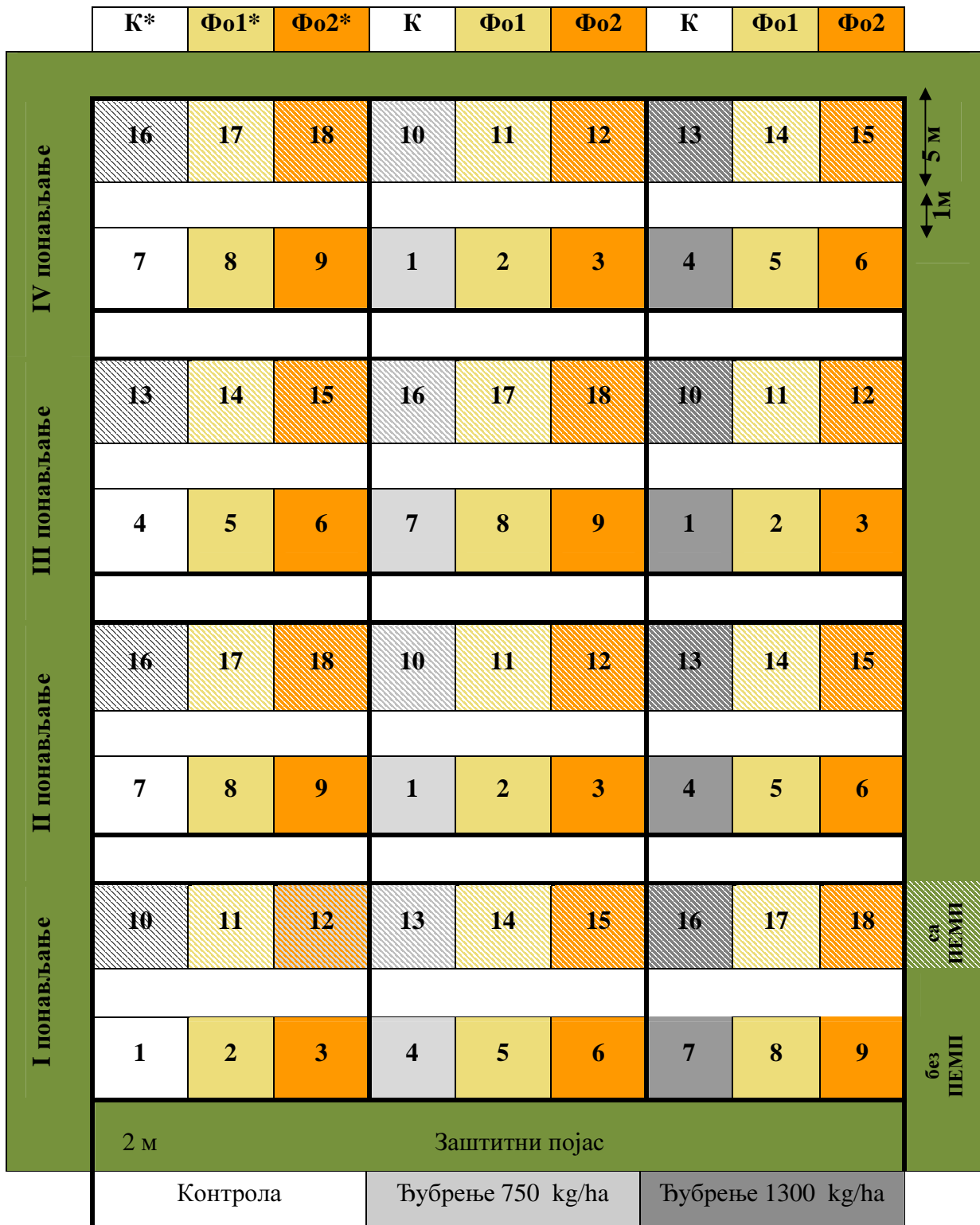
**Фактор (С)** - Третман семена пулсирајућим електромагнетним пољем, (ПЕМП) обављен је посебним апаратом у лабораторији, непосредно пред сетву. Третман је обављен на сувом зрну соје, пољем ниске фреквенције од 15 Hz и експозиције у трајању од 30 минута.

Оглед се изводио по *split plot* систему у 4 понављања са рандомизираним дизајном (Слика 5), односно 18 варијанти (Табела 4).

Табела 4. 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.





Слика 5. Шема огледа са варијантама (\*К – контрола, Φo1 – фолијарна прихрана x1, Φo2 – фолијарна прихрана x2)

У току сваке године истраживања су анализиране 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 екстакту (*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 након жетве, узети су узорци земљишта по дубинама од 0-30, 30-60 и 60-90 cm ради одређивања основних агрохемијских особина земљишта.

Коришћене 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  $P_2O_5$  и  $K_2O$  спектрофотометријски, DM 8/1-3-020;

Такође, за сваку годину истраживања, одређиван је садржај лакоприступачних форми азота  $NH_4+NO_3-N$  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 која 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:

*Анализе биљака (морфолошке и продуктивне) и принос* - 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 својстава:

- 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.

Након 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 „Perten“ апарату:

- садржај протеина у зрну (%);
- садржај уља у зрну (%).

Такође, од сваке варијанте, узети 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 са ЛСД 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.

## 5.1. Карактеристике земљишта на огледној парцели

Структура земљишта је једно од најважнијих његових особина која утиче на физичке, хемијске и биолошке процесе у земљишту, јер одређује приступачност ваздуха, воде и хранљивих материја, дренажање земљишта и његову отпорност на ерозију, брзину клијања и продирање кореновог система у земљиште (*Gerhardt*, 1997).

Оглед је постављен на земљишту типа чернозем: ред аутоморфних земљишта, класа А-АС-С (хумусно – акумулативна земљишта), подтип чернозем на лесу и лесоликим седиментима, варијетет карбонатни чернозем, а форма средње дубок.

Профил чернозема има у склопу три карактеристична хоризонта: хумусно акумулативни (А = орнични + подоранични), прелазни (АС) и матичну стену (С). Развијеност активног дела профила (А + АС) износи до 100 cm понекад и више. Дубина хумусног хоризонта (А) износи до 60 cm. Боја му је у сувом стању тамносмеђа, а у влажном скоро црна.

Укупна порозност се креће од 47,10 до 53,10 vol.%, пољски водни капацитет од 32,08 до 37,47 vol.%, док је капацитет за ваздух од 19,63-21,02 vol.% (Табела 4).

Овако добар водно-ваздушни режим чернозема је резултат хомогеног механичког састава по дубинама, јер сви хоризонти спадају у иловасту глину.

Запреминска маса, укупна порозност, капацитет за ваздух и пољски водни капацитет, крећу се у границама оптималних вредности за гајене биљке. Брзина филтрације показује да се вода по дубини профила процеђује средњом брзином, што обезбеђује добру аерацију и онемогућава интензивно испирање калцијум карбоната.

Табела 4. Физичке особине чернозема на локацији Рисмки Шанчеви

Хоризонти	Дубина (cm)	Специфична маса (g/cm <sup>3</sup> )	Запреминска маса (g/cm <sup>3</sup> )	Укупна порозност (vol.%)	Капацитет за ваздух (vol.%)	PVK (tež.%)	PVK (vol.%)	Брзина филтрације (cm/sec)
А орнични	0-35	2,58	1,2	53,10	21,02	26,51	32,08	4,14x10 <sup>-3</sup>
А подорнични	35-55	2,59	1,37	47,10	19,63	27,35	37,47	7,22x10 <sup>-4</sup>
АС	55-95	2,62	1,39	46,95	12,27	24,95	34,68	4,09x10 <sup>-4</sup>

Основне агрохемијске особине чернозема на Римским Шанчевима приказане су у Табели 5. Садржај хумуса у орничном слоју (2,63%) је за иловаста земљишта у категорији средње обезбеђених земљишта. Садржај укупног азота је повезан са садржајем хумуса и на садржај азота може се утицати коришћењем органских ђубрива, гајењем легуминоза или употребом појединих микробиолошких ђубрива. У орничном слоју до дубине 30 cm садржај азота је 0,173% и у категорији је средње обезбеђених. Са дубином количина азота опада, те је на дубини до 95 cm његов садржај је 0,105%, што је и разумљиво, јер на тој дубини је најмања количина органске материје која се уноси у земљиште, као и органска материја остала од коренске масе биљака.

Садржај лако растворљивог фосфора зависи од низа чинилаца (механичког састава земљишта, рН, количине СаСО<sub>3</sub>), те је груписање земљишта на основу садржаја приступачног фосфора и калијума од непроцењивог значаја за исхрану биљака. Количина Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> у орничном делу А хоризонта је у оптималним вредностима

(11,20 mg/100 g земљишта), међутим, са дубином опада па се може рећи да је на дубинама од 55 cm и дубље само у траговима 2,9 mg/100 g земљишта.

Обезбеђеност земљишта са  $K_2O$  је добра и у средњим границама се налази до дубине од око 55 cm, док са већом дубином садржај овог елемента опада. Садржај калијума занчајно варира код различитих земљишта и углавном зависи од механичког састава.

Садржај калцијума има значајну улогу код примене органских ђубрива, јер директно и индиректно утиче на дејство унетих ђубрива. Својим присуством утиче на промену рН вредности, те се може рећи да има значајну улогу у исхрани биљака. Уколико се у земљишту нађе у великим количинама, може да отежа биљкама усвајање неких неопходних микроелемената, као што су гвожђе, магнезијум, цинк и др. За разлику од претходних елемената  $CaCO_3$  је присутан у сва три хоризонта. Са дубином се садржај  $CaCO_3$  повећава, те је највећа количина утврђена на дубини од 95 cm и дубље (32,12%), што говори о испирању овог елемента. Обзиром да су земљишта према садржају калцијум карбоната груписана у четири категорије за орнични слој може се рећи да се налази у категорији слабо карбонатног. Количина  $CaCO_3$  условљава рН вредност земљишног раствора, те чернозем у хумусно акумулативном хоризонту има неутралну, а на већој дубини слабо алкалну реакцију измерену у КСl.

Табела 5. Хемијске особине чернозема на локацији Рисмки Шанчеви

Хоризонти	Дубина (cm)	рН		$CaCO_3$ (%)	Хумус (%)	N (%)	mg/100 g земљишта	
		КСl	H <sub>2</sub> O				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
А орнични	0-35	7,01	8,05	1,95	2,63	0,173	11,20	20,50
А подорнични	35-55	7,20	8,25	3,79	2,03	0,134	7,90	17,20
АС	55-95	7,79	8,63	19,19	1,60	0,105	2,9	10,50
С	95-200	8,05	8,75	32,12	0,36	0,024	2,4	6,60

Због повољних физичко-хемијских особина чернозем се одликује добрим пријемом, задржавањем и акумулирањем падавина. Осим тога чернозем представља оптималну средину и станиште за бројне микро и макро организме. Посебно се истичу једноћелијски микроби, који се налазе у нишама земљишних хоризоната. Њиховом бројношћу и ензиматском активношћу омогућене су биохемијске реакције синтезе хумусних материја, дисање земљишта, што значајно утиче на плодност чернозема. Међу микроорганизмима доминирају бактерије и актиномицете, а по бројности значајно место припада микробима који су активни у процесима кружења азота.



Слика 6. Сателитски снимак огледног добра Римски Шанчеви, Института за ратарство и повртарство

## 5.2. Климатске карактеристике подручја

За успешну и сигурну производњу поред мера у технологији гајења биљака, важан утицај имају климатски фактори. Чиниоци климе температура ваздуха, количина падавина, релативна влажност ваздуха, су веома важан фактор који утиче на ницање, раст, развој усева, корова, бројности земљишних микроба, ефекат примењених ђубрива као и других агротехничких мера. Уколико је један фактор

климе у оптимуму, то не значи да је производња сигурна. Велика варирања појединих климатских чинилаца као што је висока дневна температура, недостатак или сувишак падавина, јак интензитет ветра, ниска релативна влажност ваздуха, могу изазвати стрес код биљака у појединим фенофазама развоја.

Соја је биљка која се формирала у условима климе са кишним и топлим летима. Такође, соја има одеђене захтеве према дужини дана, односно дужина дана је обрнуто пропорционална дужини вегетације. Соја има потребе према високим температурама. За интензиван раст соје у вегетационом периоду потребна је висока температура, без већих колебања у току ноћи, али не виша од 33-37°C. За формирање махуна и зрна потребно је минимална температура од 14°C. Минимална температура у фази сазревања је око 9°C, довољна од 14-16°C, а оптимална од 19-20°C (Табела 6).

Табела 6. Потребе соје за топлотом у појединим фазама развића (°C) (Енкен, 1959)

Фаза пораста и развића биљака	Биолошки минимум	Довољна температура	Оптимална температура
Клијање и ницање	6-7	12-14	20-22
Фаза поника	8-10	15-18	20-22
Гранање	16-17	18-19	21-23
Цветање	17-18	19-20	22-25
Формирање зрна	13-14	18-19	21-23
Сазревање	8-9	14-16	19-20

(Извор: Миладиновић и сар., 2008)

Температура испољава свој утицај и на квалитет семена. Уколико су ниже температуре или је веће колебање у фази формирања зрна може доћи до повећања његових димензија. Уколико су температуре веће у каснијим фазама раста и плодношења, зрно пре сазрева и може доћи до појачане синтезе уља, а количина протеина опада.

Што се тиче потреба соје за водом у литератури постоје различита мишљења. Негде се наводи да је соја веома отпорна на сушу, док нека истраживања наводе да соја захтева и троши доста воде. Соја добро подноси сушу до фазе цветања, а уколико се суша појави и продужи на касније периоде, приноси соје су доста смањени, јер биљке одбацују цветове и суше се. Према истраживањима Драговић (1994), суша у фази цветања и формирања махуна је умањила принос соје за 21%, док



је сушни период од цветања до зрења у трајању од 88 дана смањио принос за 92%. Највећа потрошња воде је у фази формирања махуна и наливања зрна (R1 и R6), када је и највећи хабитус биљака. Тада биљке могу да троше и до 8 mm дневно (*Reicosky and Heatherly, 1990*). Укупне потребе соје за водом према литератури износе од 440-500 mm.

За ова истраживања коришћени су подаци из метеоролошке станице Римски Шанчеви, која се налази у кругу истраживачког огледа, а подаци су приказани у Табели 7. Приказани су вишегодишњи основни метеоролошки чиниоци (температура и падавине) за период 1964-2015 године, као и за период истраживања 2013-2015 године.

Према подацима средња годишња температура ваздуха за вишегодишњи период (1964-2015) на проучаваном подручју износила је 11,4°C, док је за вегетациони период (април-септембар) просечна дневна температура износила 18,1°C. Најтоплији месец је био јули са 21,7°C. На основу приказаних података уочава се да су просечне температуре у свим годинама истраживања одступале од вишегодишњег просека за +1,4°C, што је веома важан податак са аспекта проучавања климатских промена. Просечне температуре за вегетациони период у годинама истраживања такође су одступале од вишегодишњег просека који је износио 18,1°C. Просечне температуре за вегетациони период у 2013. години износио је 18,7°C, у 2014. години 18,3°C и 19,8°C у 2015. години. У 2013. години одступања су била за +0,6°C, у 2014. години одступања су била нешто мања +0,2°C, док су највећа одступања од +1,7°C забележена у последњој 2015. години истраживања. Најтоплији месеци у периоду истраживања били су јули (22,9°C) и август (22,7°C), па се може рећи да су то биле оптималне биолошке температуре за развиће соје.

Што се тиче суме падавина уочавају се значајна одступања од вишегодишњег просека (631,0 mm). Сума падавина (737,4 mm) у 2013. години била је за 106,4 mm већа од вишегодишњег просека. У 2014. години измерено је 816,0 mm падавина што је за 185,0 mm више од вишегодишњег просека, за 78,6 mm више него у 2013. години и за 107,0 mm више него у 2015. години, па се може рећи да је 2014. година била оптимална година за развој соје. У 2015. години измерено је 709,0 mm падавина што је за 78 mm више од вишегодишњег просека, а мање од суме падавина у 2013. години

за -28,4 mm и од суме падавина у 2014. години за -107,0 mm, па се може рећи да је 2015. година била у дефициту са падавинама.

У вегетационом периоду сума падавина у 2013. години (448,2 mm) била је већа 73,2 mm од вишегодишњег просека (375,0 mm). У 2014. години сума падавина у вегетационом периоду (595,6 mm) била је највећа и у односу на вишегодишњи просек (већа за 220,6 mm). У 2015. години сума падавина у периоду вегетације (389,0 mm) била је најмања у односу на претходне две године и за само 14 mm већа од вишегодишњег просека.

За постизање високих и стабилних приноса, поред количине, веома је битан и повољан распоред падавина у току вегетационог периода. Често се добије погрешна слика посматрајући само количину падавина. Тако, у 2013. години имамо више падавина у току вегетационог периода, у односу на вишегодишњи просек, али је у јулу и августу месецу био изражен сушни период, што се одразило на смањење приноса соје. Слична ситуација је и у 2015. години, с тим да је у овој години суша била изражена у априлу, прве две декаде маја, другој и трећој декади јуна, током јула и у првој декади августа.

Табела 7. Средње температуре ваздуха и сума падавина за период 1964-2015. и период истраживања 2013-2015.

Месеци	Декаде	Сума падавина (mm)				Просечне температуре (°C)			
		2013	2014	2015	1964-2015	2013	2014	2015	1964-2015
Јануар	I	10,1	0,7	4,0	12,9	1,1	6	-1,2	-0,3
	II	43,6	3,7	22,0	10,2	2,8	8,3	6,5	-0,3
	III	6,8	19,9	32,0	15,3	2,9	-1,1	3,8	0,5
	<b>Сума/Просек</b>	<b>60,5</b>	<b>24,3</b>	<b>58,0</b>	<b>38,4</b>	<b>2,3</b>	<b>4,4</b>	<b>3,0</b>	<b>-0,1</b>
Фебруар	I	7,0	4,7	32,0	10,8	3,6	3,5	1	1,3
	II	12,3	1,0	0,0	15,0	2,9	7,8	2	1,6
	III	27,9	3,5	35,0	9,1	4,7	7,2	6,3	2,7
	<b>Сума/Просек</b>	<b>47,2</b>	<b>9,2</b>	<b>67,0</b>	<b>34,9</b>	<b>3,5</b>	<b>5,9</b>	<b>3,1</b>	<b>1,8</b>
Март	I	9,5	15,2	22,0	11,5	8,4	7,4	5,6	4,4
	II	33,0	1,9	16,0	10,9	4,5	10,1	6,6	6,2
	III	30,5	32,4	20,0	16,8	3,6	12,1	10,8	8,8
	<b>Сума/Просек</b>	<b>73,0</b>	<b>49,5</b>	<b>58,0</b>	<b>39,2</b>	<b>5,4</b>	<b>9,9</b>	<b>7,7</b>	<b>6,5</b>
Април	I	30,7	0,3	10,0	11,6	6,7	13,1	7,5	10,7
	II	4,7	31,4	2,0	19,1	13,9	10,7	13,4	10,8
	III	0,4	19,5	3,0	16,2	19,7	15,7	14,4	13,5
	<b>Сума/Просек</b>	<b>35,8</b>	<b>51,2</b>	<b>15,0</b>	<b>46,9</b>	<b>13,4</b>	<b>13,2</b>	<b>11,8</b>	<b>11,7</b>
Мај	I	48,4	47,8	8,0	20,0	20,1	14,9	18,9	15,9
	II	15,3	147,6	8,0	19,2	17,7	14,5	18,4	17,2
	III	54,4	6,7	176,0	27,8	14,7	19,3	16	17,9
	<b>Сума/Просек</b>	<b>118,1</b>	<b>202,1</b>	<b>192,0</b>	<b>67,1</b>	<b>17,4</b>	<b>16,3</b>	<b>17,8</b>	<b>17,0</b>
Јун	I	63,3	3,0	0,0	33,3	16,9	21	21,6	19,2
	II	23,2	8,5	17,0	29,5	23,7	20	21,4	20,0
	III	39,2	26,7	11,0	23,7	19,9	20,5	18,4	20,8
	<b>Сума/Просек</b>	<b>125,7</b>	<b>38,2</b>	<b>28,0</b>	<b>86,6</b>	<b>20,2</b>	<b>20,5</b>	<b>20,5</b>	<b>20,0</b>
Јул	I	19,3	35,1	2,0	25,2	21,5	21,8	23,6	21,4
	II	6,2	36,4	0,0	17,9	21,3	21,7	25,1	21,9
	III	8,6	69,6	0,0	24,2	24	22,1	24,9	21,9
	<b>Сума/Просек</b>	<b>34,1</b>	<b>141,1</b>	<b>2,0</b>	<b>67,4</b>	<b>22,3</b>	<b>21,9</b>	<b>24,5</b>	<b>21,7</b>
Август	I	0,0	64,6	10,0	19,5	26,2	22,1	25,9	22,2
	II	0,8	0,6	69,0	16,6	23,1	21,8	25,2	21,6
	III	25,9	13,5	20,0	23,2	19,7	19,1	22,2	20,1
	<b>Сума/Просек</b>	<b>26,7</b>	<b>78,7</b>	<b>99,0</b>	<b>59,3</b>	<b>22,9</b>	<b>20,9</b>	<b>24,4</b>	<b>21,2</b>
Септембар	I	0,1	41,0	22,0	15,7	17,5	19,5	20,3	18,2
	II	36,2	25,9	11,0	18,3	15,2	17,9	23	17,0
	III	71,5	17,4	20,0	13,9	14,4	14,4	16,5	15,7
	<b>Сума/Просек</b>	<b>107,8</b>	<b>84,3</b>	<b>53,0</b>	<b>47,8</b>	<b>15,7</b>	<b>17,2</b>	<b>19,9</b>	<b>16,9</b>
Октобар	I	33,7	1,5	4,0	13,3	10	15,5	14,7	14,1
	II	32,5	47,7	71,0	18,3	14,3	17,1	12,3	11,9
	III	0,0	14,9	0,0	16,1	16,2	7,9	9,1	9,4
	<b>Сума/Просек</b>	<b>66,2</b>	<b>64,1</b>	<b>75,0</b>	<b>47,4</b>	<b>13,6</b>	<b>13,3</b>	<b>12,0</b>	<b>11,7</b>
Новембар	I	14,8	0,0	0,0	13,8	13,1	12,3	8,5	8,2
	II	0,9	4,0	0,0	18,2	8,6	9,8	12,9	6,2
	III	25,3	1,2	58,0	17,5	3,4	3,5	4,7	4,1
	<b>Просек</b>	<b>41,0</b>	<b>5,2</b>	<b>58,0</b>	<b>49,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,5</b>	<b>8,7</b>	<b>6,2</b>
Децембар	I	1,3	45,6	2,0	16,5	0,9	4,4	5,9	2,4
	II	0,0	5,4	2,0	15,2	-1,2	5,6	1,5	1,8
	III	0,0	17,1	0,0	15,0	4,9	0,4	3,2	1,2
	<b>Сума/Просек</b>	<b>1,3</b>	<b>68,1</b>	<b>4,0</b>	<b>46,8</b>	<b>1,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,5</b>	<b>1,6</b>
<b>Годишњи период</b>		<b>737,4</b>	<b>816,0</b>	<b>709,0</b>	<b>631,0</b>	<b>12,2</b>	<b>13,0</b>	<b>13,1</b>	<b>11,4</b>
<b>Вегетациони период (IV-IX)</b>		<b>448,2</b>	<b>595,6</b>	<b>389,0</b>	<b>375,0</b>	<b>18,7</b>	<b>18,3</b>	<b>19,8</b>	<b>18,1</b>

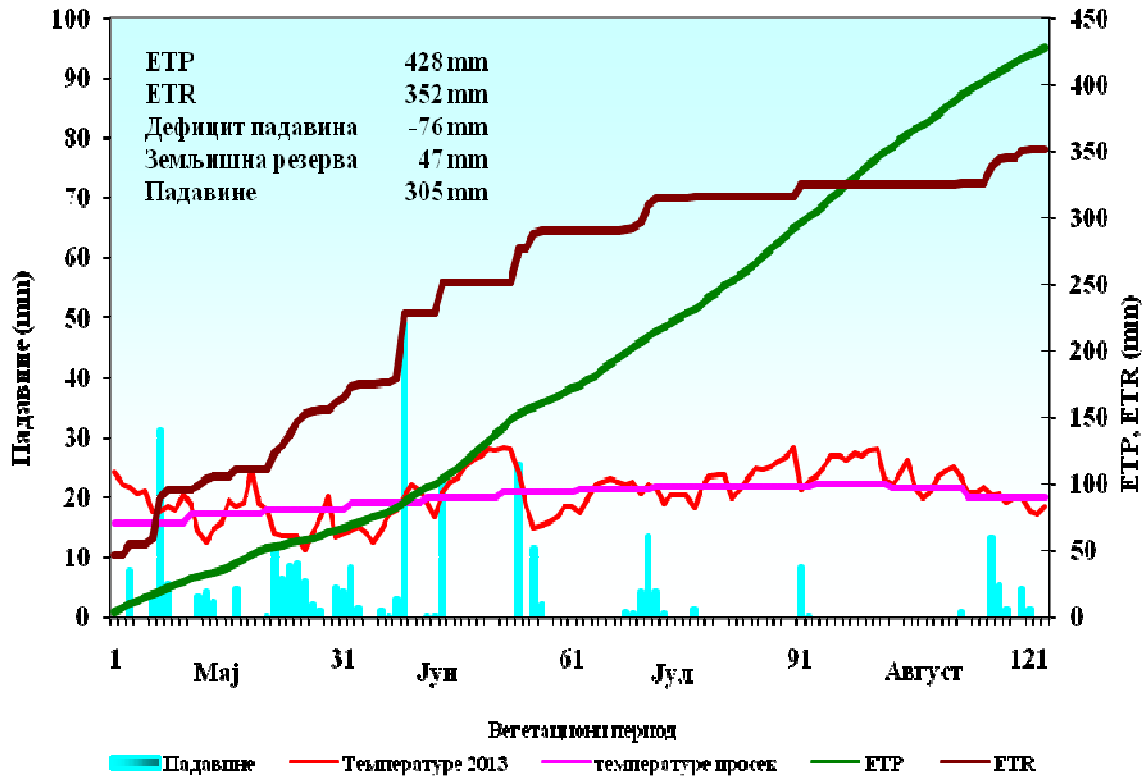
### 5.2.1. Водни биланс

Основу водног биланса, односно потребе биљака за водом чини потенцијална евапотранспирација (ЕТП) и она представља онај утрошак воде, којим се постижу највећи приноси доброг квалитета. ЕТП представља савремен принцип за анализу успешности производње зависну од обезбеђености водом без обзира да ли се соја гаји у иригационом или сувом режиму. За анализу стања водног биланса у условима Војводине, за израчунавање ЕТП, користи се биоклиматски индекс соје који су за услове Војводине утврдили *Вучић и Бошњак* (1980) у односу на температуру, односно хидрофитотермички индекс, који износи 0,16-0,17.

У 2013. години сетва соје је обављена 26. априла, када су пред сетву измерене резерве зимске влаге од 47 mm, са којим је започет обрачун водног биланса (Граф. 1). Ницање соје је било добро, јер је одмах после сетве забележена већа количина падавина у првој (48,4 mm) и трећој декади (54,4 mm) маја месеца.

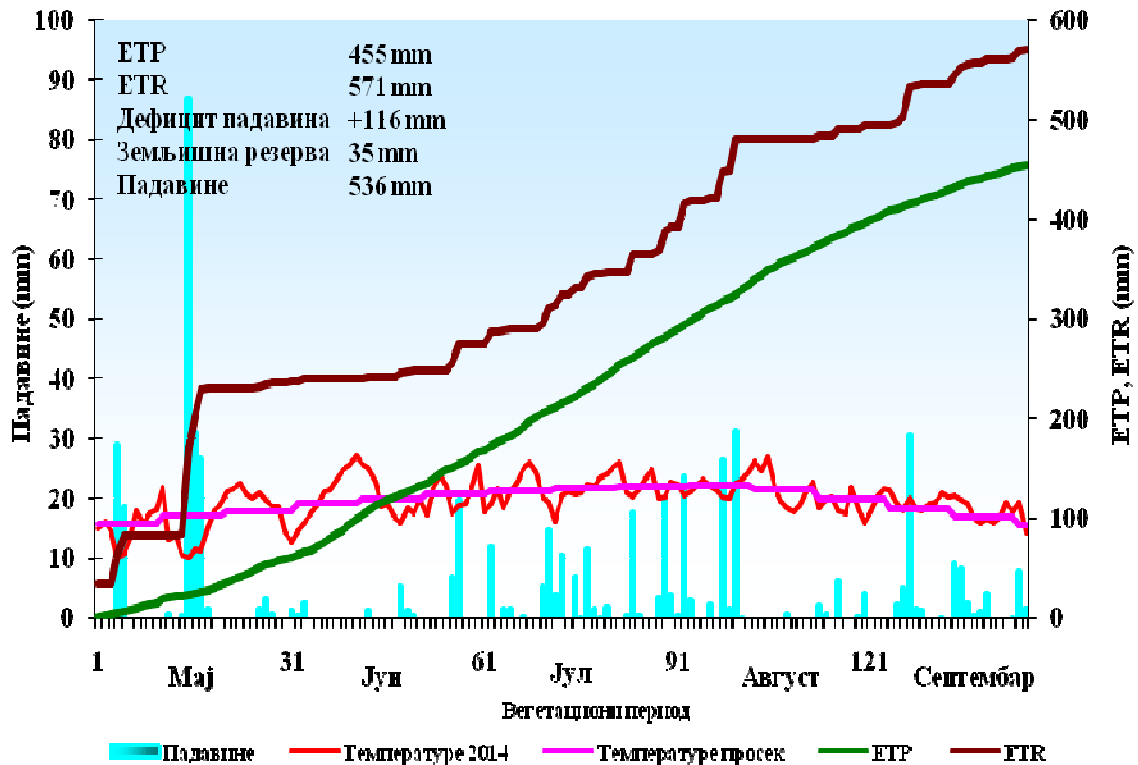
У првој декади јуна (63,3 mm) биле су забележене веће количине падавина, што је повољно утицало на вегетативни пораст биљака. Сума падавина за мај и јуни била је већа од вишегодишњег просека за 76-201%. У јулу месецу забележено је значајно смањење суме падавина у односу на вишегодишњи просек уз знатно повећање температуре у односу на вишегодишњи просек. У првој и другој декади августа забележен је дефицит падавина.

Потенцијална евапотранспирација (ЕТП) износила је 428 mm, а реална евапотранспирација (ЕТР) била је 352 mm. На основу тога утврђен је дефицит воде у земљишту који је износио 76 mm, а који је највише био изражен у периоду репродуктивне фазе развоја соје (R2-R6).



Графикон 1. Водни биланс земљишта под сојом у 2013. години (Римски Шанчеви)

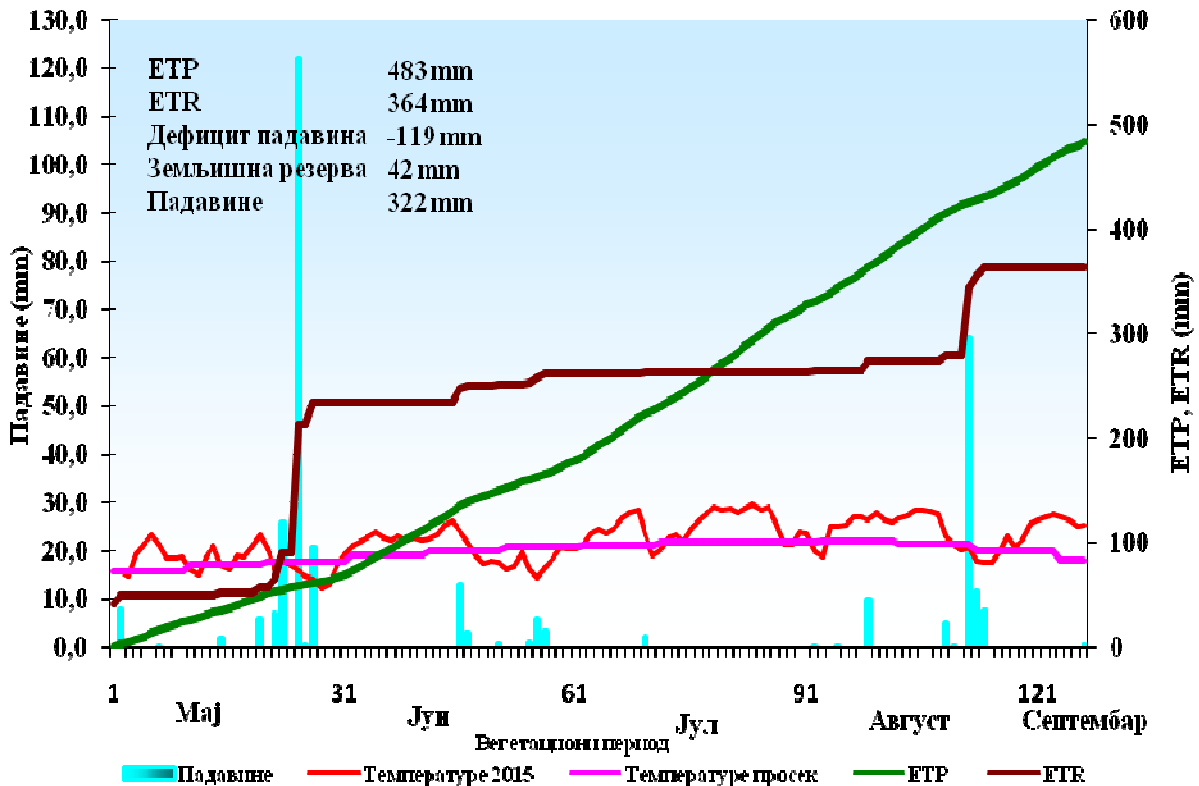
У 2014. години сетва је обављена 23. априла, када је забележена влага у земљишту 35 mm. Већ у првој и другој декади маја месеца забележена је већа сума падавина, уз температуру за  $0,7^{\circ}\text{C}$  ниже од просека, што је давало добре услове за ницање и вегетативни пораст биљака. Укупна количина падавина у мају месецу је већа од вишегодишњег просека за 135 mm и уједно највећа количина падавина (202,1 mm) за један месец у трогодишњем периоду истраживања. До краја вегетационог периода соја је била добро обезбеђена водом уз просечне температуре на нивоу вишегодишњег просека, што је утицало на висину приноса зрна соје. Потребне соје за водом, односно вредност ЕТП у сазревању соје била је 455 mm, док је расположива количина воде у земљишту, односно вредност ЕТР била 571 mm (Граф. 2), па је вишак влаге у земљишту износио 116 mm.



Графикон 2. Водни биланс земљишта под сојом у 2014. години (Римски Шанчеви)

Сетва соје у 2015. години обављена је 22. априла. У том периоду резерве зимске влаге у земљишту биле су 42 mm. Период клијања и ницања био је продужен због мале количине падавина од краја априла до треће декаде маја, када је пало 176,0 mm воденог талога. Тако да је у мају месецу сума падавина била за 186,1% виша код вишегодишњег просека, што је позитивно утицало на вегетативни пораст соје, поготову на висину биљака. Међутим, већ од друге декаде јула месеца забележен је изостанак падавина уз високе температуре. У јулу месецу, просечна температура била је за 2,8°C виша у односу на вишегодишњи просек, док је у односу на 2013. годину била виша за 2,2°C, а у односу на 2014. години била виша за 2,6°C. Дефицит воде, уз високе средње дневне температуре задржале су се и у првој декади августа месеца. У другој декади забележана је количина падавина од 69 mm, али већ у трећој декади забележено је мање падавина уз високе средње дневне температуре које су биле као и у јулу месецу (24,4°C). Овакви неповољни услови су били у периоду када

је соја пролазила кроз фазе формирања махуна, наливања зрна и зрења (R2-R7). Утврђена ЕТП за ову годину била је 483 mm, а ЕТР 364 mm, односно утврђен је недостатак воде у количини од 119 mm (Граф. 3).



Графикон 3. Водни биланс земљишта под сојом у 2015. години (Римски Шанчеви)

## **6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА**

### **6.1. Морфолошке особине биљака**

Формирање приноса зависи у првом реду од генотипа биљака, агроеколошких 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.

#### **6.1.1. Висина биљака**

Висина биљака је важна особина, која има значајан утицај на висину приноса. Поред климатских чинилаца, на висину биљака соје, значајан утицај има ђубрење, односно примена микробиолошких препарата, као и неких других елемената значајних у исхрани биљака. Висина биљака соје је у просеку 0,2-2,0 m па и више.

Анализа варијансе показала је да су сви фактори испитивања као и њихове интеракције имали статистички значајан утицај на висину биљака.

Просечна висина биљака за испитивани период износила је 98,86 cm (Табела 8). Климатски фактори значајни за биљну производњу су статистички значајно утицали на разлику у висини биљака (фактор А). Највећа висина биљака забележена је у 2013. години (112,02 cm). У овој години забележена је и највећа сума падавина, која је за мај и јуни била већа од вишегодишњег просека од 76% до 201%. Најмања висина биљака забележена је у 2015. години (87,78 cm). Све разлике у висини биљака по годинама истраживања биле су статистички високо значајне (Граф. 4).



Праћење и анализа временских и климатских услова неопходна је за анализу остварених приноса и добијени квалитет (Maksimović *et al.*, 2014; Поповић *и сар.*, 2015). Махунарке за разлику од жита имају веће потребе за водом у фази клијања. За успешан раст и развој соје неопходно је доста влаге у земљишту, јер семе соје упије до 150% воде у односу на своју масу. С обзиром да је највећи дефицит воде забележен у 2015. години (119 mm), у односу на претходне две године, може се објаснити као негативан утицај на добијену висину биљака.

Статистички значајне разлике су утврђене и код примене различитих количина и врста ђубрива (фактор В). Најмања висина биљака у просеку за све године истраживања измерена је у контролној варијанти без примене ђубрива (95,45 cm). Код примене ђубрива без допунске исхране највећа висина била је остварена у варијанти са 1300 kg/ha.

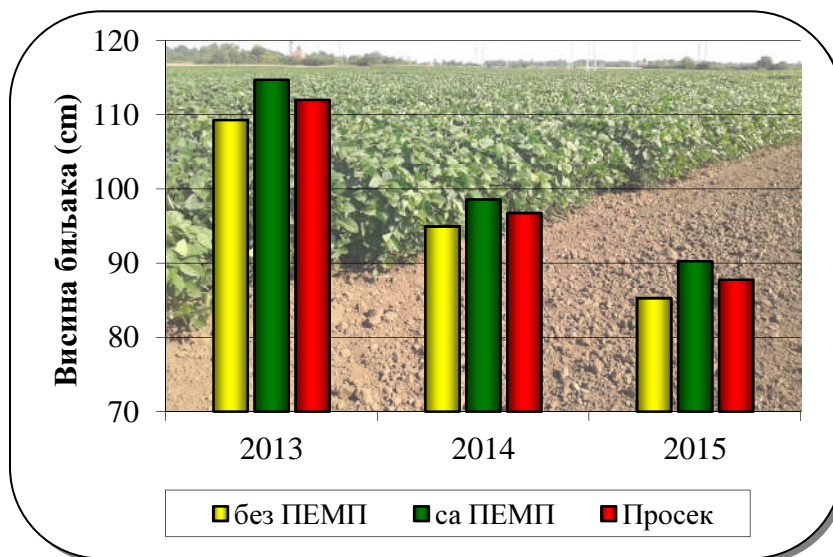
При фолијарним третманима највеће висине биљака су утврђене при третману два пута у вегетацији и то у контролној варијанти 101,92 cm, у варијанти ђубрења са 750 kg/ha забележена је висина од 102,01 cm и ђубрењем са 1300 kg/ha забележена је висина биљака од 102,35 cm. У односу на контролу повећање висине биљака било је 6,78% - 7,23%.

Међутим има и супротних резултата као што су резултати двогодишњих истраживања Caliskana *et al.* (2008), која се односе на утицај количина азота од 0, 40, 80 и 120 kg/ha на висину биљке. У периоду истраживања примењене дозе азота нису имале позитиван утицај на висину биљака и масу 1000 зрна, док су у позитивној корелацији биле број бочних грана, број укупних коленаца са махунама, броја махуна. Овако различити резултати се могу објаснити особином соје да користи ризидуални азот из земљишта. Уколико се соја гаји на парцели где је превише минералног азота такве парцеле нису погодне за гајење соје, јер азотофиксација изостаје или је знатно смањена што доводи до смањења приноса (Јарамаз, 2010).

У варијантама са фолијарним третманом два пута у вегетацији, није било статистичке значајности у висини биљака, док је статистичка значајност у висини биљака утврђена у односу на варијанте без фолијарног третмана и са једним фолијарним третманом.

Примена ПЕМП (фактор С) статистички високо значајно је 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 вегетације значајан фактор за пораст биљака у почетним фенофазама развоја, а поготову уз стимулацију семена.

На основу добијених резултата у истраживањима третмана семена са ПЕМП повећање висине биљака у 2013. години било је за 4,96%, што је високо значајно у односу на варијанту без примене ПЕМП (109,31 cm). Просечна висина биљака у 2014. години са применом ПЕМП била је 98,59 cm што је било статистички високо значајно више у односу на варијанту без ПЕМП (94,96 cm). Повећање висине биљака износило је 3,82%. У 2015. години просечна висина биљака при примени ПЕМП износила је 90,27 cm што је било статистички високо значајно у односу на варијанту без примене ПЕМП (85,29 cm) која је била за 6,00% нижа.



Графикон 4. Просечна висина биљака (cm) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

Највеће висине биљака забележене су при фолијарним третманима два пута у вегетацији и ђубрењу са 1300 kg/ha (119,70 cm) у 2013. и у 2014. години (102,15 cm).

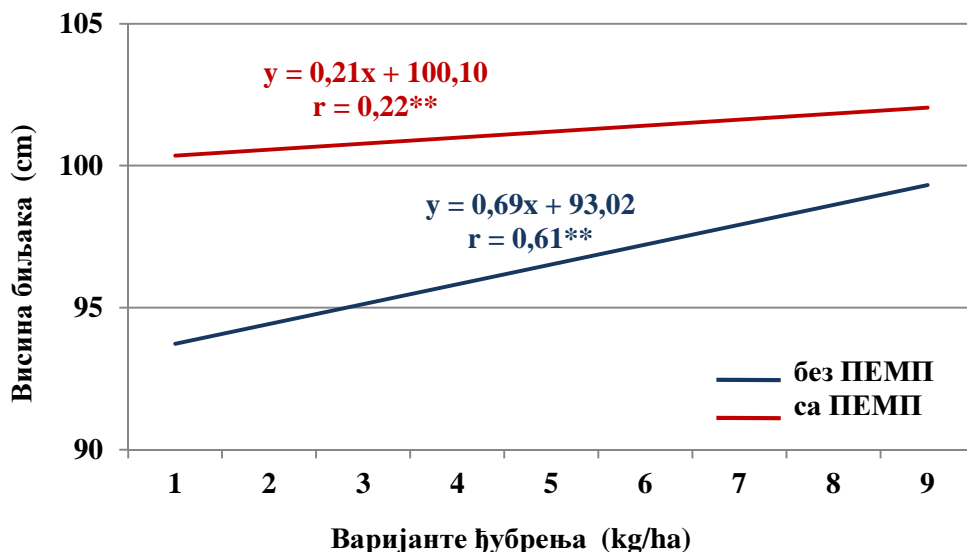
Сличне резултате су добили *Милошев и сар.* (2001) у истраживањима електромагнетне стимулације семена јарог јечма, где су запазили да је разлика у висини биљака била присутна и видљива током целокупног периода вегетације.

Поред агроеколошких услова, према *Цвијановић* (2002), на висину биљака соје значајно утиче третман семена са симбиозним и асоцијативним азотофиксаторима при ђубрењу са 60 kgN/ha. Интеракција фактора године/ђубрење (AB) је високо значајно утицала на висину биљака осим у варијантама са два пута фолијарним третманом.

Исти тренд је остварен и у интеракцији година/третман семена (AC) и ђубрење/третман семена (BC).

У интеракцији BC статистички значајне разлике у висини биљака, нису утврђене у варијантама ђубрења са два пута фолијарним третманом (контрола 101,92 cm; 750 kg/ha 102,01 cm; 1300 kg/ha 102,35 cm).

Висина биљака при повећању количине хранива у обе варијанте третманима без и са стимулацијом ПЕМП била је у позитивној и статистички значајној корелацији на нивоу од  $p < 0,01$  (Граф. 5).



Графикон 5. Зависност висине биљака од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

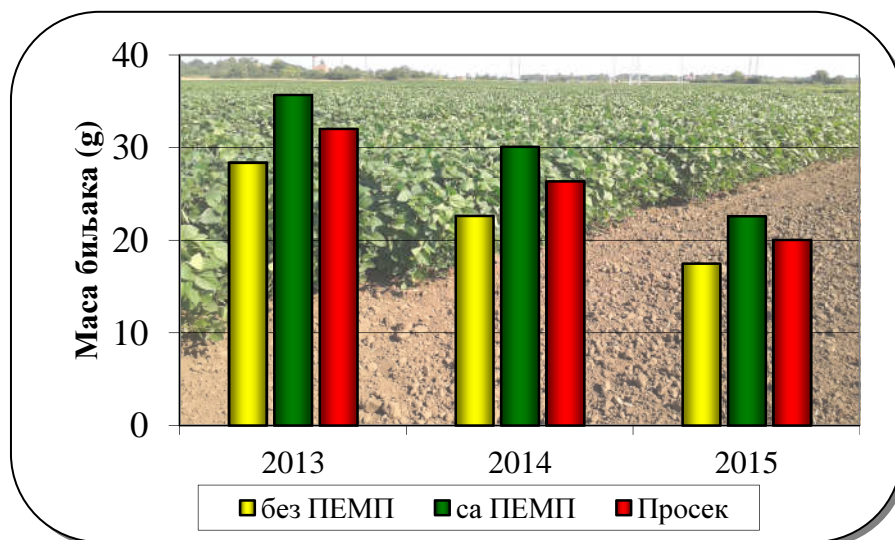
Табела 8. Просечна висина биљака (cm) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		103,03	114,18	108,60	112,02	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		108,00	115,45	111,73		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		110,98	116,25	114,36		
	750 kg/ha		106,35	112,23	109,29		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		109,45	114,93	112,19		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		114,03	117,75	115,14		
	1300 kg/ha		109,20	110,40	109,80		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		109,65	111,70	110,68		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		113,10	119,70	116,40		
	X̄ АС		109,31	114,73			
2014	Контрола		90,73	98,15	94,44	96,77	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		93,15	97,53	95,34		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		98,68	104,20	101,44		
	750 kg/ha		90,58	95,60	93,09		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		96,23	96,75	96,49		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		100,63	101,85	101,24		
	1300 kg/ha		96,15	96,05	96,10		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		92,55	95,03	93,79		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		95,96	102,15	99,05		
	X̄ АС		94,96	98,59			
2015	Контрола		81,03	85,60	83,31	87,78	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		81,35	88,98	85,16		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		86,10	93,80	89,95		
	750 kg/ha		83,33	87,20	85,26		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		86,00	91,00	88,50		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		89,60	89,73	89,66		
	1300 kg/ha		84,10	87,73	85,91		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		86,13	95,20	90,66		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		89,95	93,23	91,59		
	X̄ АС		85,29	90,27	X̄ В		
X̄ BC	Контрола		91,59	99,31	95,45		
	Контрола + 1 x 6 l/ha		94,17	100,65	97,41		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		98,58	105,25	101,92		
	750 kg/ha		93,42	98,34	95,88		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		97,23	100,89	99,06		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		101,42	102,61	102,01		
	1300 kg/ha		96,48	98,06	97,27		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		96,11	100,64	98,38		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		99,67	105,03	102,35		
	X̄ С		96,52	101,20			
ПРОСЕК 2013-2015					98,86		
	A**	B**	C**	AB**	AC**	BC**	ABC**
F test	2,861,58	30,54	209,95	3,18	2,79	5,30	1,75
LSD <sub>0,05</sub>	0,79	1,36	0,64	2,36	1,11	1,93	3,34
LSD <sub>0,01</sub>	0,86	1,81	0,85	3,13	1,48	2,56	4,43

### 6.1.2. Маса биљака

Маса биљака представља масу надземног дела биљака мерену у технолошкој зрелости. Статистичком анализом утврђене су статистички високо значајне разлике у маси биљака по свим факторима истраживања и њиховим интеракцијама.

Маса биљака по годинама истраживања била је у корелацији са измереном висином биљака. Највећа маса биљака била је у 2013. години 32,04 g, док је најмања измерена у 2015. години и износила је 20,04 g (Граф. 6).



Графикон 6. Просечна маса биљака (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начином ђубрења по годинама истраживања

Просечна вредност измерене масе биљака за трогодишњи период истраживања износила је 26,15 g (Табела 9). Маса биљака при различитом ђубрењу исказала је статистички високо значајне разлике. Највећа маса биљака била је при свим нивоима ђубрења са комбинацијом фолијарним третманом два пута. Тако је, при ђубрењу са 1300 kg/ha измерена маса биљака од 31,98 g, са ђубрењем од 750 kg/ha износила је 30,07 g, док је у контроли била 29,20 g, односно мања за 2,98-9,52%.

У просеку за све три године истраживања најмање измерене масе биљака биле су при ђубрењима без примене фолијарних третмана. Измерена маса биљака у

контролној варијанти била је 23,24 g, при ђубрењу са 750 kg/ha износила је 22,85 g, док је при ђубрењу са 1300 kg/ha забележена најмања маса биљака 22,51 g.

Ово се може објаснити специфичношћу соје према азоту, да се при већој количини присутног азота формирају бујне биљке које троше велике количине угљених хидрата за усвајање азота, што се негативно одражава на азотофиксацију, те може имати негативан утицај на елементе приноса и висину приноса (Горанов, 1978).

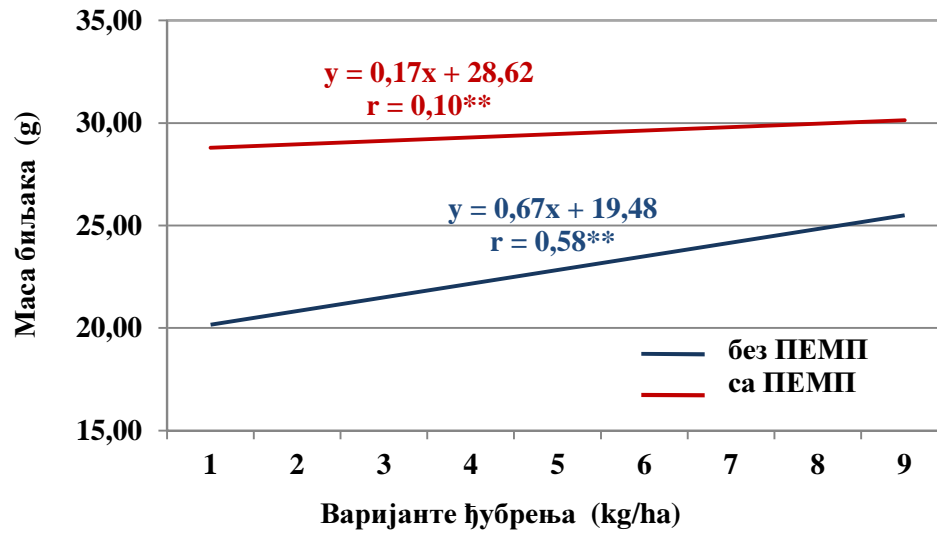
Маса биљака код истих варијанти ђубрења, а различитих третмана семена имала је статистички значајну разлику у свим годинама истраживања. Највећа маса биљака утврђена је у 2013. години при третману семена са ПЕМП (35,7 g) што је било повећање од 25,75% у односу на варијанту без третмана семена са ПЕМП. У 2014. години маса биљака при третману семена била је 30,09 g што је за 32,97% веће од варијанте без третмана семена 22,63 g. У 2015. години забележене су најниже вредности масе биљака, што је резултат недостатка падавина у фазама вегетативног пораста, јер недостатак воденог талога је утврђен већ у току сетве.

Мала је резерва влаге била у земљишту, а недостатак воденог талога забележен је до треће декаде маја, што је утицало на теже клијање, ницање и вегетативни пораст биљака.

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).

У истраживањима *Милошев и сар.* (2001) утврђена је већа маса свежег (12,99%) и сувог (14,93%) надземног дела биљака различитих сорти пшенице, услед третмана семена резонантно импулсним електромагнетним таласима различите дужине. До сличних закључака у својим истраживањима дошао је *Григорев и сар.* (1998).

У граф. 7 се уочавају позитивне корелације у обе варијанте стимулације семена без/са ПЕМП, при повећању количине ђубрива, на нивоу статистичке значајности  $p < 0,01$ .



Графикон 7. Зависност масе биљака (g) од третмана семена са ПЕМП и различитог начина ђубрења

Табела 9. Просечна маса биљака (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		23,67	34,13	28,90	32,04	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		27,79	37,03	32,41		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		29,80	39,72	34,76		
	750 kg/ha		23,51	31,96	27,73		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		27,21	36,38	31,79		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		35,26	38,09	36,67		
	1300 kg/ha		26,24	28,21	27,22		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		28,37	30,38	29,37		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		33,67	45,40	39,53		
	X̄ АС		28,39	35,70			
2014	Контрола		19,13	29,11	24,12	26,36	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		21,72	29,93	25,82		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		24,38	40,39	32,39		
	750 kg/ha		19,89	25,68	22,78		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		22,07	26,93	24,50		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		28,63	31,56	30,09		
	1300 kg/ha		20,76	24,76	22,76		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		22,27	26,93	24,60		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		24,79	35,57	30,18		
	X̄ АС		22,63	30,09			
2015	Контрола		12,93	20,46	16,69	20,04	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		16,67	21,34	19,00		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		17,31	23,63	20,47		
	750 kg/ha		15,55	20,54	18,04		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		16,20	22,58	19,39		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		20,57	26,31	23,44		
	1300 kg/ha		17,06	18,03	17,54		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		18,78	20,32	19,55		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		22,27	30,17	26,22		
	X̄ АС		17,48	22,60	X̄ В		
X̄ ВС	Контрола		18,58	27,90	23,24		
	Контрола + 1 x 6 l/ha		22,06	29,43	25,74		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		23,83	34,58	29,20		
	750 kg/ha		19,65	26,06	22,85		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		21,82	28,63	25,23		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		28,15	31,98	30,07		
	1300 kg/ha		21,35	23,67	22,51		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		23,14	25,87	24,51		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		26,91	37,05	31,98		
	X̄ С		22,83	29,46			
ПРОСЕК 2013-2015					26,15		
	A**	B**	C**	AB**	AC**	BC**	ABC**
F test	1,451,70	88,47	740,29	5,37	9,71	18,42	2,86
LSD <sub>0,05</sub>	0,55	1,03	0,48	1,79	0,84	1,45	2,52
LSD <sub>0,01</sub>	0,59	1,37	0,64	2,37	1,11	1,93	3,34



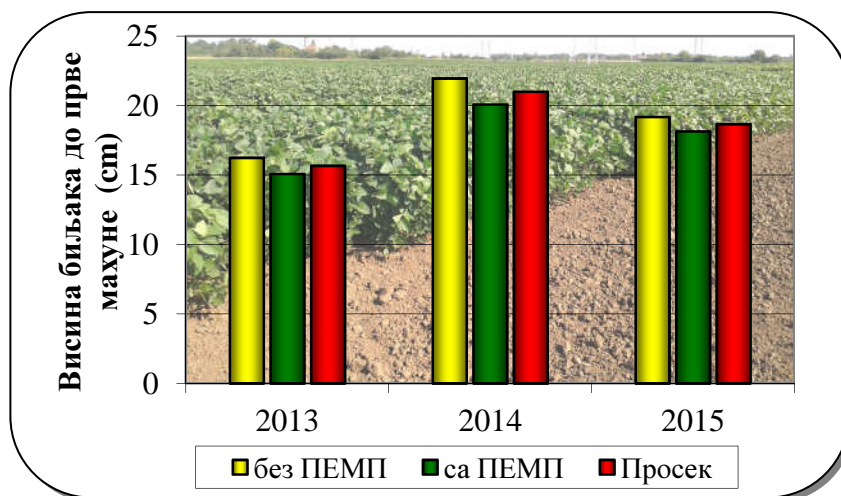
### 6.1.3. Висина биљака до прве махуне

Висина биљака до прве махуне представља растојање између површине земљишта и првог коленца који на себи носи махуну. Ово је веома важна сортна особине соје која долази до изражаја приликом жетве. На висину биљака до прве махуне може утицати и различит склоп биљака. Смањењем међуредног размака повећава се размак између биљака у реду. При смањењу међуредног размака повећава се висина биљака, а уједно и висина до првих махуна (Дозет, 2006). Према истраживањима Ђукић (2009) до смањења висине до прве махуне може доћи и при третману семена са квржичним бактеријама.

Анализа варијансе, за ову морфолошку особину, показује да су услови године (фактор А) као и третман семена (фактор С) исказали разлике, које су биле статистички веома значајне на нивоу  $p < 0,01$  док је ђубрење (фактор В) исказао значајност на нивоу  $p < 0,05$  (Табела 10). За разлику од висине и масе биљака у 2013. години ова особина исказала је мање вредности. Наиме, најмања висина биљака до прве махуне износила је у 2013. години 15,66 cm, док је највећа висина била у 2014. години и износила 21,00 cm (Граф. 8). Просечна висина биљака до прве махуне за цео период истраживања износила је 18,44 cm.

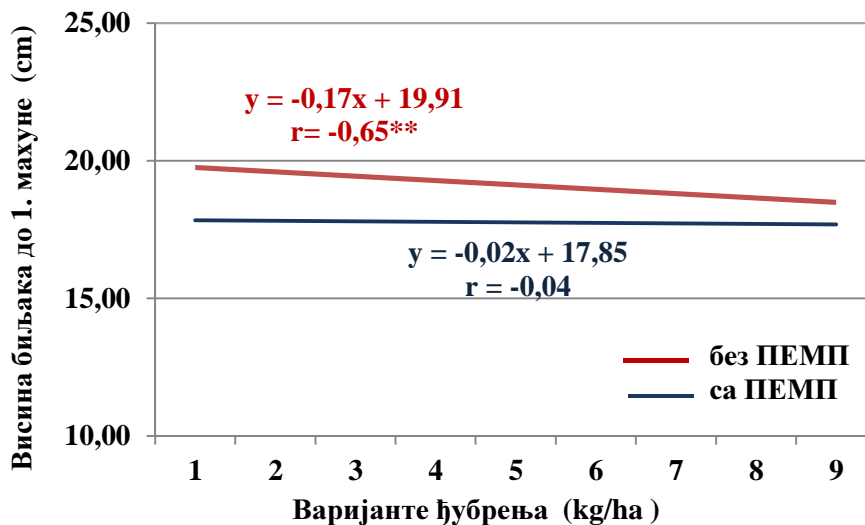
Висина биљака до прве махуне била је статистички високо значајна у варијантама ђубрења и то 750 kg/ha (18,87 cm) и 750 kg/ha са фолијарним третманом два пута у вегетацији (17,30), док су при истим комбинацијама ђубрења са већом дозом 1300 kg/ha (19,03 cm и 17,77 cm) разлике биле на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,05$ .

Висина биљака до прве махуне била је нижа при третману семена са ПЕМП. То смањење висине у односу на варијанту без третмана семена са ПЕМП износило је 7,11%. Смањење висине биљака до прве махуне може имати негативан утицај, јер може довести до повећања губитка зрна у току жетве (Миладиновић и сар., 2008).



Графикон 8. Висина биљака (cm) до прве махуне у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

При повећању количине хранива у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП, долази до смањења висине биљака до прве махуне, што доводи до негативне корелације, која је статистички значајна на нивоу  $p < 0,01$ . Такође, у варијанти без третмана семена са ПЕМП и при повећању количине ђубрива, присутна је негативна корелација, али без статистичке значајности (Граф. 9).



Графикон 9. Висина биљака до прве махуне (cm) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Табела 10. Просечна висина биљака до прве махуне (cm) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		16,93	16,30	16,61	15,66	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		16,28	13,63	14,95		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		16,25	15,00	15,63		
	750 kg/ha		16,30	16,65	16,48		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		17,63	15,18	16,40		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		14,88	14,15	14,51		
	1300 kg/ha		16,08	16,10	16,09		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		16,40	15,50	15,95		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		15,48	13,23	14,35		
	X̄ АС		16,24	15,08			
2014	Контрола		21,70	21,38	21,54	21,00	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		20,78	19,05	19,91		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		24,45	18,55	21,50		
	750 kg/ha		21,35	20,10	20,73		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		20,95	21,23	21,09		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		22,30	18,38	20,34		
	1300 kg/ha		21,65	22,88	22,26		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		22,08	19,65	20,86		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		22,14	19,40	20,77		
	X̄ АС		21,93	20,07			
2015	Контрола		22,10	17,95	20,03	18,66	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		18,65	18,25	18,45		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		19,35	18,13	18,74		
	750 kg/ha		20,55	18,28	19,41		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		19,45	18,35	18,90		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		18,38	15,75	17,06		
	1300 kg/ha		18,40	19,05	18,73		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		16,80	20,03	18,41		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		18,90	17,45	18,18		
	X̄ АС		19,18	18,14	X̄ В		
X̄ ВС	Контрола		20,24	18,54	19,39		
	Контрола + 1 x 6 l/ha		18,57	16,98	17,77		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		20,02	17,23	18,62		
	750 kg/ha		19,40	18,34	18,87		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		19,34	18,25	18,80		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		18,52	16,09	17,30		
	1300 kg/ha		18,71	19,34	19,03		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		18,43	18,39	18,41		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		18,84	16,69	17,77		
	X̄ С		19,12	17,76			
ПРОСЕК 2013-2015					18,44		
	A**	B*	C**	AB	AC	BC	ABC
F test	254,94	2,74	22,84	0,47	0,82	1,70	1,54
LSD <sub>0,05</sub>	0,58	1,17	0,56	2,03	0,98	1,69	2,93
LSD <sub>0,01</sub>	0,63	1,55	0,75	2,69	1,30	2,25	3,89

#### 6.1.4. Број бочних грана

Грађа стабла соје у великој мери зависи од форме и сорте биљака. Оно се разликује како по висини тако и по броју бочних грана, односно по својој разгранатости, услед чега биљка добија свој жбунаст изглед. Код гранања треба разликовати гранање првог и другог реда. Гранање првог реда односи се на бочне гране које избијају непосредно из главног стабла, док гране другог реда избијају из бочних грана првог реда. Бочне гране оба реда избијају из пазуха листова. Најбоље су сорте код којих бочне гране избијају из виших коленаца на висини од 10-15 cm изнад површине земљишта. У зависности од броја и начина избијања бочних грана разликују се и форме жбуна соје. Број бочних грана значајно утиче на висину приноса.

У примењеном истраживању на основу анализе варијансе, утврђен је статистички значајан ( $p < 0,01$ ) ефекат ђубрења (фактор В) и третмана семена са ПЕМП (фактор С), док су услови у години (фактор А) истраживања имали статистички значајан утицај на формирање бочних грана на нивоу  $p < 0,05$ . Интеракције АВ, ВС и АВС нису исказале статистичку значајност.

Између година 2013. у којој је забележено у просеку 0,13 бочних грана и 2015. године са 0,15 бочних грана, није било статистички значајне разлике у броју бочних грана, док је статистички високо значајна разлика била у односу на 2014. годину када је забележено 0,08 бочних грана (Табела 11).

Што се тиче ђубрења (фактор В) утврђене су статистички високо значајне разлике. При основном ђубрењу (контрола; 750 kg/ha и 1300 kg/ha утврђен је статистички мањи број бочних грана (0,07-0,09 бочних грана), него у подваријантима са фолијарним третманима (0,13-0,19). Највећи просечан број бочних грана утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha и фолијарним третманом два пута у вегетацији (0,19 бочних грана). Код основних ђубрења са 750 kg/ha (0,07 бочних грана) и 1300 kg/ha (0,07 бочних грана) није утврђена разлика у броју бочних грана.

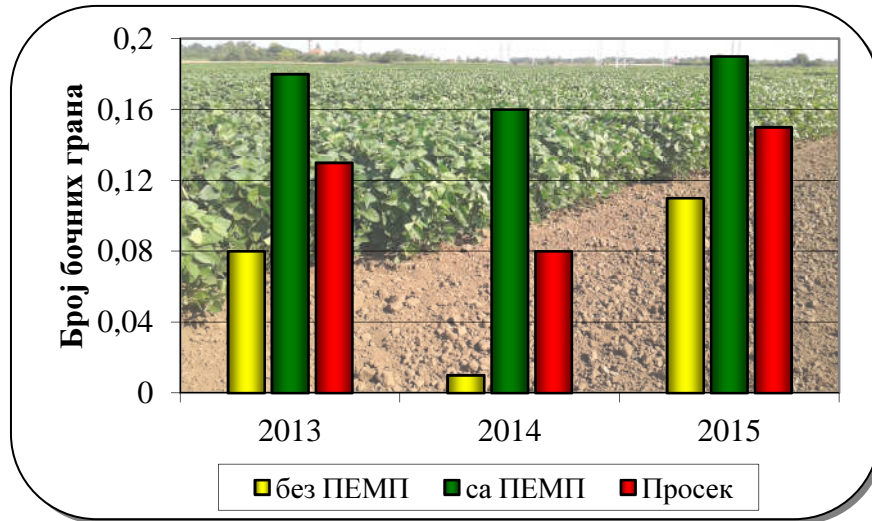
На морфолошке карактеристике биљака поред количине значајно утиче и врста ђубрива. Према истраживањима *Mandal et al.* (2009) при ђубрењу соје са комплексним ђубривом NPK (25–25,8–16,6 kg/ha) и мешавине NPK са 10 t/ha стајњака утврђене су значајне разлике у параметрима укупне биомасе надземног дела биљака. У комбинацији минералног ђубрива и стајњака аутори су утврдили да у фенофази физиолошке зрелости соје значајно повећање масе лисних дршки за 9%, масе листа за 17% и масе махуна за 29%. Мало је истраживања код нас и у свету о утицају комбинације минералних и органских ђубрива у производњи соје. Укупна енергија која се налази у комбинованом ђубрењу (минерално и органско) је већа него у минералном ђубриву, те је значај обновљивих извора енергије значајно већи са већим нетом излазне енергије. Стога, комбинација минералних NPK ђубрива и органског ђубрива би могла да буде опција за одржив начин управљања у производњи соје (*Šimon and Czako*, 2014).

Применом третмана семена са ПЕМП (фактор С) може се статистички значајно на нивоу  $p < 0,01$  повећати број бочних грана. У просеку са ПЕМП број бочних грана био је 0,18, или за 157,14% већи него у варијанти без третмана семена са ПЕМП (0,07 бочних грана).

Варијанте ђубрења са фолијарним третманом два пута у вегетацији имале су највише утицаја на избијање бочних грана у условима третмана семена са ПЕМП. Највећи број бочних грана је утврђен у варијанти са третманом семена са ПЕМП и фолијарним третманом два пута у вегетацији при свим начинима ђубрења. Тако је у контроли забележено 0,27, при ђубрењу са 750 kg/ha 0,24 бочне гране и при ђубрењу са 1300 kg/ha забележено је просечно по 0,30 бочних грана, што је уједно и највећи забележен број бочних грана.

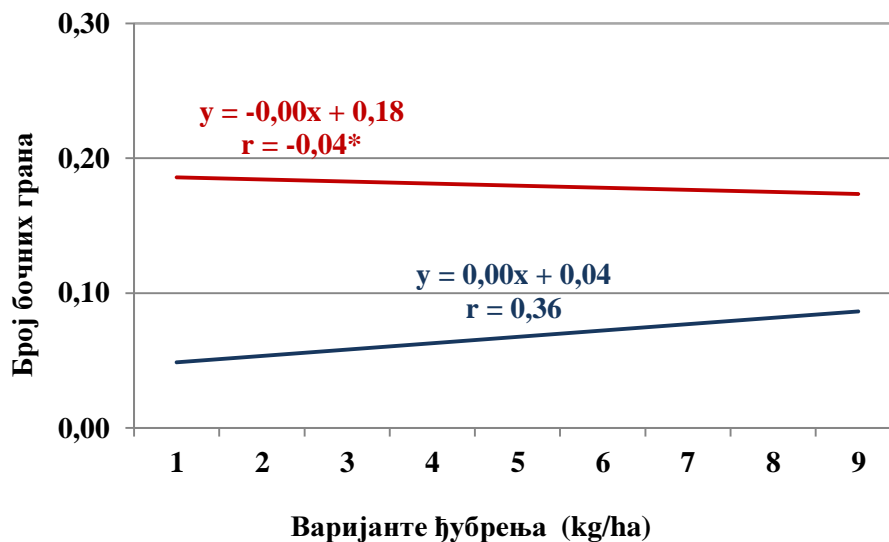
Све гране су избијале из основног стабла из пазуха листа. Најмањи број бочних грана, скоро изостанак (0,01 бочна грана) забележен је у 2014. години у варијанти без третмана семена са ПЕМП. Док је у истој години третман семена са ПЕМП утицао на статистички високо значајно већи број бочних грана (Граф. 10).

Међусобна интеракција година/ђубрење (АВ), година/третман семена са ПЕМП (АС), ђубрење/третман семена (ВС), као ни интеракцијски однос сва три фактора није имао значјног утицаја на број бочних грана на главном стаблу биљке.



Графикон 10. Број бочних грана у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

Број бочних грана са повећањем количине хранива у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП благо је опадао ( $r=-0,04$ ), што је било статистички значајно на нивоу од  $p<0,05$ , док је у варијанти без коришћења стимулације семена дошло до повећања ( $r=0,36$ ), али без статистичке значајности (Граф. 11).



Графикон 11. Зависности броја бочних грана од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Табела 11. Просечан број бочних грана у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

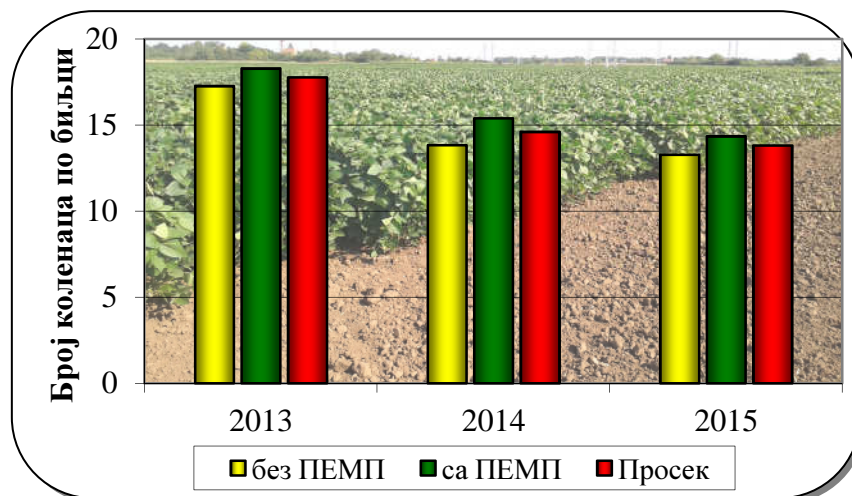
Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	0,03	0,15	0,09	0,13		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	0,03	0,30	0,16			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	0,10	0,30	0,20			
	750 kg/ha	0,03	0,08	0,05			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,20	0,20	0,20			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,15	0,23	0,19			
	1300 kg/ha	0,05	0,13	0,09			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,08	0,05	0,06			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,10	0,20	0,15			
	<b>X̄ АС</b>	<b>0,08</b>	<b>0,18</b>				
2014	Контрола	0,00	0,08	0,04	0,08		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	0,08	0,23	0,15			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	0,00	0,40	0,20			
	750 kg/ha	0,00	0,08	0,04			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,00	0,18	0,09			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,05	0,15	0,10			
	1300 kg/ha	0,00	0,08	0,04			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,00	0,13	0,06			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,00	0,18	0,09			
	<b>X̄ АС</b>	<b>0,01</b>	<b>0,16</b>				
2015	Контрола	0,00	0,28	0,14	0,15		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	0,15	0,13	0,14			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	0,08	0,10	0,09			
	750 kg/ha	0,08	0,15	0,11			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,10	0,10	0,10			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,20	0,35	0,28			
	1300 kg/ha	0,13	0,05	0,09			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,13	0,08	0,10			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,10	0,53	0,31			
	<b>X̄ АС</b>	<b>0,11</b>	<b>0,19</b>	<b>X̄ В</b>			
X̄ BC	Контрола	0,01	0,17	0,09			
	Контрола + 1 x 6 l/ha	0,08	0,22	0,15			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	0,06	0,27	0,16			
	750 kg/ha	0,03	0,10	0,07			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,10	0,16	0,13			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,13	0,24	0,19			
	1300 kg/ha	0,06	0,08	0,07			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	0,07	0,08	0,08			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	0,07	0,30	0,18			
	<b>X̄ С</b>	<b>0,07</b>	<b>0,18</b>				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>0,12</b>			
	<b>А*</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ</b>	<b>АС</b>	<b>BC</b>	<b>ABC</b>
<b>F test</b>	1.196,64	3,63	63,56	1,74	25,32	3,79	2,15
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	0,04	0,07	0,04	0,13	0,07	0,13	0,22
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	0,04	0,10	0,06	0,17	0,10	0,17	0,29

### 6.1.5. Укупан број коленаца

Ово својство биљака одређује се бројањем коленаца тј. спратова по биљци.

Статистичком анализом добијене су значајне разлике у броју спратова за све испитиване факторе и њихове међусобне интеракције. Све значајности су утврђене на нивоу ( $p < 0,01$ ).

У просеку највећа спратност код биљака утврђена је у 2013. години и износила је 17,78. У 2014. години утврђено је 14,61 спратова - коленаца, док је у 2015. години утврђено 13,82 спратова. Добијени резултати су у корелацији са висином биљака по годинама истраживања, јер је у 2013. години утврђена највећа висина биљака, док је у 2015. години утврђена најмања висина биљака (Граф. 12). Осим на негативан ефекат недостатка падавина на укупан развој биљака соје велики проблем представљају ниске температуре ваздуха и земљишта. Ово је веома изражен проблем у регионима са умереним климатским условима где долази до инхибиције раста биљака, нодулације корена и азотофиксације уколико су температуре земљишта ниже од субоптималних (*Schmidt et al.*, 2015).



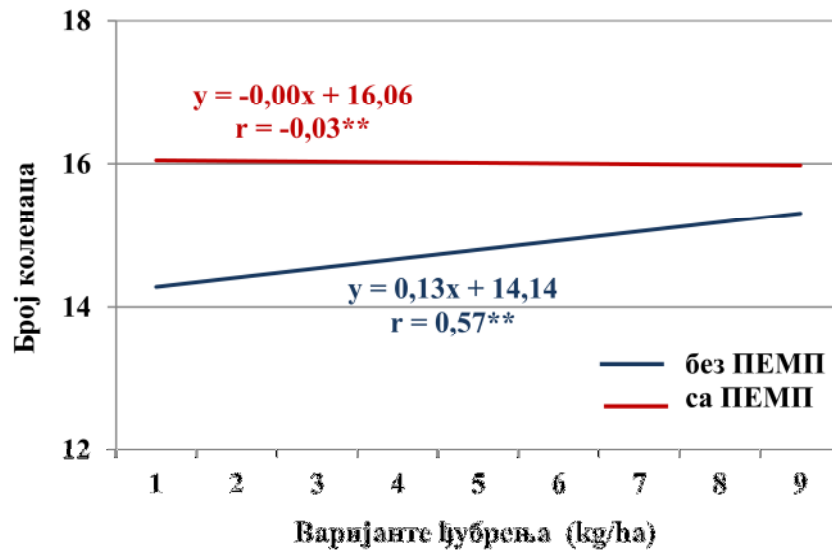
Графикон 12. Просечан број коленаца на главном стаблу биљке соје у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања



У просеку за све три године истраживања статистичком анализом утицаја ђубрења на спратност биљака, утврђене су статистички значајне разлике у броју коленаца по свим нивоима ђубрења осим између контроле (15,03) и контроле са једним фолијарним третманом (15,20) у просеку за све испитиване факторе у периоду истраживања (Табела 12). Највећи број коленаца (16,27) утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha и фолијарним третманом два пута у вегетацији. Просечна вредност броја коленаца износила је 15,40.

Код примене третмана са ПЕМП утврђен је већи број коленаца 16,01, у односу на варијатну без третмана семена. Повећање броја коленаца износило је 8,25%. Добијени резултат је такође у корелацији са повећањем висине биљака у варијанти са третманом семена. Овај податак је веома значајан, јер при повећању броја коленаца добија се више места за образовање већег броја цветова, односно махуна са зрном, што кумулативно води ка повећању приноса. У просеку по свим варијантама ђубрења у 2013. години повећање броја коленаца у варијанти са третманом семена са ПЕМП износило је 5,91%, док је у 2014. години било 11,35%, а у 2015. години 8,06%. Највеће разлике у спратности биљака између варијанте са третманом семена и без третмана семена са ПЕМП утврђене су у контроли без ђубрења са фолијарним третманом два пута у вегетацији. Разлика у спратности износила је 1,93, односно скоро за два коленаца је већа спратност биљака при третману семена са ПЕМП.

Укупан број коленаца по биљци, у варијанти без третмана семена, а са повећањем количине ђубрива, је у позитивној корелацији  $r=0,57$ . У варијанти са третманом семена са ПЕМП и повећањем количине хранива је благо опадала, што је довело до негативне корелације  $r=-0,03$ . У оба случаја је присутна статистичка значајност од  $p<0,01$  (Граф. 13).



Графикон 13. Зависност броја коленаца на главном стаблу биљке у зависности од начина ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 12. Укупан број коленаца (спратова) по главном стаблу биљке у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

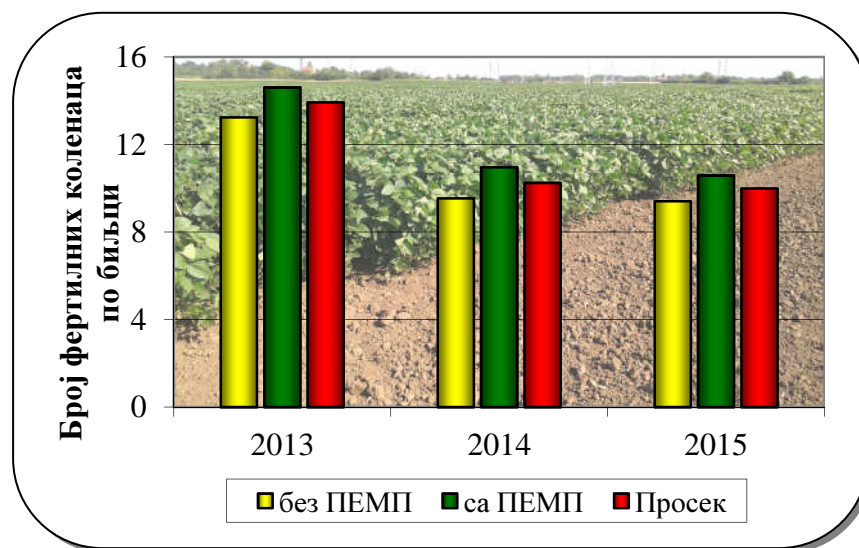
Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		$\bar{X}$ АВ	$\bar{X}$ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	16,43	18,38	17,40	17,78		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	17,33	18,60	17,96			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	17,45	18,75	18,10			
	750 kg/ha	16,33	17,85	17,09			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	17,13	18,40	17,76			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	18,53	18,80	18,66			
	1300 kg/ha	16,95	17,23	17,09			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	17,20	17,55	17,38			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	18,08	19,10	18,59			
	$\bar{X}$ АС	<b>17,27</b>	<b>18,29</b>				
2014	Контрола	13,33	15,20	14,26	14,61		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	13,38	15,15	14,26			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	14,28	17,63	15,95			
	750 kg/ha	13,18	14,68	13,93			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	13,75	14,85	14,30			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	15,00	16,23	15,61			
	1300 kg/ha	13,43	13,88	13,65			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	13,58	14,90	14,24			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	14,57	16,08	15,32			
	$\bar{X}$ АС	<b>13,83</b>	<b>15,40</b>				
2015	Контрола	12,58	14,25	13,41	13,82		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	12,63	14,10	13,36			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	13,28	14,55	13,91			
	750 kg/ha	12,95	13,83	13,39			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	13,03	14,48	13,75			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	14,20	14,85	14,53			
	1300 kg/ha	13,33	13,25	13,29			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	13,33	14,65	13,99			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	14,23	15,20	14,71			
	$\bar{X}$ АС	<b>13,28</b>	<b>14,35</b>	$\bar{X}$ В			
$\bar{X}$ ВС	Контрола	14,11	15,94	15,03			
	Контрола + 1 x 6 l/ha	14,44	15,95	15,20			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	15,00	16,98	15,99			
	750 kg/ha	14,15	15,45	14,80			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	14,63	15,91	15,27			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	15,91	16,63	16,27			
	1300 kg/ha	14,57	14,78	14,68			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	14,70	15,70	15,20			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	15,62	16,79	16,21			
	$\bar{X}$ С	<b>14,79</b>	<b>16,01</b>				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>15,40</b>			
	<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС**</b>	<b>ВС**</b>	<b>АВС**</b>
<b>F test</b>	586,71	25,29	257,35	2,31	5,19	5,63	1,25
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	0,30	0,34	0,15	0,58	0,26	0,45	0,79
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	0,32	0,45	0,20	0,77	0,35	0,60	1,04

## 6.2. Продуктивне особине биљака

### 6.2.1. Број фертилних коленаца

Број фертилних коленаца (коленаца са махунама) представља део укупног броја коленаца које на себи носи стабло биљака. Статистичком анализом утврђена је висока значајност за године испитивања (фактор А), врсте ђубрива (фактор В) и третман семена са ПЕМП (фактор С). Код интеракције сва три фактора АВС утврђена је статистичка значајност на нивоу  $p < 0,05$ .

На основу резултата у Табели 13, у 2013. години уочава се статистички високо значајно већи број фертилних коленаца на биљци. Утврђено је 13,93 фертилна коленаца. Повећање броја фертилних коленаца у односу на 2014. годину (10,25 фертилна коленаца) било је 35,90%, а у односу на 2015. годину (10,00 фертилних коленаца) утврђено је повећање од 39,30%. Разлика у броју фертилних коленаца између 2014. и 2015. године није била на нивоу статистичке значајности (Граф. 14).



Графикон 14. Просечан број фертилних коленаца на главном стаблу биљке соје у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама

истраживања

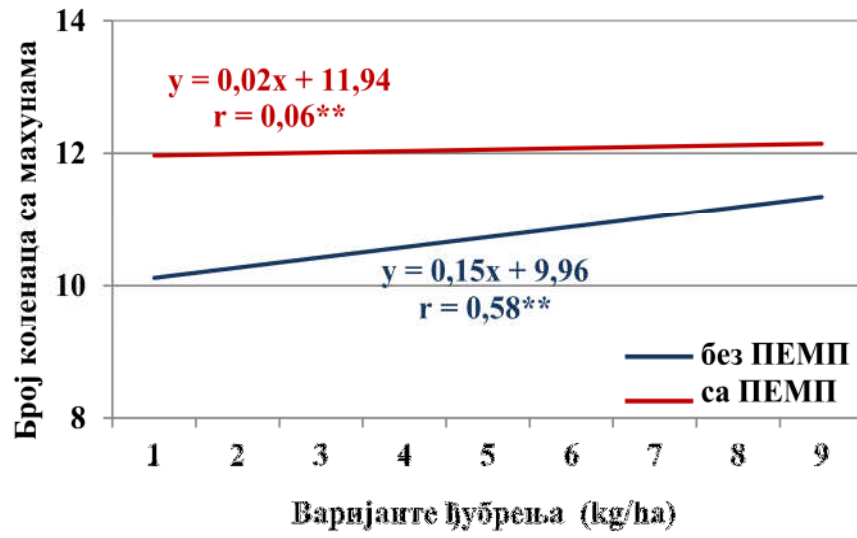
Просечан број фертилних коленаца у све три године истраживања износио је 11,39. У односу на просечан укупан број коленаца (15,40 - Табела 12), број фертилних коленаца био је мањи за 26,04%. Посматрајући врсте коришћених ђубрива, уочава се да је у просеку за цео период истраживања највећи број фертилних коленаца забележен при ђубрењу са највећом дозом ђубрива 1300 kg/ha и два пута фолијарним третманом (12,32 фертилна коленаца). Ова вредност није била на нивоу статистичке значајности са бројем фертилних коленаца при ђубрењу са мањом количином ђубрива 750 kg/ha и два пута фолијарним третманом (12,23 фертилна коленаца). У односу на контролу (10,08 фертилних коленаца) оба ђубрења су утицала на статистички значајно повећање броја фертилних коленаца, док у односу на број фертилних коленаца остварених у контроли са два фолијарна третмана (12,08 фертилна коленаца) статистичка значајност је била на нивоу  $p < 0,05$ . На основу добијених резултата може се закључити да велике количине ђубрива не утичу високо значајно на повећање броја фертилних коленаца.

Третман семена је високо значајно утицао 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%.

Иако је проценат учешћа фертилних коленаца у укупном броју коленаца код обе варијанте приближно исти, ипак је вероватноћа да ће се остварити већи принос при третману семена са ПЕМП, јер је већа висина биљака и већи број фертилних коленаца.

Број коленаца са махунама је у варијанти без и са третманом семена са ПЕМП и повећањем количине ђубрива у високој позитивној корелацији и статистичком значајношћу од 99% (Граф. 15).



Графикон 15. Зависности броја фертилних коленаца по биљци у зависности од ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 13. Просечан број фертилних коленаца на стаблу у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	12,33	14,40	13,36	13,93		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	13,20	14,93	14,06			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	13,30	15,85	14,58			
	750 kg/ha	12,20	13,88	13,04			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	12,78	14,58	13,68			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	14,70	15,20	14,95			
	1300 kg/ha	13,08	13,13	13,10			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	13,23	13,65	13,44			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	14,35	15,93	15,14			
	X̄ АС	13,24	14,61				
2014	Контрола	9,08	10,63	9,85	10,25		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	9,38	10,88	10,13			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	9,73	12,65	11,19			
	750 kg/ha	8,95	10,45	9,70			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,65	10,38	10,01			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	10,45	11,20	10,83			
	1300 kg/ha	9,15	9,88	9,51			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,75	10,50	10,13			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	9,74	12,08	10,91			
	X̄ АС	9,54	10,96				
2015	Контрола	7,75	9,88	8,81	10,00		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	8,25	10,58	9,41			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	9,88	11,10	10,49			
	750 kg/ha	8,20	9,98	9,09			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	11,45	10,60	11,03			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	10,38	11,48	10,93			
	1300 kg/ha	9,45	9,48	9,46			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,65	10,08	9,86			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	9,68	12,18	10,93			
	X̄ АС	9,41	10,59	X̄ В			
X̄ BC	Контрола	9,72	11,63	10,68			
	Контрола + 1 x 6 l/ha	10,28	12,13	11,20			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	10,97	13,20	12,08			
	750 kg/ha	9,78	11,43	10,61			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	11,29	11,85	11,57			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	11,84	12,63	12,23			
	1300 kg/ha	10,56	10,83	10,69			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	10,88	11,41	11,14			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	11,25	13,39	12,32			
	X̄ С	10,73	12,05				
ПРОСЕК 2013-2015				11,39			
	A**	B**	C**	AB	AC	BC	ABC*
F test	201,01	6,54	34,42	1,25	0,06	1,79	1,85
LSD <sub>0,05</sub>	0,51	0,92	0,45	1,60	0,77	1,34	2,32
LSD <sub>0,01</sub>	0,55	1,23	0,59	2,13	1,02	1,77	3,07

### 6.2.2. Број и маса махуна

Плод соје је махуна, чији број се креће од два до више од двадесет у једном цвасти, па до 400 на стаблу зреле биљке (*Carlson and Lersten*, 1987). Овај број је у различитим условима гајења много мањи, због високог процента абортивности цветова соје. За соју је карактеристично да има висок проценат абортивних цветова, односно да биљка формира много више цветова него касније махуна. Ова појава до данас није потпуно објашњена, али се сматра да је последица наслеђивања.

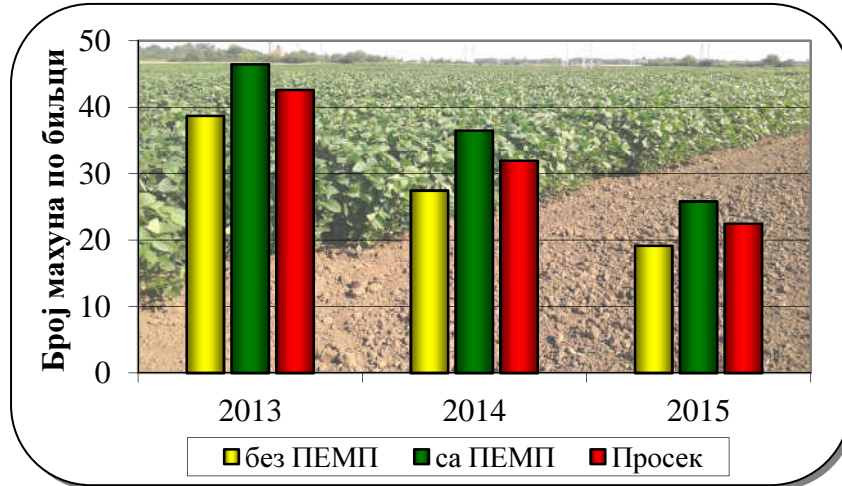
Број махуна по биљци је особина која има знатан утицај на висину приноса. Тај утицај према *Heindl and Burn* (1984) чак је већи од утицаја масе зрна што је у складу са истраживањима *Wiebold et al.* (1981), да се принос соје може повећати смањењем абортивности цветова, односно повећањем броја махуна, што је један од приоритетних задатака у истраживањима гајења и селекције соје.

У Табели 14 приказани су резултати истраживања броја махуна на стаблу биљке. Анализом варијансе утврђена је висока статистичка значајност за све испитиване факторе и њихове интеракције. Највећи број махуна утврђен је у 2013. години (42,60), што је статистички високо значајно повећање у односу на друге две године. Наиме, у 2014. години утврђене су просечно по свим нивоима ђубрења 31,96 махуне, док је у 2015. години утврђено 22,48 махуне по стаблу биљке (Граф. 16).

Утицај ђубрења на број махуна био је високо 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 високо значајно у односу на све варијанте ђубрења осим на варијанту ђубрења са 750 kg/ha и два пута фолијарним третманом (37,40). У односу на ову варијанту није исказана статистичка значајност на утврђен број махуна. Третман семена са ПЕМП, такође, је статистички високо 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

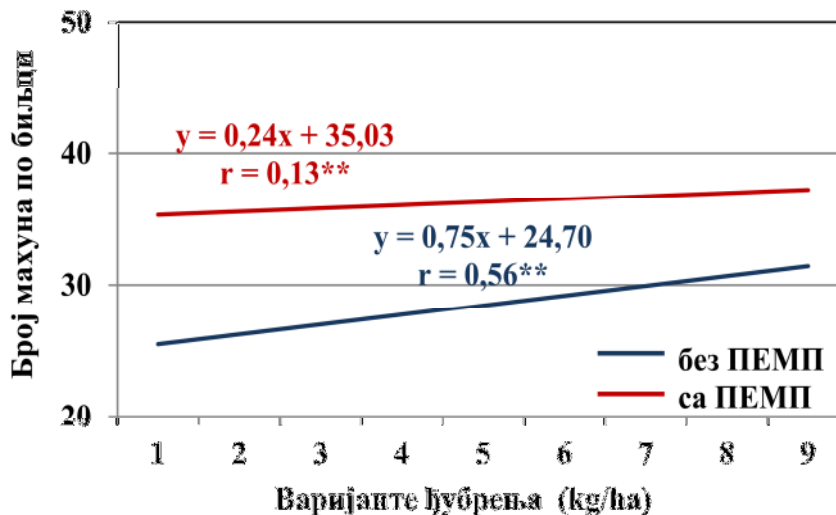


без третмана семена са ПЕМП у 2015. години у просеку по свим нивоима ђубрења (19,14). У односу на варијанту са третманом семена са ПЕМП (25,92), у истој години, број махуна у варијанти без третмана семена (19,14) био је мањи за 25,87%, што је веома значајно и са аспекта остваривања приноса зрна.



Графикон 16. Просечан број махуна по биљци у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

Са повећањем количине хранива у обе варијанте третмана семена са ПЕМП, дошло је до повећања броја махуна по биљци, без стимулације  $r=0,56$ , са стимулацијом ( $r=0,13$ ), и статистичком значајношћу ( $p<0,01$ ) (Граф. 17).

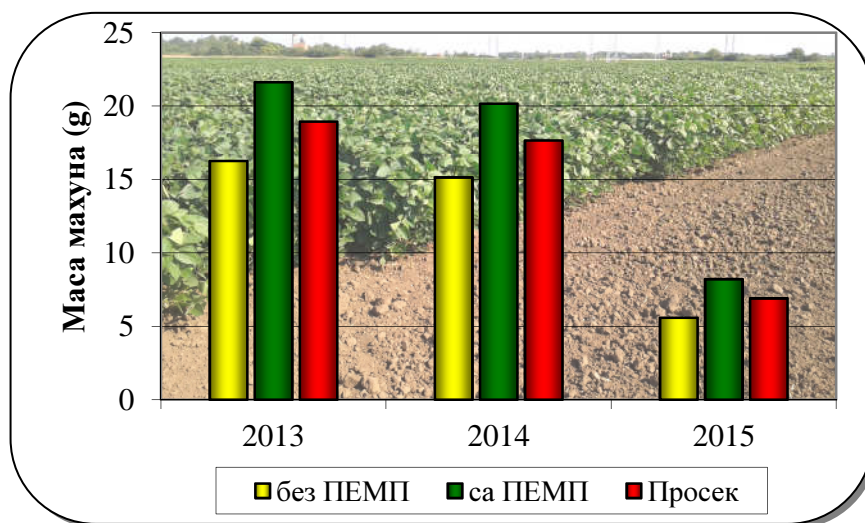


Графикон 17. Зависност броја махуна по биљци од начина ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 14. Просечан број махуна по биљци у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	32,83	45,43	39,13	42,60		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	37,38	47,28	42,33			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	39,50	51,68	45,59			
	750 kg/ha	33,43	40,40	36,91			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	36,30	46,75	41,53			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	52,08	48,63	50,35			
	1300 kg/ha	35,98	39,53	37,75			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	37,90	40,48	39,19			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	43,23	58,08	50,65			
		<b>X̄ АС</b>	<b>38,73</b>	<b>46,47</b>			
2014	Контрола	24,50	33,90	29,20	31,96		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	26,90	37,10	32,00			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	28,63	49,25	38,94			
	750 kg/ha	24,65	30,88	27,76			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	27,45	32,48	29,96			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	31,88	38,38	35,13			
	1300 kg/ha	25,95	30,13	28,04			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	27,30	33,00	30,15			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	29,86	43,15	36,50			
		<b>X̄ АС</b>	<b>27,46</b>	<b>36,47</b>			
2015	Контрола	13,93	24,10	19,01	22,48		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	17,23	24,33	20,78			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	19,00	26,38	22,69			
	750 kg/ha	16,30	23,45	19,88			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	18,05	24,88	21,46			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	23,58	29,88	26,73			
	1300 kg/ha	21,03	20,85	20,94			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	21,38	24,28	22,83			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	21,78	34,28	28,03			
		<b>X̄ АС</b>	<b>19,14</b>	<b>25,82</b>		<b>X̄ В</b>	
X̄ ВС	Контрола	23,75	34,48	29,11			
	Контрола + 1 x 6 l/ha	27,17	36,23	31,70			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	29,04	42,43	35,74			
	750 kg/ha	24,79	31,58	28,18			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	27,27	34,70	30,98			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	35,84	38,96	37,40			
	1300 kg/ha	27,65	30,17	28,91			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	28,86	32,58	30,72			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	31,62	45,17	38,39			
		<b>X̄ С</b>	<b>28,44</b>	<b>36,25</b>			
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>32,35</b>			
	<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС**</b>	<b>ВС**</b>	<b>АВС**</b>
<b>F test</b>	743,15	28,35	359,47	2,51	2,68	11,62	2,64
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	1,26	2,05	0,84	3,55	1,46	2,52	4,37
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	1,36	2,72	1,11	4,71	1,93	3,34	5,79

Маса махуна по биљци је у корелацији са бројем махуна по биљци. Анализом варијансе утврђене су високе значајности код свих испитиваних фактора и њихових интеракција. Највећа маса махуна утврђена је у 2013. години (18,94 g), док је у 2014. години утврђена маса махуна износила 17,65 g, а најмања у 2015. години, свега 6,90 g. Маса махуна у 2015. години била је у односу на 2013. годину мања за 60,91%, а у односу на 2014. годину 60,91% мања (Граф. 18). Процент смањења масе махуна био је много већи од процента разлике у броју махуна. Број махуна у 2015. години био је за 21,73% мањи него у 2013. години, а у 2014. години број махуна по биљци био је за 24,92% мањи него у 2013. години. Просечна маса махуна за испитивани период била је 14,49 g.



Графикон 18. Просечна маса махуна (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

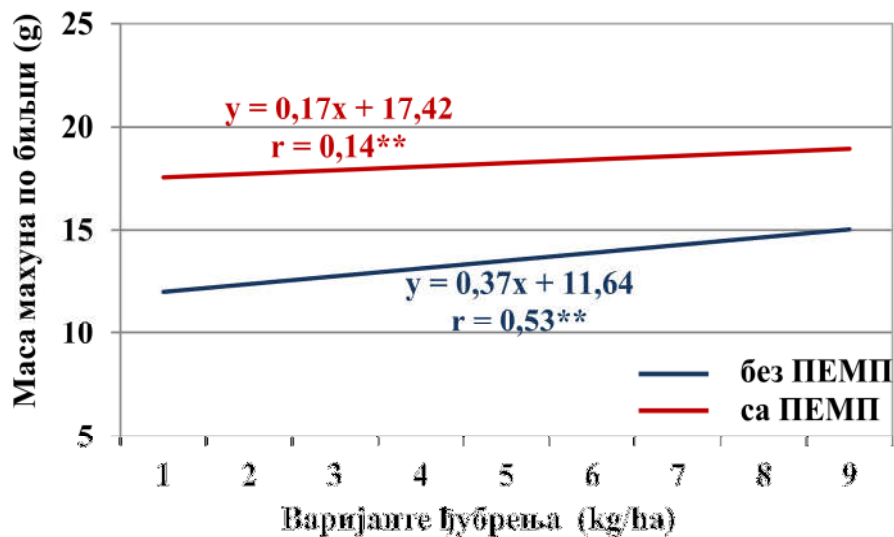
Статистичком анализом утврђен је високо значајан утицај третмана семена на повећање масе махуна (Табела 15). У просеку за све године истраживања по свим ђубрењима маса махуна при третману семена са ПЕМП била је 16,67 g. У односу на варијанту без третмана семена (12,33 g) то повећање износило је 35,12%. Код истих количина и врста ђубрења, а различитих третмана семена утврђена је статистички значајна разлика.

Код различитих количина и врста ђубрења, а при третману семена са ПЕМП, утврђене су статистички значајне разлике у маси махуна при свим ђубрењима.

Највећа маса махуна утврђена је при ђубрењу са 1300 kg/ha и два пута фолијарним третманом у условима третмана семена са ПЕМП. У овој варијанти измерена маса зрна била је 21,44 g.

Интеракција фактора АВ била је статистички високо значајна што је последица основних климатских чинилаца, који, када су у оптималним вредностима појединих фенофаза развоја биљака, утичу на високе вредности испитиваних параметара. Високе статистичке значајности утврђене су и у интеракцијама године (фактор А) са третманом семена (фактор С) као и код интеракције ђубрење/третман семена (BC). Интеракција фактора имала је високо значајне разлике у маси махуна осим у варијанти ђурења са 1300 kg/ha (12,31 g) и једним фолијарним третманом (13,29 g), као и код ђубрења са 750 kg/ha (12,37 g) и једним фолијарним третманом (13,29 g), где су разлике у маси значајне на нивоу  $p < 0,05$ .

Маса махуна по биљци при повећању количине ђубрива у варијанти третмана семена са ПЕМП је у благој позитивној корелацији ( $r=0,14$ ), док је без третмана семене са ПЕМП довела до умерено високе позитивне корелације ( $r=0,53$ ). У оба случаја статистичка значајност је на нивоу од 99% (Граф. 19).



Графикон 19. Зависност масе махуна (g) по биљци од начина ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 15. Просечна маса махуна (g) по биљци у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

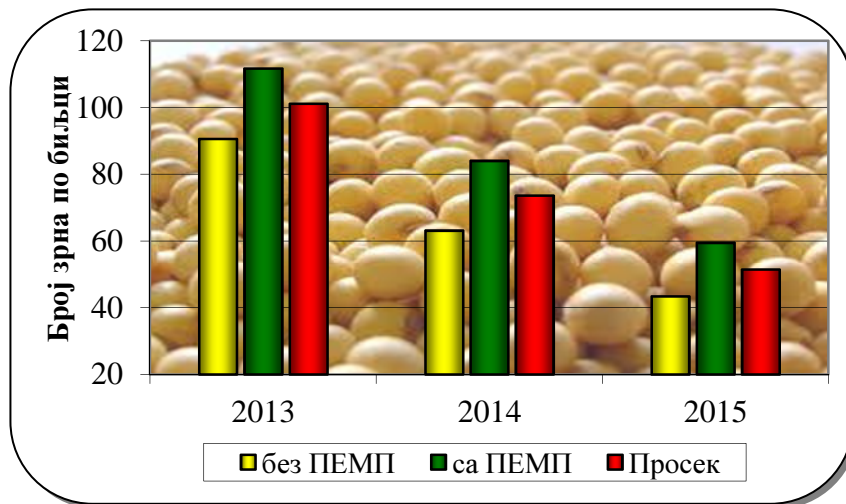
Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		12,76	20,47	16,62	18,94	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		15,34	23,47	19,40		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		17,68	24,15	20,91		
	750 kg/ha		12,88	18,73	15,81		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		15,27	21,93	18,60		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		21,36	23,10	22,23		
	1300 kg/ha		14,85	16,47	15,66		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		16,19	17,55	16,87		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		19,99	28,66	24,32		
X̄ АС		16,26	21,61				
2014	Контрола		12,74	19,36	16,05	17,65	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		14,50	20,01	17,26		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		16,06	27,22	21,64		
	750 kg/ha		13,59	17,33	15,46		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		14,81	18,21	16,51		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		18,58	21,24	19,91		
	1300 kg/ha		14,02	16,47	15,25		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		15,06	18,00	16,53		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		16,85	23,60	20,23		
X̄ АС		15,14	20,16				
2015	Контрола		3,87	7,50	5,68	6,90	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		5,07	7,81	6,44		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		5,85	8,59	7,22		
	750 kg/ha		4,60	7,10	5,85		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		5,11	7,92	6,51		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		7,27	10,05	8,66		
	1300 kg/ha		5,80	6,28	6,04		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		6,34	6,62	6,48		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		6,42	12,06	9,24		
X̄ АС		5,59	8,21	X̄ В			
X̄ BC	Контрола		9,79	15,78	12,78		
	Контрола + 1 x 6 l/ha		11,64	17,10	14,37		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		13,19	19,99	16,59		
	750 kg/ha		10,36	14,39	12,37		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		11,73	16,02	13,87		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		15,74	18,13	16,93		
	1300 kg/ha		11,55	13,08	12,31		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		12,53	14,06	13,29		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		14,42	21,44	17,93		
X̄ С		12,33	16,67				
ПРОСЕК 2013-2015					14,49		
	A**	B**	C**	AB**	AC**	BC**	ABC**
F test	409,65	56,94	497,11	3,83	4,58	15,79	3,81
LSD 0,05	0,72	0,89	0,42	1,54	0,73	1,27	2,20
LSD 0,01	0,77	1,18	0,56	2,05	0,97	1,68	2,92

### 6.2.3. Број зрна

Зрна соје у махунама су различитог облика, боје и величине што утиче на његову масу. Као и на масу 1000 зрна. Семе соје састоји се од ембриона обавијеног семењачом и не садржи ендосперм као код већине легуминоза.

Имајући у виду однос просечних температура ваздуха и количне падавина, промену биолошких особина земљишта, просечну масу биљке и масу махуна током испитивања, очекивано је да се и просечан број зрна у махунама веома значајно разликује током испитивања.

Анализом варијансе за ову особину утврђене су високе значајности за све факторе испитивања и њихове интеракције. Највећи просечан број зрна у оквиру фактора А био је у 2013. години и износио 101,13, у 2014. години забележен је број зрна по биљци од 73,56, а најмањи у 2015. години и износио 51,42 (Табела 16). Добијени резултати су у корелцији са резултатима других карактеристика биљака значајних за остваривање високог приноса (Граф. 20).



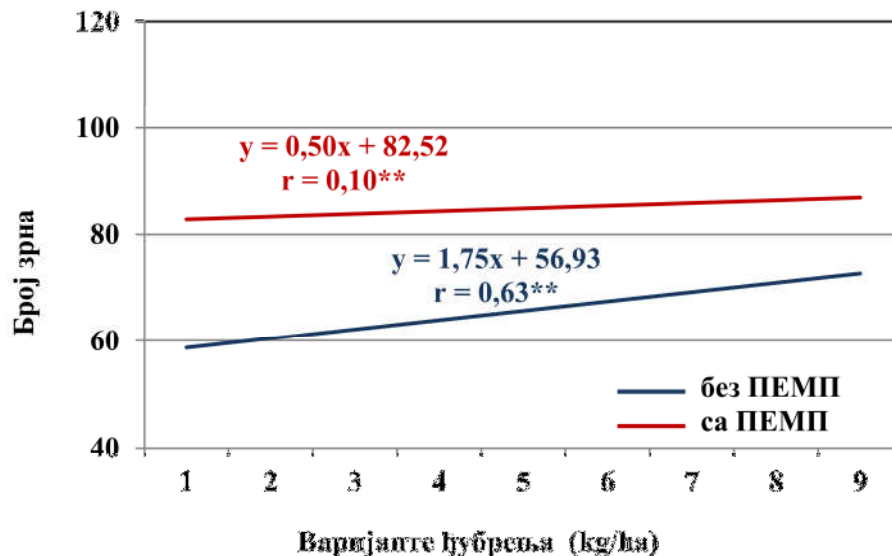
Графикон 20. Просечан број зрна по биљци соје у зависности од третмана семена са ПЕМП и начином ђубрења по годинама истраживања

Ђубрење (B) је такође високо значајно утицало на број зрна по биљци. Просечан највећи број зрна утврђен је при ђубрењу од 1300 kg/ha и са два фолијарна третмана (91,53), што је било високо значајно у односу на број зрна остварен код осталих нивоа ђубрења.

Третман семена са ПЕМП (фактор C) је високо значајно утицао на број зрна по биљци. У просеку за цео период истраживања при третману семена утврђено је 85,05 зрна по биљци што је за 29,49% било више него у варијанти без третмана семена 65,68. Просек броја зрна по биљци у целом периоду истраживања био је 75,37.

Интеракција године/ђубрење и година/третман семена, такође, је исказао статистички високо значајне резултате. Највеће вредности у броју зрна остварене су у 2013. години са третманом семена (111,70 зрна по биљци). У интеракцији ВxС највеће вредности су остварене при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана (91,53), што је уједно и статистички значајно висок број зрна по биљци. У оквиру ђубрења са 750 kg/ha и једним фолијарним третманом (72,14) и 1300 kg/ha и једним третманом (71,79) утврђене су разлике на нивоу  $p < 0,05$ . Интеракција сва три фактора, такође, је статистички високо значајно утицала на број зрна по биљци.

Број зрна по биљци (Граф. 21) у обе варијанте третмана семена и повећања количине хранива је у позитивној корелацији са статистичком значајношћу на нивоу од  $p < 0,01$ .



Графикон 21. Зависност броја зрна по биљци од начина ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 16. Просечан број зрна по биљци у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

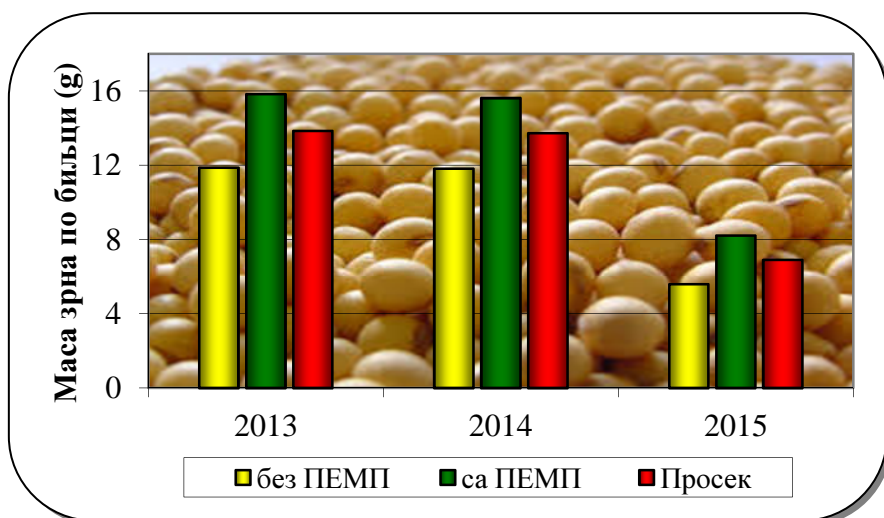
Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		$\bar{X}$ АВ	$\bar{X}$ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	78,28	109,03	93,65	101,13		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	89,68	114,00	101,84			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	95,30	128,18	111,74			
	750 kg/ha	76,98	96,13	86,55			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	84,20	113,25	98,73			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	107,70	116,85	112,28			
	1300 kg/ha	85,05	86,90	85,98			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	93,33	97,38	95,35			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	104,43	143,60	124,01			
	$\bar{X}$ АС	<b>90,55</b>	<b>111,70</b>				
2014	Контрола	54,60	80,23	67,41	73,56		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	60,68	86,23	73,45			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	65,78	111,10	88,44			
	750 kg/ha	57,70	72,25	64,98			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	62,73	75,45	69,09			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	75,25	88,70	81,98			
	1300 kg/ha	58,63	68,38	63,50			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	62,50	75,13	68,81			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	70,09	98,65	84,37			
	$\bar{X}$ АС	<b>63,10</b>	<b>84,01</b>				
2015	Контрола	32,63	55,60	44,11	51,42		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	39,45	56,20	47,83			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	43,58	59,93	51,75			
	750 kg/ha	35,83	54,43	45,13			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	40,80	56,40	48,60			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	52,45	67,60	60,03			
	1300 kg/ha	48,35	47,48	47,91			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	48,50	53,93	51,21			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	48,93	83,48	66,20			
	$\bar{X}$ АС	<b>43,39</b>	<b>59,45</b>	$\bar{X}$ В			
$\bar{X}$ ВС	Контрола	55,17	81,62	68,39			
	Контрола + 1 x 6 l/ha	63,27	85,48	74,37			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	68,22	99,73	83,98			
	750 kg/ha	56,83	74,27	65,55			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	62,58	81,70	72,14			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	78,47	91,05	84,76			
	1300 kg/ha	64,01	67,58	65,80			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	68,11	75,48	71,79			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	74,48	108,58	91,53			
	$\bar{X}$ С	<b>65,68</b>	<b>85,05</b>				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>75,37</b>			
	<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС**</b>	<b>ВС**</b>	<b>АВС**</b>
<b>F test</b>	3.810,81	64,16	963,71	5,13	7,06	30,88	4,13
<b>LSD<sub>0.05</sub></b>	1,40	3,26	1,24	5,64	2,15	3,72	6,45
<b>LSD<sub>0.01</sub></b>	1,51	4,32	1,65	7,48	2,85	4,94	8,55



### 6.2.4. Маса зрна

Маса зрна по биљци представља масу укупног броја зрна са једне биљке. Зрно соје састоји се из семењаче и клице. На семењачу, која је уједно и спољашњи омотач зрна-семена, отпада у просеку од 7% до 8% укупне масе. Колики је проценат семењаче зависи и од крупноће семена. На масу зрна соје по биљци према истраживањима *Дозет* (2009) могу да утичу климатски фактори, као и различити облици ђубрења. Ђубрење азотом повећава масу зрна по биљци соје, установила је *Калајџиева* (1975). Да је азот елемент, који утиче на повећање масе зрна у условима органског ратарења алтернативних правих жита у својим истраживањима утврдила је *Рољевић* (2014).

Услови спољашње средине имају важну улогу у експресији генетичког потенцијала родности, те је на основу анализе варијансе у истраживањима утврђена висока статистичка значајност ове особине у зависности од климатских фактора у години (фактор А) (Табела 17). Највећа маса зрна по биљци утврђена је у првој 2013. години (13,86 g), што није било на нивоу статистичке значајности у односу на другу 2014. годину (13,73 g). У односу на 2015. годину истраживања (6,90 g) обе године су имале статистички високо значајно повећање масе зрна по биљци (Граф.22)



Графикон 22. Маса зрна по биљци (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начином ђубрења по годинама истраживања

Ћубрење (фактор В) је такође високо значајно утицало на остварене резултате добијене масе зрна по биљци. Највећа маса зрна у просеку за све године истраживања измерена је при највећем ѓубрењу са два фолијарна третмана. Маса зрна по биљци није била на нивоу значајности у контролној варијанти са једним (11,24 g) и два фолијарна третмана (13,15 g). При ѓубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана (13,53 g) маса зрна по биљци у односу на контролу са два фолијарна третмана (13,15 g) била је повећана на нивоу  $p < 0,05$ . При ѓубрењу са 750 kg/ha и 1300 kg/ha није било статистичке значајност, обзиром на непостојање разлике између утврђене масе зрна по биљци (9,81 g).

Просечна маса зрна по биљци у целокупном периоду истраживања износила је 11,49 g.

Третман семена са пулсирајућим електромагнетним пољем (фактор С) високо значајно је утицао на повећање масе зрна по биљци. У просеку, за испитивани период, маса зрна по биљци при третману са ПЕМП била је 13,23 g што је било повећање на нивоу статистичке високе значајности у односу на нетретирано семе 9,76 g. Повећање масе зрна било је за 35,55%. Код соје, као и код осталих зрених махунарки, догађа се да семењача буде тврда, услед чега тешко упија воду те има отежано и клијање. При третману са ПЕМП повећава се боља пропустљивост семењаче за воду те омогућава и боље клијање што касније има утицаја на пораст биљке.

При третману са ПЕМП највећа маса била је у 2013. години (15,84 g) што је за свега 1,39% веће у односу на 2014. годину, и на граници статистичке значајности од  $p < 0,01$ . Најмања маса зрна по биљци при третману са ПЕМП била је у 2015. години (8,21 g). Између испитиваних фактора утврђена је висока међузависност.

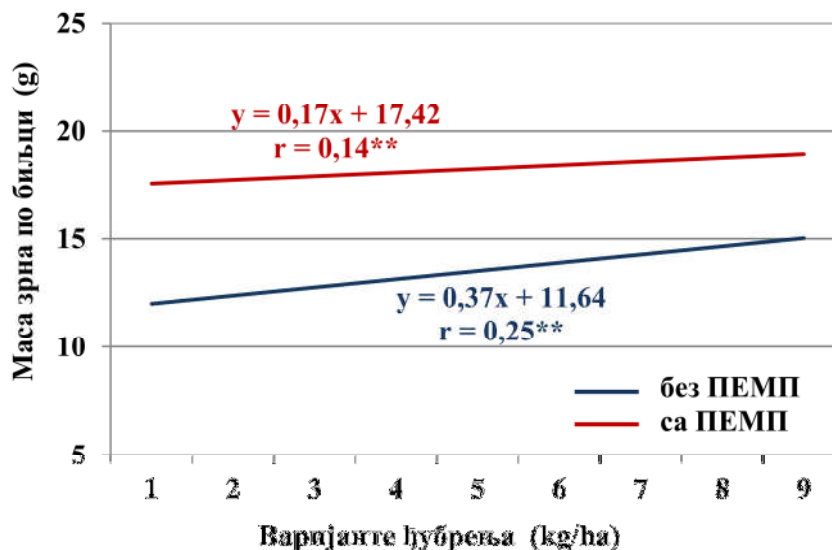
Третман семана са ПЕМП је имао високо значајан интеракцијски однос са фактором услова године и ѓубрења. По свим нивоима ѓубрења утврђено је статистички значајно повећање масе зрна у условима третмана семена са ПЕМП, док у варијанти без третмана семена није утврђена статистичка значајност у маси зрна при појединим ѓубрењима као што је 1300 kg/ha (9,23 g); 750 kg/ha са једним фолијарним третманом (9,26 g) и контроле са једним фолијарним третманом (9,20 g). Тако се може рећи, да при условима веће количине ѓубрива и појачаном клијавошћу

семена добија се већа маса зрна по биљци, што сигурно утиче на друге особине значајне за укупан принос зрна соје.

У анализи заједничког деловања примењеног ђубрива и третмана семена са ПЕМП (интеракција ВС) уочава се да су мање разлике по ђубрењу него у варијанти без третмана, што говори да се третманом семена са ПЕМП могу ублажити стресни услови биљака при недовољној исхрани. Да соја добро реагује на третмане семена показују резултати истраживања *Мрковачки и Милић* (2006) који су утврдили да је при третману семена са симбиозним азотофиксаторима и количином од 60 kgN/ha, остварен статистички значајно већи принос него при неинокулисаној варијанти. Док је *Дозет* (2009), утврдила да је третман семена соје са микроелементима кобалтом и молибдену утицао на пораст масе зрна по биљци али не и статистички значајно.

Интеракција фактора АВС је на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$  утицала на повећање масе зрна по биљци. Третман семена са ПЕМП при различитим временским приликама у години, врстама и количинама примењеног ђубрива утиче на повећање масе зрна по биљци.

Позитивна корелација са статистичком значајношћу од  $p < 0,01$  се уочава код пораста масе зрна по биљци у обе варијанте третмана семена са повећањем количине ђубрива (Граф. 23).



Графикон 23. Зависност масе зрна по биљци (g) од начина ђубрења и третмана семена са ПЕМП

Табела 17. Просечна маса зрна (g) по биљци у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		9,21	15,03	12,12	13,86	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		11,22	16,52	13,87		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		12,94	17,89	15,41		
	750 kg/ha		9,37	13,77	11,57		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		11,10	16,17	13,64		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		15,71	17,09	16,40		
	1300 kg/ha		10,84	12,09	11,47		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		11,78	12,90	12,34		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		14,66	21,14	17,90		
	X̄ АС		11,87	15,84			
2014	Контрола		9,90	15,10	12,50	13,73	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		11,31	15,51	13,41		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		12,59	21,06	16,82		
	750 kg/ha		10,58	13,43	12,01		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		11,58	14,12	12,85		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		14,47	16,57	15,52		
	1300 kg/ha		11,04	12,82	11,93		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		11,77	13,78	12,77		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		13,19	18,25	15,72		
	X̄ АС		11,82	15,62			
2015	Контрола		3,87	7,50	5,68	6,90	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		5,07	7,81	6,44		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		5,85	8,59	7,22		
	750 kg/ha		4,60	7,10	5,85		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		5,11	7,92	6,51		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		7,27	10,05	8,66		
	1300 kg/ha		5,80	6,28	6,04		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		6,34	6,62	6,48		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		6,42	12,06	9,24		
	X̄ АС		5,59	8,21	X̄ В		
X̄ ВС	Контрола		7,66	12,54	10,10	11,49	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		9,20	13,28	11,24		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		10,46	15,84	13,15		
	750 kg/ha		8,18	11,43	9,81		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		9,26	12,74	11,00		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		12,49	14,57	13,53		
	1300 kg/ha		9,23	10,40	9,81		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		9,96	11,10	10,53		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		11,42	17,15	14,29		
	X̄ С		9,76	13,23			
ПРОСЕК 2013-2015					11,49		
	A**	B**	C**	AB**	AC**	BC**	ABC**
F test	1,688,55	240,90	1,763,49	16,69	26,43	48,62	7,82
LSD <sub>0,05</sub>	0,33	0,31	0,16	0,54	0,28	0,49	0,85
LSD <sub>0,01</sub>	0,36	0,41	0,22	0,72	0,38	0,65	1,13

### 6.2.5. Маса 1000 зрна

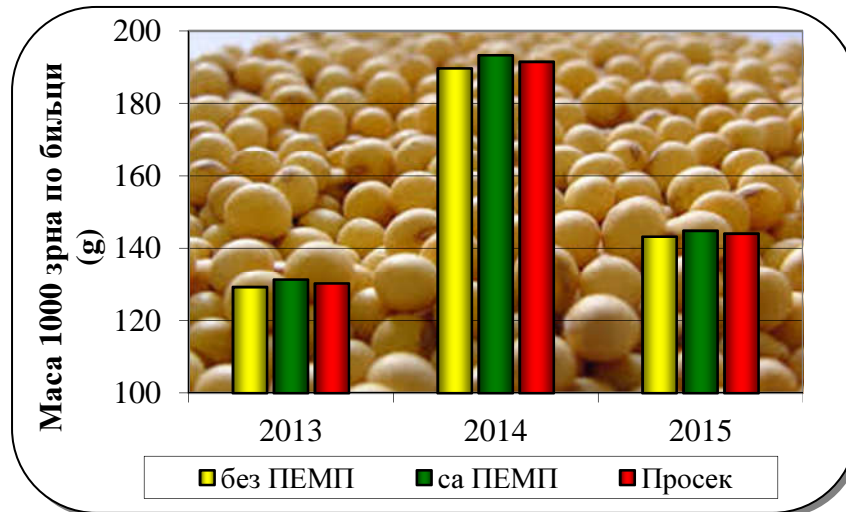
Маса 1000 зрна је важна компонента приноса и показатељ је крупноће семена. Код дивље соје креће се од 20 g па до преко 500 g код неких сорти гајене соје. Облик зрна варира од округлог до спљоштеног. Поред броја махуна, броја зрна, масе зрна по биљци, маса 1000 зрна има значајан утицај на висину приноса. Маса 1000 зрна односно крупноћа семена може бити условљена генетским фактором (*Шурлан-Момировић*, 1987), азотом (*Наг and Mallarino*, 2000) и фолијарним третманима (*Mandić et al.*, 2015).

F тест је показао да постоје статистички врло значајне разлике између тестираних фактора (Табела 18).

Утицај године (фактор А) је значајно утицао на масу 1000 зрна. Просечна маса 1000 зрна за период истраживања износила је по свим факторима 155,33 g.

Вредности утврђених маса 1000 зрна у свим годинама истраживања била је на нивоу  $p < 0,01$ . Разлика у маси 1000 зрна представља генотипску одлику, јер маса 1000 зрна варира од 20 до 500 грама (од дивљих до повртарских сорти), док се код комерцијалних сорти креће од 150 до 200 грама (*Миладиновић и сар.*, 2008). Међутим, на масу 1000 зрна значајно утичу агрометеоролошки услови у години. Највећа маса зрна била је у 2014. години (191,55 g), док је најмања била у 2013. години (130,36 g) (Граф. 24). Добијене вредности масе 1000 зрна биле су обрнуто пропорционалне броју махуна и броју зрна. То се објашњава тиме да је у години са највећим бројем махуна и зрна, маса 1000 зрна била најмања, јер је зрно било најситније. Негативну корелацију између броја махуна и броја зрна по биљци и масе 1000 зрна утврдили су *Паулић и сар.* (2006). Према *Ковач и сар.*, (2009) на масу 1000 зрна, различитих сорти соје, значајан утицај имала је већа количина резервне влаге у земљишту пред сетву. Такође на масу 1000 зрна значајан утицај имају количина падавина и високе температуре у фази формирања и наливања зрна. Према резултатима истраживања у 2013. години била је највећа резерва воде у земљишту

(47 mm) и најмања евапотранспирација (352 mm), што је имало значајан утицај на формирање и пораст елемената приноса.



Графикон 24. Маса 1000 зрна (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

Ђубрење (фактор В) је на ову важну особину утицао на нивоу статистичке значајности  $p < 0,05$ . 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) која је била виша у односу на примену 750 kg/ha (154,10 g), али не и статистички значајна. 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. Према истраживањима Јарамаз (2010) гајење соје у условима различите количине азота нема правилности у утицају на посматрану особину родности. Такође су утврдили да у климатски неповољним годинама, где је изражен дефицит воденог талога количине азота веће од 100 kg/ha су незнатно смањиле масу 1000 зрна, што није био случај у годинама повољним за производњу соје.

У контролним варијантама ђубрења фолијарни третмани нису статистички значајно утицали на разлике у маси 1000 зрна, док је примена фолијарног третмана

два пута у вегетацији при 750 и 1300 kg/ha статистички значајно утицала на разлике у маси 1000 зрна.

Утицај третмана семена са ПЕМП (фактор С) 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). Највећа маса 1000 зрна остварена је при третману са ПЕМП у 2014. години при ђубрењу са 750 kg/ha и два пута фолијарним третманом 195,05 g. Измерена маса 1000 зрна била је статистички значајна на нивоу  $p < 0,05$  у односу на највећу дозу ђубрива са два фолијарна третмана (194,25 g). Добијени резултати су у корелацији са резултатима *Милошев и Шеремешкић* (2005), који су утврдили да се маса 1000 зрна пшенице повећала при третману семена пшенице ПЕМП и да је то повећање зависило од интензитета таласа.

Повећање масе 1000 зрна применом фолијарних третмана и третманом семена са ПЕМП је веома значајно, јер маса 1000 зрна може да има директан ефекат на висину приноса. Постоје и друга истраживања која су усмерена на изналажење метода којима би се повећала маса 1000 зрна, а која су дала негативне резултате. Тако је према истраживањима *Дозет* (2009) третман семена са микроелементима (кобалт и молибден) дало негативан резултат, јер су деловали негативно на масу 1000 зрна, што је резултирало смањењем приноса зрна за 0,56%.

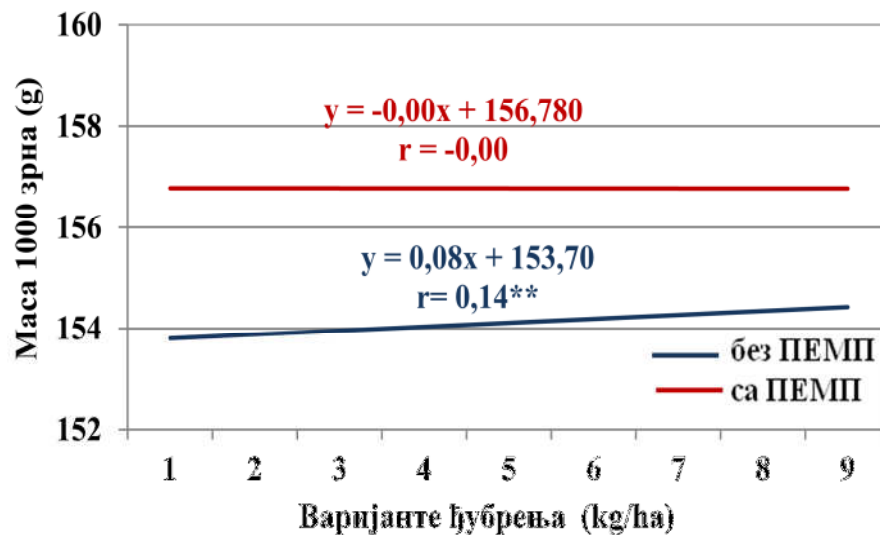
Интеракција година/ђубрење (АВ) није дала статистички значајне разлике у маси 1000 зрна појединачно по годинама, док је интеракција година/ третман семена (АС), као и ђубрење третман семена (ВС) имала статистички значајан утицај на разлику у маси 1000 зрна. На основу добијених података може се рећи да третман семена са ПЕМП може утицати на смањење евентуалног стреса који може настати услед неповољних високих температура или недостатка воде.

Стимулацијом семена методом резонантно импулсне електромагнетне стимулације *Маринковић и сар.* (2000) постигли су бољу клијавост семена код кукуруза од 9-17%, шећерне репе 5-7%, паприке до 2%, код плавог патлићана 20% - 36%. Исти аутори су утврдили и повећање масе кореновог система од 15% до 20% код различитих сорти пшенице чије је семе стимулирано резонантно импулсним електромагнетним таласима ниске учесталости. Применом ПЕМП у условима

великих климатских и често непредвидивих промена може се избећи ефекат стреса биљака у току вегетације, а поготову у раним фазама развоја, јер бољим укорјењавањем и већом масом корена биљка има више могућности за доступност хранива у условима недостатка воде.

Анализом зависности масе 1000 зрна од доза унетог ђубрива, у варијатни са третманом семена са ПЕМП, уочава се блага нагativна корелација без статистичке значајности. У варијанти без третмана семена ПЕМП линија регресије показује високу значајност масе 1000 зрна и количине примењеног ђубрива.

Варијанта третмана без употребе стимулације семена са ПЕМП је била у благом порасту, што је довело до позитивне корелације и статистичке значајности од 99%, међутим у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП није долазило до промене масе 1000 зрна, иако је у негативној корелацији и без статистичке значајности (Граф. 25).



Графикон 25. Зависност масе 1000 зрна (g) од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења



Табела 18. Просечна маса 1000 зрна (g) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		$\bar{X}$ АВ	$\bar{X}$ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	128,19	131,00	129,59	130,36		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	129,00	131,13	130,06			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	129,75	132,25	131,00			
	750 kg/ha	128,69	130,13	129,41			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	129,56	131,94	130,75			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	130,13	133,00	131,56			
	1300 kg/ha	128,94	129,06	129,00			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	129,63	129,63	129,63			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	130,06	134,50	132,28			
	$\bar{X}$ АС	<b>129,33</b>	<b>131,40</b>				
2014	Контрола	187,75	191,65	189,70	191,55		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	190,05	193,35	191,70			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	191,15	194,20	192,68			
	750 kg/ha	188,60	192,30	190,45			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	188,60	193,60	191,10			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	192,15	195,05	193,60			
	1300 kg/ha	187,90	192,85	190,38			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	189,00	193,00	191,00			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	192,50	194,25	193,38			
	$\bar{X}$ АС	<b>189,74</b>	<b>193,36</b>				
2015	Контрола	143,05	146,20	144,63	144,09		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	144,65	150,20	147,43			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	144,65	141,80	143,23			
	750 kg/ha	139,25	145,65	142,45			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	142,90	144,55	143,73			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	148,90	147,80	148,35			
	1300 kg/ha	143,05	145,10	144,08			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	140,40	138,10	139,25			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	142,60	144,70	143,65			
	$\bar{X}$ АС	<b>143,27</b>	<b>144,90</b>	$\bar{X}$ В			
$\bar{X}$ ВС	Контрола	153,00	156,28	154,64	155,33		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	154,57	158,23	156,40			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	155,18	156,08	155,63			
	750 kg/ha	152,18	156,03	154,10			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	153,69	156,70	155,19			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	157,06	158,62	157,84			
	1300 kg/ha	153,30	155,67	154,48			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	153,01	155,58	154,09			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	155,05	157,82	156,44			
	$\bar{X}$ С	<b>154,11</b>	<b>156,55</b>				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>155,33</b>			
	<b>A**</b>	<b>B*</b>	<b>C**</b>	<b>AB</b>	<b>AC**</b>	<b>BC*</b>	<b>ABC</b>
<b>F test</b>	8,400,74	2,59	33,04	0,96	1,82	0,91	0,95
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	1,21	2,48	0,83	4,29	1,44	2,49	4,32
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	1,31	3,29	1,10	5,69	1,91	3,30	5,72

### 6.2.6. Принос зрна соје

Познато је да принос соје зависи од комплексне генетске контроле, агрометеоролошких услова, али и од азотофиксационог потенцијала. Тако су *Видић и сар.* (2008) у својим истраживањима утицаја климатских и земљишних фактора добили различите приносе соје од 1600 kg/ha до 4700 kg/ha. *Ђукић и сар.* (2011) су утврдили да високе температуре у почетним фазама развоја (3,2 °C више од вишегодишњег просека) и недостатак падавина проузрокују исушивање површинског слоја земљишта, што је негативно утицало на ницање и пораст биљака. *Комесаровић и сар.* (2007) наводе да неуједначен распоред падавина утиче на раст и развој соје, као и на симбиозну фиксацију азота. Ови наводи се подударaju са резултатима истраживања *Ђукић и сар.* (2016) који су утврдили да у неповољним годинама за производњу соје, као што су биле 2012. и 2015. остварени приноси соје су мањи до 2 t/ha.

Према *Ненадић и Зековић* (2009) да би се постигао висок принос соје мора се имати у виду да је она врло интезивна биљна врста, која има значајне захтеве и према агротехничким мерама осим ђубрења и посебне заштите од патогени.

У периоду истраживања просечан принос соје био је 3467,98 kg/ha (Табела 19). Статистичком анализом приноса зрна по јединици површине утврђене су значајне разлике у висини приноса у годинама истраживања (фактор А). Највећи принос остварен је у 2014. години 5215,84 kg/ha. То је био значајно већи принос у односу на 2013. годину (3049,78 kg/ha) био је већи за 71,02% , док је у односу на 2015. годину (2138,38 kg/ha) био већи за 143,92%. Овакве разлике у приносу се могу објаснити бољим распоредом падавина у току целе вегетације 2014. године. Наиме, највеће количине падавина утврђене су у мају у фазама вегетативног пораста соје и јулу у фазама генеративног пораста соје. До сличних резултата су дошли *Поповић и сар.* (2012) који су својим истраживањима утврдили, да обилне падавине у периоду од априла до друге декаде јула имају значајан утицај на висину приноса. У 2015. години у току вегетације забележена је најмања количина падавина у априлу свега 15

mm, а у јуну 28 mm и у јулу 2 mm, што се негативно одразило на формирање генеративних органа и на висину приноса. Осим недостатка падавина у том периоду, забележене су и више просечне температуре ваздуха. Осцилације у висини приноса у појединим годинама последица су велике зависности од временских услова у току вегетације (Дозет, 2006). На принос зрна соје, значајан утицај има начин ђубрења предкултуре као и однос предсетвено заораног минералног азота и жетвених остатака претходне културе (Ђукић, 2009).

Статистичком анализом утврђене су значајне разлике у висини приноса у зависности од начина ђубрења (фактор В). Соја је биљна врста која има специфичности у начину исхране. Познато је да соја има генетских предиспозиција да живи у симбиози са бактеријама које фиксирају азот. Соја је биљна врста која има повећан садржај протеина у зрну, те стога има и велике потребе за азотом. За образовање 100 kg семена соје које садржи 35-50% протеина, потребно је око 10 kg азота, што је 2,5 до 3,0 пута више него код формирања 100 kg семена пшенице. Колико ће соја азота усвојити и из којих облика према не зависи само од рада квржичних бактерија, већ и од агрометеоролошких услова и примењене агротехнике. Тако у земљиштима, која су сиромашна азотом, биљке своје потребе задовоље и до 60% из симбиозе. На земљиштима богатим азотом смањује се процес азотофиксације (Милић и сар. 2004), односно постоји негативна корелативна зависност са повећањем количина азота која се уноси у земљиште (Свијановић et al. 2008). Ђукић и сар. (2014) су утврдили да семе соје које је предсетвено инокулисано са симбиозним бактеријама *Bradyrhizobium japonicum* без примене минералног азота, у различитим агроколошким условима остварило већи принос него варијанта где је била примењена већа количина азота која није адекватно утицала на повећање приноса.

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 фолијарним третманом два пута у вегетацији (3512,37 kg/ha). Остварен принос је статистички високо значајан у односу на све варијанте ђубрења осим највеће количине ђубрива и фолијарним третманом два пута у вегетацији. Разлика у приносу износила је 46,24 kg што је било на ниво значајности од  $p < 0,05$ . Фолијарни третмани су 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) који није био статистички значајан у односу на принос остварен са 750 kg/ha и два фолијарна третмана (3609,56 kg/ha), где је разлика у приносу износила 35,18 kg. 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, јер је разлика у приносу незнатна 0,34 kg. У свим осталим варијантама ђубрења разлика у приносу при фолијарним третманима била је на нивоу високе статистичке значајности.

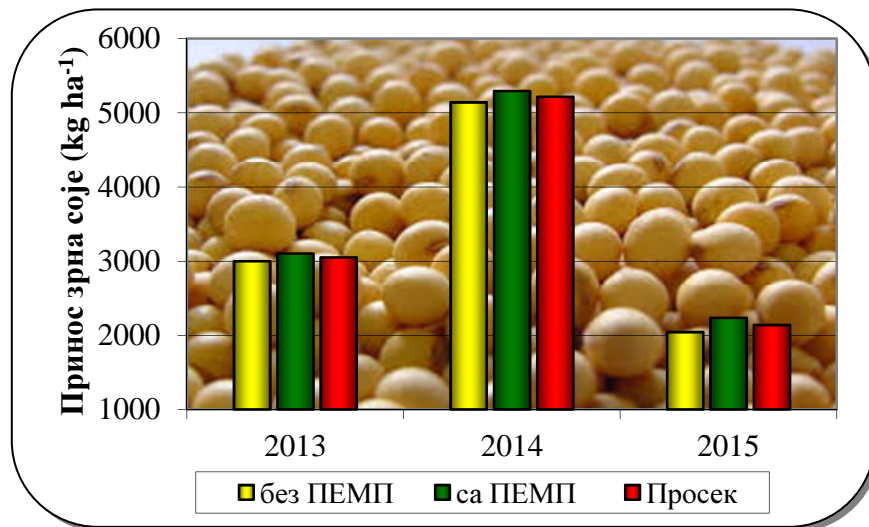
Осим фолијарних третмана микробиолошким препаратом на значајно повећање приноса утицао је третман семена са ПЕМП (фактор С). У просеку по свим нивоима ђубрења у трогодишњим истраживањима приноси који су остварени третманом семена са ПЕМП били су 3542,95 kg/ha. Остварени принос био је виши за 4,42%, што је било статистички високо значајан 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. Разлике у приносу семена са и без стимулације семена са ПЕМП-ом кретале су се у 2013. години 3,50% (104,93 kg/ha), у 2014. години 2,97% (15,61 kg/ha) и у најнеповољнијој 2015. години 9,42% (192,30 kg/ha). На основу резултата може се закључити да се третманом семена са ПЕМП могу ублажити последице неповољних агрометеоролошких услова у току вегетације као што је суша.

У интеракцијском односу (BC) ђубрење и третман семена са ПЕМП највећи принос је измерен у варијанти ђубрења са 750 kg/ha и два фолијарна третмана (3560,96 kg/ha) који није био статистички значајан у односу на принос остварен при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана (3555,44 kg/ha). На основу добијених резултата види се да допунска ихрана соје има значајнији ефекат на висину приноса, него што је то већа количина азота. До сличних резултата су дошли *Barker and Sawyer* (2005) и утврдили, да је услед већих количина унетог азота дошло до веома малог повећања или чак смањења приноса соје, док су *Ђукић и Дозет* (2014) закључили да предсетвена примена мањих количина азотних ђубрива повољно утиче на принос соје, а дозе азота веће од 50 kg/ha доводе до смањења приноса. Међутим,

*Sohrabi et al.* (2012) у својим истраживањима наводе да су дозе азота у количини 50 и 100 kg/ha статистички значајно повећале принос, број зрна по биљци, садржај и принос протеина соје и закључили да соја захтева велике количине азота за продукцију семена.

Такође, на основу резултата приказаних у Табели 19, уочава се да су фолијарни третмани утицали на повећање приноса. Добијени резултати су у сагласности са истраживањима *Поповић и сар.* (2013) који су испитивали утицај фолијарне исхране микробиолошког препарата у условима органског ратарења, при чему су утврдили да фолијарни третмани су могућ метод за повећање приноса соје.

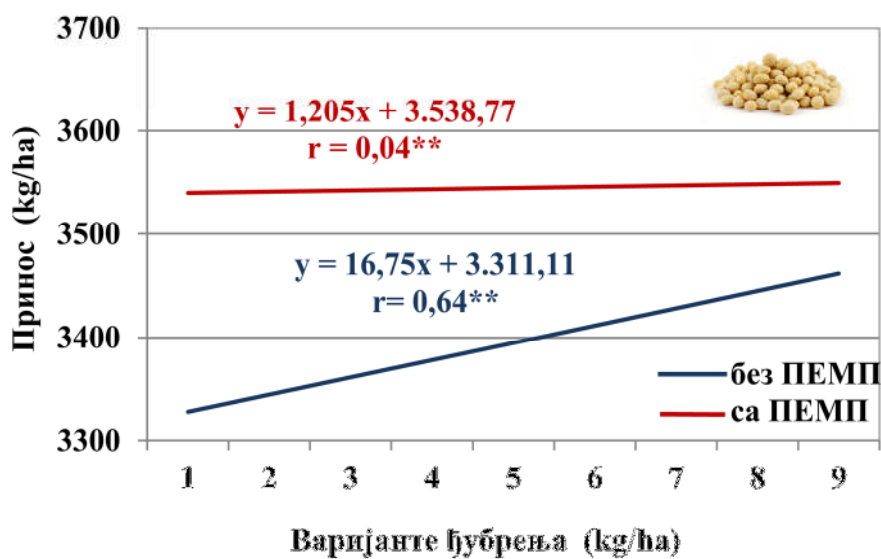
На основу статистичке анализе није утврђена значајност у интеракцијском односу агрометеоролошких услова године и врсте и начине ђубрења (АВ), као и интеракције сва три фактора АВС. Висока значајност утврђена је у односу година и третмана семена (АС) на висину приноса. У међусобном односу агрометеоролошких фактора и третмана семена АС највећи принос за цео период истраживања остварен је у 2014. години који је износио 5292,15 kg/ha (Граф. 26).



Графикон 26. Просечан принос зрна соје (kg/ha) у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

Повећањем доза ђубрења установљено је повећање приноса у обе варијанте третмана семена без и са ПЕМП. У варијанти третмана семена са ПЕМП је присутна

позитивна блага корелација  $r=0,04$ , док је у варијанти без третмана семена висока позитивна корелација  $r=0,64$ . Однос испитиваних фактора показују статистичку значајност од  $p<0,01$  (Граф. 27).



Графикон 27. Зависност приноса (kg/ha) од третмана семена са ПЕМП и начином ђубрења

Табела 19. Принос зрна соје (kg/ha) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		$\bar{X}_{AB}$	$\bar{X}_A$	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		2878,63	3063,33	2970,98	3049,78	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		2976,03	3116,60	3046,32		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		3043,58	3178,81	3111,20		
	750 kg/ha		2925,15	3059,99	2992,57		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		3012,11	3088,00	3050,06		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		3078,59	3125,44	3102,01		
	1300 kg/ha		2978,01	3032,99	3005,50		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		3020,94	3051,80	3036,37		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		3062,78	3203,17	3132,98		
	$\bar{X}_{AC}$		<b>2997,31</b>	<b>3102,24</b>			
2014	Контрола		4984,51	5302,28	5143,39	5215,84	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		5114,13	5310,09	5212,11		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		5173,52	5348,76	5261,14		
	750 kg/ha		5065,34	5222,99	5144,16		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		5141,85	5307,23	5224,54		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		5309,17	5336,46	5322,81		
	1300 kg/ha		5087,80	5211,92	5149,86		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		5162,97	5245,98	5204,48		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		5216,54	5343,67	5280,10		
	$\bar{X}_{AC}$		<b>5139,54</b>	<b>5292,15</b>			
2015	Контрола		1961,99	2174,59	2068,29	2138,31	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		1986,01	2225,50	2105,76		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		2039,27	2300,08	2169,67		
	750 kg/ha		1961,15	2144,48	2052,82		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		2026,20	2257,25	2141,73		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		2149,34	2366,78	2258,06		
	1300 kg/ha		2038,72	2118,66	2078,69		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		2097,63	2135,35	2116,49		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		2119,08	2387,38	2253,23		
	$\bar{X}_{AC}$		<b>2042,16</b>	<b>2234,46</b>	$\bar{X}_B$		
$\bar{X}_{BC}$	Контрола		3275,04	3513,40	3394,22		
	Контрола + 1 x 6 l/ha		3358,73	3550,73	3454,73		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		3418,79	3609,22	3514,01		
	750 kg/ha		3317,21	3475,82	3396,52		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		3393,39	3550,83	3472,11		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		3512,37	3609,56	3560,96		
	1300 kg/ha		3368,18	3454,53	3411,35		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		3427,18	3477,71	3452,45		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		3466,13	3644,74	3555,44		
	$\bar{X}_C$		<b>3393,00</b>	<b>3542,95</b>			
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>					<b>3.467,98</b>		
	<b>A**</b>	<b>B**</b>	<b>C**</b>	<b>AB<sup>ns</sup></b>	<b>AC**</b>	<b>BC**</b>	<b>ABC<sup>ns</sup></b>
<b>F test</b>	15996,97	21,72	368,54	0,63	10,46	6,58	1,52
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	43,25	38,62	15,54	66,89	26,92	46,62	80,75
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	46,77	51,26	20,60	88,78	35,69	61,81	107,06

### 6.2.7. Жетвени индекс

Жетвени индекс представља однос изеђу масе зрна и надземене масе целе зреле биљке. Сојина слама се према европској директиви 2009/28ЕС сматра важним енергентским обновљивим ресурсом енергије. Према *Martinov et al.* (2011) маса сојине сламе на годишњем нивоу у Војводини може да износи 280.000 Mg, што је веома важно са аспекта алтернативног ресурса за добијање енергије. Наиме, сојина слама са 14% влаге може да развије топлотну енергију од 15 до 16 MJ/kg, што је више него код других биљних врста. Према истраживањима *Kuni и сар.* (2013) употребом 80% сојине сламе по хектару може се произвести 42,02 GJ енергије. Према истим ауторима, позитивна својства сојине сламе је садржај микро и макро хранива, те се може избећи додавање азотних ђубрива. Због високог садржаја микро и макро елемената долази до повећања органске материје и плодности земљишта при заоравању сламе (*Powlson, 2006*). С обзиром да су зрели делови биљака богати угљениковим једињењима одношењем сламе са поља долази до смањења органског угљеника у земљишту. Према *Jay and Izaurralde* (2010) уклањањем сојине сламе са поља долази до смањења органског угљеника у земљишту од 40 до 90 kgC/ha/god. Према другим изворима највећа маса органског угљеника налази се у корену око 80% па према томе, жетвени индекс не утиче много на стање органског угљеника у земљишту (*Allmaras et al., 2004*). Оваква опречна мишљења говоре о томе да не постоји правилно управљање жетвеним остацима. Према *Veselinov et al.* (2012) веома је важно је да се за потребе енергије познаје количина сојине сламе, која може да се убере, а за одрживо газдовање земљиштем количина биомасе, која остаје на пољу. Данас је тежња селекционера усмерена да се повећа принос зрна, чиме би се повећао и жетвени индекс.

У трогодишњим истраживањима просечна вредност жетвеног индекса износила је 0,43. 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 међусобних односа (Табела 20).

Агрометеоролошки услови (фактор А) високо значајно су утицали на вредност жетвеног индекса. Највећи жетвени индекс утврђен је у најповољнијој години за производњу 2014. године (0,52) , што је било више за 20,93% него у 2013. години (0,43) и за 52,94% више него у 2015. години (0,34), (Граф. 28). Добијени резултати су у сагласности са тврдњама *Rosentrater et al.* (2009) да је количина сојине сламе у складу са агрметеоролошким условима.

Ђубрење (фактор В) са варијантама фолијарног третмана је статистички значајно утицало на вредности жетвеног индекса. Између контроле и ђубрења са 750 kg/ha утврђена је иста вредност жетвеног индекса (0,42) те није било значајности, док је у односу на ђубрења са 1300 kg/ha (0,43) утврђена значајност на нивоу  $p < 0,05$ . Фолијарни третмани су утицали до статистички значајних разлика у жетвеном индексу. Највеће вредности жетвеног индекса (0,44) добијене су са два фолијарна третмана при свим нивоима ђубрења. Разлике жетвеног индекса у контроли и ђубрењу са 750 kg/ha и 1300 kg/ha при једном фолијарном третману нису биле статистички значајне.

Применом стимулације семена са ПЕМП жетвени индекс био је статистички високо значајна (0,44) у односу на варијанту без стимулације (0,42).

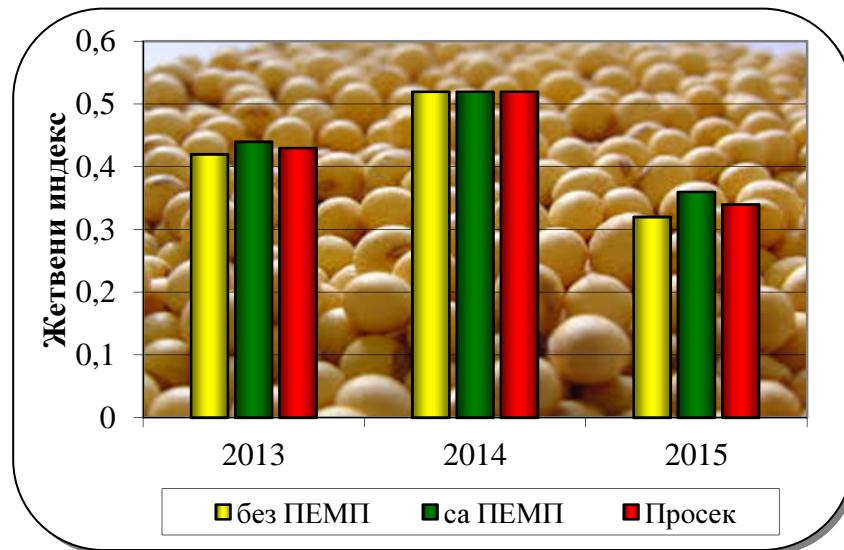
Међусобни односи година/ђубрење (интеракција АВ) највише је била изражена у 2013. години где се жетвени индекс кретао од 0,32 до 0,37. Најмање разлике су утврђене у 2015. години где је измерен највећи жетвени индекс 0,53 при основном ђубрењу са 750 kg/ha. Све остале вредности жетвеног индекса биле су идентичне и износиле 0,52. У 2013. години вредности жетвеног индекса кретале су се од 0,41-0,45.

На промену жетвеног индекса веома значајан утицај је испољила интеракција година/третман семена (АС интеракција). У 2013 и 2015. години утврђене су статистички високо значајне вредности жетвеног индекса. У 2014. години није утврђена статистички значајна разлика између варијанте са третманом и без третмана семена са ПЕМП (0,52).

Анализом интеракције ВС може се запазити да је статистички високо значајан утицај утврђен у свим варијантама ђубрења и третмана семена. При ђубрењу са 1300 kg/ha са и без фолијарног третман није утврђена статистички значајна разлика у жетвеном индексу, док је при истом ђубрењу и два фолијарна третмана утврђена разлика на нивоу  $p < 0,01$  (0,42 и 0,46).

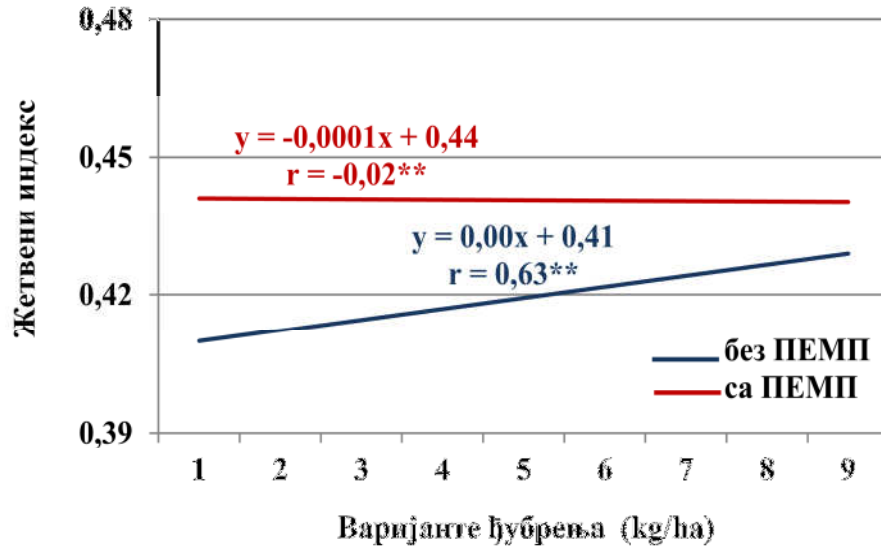
Међусобни однос сва три фактора (интеракција ABC) значајно је на нивоу од  $p < 0,05$  утицао на вредности жетвеног индекса.

Осим агрометеоролошких услова у години производње, начина и количине ђубрива на разлике у жетвеном индексу може се утицати и висином реза биљака при жетви. *Veselinov et al.* (2012) су утврдили да су високо значајне разлике у жетвеном индексу при резу од 7,5 cm и 10 cm.



Графикон 28. Просечан жетвени индекс соје у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења по годинама истраживања

У варијанти третмана са стимулацијом семена са ПЕМП и повећањем количине хранива дошло је до благе негативне корелације, али ипак статистички значајне на нивоу од  $p < 0,01$ , док је у варијанти без употребе стимулације семена дошло до изузетне позитивне корелације са статистичком значајношћу од  $p < 0,01$  (Граф. 29).



Графикон 29. Зависност жетвеног индекса од третмана семена са ПЕМП и начином ђубрења

Табела 20. Жетвени индекс соје у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)		Третман семена (С)		$\bar{X}_{AB}$	$\bar{X}_A$	
	Варијанте		Без ПЕМП	Са ПЕМП			
2013	Контрола		0,39	0,44	0,41	0,43	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		0,40	0,45	0,42		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		0,43	0,45	0,44		
	750 kg/ha		0,40	0,43	0,41		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,41	0,44	0,43		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,45	0,45	0,45		
	1300 kg/ha		0,41	0,43	0,42		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,42	0,42	0,42		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,44	0,47	0,45		
	$\bar{X}_{AC}$		0,42	0,44			
2014	Контрола		0,52	0,52	0,52	0,52	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		0,52	0,52	0,52		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		0,52	0,52	0,52		
	750 kg/ha		0,53	0,52	0,53		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,52	0,52	0,52		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,51	0,53	0,52		
	1300 kg/ha		0,53	0,52	0,52		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,53	0,51	0,52		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,53	0,51	0,52		
	$\bar{X}_{AC}$		0,52	0,52			
2015	Контрола		0,30	0,37	0,33	0,34	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		0,30	0,37	0,34		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		0,34	0,36	0,35		
	750 kg/ha		0,30	0,35	0,32		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,32	0,35	0,33		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,35	0,38	0,37		
	1300 kg/ha		0,34	0,35	0,34		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,34	0,33	0,33		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,29	0,40	0,34		
	$\bar{X}_{AC}$		0,32	0,36	$\bar{X}_B$		
$\bar{X}_{BC}$	Контрола		0,40	0,44	0,42	0,43	
	Контрола + 1 x 6 l/ha		0,41	0,44	0,43		
	Контрола + 2 x 6 l/ha		0,43	0,45	0,44		
	750 kg/ha		0,41	0,43	0,42		
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,42	0,44	0,43		
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,43	0,45	0,44		
	1300 kg/ha		0,43	0,43	0,43		
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha		0,43	0,42	0,42		
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha		0,42	0,46	0,44		
	$\bar{X}_C$		0,42	0,44			
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>					<b>0,43</b>		
	<b>A**</b>	<b>B**</b>	<b>C**</b>	<b>AB**</b>	<b>AC**</b>	<b>BC**</b>	<b>ABC*</b>
<b>F test</b>	1.196,44	3,63	63,56	1,74	25,32	3,79	2,15
<b>LSD<sub>0.05</sub></b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
<b>LSD<sub>0.01</sub></b>	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04

### 6.3. Хемијски састав зрна соје

Интересовање за апсорпцију и акумулацију хранива од стране биљака потиче из потребе да се повећа продуктивност усева и да се побољша нутритивни квалитет биљака које улазе у ланац исхране или се директно користе у исхрани људи. Кад се о овоме разговара мисли се углавном на важности минералних елемената (Са, Mg, К, Na и P), као и елемената у траговима коју су неопходни и корисни за људско здравље (Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se и Zn). Количина и односи појединих елемената су зависни од низа чинилаца међу којима су значајни и поједини стресни услови у којима се биљке нађу, као што су стресови попут поремећене вредности рН, суше, екстремне температуре и светлосних услова. Према *Martínez-Ballesta et al.* (2010) садржај ових минералних елемената је у интеракцијском односу врсте или генотипа биљака и интензитета трајања стреса.

Хемијски састав зрна соје, због широке употребне вредности један је од најважнијих фактора прерађивачке индустрије. Ранијих година истраживања су била фокусирана на начине гајења соје у циљу повећања приноса у регионалним условима (*Ustun et al.*, 2001). Међутим, у новије време гајење соје се све више усмерава на начине који доводе до повећања садржаја протеина и побољшање квалитета уља. На садржај ове две основне компоненте у зрну соје поред генетских предиспозиција, утичу и елементи животне средине као и агрометеоролошки услови (*Đukic et al.*, 2010; *Balešević-Tubić et al.*, 2011).

*Sohrabi et al.* (2012) наводи да је на садржај протеина у зрну соје ђубрење азотним и фосфорним ђубривима имало значајан утицај. Са друге стране, постоје истраживања која указују да азот није утицао на садржај протеина у зрну соје (*Valinejad et al.*, 2013).

### 6.3.1. Садржај протеина у зрну

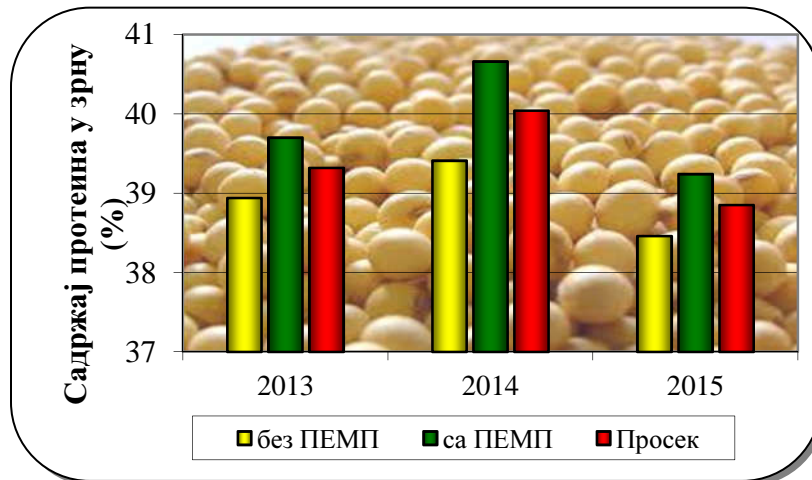
Цело зрно соје садржи око 40% протеина, 20% уља, 17% целулозе и хемицелулозе, 7% шећера, 5% влакана (N, P, S, Ca, Fe, Mg, Na, а такође и витамине А, В, комплекс, D, Е и К) и око 6% пепела на бази суве материје (*Rubel et al.*, 1972). Соја је апсолутно доминантна протеинска биљна врста код нас и у свету, 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 (*Chung et al.*, 2003). Према *Brumm and Hurburgh* (2002) разлике између генотипова представљају 50% од укупне варијације у саставу семена соје у једном климатском подручју. У селекцији соје треба ставити акценат на развој сорте које комбинују висок и стабилан принос са високим садржајем уља и протеина (*Hollung et al.*, 2005; *Miladinović et al.*, 2011). Садржај протеина је најважнији показатељ квалитета семена соје и креће се 35 до 50% у зависности од генотипа и услова гајења. Комерцијалне сорте садрже од 38-42% протеина. Протеини у зрну соје подељени су у три велике групе на основу седиментационе константе 38,85%.

Доминантне фракције чине глицини (11S фракције), β-конглицин (7S фракција) и α-конглицин (2S фракције) који садржи инхибиторе протеаза.

Протеини соје су богати есенцијалним аминокиселинама, посебно лизином и метиононом. Протеини соје су слични протеинима анималног порекла, што им даје високу биолошку вредност. Заступљене аминокиселине су: лизин (6%-7%), хистидин (3%), аргинин (12%-13%), треонин (4%-5%), метионин (5%), фенилаланин (5%), триптофан (2%), серин (5%-6%), валин (4%-5%), метионин (1%), цистин (1%), изолеуцин (5%) и друге. Протеински изолати и концентрати добијени из зрна соје су комерцијализовани још 1959. године. Квалитет сојиних протеина са аспекта нутритивне и технолошке вредности зависи не само од састава већ и структуре протеинских комплекса (*Tezuka et al.*, 2000, *Riblett et al.*, 2001).

На основу добијених вредности садржаја протеина у зрну соје у Табели 21 види се да је просечан садржај протеина за све године испитивања био 39,40%. На основу анализе варијансе утврђено је да су примењени фактори година, (А), и третман семена (С) имали високо значајан утицај ( $p < 0,01$ ) на садржај протеина. Ђубрење (В) је на нивоу значајности ( $p < 0,05$ ) утицало на повећање садржаја протеина, као и међусобни однос, фактора ђубрење/третман семена (АС интеракција). Остали интеракцијски односи испитиваних фактора (АВ, АС, АВС) нису статистички значајно утицали на промену садржаја протеина у семену соје.

Климатске карактеристике у годинама истраживања (фактор А) су имали статистички значајан утицај на садржај протеина у семену соје. Садржај протеина у семену разликовао се значајно под утицајем различитих агрометеоролошких фактора који су владали у годинама истраживања. Статистички највећи принос остварен је у 2015. години (40,04%) што је високо значајно више (1,83%) него у 2013. години (39,32%), односно 3,06% у односу на 2015. годину (38,85%) (Граф. 30). Година 2014-та у периоду вегетације имала је добре климатске услове за раст соје падавине (595,6 l/m) и просечне температуре (19,82°C), што се манифестовало бољом синтезом протеина. Добијени резултати су у корелацији са резултатима других истраживача који су утврдили да је садржај протеина у семену соје сортна особина, али је такође под снажним утицајем климатских фактора (*Poysa et al.*, 2006; *Taski-Ajdukovic et al.*, 2010; *Popović et al.*, 2012). До сличних резултата су дошли *Vidić et al.* (2003) из мреже макрогледа са различитим генотиповима соје у различитим агроеколошким условима. Такође, резултати *Popovic et al.* (2016) су показали да је саджај протеина код пет испитиваних сорти у две године истраживања варирао по стопи од 0,74% годишње са осцилацијама  $CV=2,58\%$ . *Vollmann et al.* (2000) су утврдили да у централној Европи садржај протеина у зрну соје расте ако је у време наливања зрна температура ваздуха висока, а количина падавина умерена. Аутори наводе да синтеза протеина нагло слаби ако дође до смањења фиксације азота и повећање количине падавина.



Графикон 30. Просечан садржај протеина (%) у зрну у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Ђубрење (фактор В) 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 значајност у односу на садржај протеина при ђубрењу са 1300 kg/ha, јер соја слабије реагује на појачану исхрану. Ефекат ђубрења азотом соје зависи од низа фактора (земљишни услови, услови влажности, инокулација и др.) што потврђују истраживања *Коларић* (2016) да је садржај протеина у зрну соје гајене на земљишту типа чернозема био већи за 32,5%, односно за 13,8 индексних поена у односу на садржај протеина добијен на земљишту типа гајњача (28,0%). Исти аутор је утврдио да је највећи садржај протеина у зрну (31,2%) за различите типове земљишта и сорте био највећи при ђубрењу са 90 kgN/ha, а најмањи у контроли без ђубрења (29,6%). Истраживања *Nedić et al.* (2004) показују да је до повећања протеина у зрну соје дошло при ђубрењу азотом 100 kg/ha без инокулације семена и то за 9,4, а при ђубрењу са 100 kg/ha и 15 kg/ha  $P_2O_5$  дошло је до повећања садржаја протеина до 10,1 индексних поена. Такође, исти аутори су утврдили да је до интензивне синтезе протеина дошло код примене ђубрења са 100 kg ha<sup>-1</sup> као и у комбинацији са 100 kg/ha и 30-50 kg/ha  $P_2O_5$ . *Цвијановић* (2002) утврдила је да при инокулацији соје са смешом симбиозних и асоцијативних дијазотрофа и 60 kg/ha дошло до интензивне синтезе протеина што је резултирало повећањем за 2,99% у односу на варијанту без ђубрења.



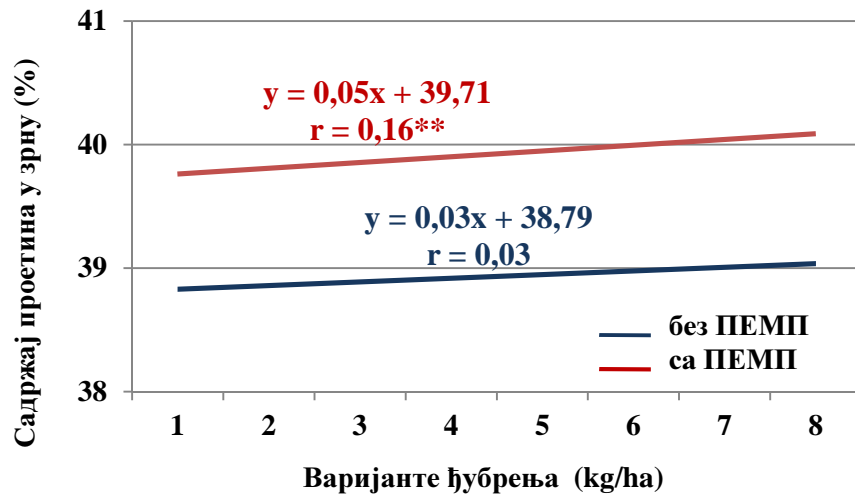
Третман семена са ПЕМП (фактор С) је статистички високо значајно утицао на садржај протеина у зрну. При третману семена утврђено је 39,87% протеина, што је за 2,41% више него у варијанти без третмана семена (38,93%). Највећи садржај протеина (41,26%) утврђен је у варијанти са применом органског ђубрива у количини од 750 kg/ha што је било статистички значајно у односу на остаале варијанте ђубрења.

Међусобни однос фактора ђубрење/третман семена (BC интеракција) био је на ниво статистичке значајности од  $p < 0,05$ . Највећи садржај протеина утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha без фолијарних третмана (40,24%). Утврђен садржај протеина није био статистички значајно већи од садржаја протеина у оквиру истог ђубрења уз један фолијарни третман (40,12%). Садржај протеина при ђубрењу са 1300 kg/ha био је статистички значајно мањи од 0,42% до 0,92% него у варијанти са 750 kg/ha.

Остали међусобни односи година/ђубрење (AB), година/третман/семена (AC) и година/ђубрење/третман семена (ABC) нису статистички значајно утицали на садржај протеина у зрну соје.

За висок принос и врхунски квалитет семена неопходно је да у току вегетације има довољно влажности (падавина) у јулу и августу. С обзиром да је у 2013. години у том периоду било 60,8 mm падавина, а у 2015. години 101,0 mm стимулацијом семена може се утицати на бољу синтезу протеина, јер може се закључити да се бржим ницањем и порастом биљака могу ублажити последице агрометеоролошких услова. У 2014. години у периоду јули-август било је 219,8 mm падавина, што је условило бољу синтезу протеина. Са доста падавина у јулу и августу продужава се вегетациони период соје, као и период наливања и сазревања зрна, чиме се обезбеђује крупно семе доброг квалитета.

Садржај протеина у зрну је растао са повећањем количине хранива у обе варијанте третмана семена без/са ПЕМП, што је довело до позитивне корелације, с тим што у варијанти са стимулацијом семена је присутна статистичка значајност од  $p < 0,01$ , док је у варијанти без стимулације статистичка значајност изостала (Граф. 31).



Графикон 31. Зависност садржаја протеина у зрну од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Посебан нагласак у оплемењивању биљака јесте на повећању отпорности и повећању приноса биљака. С обзиром да је принос често у негативној корелацији са нутритивним особинама, посебна пажња мора да се води да при повећању нутритивних вредности не дође до смањења приноса. Зато за главне биљне врсте, као што су пшеница, пиринач, кукуруз и соја постоји стални притисак да се смањи негативан однос између приноса и нутритивног квалитета (*Morris and Sands, 2006; Sands et al., 2009*).

Табела 21. Просечан садржај протеина (%) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		X̄ АВ	X̄ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	39,05	39,37	39,21	39,32		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	38,74	38,71	38,72			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	38,59	39,21	38,90			
	750 kg/ha	38,83	40,25	39,54			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	39,27	39,94	39,60			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	38,86	40,10	39,48			
	1300 kg/ha	38,83	39,96	39,39			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	38,91	39,91	39,41			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	39,35	39,91	39,63			
	<b>X̄ АС</b>	<b>38,94</b>	<b>39,70</b>				
2014	Контрола	39,06	40,02	39,54	40,04		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	39,21	40,32	39,77			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	39,16	40,84	40,00			
	750 kg/ha	38,65	41,26	39,95			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	40,23	41,10	40,67			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	39,75	40,92	40,33			
	1300 kg/ha	39,18	40,95	40,06			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	39,82	40,50	40,16			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	39,64	40,05	39,84			
	<b>X̄ АС</b>	<b>39,41</b>	<b>40,66</b>				
2015	Контрола	38,80	38,88	38,84	38,85		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	38,86	39,21	39,03			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	38,59	38,97	38,78			
	750 kg/ha	38,83	39,21	39,02			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	38,52	39,31	38,92			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	38,36	39,05	38,70			
	1300 kg/ha	36,17	39,75	37,96			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	39,16	39,19	39,17			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	38,85	39,60	39,22			
	<b>X̄ АС</b>	<b>38,46</b>	<b>39,24</b>	<b>X̄ В</b>			
X̄ ВС	Контрола	38,97	39,43	39,20	39,40		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	38,94	39,41	39,17			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	38,78	39,67	39,23			
	750 kg/ha	38,77	40,24	39,50			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	39,34	40,12	39,73			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	38,99	40,02	39,50			
	1300 kg/ha	38,06	40,22	39,14			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	39,30	39,87	39,58			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	39,28	39,85	39,56			
	<b>X̄ С</b>	<b>38,93</b>	<b>39,87</b>				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>39,40</b>			
	<b>A**</b>	<b>B<sup>ns</sup></b>	<b>C**</b>	<b>AB<sup>ns</sup></b>	<b>AC<sup>ns</sup></b>	<b>BC*</b>	<b>ABC<sup>ns</sup></b>
<b>F test</b>	24,07	1,56	61,36	1,14	1,17	2,47	1,17
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	0,42	0,49	0,24	0,85	0,41	0,71	1,23
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	0,46	0,65	0,31	1,13	0,54	0,94	1,63

### 6.3.2. Садржај уља у зрну

Соја у светској производњи уља учествује са 56% (Wilson, 2008). У сојином уљу се налазе масне киселине: палмитинска (11%), стеаринска (4%), олеинска (23%), линолеинска (7%-8%), палмитоолеинска, миристинска и бехининска по 0,1% и арахидонска (0,3%). Садржај уља је квантитативна особина, и његов ниво представља генетску особину. Садржај уља зависи од агрометеоролошких услова и интеракција између генотипа и агрометеоролошких услова (Žilić et al., 2009; Peric et al., 2009).

Функционалне особине уља одређују се према њиховом саставу и распрострањености масних киселина, садржајем и саставом природних антиоксиданата (Sudarić et al., 2008).

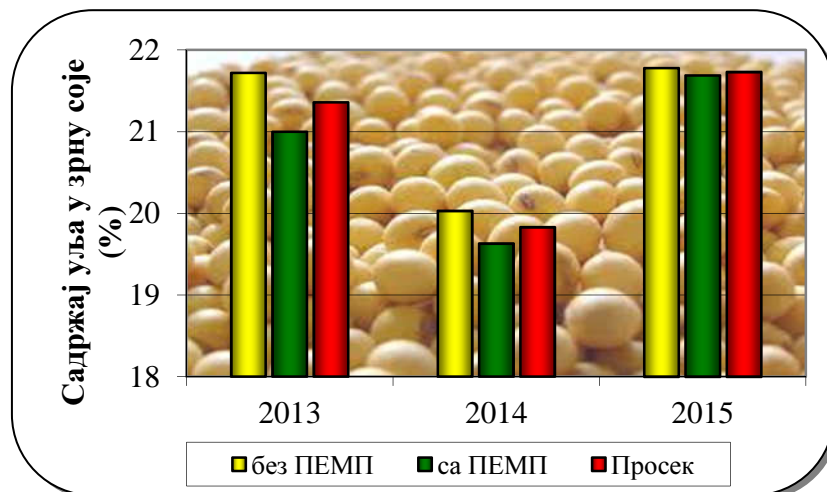
Синтеза протеина и уља одвија се током фаза развоја биљака (Blanuša et al., 2000). Према томе, услови раста у појединим фазама раста биљака су блиско повезани са садржајем протеина и уља у зрну соје (Dordevic et al., 2010).

Садржај уља је у јакој негативној корелацији са садржајем протеина, па се може рећи да су агроколошки фактори један од лимитирајућих фактора за синтезу уља у зрну соје. Према наводима Миладиновић и сар. (2017) најважније особине сваке сорте, како агрономске тако и хемијске, налазе се под јаким утицајем фактора спољашње средине и подложне су промена у зависности од климе, агротехничких мера и особина земљишта.

Просечна вредност уља у зрну соје за све три испитиване године била је 20,97%. Највећи садржај уља био је у 2015. години (21,73%) што је за 9,36% већи садржај уља него у 2014. години (19,87%) ( $p < 0,01$ ). У односу на 2013. годину садржај уља био је већи за 1,73% што није било на ниво значајности. Најмањи проценат уља (19,87%) забележен је у 2014. години (Граф. 32).

На основу анализе варијансе (Табела 22) види се да су на садржај уља у зрну соје високо значајно имали утицај агроколошки фактори у години истраживања (фактор А), ђубрење (фактор В) третман семена са ПЕМП (фактор С), као и интеракција година/ђубрење (АВ). Интеракција година/третман семена (АС),

Ћубрење/третман семена (BC) су на повећан садржај уља утицали на нивоу значајности од  $p < 0,05$ , док интеракција сва три фактора (ABC) није имала статистички значајан утицај на садржај уља у зрну соје.



Графикон 32. Просечан садржај уља (%) у зрну у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Ћубрење (фактор B) такође, је високо значајно утицало на садржај уља. Највећа количина уља забележена је при ђубрењу са 1300 kg/ha без фолијарних третмана (21,55%). Према Ђукић (2009) садржај уља се може смањити за 4,75% уколико се количина примењеног азота повећава од 37,5 до 225 kg/ha. Сличне резултате износи Дозет (2009) да се са повећањем количина азота смањење уља кретало од 0,90% до 3,52%. Schmitt et al., (2001) износе податке да третмани са ђубрењем нису значајно утицали на концентрацију уља у зрну соје. Коларић (2016) је у својим истраживањима утврдио супротне резултате, да је у просеку за три године истраживања најмањи садржај уља (просечно за 4 генотипа соје) забележен у варијанти без ђубрења и при ђубрењу са  $N_{90}P_{60}K_{60}$ , док је највећи садржај уља забележен при ђубрењу са  $P_{60}K_{60}$ . На повећање уља према Dozet et al. (2016) могу утицати микроелементи којима се предсетвено третира семе. Према добијеним резултатима истих аутора то повећање износи 1,77% на благо алкалним земљиштима.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) исказао је високу негативну значајност на садржај уља. У варијанти са третманом семена утврђена количина уља (20,77%) била је за 1,93% мања него у варијанти без третмана семена (21,18%).

Међусобни однос година/ ђубрење (АВ интеракција) на нивоу значајности од  $p < 0,01$  утицала је на садржај уља у зрну соје. Варијанте ђубрења са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана имала су негативан утицај на садржај уља, јер при овом ђубрењу у све три године истраживања количине уља у зрну соје су биле најмање. У 2013. садржај уља (19,85%) био је статистички значајан у односу на остале варијанте ђубрења. У 2015. години садржај уља (20,77%) при овом ђубрењу, није био статистички значајан само у односу на садржај уља утврђен при ђубрењу са 1300 kg/ha и једним фолијарним третманом. У 2014. години која је имала најповољније агрометеоролошке услове, најнижи садржај уља од 19,51% био је при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана. Ова количина уља није била статистички значајно мања у односу на садржај уља утврђен при ђубрењу са 1300 kg/ha и једним фолијарним третманом (19,79%), ђубрењу са 750 kg/ha без фолијарних третмана (19,68%) и контролне варијанте са једним (19,22%) и два фолијарна третмана (19,50%).

Међусобни однос година/третман семена (АС интеракција) на садржај уља утицао је на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ . Ако се анализира садржај уља по годинама истраживања, без третмана семена, види се да нису постојале значајне разлике у садржају уља између 2013. године (21,72%) и 2015. године (21,78%). У варијанти са третманом семена утврђена је статистички значајна разлика у садржају уља у зрну соје у све три године истраживања. У варијантама са и без третмана семена са ПЕМП најнижи садржај уља утврђен је у 2014. години. Обзиром да је садржај уља у негативној корелацији са садржајем протеина, овакав резултат се може објаснити повећаним садржајем протеина у зрну соје у 2014. години.

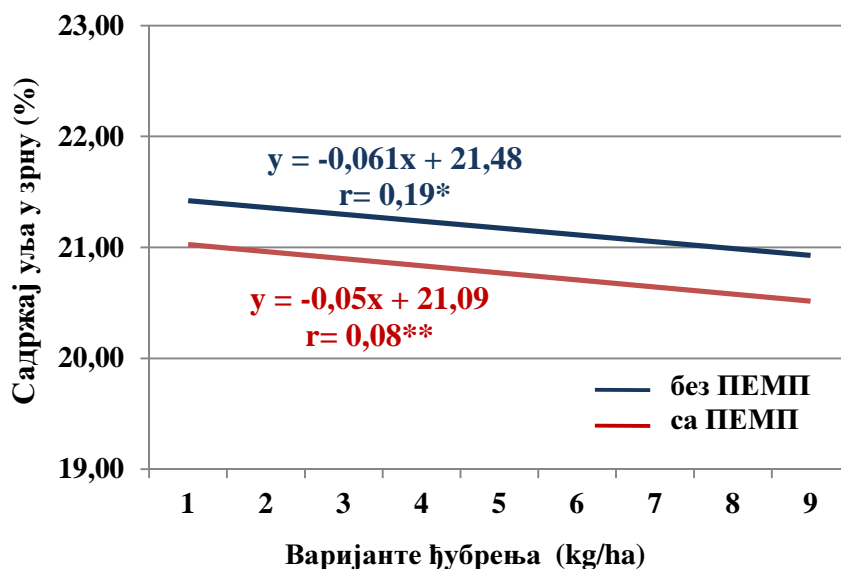
На ниво уља у семену соје може се утицати наношењем кобалта и молибдена на семе пред сетву, где је утврђено повећање садржаја уља за 1,77% (Дозет, 2009). Сличне резултате су приказали *Uquiche et al.* (2008), да се третманом са микроталасним зрачењем на семену лешника (*Gevuina avellana* Mol) може повећати садржај уља за 45,3%. *Crnobarac et al.* (2002) су утврдили да се резонантно-

импулсном елекромагнетном стимулацијом семена са различитим фреквенцајама ниске учесталости може повећати садржај уља код соје за 0,7% у односу на нетретирано семе.

Међусобни однос година/ђубрење (интеракција АВ) није био на нивоу статистичке значајности, док је година/третман семена (интеракција ВС) била на нивоу статистичке значајности. У варијанти са третманом семена највеће вредности утврђене су у 2015. години (21,69%), а најнижа вредност у 2014. години 19,63%. У интеракцији ђубрење/третман семена (ВС) највеће вредности су утврђене у варијанти без ђубрења и са два фолијарна третмана (21,48%), а у варијанти без третмана семена са ПЕМП највеће количине уља (21,73%) утврђене су при ђубрењу са 1300 kg/ha без фолијарних третмана.

Интеракција сва три фактора година/ђубрење/третман семена (АВС) није статистички значајно утицала на садржај уља у зрну соје.

Садржај уља у зрну соје је за разлику од садржаја протеина опадао са повећањем количине ђубрива у обе варијанте третмана семена, што је довело до благе негативне корелације. У варијанти без третмана семена са ПЕМП статистичка значајност је на нивоу од  $p < 0,05$ , док је третман семена са ПЕМП била на нивоу од  $p < 0,01$  статистичке значајности (Граф. 33).



Графикон 33. Зависност садржаја уља у зрну од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Табела 22. Просечан садржај уља (%) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		$\bar{X}$ АВ	$\bar{X}$ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	22,00	20,24	21,12	21,36		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	22,13	21,56	21,84			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	22,08	22,26	22,17			
	750 kg/ha	21,34	20,25	20,80			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	22,06	21,59	21,82			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	21,27	21,21	21,24			
	1300 kg/ha	22,38	21,87	22,12			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	21,54	20,99	21,27			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	20,67	19,03	19,85			
	$\bar{X}$ АС	21,72	21,00				
2014	Контрола	20,77	19,71	20,24	19,83		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	19,53	18,91	19,22			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	19,08	19,92	19,50			
	750 kg/ha	19,82	19,55	19,68			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	19,85	20,54	20,19			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	20,99	19,25	20,12			
	1300 kg/ha	20,44	19,97	20,21			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	19,98	19,61	19,79			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	19,83	19,19	19,51			
	$\bar{X}$ АС	20,03	19,63				
2015	Контрола	21,97	20,97	21,47	21,73		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	22,27	22,10	22,18			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	22,08	22,26	22,17			
	750 kg/ha	21,34	21,87	21,61			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	22,15	21,86	22,01			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	21,41	22,62	22,02			
	1300 kg/ha	22,36	22,25	22,31			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	21,58	20,56	21,07			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	20,83	20,70	20,77			
	$\bar{X}$ АС	21,78	21,69	$\bar{X}$ В			
$\bar{X}$ ВС	Контрола	21,58	20,31	20,94	20,97		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	21,31	20,85	21,08			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	21,08	21,48	21,28			
	750 kg/ha	20,83	20,56	20,69			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	21,35	21,33	21,34			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	21,22	21,03	21,12			
	1300 kg/ha	21,73	21,36	21,55			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	21,03	20,39	20,71			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	20,44	19,64	20,04			
	$\bar{X}$ С	21,18	20,77				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>20,97</b>			
	<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС*</b>	<b>ВС*</b>	<b>ABC<sup>ns</sup></b>
<b>F test</b>	28,27	7,61	16,47	2,38	3,33	2,57	1,63
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	0,66	0,46	0,20	0,79	0,34	0,59	1,03
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	0,71	0,61	0,26	1,05	0,45	0,79	1,36



### 6.2.3. Садржај фитина у зрну

Фосфор, слично азоту, улази у грађу многих органских једињења, који су носиоци структурне грађе протоплазме или имају незаменљиву улогу у протоку материје. Фосфор представља основни елемент у грађи протеина, нуклеинских киселина, ензима, основни је састојак аденозинтрифосфата (АТФ). Чињеница да фосфор учествује у разним процесима метаболизма, у којима служи као преносилац енергије, указује на важну улогу овог елемента у промету материја. Биљке из земљишта апсорбују фосфор у оксидисаном облику, који реагује са другим једињењима градећи при томе естре фосфорне киселине.

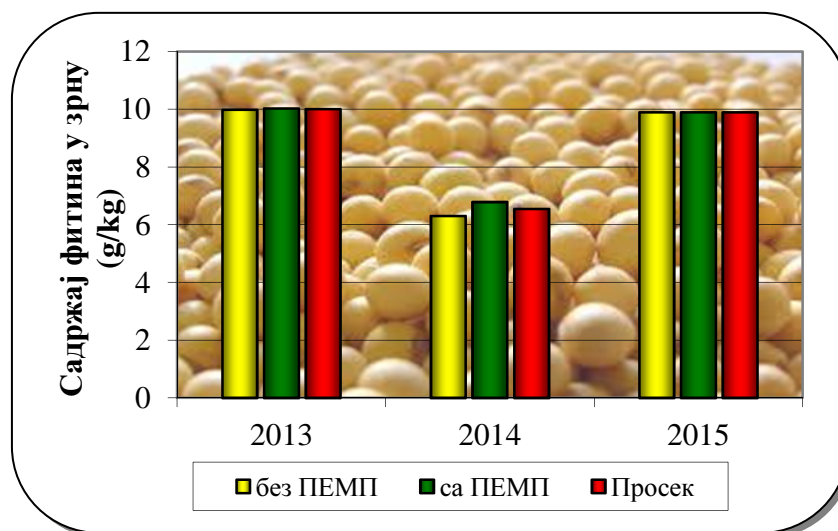
Садржај фосфора у биљкама креће се у широким границама, најчешће од 0,1% до 0,8% у односу на суву материју (*Кастори*, 1998). У току образовања генеративних органа, фосфор се из вегетативних премешта у зрно, где се и налази његова највећа концентрација. Сувишан фосфор се обично накупља у неорганском облику и као таквог биљке га користе по потреби током свог живота. У случају недовољне обезбеђености биљака овим елементом (неоргански облици фосфора), садржај органских фосфорних једињења се не мења.

У току клијања семена фитине разлаже ензим ендогена фитаза, при чему се ослобађа неоргански фосфор и минерални елементи који служе за раст и развој клијанца. У биљкама фосфор се у највећој количини (60%) налази у фитинској киселини. Фитинска киселина је највише заступљена у семену где има улогу при мобилизацији скроба и протеина приликом клијања семена. У току клијања семена фосфор се из резервних материја (скроба и протеина) премешта у новообразована ткива. Синтеза фитина је део реакције на стрес и спољашње услове. *Khan et al.* (2007) су у истраживањима о садржају фитинске киселине у зрну хлебне пшенице утврдили да су локалитет и генотип имали статистички високо значајан утицај са највећим утицајем локалитета. С обзиром да је фитинска киселина резервна форма фосфора у зрну, укупни фосфор и фитинска киселина су у високој позитивној корелацији.

С обзиром да је соја веома заступељна компонента у исхрани домаћих животиња, посебан акценат се ставља на истраживања о садржају фосфора, као и других материја које могу да блокирају асимилацију минералних елемената. Протеини соје могу да замене протеине из меса те су веома важна истраживања која се односе на утврђивање садржаја фитина са аспекта инхибитора апсорпције гвожђа и цинка у вишим организмима (Hunt, 2003). Соја у вегетаријанској исхрани је важан дијететски извор протеина, масти, минерала, влакана, витамина и биоактивних једињења. Количина и садржај фосфорних једињења у зрну соје могу утицати на смањење хранљиве вредности соје. Варијабилност минералних елемената у зрну соје је веома значајна и зависи од примењених мера у исхрани биљака (Dragicevic et al., 2013a).

Доступност гвожђа из сојиног брашна је боља у оним генотиповима који имају мањи садржај фитина. Тако се може рећи да је фитин, поред β-каротена, анти-нутритивни фактор. Ова особина је важна карактеристика при испитивању различитих генотипова соје (Walter et al., 2002). Према истраживањима Dragicevic et al. (2013b) на садржај фитина у соји као и односа фитинског фосфора и β-каротена значајно утиче генотип и примена различитих фолијарних третмана биљака.

Статистички значајне разлике у садржају фитина утврђене су у све три године истраживања (Граф. 34).



Графикон 34. Просечан садржај фитина (g/kg) у зрну у зависности од третмана семена са ПЕМП и начина љубрења

Најмањи садржај фитина утврђен је у 2014. години 6,46 g/kg што је било за 35,65% мање него у 2013. години (10,04 g/kg) и за 34,81% него у 2015. години (9,91 g/kg). Према анализи варијансе утврђена је висока статистичка значајност за све испитиване факторе као и њихове међусобне односе.

Просечна вредност садржаја фитина у семену соје за период истраживања био је 8,80 g/kg (Табела 23). Агрометеоролошки услови у годинама истраживања (фактор А) су веома значајно утицали на садржај фитина у зрну соје. С обзиром да су у 2014. години владали најбољи агрометеоролошки услови остварен је највећи принос као и садржај протеина у зрну соје, па се може се рећи да су садржај протеина и садржај фитина у негативној корелацији. Добијени резултати су у супротности са резултатима *Mladenović-Drinić et al.* (2009) који су утврдили позитивну корелацију између садржаја фитина и протеина у зрну кукуруза. Исти аутори су утврдили негативну корелацију између садржаја фитина и неорганског фосфора.

Ђубрење (фактор В) је високо значајно утицало на садржај фитина у зрну соје. У контроли садржај фитина био је 8,79 g/kg што је статистички високо значајно ( $p < 0,01$ ) већи садржај него при ђубрењу са 750 kg/ha (8,68 g/kg) и 1300 kg/ha (8,67 g/kg). Између садржаја фосфора у зрну при ђубрењу са 750 kg/ha и 1300 kg/ha није било статистички значајних разлика.

При фолијарним третманима утврђен је повећан садржај фитина у зрну соје. Највеће вредности су утврђене у варијанти са два фолијарна третмана у оквиру сваког основног ђубрења. Фолијарни третмани су утицали високо значајно на садржај фитина. Добијени резултати су у сагласности са резултатима *Dragicevic et al.* (2013b) који су добили веће вредности фосфора у зрну соје при фолијарним третманима са различитим аминокиселинама, хуминским и фолним киселинама, микроелементима и алгама.

Према истраживањима (*Coelho et al.*, 2002) ђубрење значајно утиче на корелацију између фитина и протеина у зрну кукуруза. Вубрива са већим садржајем фосфора утичу на позитивну корелацију између фитина и протеина, док при ниском садржају фосфора у ђубривима није забележена корелација између фитина и протеина.

У оквиру више различитих истраживања о утицају фосфорних ђубрива на садржај фитата може се рећи да је утврђено да се садржај фитата у зрнима легуминоза повећава за 10% са већим дозама неорганског фосфора у ђубривима. С обзиром да су у истраживањима била коришћена органска ђубрива која се спорије разлажу, може се објаснити изостанак статистичке значајности у садржају фитина при ђубрењу са 750 kg/ha и 1300 kg/ha.

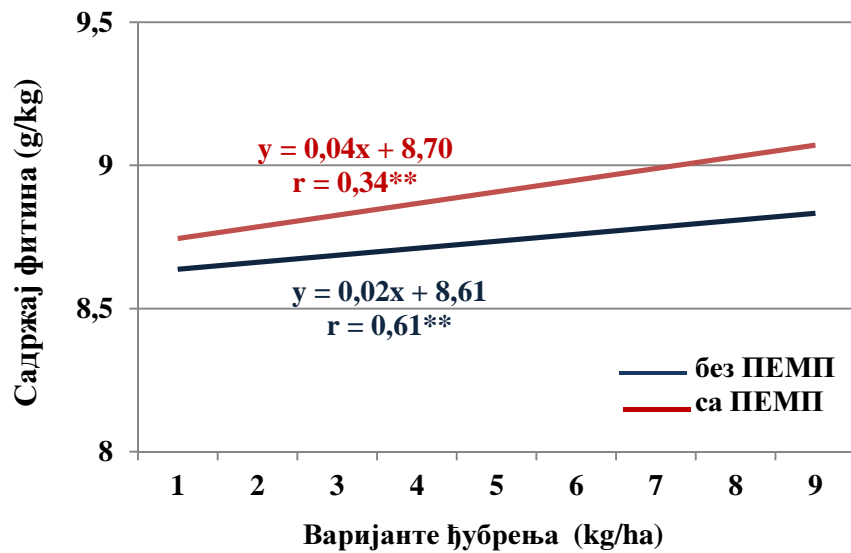
Примена ПЕМП на семену (фактор С) је високо значајно утицао на садржај фитина (8,85 g/kg) у односу на варијанту без третмана семена (8,76 g/kg). Повећан садржај фитина био је за 1,02%.

Међусобни однос година/третман семена (АС интеракција) је на нивоу значајности од  $p < 0,01$  утицао на повећан садржај фитина и то само у 2014. години. У 2015. години није било статистичке значајности код интеракције АС, док је у 2013. години интеракција АС била на нивоу  $p < 0,05$ . С обзиром на најмањи садржај фитина утврђеног у 2014. години количина од 6,61 g/kg при треману са ПЕМП је мања од просечне вредности.

Међусобни однос ђубрење/третман семена (интеракција ВС) и година/ђубрење/третман семена (АВС интеракција) су на нивоу значајности од  $p < 0,01$  утицали на промену садржаја фитина у зрну соје. С обзиром на заступљеност соје у исхрани људи и опречних мишљења да ли соју треба користити у исхрани веома је важно интензивирати истраживања везана за одређивање садржаја фитина у зрну соје као и односа фитина и неорганског фосфора.

Пред оплемењиваче се поставља задатак да се створе сорте са садржајем фитина који не би требало да буде висок због блокаде усвајања других минерала, а ни низак јер фитин показује позитивна својства као антиоксиданс и антиканцерогени агенс.

Садржај фитина у зависности од повећања количине ђубрива и при различитим третманима семена са ПЕМП је био у позитивној корелацији, на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$  (Граф. 35). Варијанта третмана семена са ПЕМП је у нивоу високе позитивне корелације ( $r=0,61$ ), док је варијанта без третмана семена са ПЕМП у нивоу умерене позитивне корелације ( $r=0,34$ ).



Графикон 35. Зависност садржаја фитина у зрну од третмана семена са ПЕМП и начина ђубрења

Табела 23. Просечан садржај фитинског фосфора (g/kg) у зависности од третмана семена са ПЕМП и различитом ђубрењу по годинама истраживања

Година (А)	Ђубрење (kg/ha) (В)	Третман семена (С)		$\bar{X}$ АВ	$\bar{X}$ А		
	Варијанте	Без ПЕМП	Са ПЕМП				
2013	Контрола	9,84	9,96	9,90	10,01		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	9,83	9,95	9,89			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	9,93	9,96	9,95			
	750 kg/ha	9,86	9,78	9,82			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,92	9,92	9,92			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	10,20	9,83	10,01			
	1300 kg/ha	10,14	9,93	10,04			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	10,36	10,74	10,55			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	9,85	10,16	10,01			
	$\bar{X}$ АС	9,99	10,03				
2014	Контрола	6,22	6,73	6,47	6,55		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	6,40	6,78	6,59			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	6,31	7,02	6,67			
	750 kg/ha	6,20	6,71	6,46			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,38	6,32	6,35			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,27	7,06	6,66			
	1300 kg/ha	6,22	6,73	6,47			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,42	6,78	6,60			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,37	7,02	6,70			
	$\bar{X}$ АС	6,31	6,79				
2015	Контрола	9,87	9,75	9,81	9,90		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	9,82	9,79	9,80			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	9,78	9,89	9,84			
	750 kg/ha	9,82	9,69	9,75			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,91	9,73	9,82			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	10,16	9,95	10,05			
	1300 kg/ha	9,85	9,86	9,85			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	9,72	10,36	10,04			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	10,20	10,09	10,15			
	$\bar{X}$ АС	9,90	9,90	$\bar{X}$ В			
$\bar{X}$ ВС	Контрола	8,64	8,81	8,73	8,82		
	Контрола + 1 x 6 l/ha	8,68	8,84	8,76			
	Контрола + 2 x 6 l/ha	8,68	8,96	8,82			
	750 kg/ha	8,63	8,73	8,68			
	750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	8,74	8,66	8,70			
	750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	8,87	8,95	8,91			
	1300 kg/ha	8,73	8,84	8,79			
	1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	8,83	9,29	9,06			
	1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	8,81	9,09	8,95			
	$\bar{X}$ С	8,73	8,91				
<b>ПРОСЕК 2013-2015</b>				<b>8,82</b>			
	<b>A**</b>	<b>B**</b>	<b>C**</b>	<b>AB**</b>	<b>AC**</b>	<b>BC**</b>	<b>ABC**</b>
<b>F test</b>	24.829,09	34,62	31,40	8,64	38,76	18,69	7,96
<b>LSD<sub>0,05</sub></b>	0,05	0,07	0,03	0,12	0,06	0,10	0,09
<b>LSD<sub>0,01</sub></b>	0,05	0,09	0,03	0,15	0,06	0,13	0,23

## 6.4. Бројност микроорганизама у ризосфери соје

Пољопривредна одрживост је уско повезана са ефикасним коришћењем природних ресурса, које су примарно трансформисани дејством микроорганизама. Земљишни микроорганизми се обично користе као првим показатељима квалитета земљишта јер брзо реагују на промене у управљању земљиштем (ротацију усева и обраду земљишта) (*Ferreira et al.*, 2010). Земљиште је потпуно самостално природно-историјско тело “*sui generis*“ и представља еколошку сферу која делује на друге животне сфере, јер у погледу врста обухвата око 25% глобалног биодиверзитета (*Decaëns* 2010; *Coleman et al.*, 2015). На једаном граму земљишта може да се нађе 6.000 различитих генома бактерија, неколико метара гљивичних хифа и широки спектар протиста, нематода и гриња (*Jones et al.*, 2009). Када се то прерачуна на микробиолошку масу по јединици површине у слоју од 30 cm дубине, добија се количина од 1,0 до 5,0 тона по хектару. Микроорганизми чине 0,1% - 0,5% целокупне органске материје земљишта. Својим животним активностима микрофлора земљишта је способна да омогући земљишту његове кључне функције као што је плодност (*Wagg et al.*, 2014) и доприносе многим процесима значајним за екосистеме (*Kibblewhite et al.*, 2008; *De Vries et al.*, 2013). Продуктима свог метаболизма слепљују честице, те учествују у стварању и одржавању његове структуре.

На жалост, земљишта су међу најугроженијим срединама у смислу губитка биодиверзитета (*Kibblewhite* 2012). Многи облици деградације земљишта (ерозија земљишта, промена коришћења земљишта, прекомерне експлоатације, загађење и др.) имају директан негативан утицај на бројност и активност земљишних организама (*Gardi et al.*, 2013, *Schlaghamerski et al.*, 2014). Површински слој земљишта је сиромашан микроорганизмима, јер је непосредно изложен утицају сунчеве светлости и исушивања. Главна биомаса микроорганизама налази се на дубини од 10-30 cm, где су процеси њихове животне активности најинтензивнији, јер је ту највеће присуство органске материје, висок ниво подземних вода и ризосфера гајених биљака.

Микрофлора земљишта веома је богата и различита. Њихова бројност се креће преко једне милијарде на сваки грам апсолутно сувог земљишта. Када се то прерачуна на микробиолошку масу по јединици површине у слоју од 30 cm дубине, добија се количина од 1,0 до 5,0 t/ha. Микроорганизми чине 0,1% - 0,5% целокупне опрганске материје земљишта. Међутим, поред биомасе микроорганизама важна је и њихова активна површина, која износи до 500 ha по једном хектару ораничног слоја, као и број генерација унутар једне популације микроорганизама. Међу земљишним микроорганизмима најзаступљеније су бактерије, затим гљиве, актиномицете, алге, протозое и вируси и они чине организоване ценозе у микробним нишама.

Стална аутохтона популација је прилагођена повременим променама које се јављају у станишту. У пољопривредним земљиштима микробна популација је под утицајем сезонских промена абиотичких фактора и примењених агротехничких мера. Осим тога на динамику микробне популације у пољопривредним земљиштима утичу однос C:N као и биљке преко коренских ексудата који директно утичуна бројност микробних заједница (*Benizri et al.*, 2007). Хемијски састав коренских излучевина условљен је хромозомском структуром (генотипом) биљке, те је различит и зависи од старости биљака и биљне врсте (*Neal et al.*, 1973). Коренске излучевине, заједно са метеоролошким факторима, физичким и агрохемијским особинама земљишта, условљавају појаву специфичне микробне ценозе. У кореновој зони, у зависности од биљне врсте, фазе развоја срећу се разне материје (аминоскиселине, моносахариди, органске киселине, селен, фенолна једињења, липиди и др.). Према истраживањима (*Walker et al.*, 2003) у ризосфери *Arabidopsis thaliana* утврђено је 289 различитих метаболита издвојених из секерција корена. У непосредној близини корена формира се слој полисахарида са оптималном концентрацијом кисеоника и повећаном концентрацијом атрактаната, који привлачи бактерије преко рецептора за оптималне еколошке средине (*Mandimba et al.*, 1986). Ексудати корена су одлучујући за хемотаксис и у зависности од састава ексудата зависи и разноврсност микробне заједнице у ризосфери. Истраживања *Trap et al.* (2016) су показала да у ризосферном земљишту долази до смањења броја гљива и повећања броја грам-позитивних бактерија. Основна улога микроорганизама у земљишту састоји се у разлагању свежих органских материја, биљног или животињског порекла, које сваке године у



знатним количинама долазе у земљиште. Уз учешће микроорганизама сва ова материја се разлаже до хумусних и колоидних материја, које земљишту дају одређену структуру, плодност и остале повољне особине за биљну производњу.

За утврђивање компатибилног односа биљака и микроорганизама веома су важна истраживања која се односе на одређивање укупног броја микроорганизама, појединих физиолошких и систематских група у ризосферном земљишту.

Последњих неколико деценија главни задаци савременог шумарства и агрономије односе се на мере у побољшању активности микробиолошке азотофиксације, унапређење структурне организације микрофлоре земљишта и инхибицији фитопатолошких гљива (*Pretty, 2007; Hazell and Wood, 2007*).

Велики део истраживања у претходном периоду односила су се на мониторинг микробиолошке активности (бројност и ензиматска активност) земљишта у условима примене агротехничких мера (*Marinković et al., 2016b*), затим присуства високог садржаја тешких метала, поремећаја услед сабијања и слично. Наиме, паралелно са еколошким приступом проучавању микробиолошке активности, истраживања су била усмерена на примену корисних микроорганизама у циљу квалитетне и безбедне производње и очување плодности земљишта (*Đukić and Marinković, 2012; Marinković et al., 2016a*).

Последње две деценије све се више комерцијализују препарати у којима се налазе микробни инокуланти у функцији биофертилизатора (асоцијативни, слободни и симбиозни азотофиксатори и фосфомобилизатора). Предности примене оваквих врста инокулата су веома значајне са аспекта одрживе производње, чиме се пре свега чува ниво хумуса у земљишту и спречавају или успоравају процеси његове деградације. Уношењем у земљиште корисних група микроорганизама активира се и аутохтона микробна популација чиме долази до компетицијског односа за простор и храну, што најчешће доводи до редукције бројности фитопатогених група, које изазивају економске штете на гајеним биљним врстама. У последњих неколико година све више је заступљена примена смеша ефективних група микроорганизама (ЕМ технологија) у функцији замене минералних ђубрива, допунске исхране биљака преко листа, превентивне заштите и повећања приноса биљака као и оплемењивања земљишта. Експериментална и теоретска истраживања утицаја инокулације семена

бактеријским смешама имају економску и еколошку оправданост за практичну примену. Са развојем науке и потребама повећања приноса гајених биљака уз очување животне средине, све више се примењују и методе из области биофизике. Тако су у својим истраживањима *Говедарица и сар.* (1999), *Milošev and Pekarić-Nadž* (1999). *Milić et al.* (2004) утврдили да примена различитих интезитета електромагнетне стимулације биљака има значајан утицај на микробиолошку активност у ризосфери пшенице, кукуруза, шећерне репе, јечма и соје. Истраживања су показала да је укупна бројност микроорганизама и бројност азотобактера била највећа применом електромагнетне стимулације од 15 Hz у трајању од 90 минута. Присуство електромагнетног поља стимулише раст биљака променом структуре воде у ћелијама биљака (*Subas et al.*, 1994) и исто тако стимулише раст појединих бактерија. Постоје и опречна истраживања да присуство електромагнетног поља у исто време може деловати и негативно на развој бактерија (*Hamnerius*, 1983) Микроорганизми који се нађу у електромагнетном пољу трпе одређене промене према одређеним фреквенцијама. Те промене се углавном манифестују кроз метаболизам микроорганизама. Промене микроорганизама у електромагнетном пољу прате се на фреквенцијама од 10 MHz до 1 KHz. У оквиру појединих група микроорганизама, уколико се манипулише фреквенцијама електромагнетног поља може доћи до нежељених појава као што је стерилизација средине. Уколико се ради о елементима биогености земљишта, ова појава свакако није препоручљива. Примена пулсирајуће електромагнетне стимулације биљака не утичу само на повећање ензиматске активности код биљака, већ и на повећање ензиматске активности земљишта (*Govedarica and Milosevic*, 2002). Такође, исти аутори су утврдили да је примена резонантне електромагнетне стимулације довела до смањења бројности денитрификатора у ризосфери шећерне репе, што је веома позитивно, јер се смањују процеси денитрификације и губитак азота из земљишта.

### 6.4.1. Укупан број микроорганизама

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. Квантитативна разлика укупног броја микроорганизама у земљишту и њихове ензиматске активности, је један од показатеља потенцијалне и ефективне плодности земљишта, односно биогености (*Јарак и Ђурић, 2008*). Микроорганизми се у земљишту налазе у одређеним уравнотеженим односима, који су карактеристични за сваки тип земљишта и климатско подручје, а поједине агротехничке мере могу довести до поремећаја тих односа, што се манифестује смањењем њихове бројности и ензиматске активности. Према истраживањима *Supradip et al. (2008)* и *Dorđević et al. (2013)* активност ензима који учествују у минерализацији С, N, и Р у земљишту на коме се гаји соја у ротацији са пшеницом у периоду од 33 године, била је различита у зависности од начина ђубрења. У варијантама где је примењен стајњак самостално или у комбинацији са NP, NK и NPK ђубривом активност ензима дехидрогеназе, фосфатазе киселе и алкалне, целулазе и протеазе је била значајно већа. Активност уреазе није била под утицајем третмана стајњака.

Укупан број микроорганизама у ризосфери соје мења се у зависности од фенофазе биљака, на начин који се разликује од промена аутохтоних микробних заједница, које продукују физиолошке материје које утичу на раст биљака. Према *Sugiyama et al. (2014)* ризосферне бактеријске заједнице су имале интензивну динамику бројности под утицаје сезонских промена, као и порастом коренове масе.

Укупан број микроорганизама зависи не само од физичких и хемијских особина земљишта већ и од примењених врста и количина ђубрива и хербицида (*Радивојевић и Станковић-Калезић, 2000; Свијановић et al., 2004; 2012; Маринковић и сар., 2010*).

На основу анализе варијансе утврђен су високе значајности утицаја агроеколошких услова (А), ђубрења (В) и интеракцијског односа ова два фактора (АВ), док остали фактори и међусобни односи фактора нису статистички значајно утицали на динамику укупног броја микроорганизама (Табела 24).

Табела 24. Анализа варијансе за укупан број микроорганизама у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободе	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	712	2	356	0,77	0,52	
Година (А)	392118	2	196059	422,51	0,00	**
Грешка (а)	1856	4	464			
Ђубрење (В)	221879	8	27735	42,30	0,00	**
Интеракција (АВ)	114356	16	7147	10,90	0,00	**
Грешка (b)	31469	48	656			
Третман семена (С)	212	1	212	0,50	0,48	
Интеракција (АС)	1071	2	535	1,26	0,29	
Интеракција (ВС)	100258	8	12532	29,54	0,00	**
Интеракција (АВС)	128742	16	8046	18,97	0,00	**
Укупно	1015583	161	6308			

Према добијеним резултатима утврђено је да су метеоролошки услови (фактор А) имали високо значајан утицај на укупан број микроорганизама (Табела 25).

Повољни метеоролошки услови у периоду узимања узорака у 2013. години су условили и највећи број микроорганизама по граму апсолутно сувог земљишта ( $238,94 \times 10^{-7}$ ). У 2014. години утврђена је бројност од ( $211,4 \times 10^{-7}$ ), што је било за 11,52% мање од бројности у 2013. години. У 2015. години утврђен је најмањи број микроорганизама ( $123,60 \times 10^{-7}$ ), који је био за 48,27% мањи него у 2013. години, и за 42,95% мањи него у 2014. години. Оваква динамика бројности микроорганизама указују да је у условима повољне влаге и температуре највећа бројност микроорганизама, и да су тада вероватно и најитезивнији процеси минерализације органских остатака у земљишту. Добијени резултати су у сагласности са истраживањима *Милошевић и сар.* (1997) где је утврђено да је у земљиштима Војводине највећа бројност и ензиматска активност у септембру и октобру када је била и највећа количина падавина, док је њихова активност била најмања у периоду са најмањом количином падавина.

Промена бројности микроорганизама има динамику зависну од количине и врсте ђубрива које се користи у исхрани биљака. Према истраживањима *Marinković et al.* (2016б) органска ђубрива делују повољније на микробиолошку активност земљишта, јер уношењем органских ђубрива доприноси се богатству корисних група микроорганизама. Уношење различитих количина органског ђубрива (фактор В) и ефективних микроорганизама утицали су на високо значајну динамику укупног броја микроорганизама. Највећи укупан број микроорганизама утврђен је у варијанти примене органског ђубрива у количини од 1300 kg/ha ( $249,08 \times 10^{-7}$ ). Ова вредност била је статистички високо значајна ( $p < 0,01$ ) у односу на све остале варијанте ђубрења. При ђубрењу са 750 kg/ha највећа бројност била је са применом фолијарног третмана два пута у вегетацији ( $225,30 \times 10^{-7}$ ), као и у нивоу контроле са истим третманом ( $216,37 \times 10^{-7}$ ).

Са применом фолијарних третмана у варијанти са ђубрењем од 1300 kg/ha укупан број микроорганизама се смањивао. Тако је у варијанти са једним фолијарним третманом утврђен број који је за 14,46% мањи од варијанте ђубрења само са 1300 kg/ha, а у варијанти са два фолијарна третмана смањење броја микроорганизама било је 27,99%. Укупан број микроорганизама у варијанти контроле (без органског ђубрива) и два пута фолијарним третманом ( $216,37 \times 10^{-7}$ ) није била статистички значајно мања од варијанте 750 kg/ha и два фолијарна третмана (249,08 kg/ha).

Разлика у повећаном укупном броју микроорганизама у односу на контролу (без ђубрења) ( $129,17 \times 10^{-7}$ ) била је од 12,21% у варијанти ђубрења само са органским ђубривом 750 kg/ha до 92,83% у варијанти ђубрења само са 1300 kg/ha органског ђубрива.

Добијени резултати су компатибилни са резултатима *Ferreira et al.* (2012) који су утврдили да се бактеријска заједница увећава уношењем различитих органских материја. Тако је утврђено повећање разноликости микробне заједнице у ризоплану соје за 12% уношењем органске материје, а да се при уношењу зелене органске материје трава (mulch) микробна заједница повећала за 19%. Оваква разлика у броју микроорганизама у ризосфери соје говори да унета органска материја представља извор енергије и хранива које обезбеђују услове за раст, разноликост и активност микробне заједнице. До сличних резултата дошла је *Рољевих* (2014) која је утврдила

већу бројност укупног броја микроорганизама у ризосфери пшенице при уношењу органског ђубрива у односу на самосталну примену биофертилизатора. *Svijanović et al.* (2012) су закључили да је укупан број микроорганизама у ризосфери соје већи код примене асоцијативних и симбиозних азотофиксатора у односу на примену само симбиозних азотофиксатора, а да је већа бројност утврђена у обе варијанте бактеријације при мањим дозама минералног азота.

Укупан број микроорганизама мењао се у ризосфери соје високо значајно и у међусобном односу услова године и ђубрења (АВ интеракција). Највећи број микроорганизама утврђен је у 2014. години при ђубрењу са 1300 kg/ha ( $296,8 \times 10^{-7}$ ) и при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана ( $278,80 \times 10^{-7}$ ). Између ових вредности није утврђена статистичка значајност, што говори да се при повољним метеоролошким условима и примена ефективних микроорганизама (у земљиште и фолијарно) може утицати ефикасно на активност и бројност микробне популације у земљишту, што се манифестује и на принос биљака.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) није имао статистички значајан утицај на укупан број микроорганизама у ризосфери соје. При третману семена са ПЕМП у ризосфери соје утврђен је укупан број микроорганизама по граму апсолутно сувог земљишта који је износио  $192,49 \times 10^{-7}$ , што је било за 1,20%, више него у варијанти без третмана семена ( $190,20 \times 10^{-7}$ ), али не и на нивоу статистичке значајности. Такође, ни међусобни однос година/третман семена (АС интеракција) није значајно утицао на укупан број микроорганизама. Према истраживањима *Дозет* (2009) третман семена соје кобалтом и молибденом није значајно утицао на укупан број микроорганизама.

Међусобни однос ђубрење/третман семена (ВС интеракција) су статистички значајно утицао на укупан број микроорганизама. Највећа бројност ( $270,26 \times 10^{-7}$ ) забележена је при третману семена са ПЕМП и ђубрењу са 1300 kg/ha, што није дало статистички значајну разлику у односу на варијанту без третмана семена, 1300 kg/ha ђубрива са два фолијарна третмана. Интеракцијски однос сва три фактора АВС је високо значајно утицао на динамику укупног броја микроорганизама.

Може се предпоставити, на основу добијених резултата да је при различитим третманима и под утицајем различитих фактора, дошло и до разлика у развоју

кореновог система. Са повећањем масе кореновог система повећавају се и количине коренских излучевина, што је свакако имало значајан утицај на динамику укупног броја микроорганизама на бројност појединих физиолошких и систематских група микроорганизама.

На масу кореновог система значајно утичу органска ђубрива. Код примене стајњака у количини од 10 t/ha, *Mandal et al.* (2009) су утврдили повећање масе кореновог система за 75%, у зони од 0 cm до 15 cm у односу на контролу. Такође, су утврдили већу нодулацију корена симбиозним азотофиксаторима, и укупан број бактерија у ризосфери, па се предпоставља да су бактерије за своју активност користиле већу количину угљеника и енергије из органског ђубрива.

Табела 25. Укупан број микроорганизама у ризосфери соје ( $10^{-7}$  . гр земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)										
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 + 2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha		
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>	
2013		175,48	241,48	337,10	176,04	255,50	256,34	257,25	233,27	218,04	238,94	
2014		117,08	176,45	205,25	182,97	228,37	278,80	296,80	230,18	187,55	211,49	
2015		94,95	85,79	106,75	75,82	106,96	140,75	193,19	175,67	132,50	123,60	
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>	
	Без ПЕМП (-)	101,89	187,68	176,79	145,08	206,02	223,87	227,90	261,47	180,11	190,20	
	са ПЕМП (+)	156,45	148,13	255,94	143,80	187,87	226,72	270,26	164,61	178,62	192,49	
	<b>Фактор В</b>	129,17	167,91	216,37	144,94	196,94	225,30	249,08	213,04	179,36		
		2013			2014			2015				
		-		+		-		+		-		+
	<b>АС - интеракција</b>	207,37		215,62		237,49		240,40		125,74		121,45
		<b>Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%</b>										
		<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С<sup>ns</sup></b>		<b>АВ**</b>		<b>АС<sup>ns</sup></b>		<b>ВС**</b>		<b>АВС**</b>
	LSD 5 %	11,51	17,16	6,49		29,72		11,24		19,47		33,72
	LSD 1 %	11,12	22,89	8,64		39,65		14,97		25,92		44,90



#### 6.4.2. Бројност азотобактера

Азотобактер је род слободних, аеробних, азотофиксирajuћих бактерија искључиво земљишних, који имају способност да фиксирају атмосферски азот у просеку 20 kg на годишњем нивоу. Осим, фиксације азота, азотобактер производи тиомин, рибофлавин, никотин, индол сирћетну киселину и гибералин. Када се азотобактером инокулише семе биљака побољшава се клијавост (*Moriri et al.*, 2015). До сличних резултата је дошао *Lenart* (2012) који је утврдио да азотобактер позитивно утиче на раст усева и висину приноса, биосинтезом биолошки активних материја, које су стимулисале ризосферне микробе и инхибицијом фитопатогених микробних врста. Према наводима *Althaf and Srinivas* (2013) азотобактер лучи антибиотик са структуром сличном анизомицину, који има фунгицидно дејство и инхибира развој *Alternaria*, *Fusarium*, *Collectotrichum*, *Rhizoctonia*, *Microfomina*, *Diplodia*, *Batryiodiplodia*, *Cephalosporium*, *Curvularia*, *Helminthosporium* and *Aspergillus*, у земљишту и на листу биљака. Припадају групи хетеротрофних микроорганизама, који за фиксирање азота користе енергију ослобођену из процеса минерализације угљеникових једињења, те је интезитет фиксације азота често у директној корелацији са бројношћу и активношћу целулитских микроорганизама. С обзиром да су искључиви аероби и да захтевају неутралну реакцију средине, својом бројношћу представљају добар и брз индикатор свих промена у земљишту. Оптимална количина воде у земљишту неопходна за њихов развој је 70% - 80% од пољског водног капацитета. Међутим, влажност земљишта може бити ограничавајући фактор за раст и активност азотобактера, па је њихова бројност већа у земљиштима која се наводњавају и у условима веће количине падавина.

Анализом варијансе за бројност азотобактера утврђено је да су метеоролошки услови у годинама испитивања (фактор А), као и ђубрење (фактор В) имали статистички значајан утицај ( $p < 0,01$ ). Третман семена са ПЕМП (фактор С) утицао је на нивоу значајности  $p < 0,05$ . Интеракцијски односи испитиваних фактора година,

ђубрење, третман семена су утицали високо значајно на укупну бројност азотобактера (Табела 26).

Према Табели 27, метеоролошки услови у години (фактор А) су утицали на повећање бројности азотобактера на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ . У 2014. години утврђен је највећи број азотобактера по граму земљишта ( $71,33 \times 10^{-2}$ ) али не и статистички значајно већи у односу на бројност азотобактера у 2013. години ( $70,24 \times 10^{-2}$ ). Мала разлика у броју азотобактера у 2014. и 2013. години је резултат приближних количина падавина од агвуста до друге декаде октобра. У 2013. години сума падавина у том периоду износила је 200,7 mm, док је у 2014. години било 212,2 mm. Тако да је периоду наливања зрна било довољно влаге за развој ове групе микроорганизама у обе године испитивања. У 2015. години утврђен је најмањи број азотобактера ( $19,27 \times 10^{-2}$ ) што је резултат најмање количине воденог талоба у периоду од маја до јула месеца. У односу на 2014. годину падавина је било мање за 144,4 mm, а у односу на 2013. годину за 40,9 mm. Зато је бројност азотобактера у 2015. години била мања на нивоу статистичке значајности ( $p < 0,01$ ) у односу на 2013. и 2014. годину.

Табела 26. Анализа варијансе за бројност азотобактера у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободе	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	12	2	6	0,56	0,61	
Година (А)	95582	2	47791	4534,36	0,00	**
Грешка (а)	42	4	11			
Ђубрење (В)	23532	8	2941	149,67	0,00	**
Интеракција (АВ)	26099	16	1631	82,99	0,00	**
Грешка (b)	943	48	20			
Третман семена (С)	95	1	95	4,16	0,05	*
Интеракција (АС)	1085	2	543	23,78	0,00	**
Интеракција (ВС)	6120	8	765	33,52	0,00	**
Интеракција (АВС)	8716	16	545	23,87	0,00	**
Укупно	163459	161	1015			

Бројност азотобактера у ризосфери корена биљака мења се под утицајем различитих врста и количина ђубрива. У условима различитог ђубрења (фактор В) бројност азотобактера по граму земљишта била је највећа при ђубрењу са 1300 kg/ha

и два фолијарна третмана ( $73,04 \times 10^{-2}$ ). У свим варијантама ђубрења највећа бројност азотобактера утврђена је код примене фолијарних третмана два пута у вегетацији. Добијени резултати су у сагласности са чињеницом да је за раст и активност ове групе микроорганизама неопходно присуство веће количине органске материје. Према истраживањима *Ђукић* (2009) на повећану бројност азотобактера у ризосфери соје значајан утицај имала је количина заораних жетвених остатака кукуруза као предусева, као и третман семена са Со и Мо (*Свијановић et al.*, 2011). У истраживањима *Микановá et al.* (2009) на динамику бројности и интезитет нитрогенане активности азотобактера и симбиозних бактерија рода *Rhizobium spp.* значајно су утицале различите количине компоста (20 до 400 t/ha). Количина компоста од 20 t/ha имала је најбољи утицај на активност ензима нитрогеназе, одговорног за фиксацију атмосферског азота и на повећање суве материје биљке и корена луцерке. Према истраживањима утицаја различитих доза минералног азота на микробну популацију у ризосфери соје *Zhang et al.* (2013) су утврдили да је азотобактер у условима различите количине минералног азота имао изражени тренд промена бројности. Исти аутори су утврдили да се бројност прво повећавала при мањим дозама минералног азота, а са веће дозе азота су у великом проценту инхибирале развој азотобактера.

Утврђена бројност азотобактера по граму земљишта при третману семена са ПЕМП (фактор С) била је  $54,38 \times 10^{-2}$  што је статистички значајно на нивоу ( $p < 0,05$ ) у односу на варијанту без третмана семена ( $52,85 \times 10^{-2}$ ). Повећање бројности било је за 2,89 %, што је у апсолутним бројевима много већа разлика. Добијени резултати су компатибилни са резултатима *Ratushnyak et al.* (2009), који су при истраживањима примене електромагнетне стимулације френквенције 30 - 60 GHz, интезитета  $10^{-16}$  -  $10^{-10}$  W/cm, у времену експозиције 5-15 минута, на ризосферу садница бора (*Pinus sylvestris*) добили повећање бројност азотобактера 5 пута више, него у контролној варијанти.

Међусобни односи година/ђубрење (АВ интеракција) били су на нивоу статистичке значајности  $p < 0,01$ . Највећа бројност утврђена је у 2013. години ( $114,93 \times 10^{-2}$ ) при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана. Најмања бројност утврђена је у 2015. години при ђубрењу са 1300 kg/ha и једним фолијарним

третманом. Према добијеним подацима може се уочити да су 2013. и 2014. години бројност азотобактера расла са повећањем количине органског ђубрива, док је у сушној 2015. години уочена обрнута тенденција.

Међусобни однос година/третман семена (АС интеракција) био је, такође, статистички високо значајан. Висока значајност утврђена је у оквиру сваке године при третману семена са ПЕМП. Није утврђена статистичка значајност у варијанти без третмана семена у 2014. и 2015. години.

Међусобни однос сва три испитивана фактора година/ђубрење/третман семена (АВС интеракција) био је статистички високо значајан.

Према истраживањима *Говедарица и Милошевић* (2002) о утицају резонантне импулсне електромагнетне стимулације биљака кукуруза утврђено је повећање бројности азотобактера у ризосфери кукуруза при мањим количинама минералних ђубрива, што се даље манифестовало и на висину приноса кукуруза. У комбинацији резонантне импулсне електромагнетне стимулације и бактеризације семена кукуруза са азотобактером утврђено је значајно повећање броја азотобактера и приноса зрна. Највећа бројност азотобактера и олигонитрофилних бактерија утврђена је при фреквенцији од 15 Hz у трајању од 30, 60, и 90 минута, док је са повећањем дужине трајања електромагнетне стимулације дошло до њихове инхибиције.

Мониторинг бројности азотобактера је веома важан за пољопривредну производњу, и са аспекта деконтаминације земљишта тешким металима, јер азотобактер има веома позитивну особину, да у току свог метаболизма акумулирају одређене количине тешких метала (*Милошевић и сар.*, 2010). Веома су значајна група микроорганизама која својом улогом у кружењу азота, везује атмосферски азот и предаје биљци у најповољнијем облику или га пак везују за свој протеин. Веома су компатибилни са симбиозним азотофиксаторима. Према истраживањима *Цвијановић и сар.* (2003) инокулацијом семена симбиозним и асоцијативним азотофиксаторима може се повећати биогеност земљишта и принос семена соје.

Табела 27. Бројност азотобактера у ризосфери соје ( $10^{-2}$  .гг земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В: ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)									
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 + 2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha	
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>
2013		35,71	46,78	55,83	64,62	56,85	80,82	85,33	91,31	114,93	70,24
2014		37,47	50,68	57,61	70,35	84,16	91,02	82,97	81,30	86,41	71,33
2015		25,38	19,00	20,81	36,21	15,23	19,70	13,02	6,28	17,70	19,27
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>
	Без ПЕМП (-)	24,73	43,50	47,75	45,69	51,68	70,30	53,55	59,54	78,48	52,85
	Са ПЕМП (+)	40,98	34,14	41,74	68,44	52,48	57,39	67,32	59,32	67,60	54,38
	<b>Фактор В</b>	32,86	38,82	44,75	57,06	52,08	63,85	60,44	59,63	73,04	
		2013			2014			2015			
	<b>АС - интеракција</b>	-	+	-	+	-	+	-	+		
		18,07	20,47	67,64	72,84	67,64	75,02				
		Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%)									
		<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С*</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС**</b>	<b>ВС**</b>	<b>АВС**</b>			
	LSD 5 %	1,73	2,97	1,51	5,15	2,61	4,52	7,82			
	LSD 1 %	1,68	3,96	2,00	6,87	3,47	6,01	11,41			

### 6.4.3. Бројност олигонитрофилних бактерија

Олигонитрофилне бактерије обухватају велику групу диазотрофа. Њихова бројност је у директној зависности од коренских излучевина (*Micallef et al.*, 2009). Овој групи бактерија припадају азотофиксатори који живе слободно у змљишту и имају способност да редукују атмосферски азот и преводе га у органске облике. Годишње могу да фиксирају око 20 kgN/ha. Обзиром да су способне да фиксирају атмосферски азот и преводе га у органске облике, представљају велики резервни потенцијал азотних облика који се ослобађају у даљим процесима минерализације органске материје. Чести су пратиоци цијанобактерија и налазе се у њиховим слузастим омотачима. За свој метаболизам користе мање количине минералног азота из земљишта. Олигонитрофилне бактерије представљају велику групу бактерија које су знатно заступљене у атохтоној микробној заједници.

Анализа варијансе за олигонитрофилне бактерије у ризосфери корена соје показује да су испитивани фактори, као и њихов интеракцијски однос, утицали различито на бројност олигонитрофилних бактерија у ризосфери соје (Табела 28).

Табела 28. Анализа варијансе за бројност олигонитрофилних бактерија у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	901	2	450	0,78	0,52	
Година (А)	117130	2	58565	101,46	0,00	**
Грешка (а)	2309	4	577			
Ђубрење (В)	136958	8	17120	22,87	0,00	**
Интеракција (АВ)	140924	16	8808	11,77	0,00	**
Грешка (b)	35925	48	748			
Третман семена (С)	14677	1	14677	31,30	0,00	**
Интеракција (АС)	7723	2	3862	8,24	0,00	**
Интеракција (ВС)	22194	8	2774	5,92	0,00	**
Интеракција (АВС)	72236	16	4515	9,63	0,00	**
Укупно	576295	161	3579			

На основу LSD теста за фактор А (Табела 29) утврђена је висока значајност у броју олигонитрофилних бактерија по граму земљишта само у односу између 2014. и 2015. године. Наиме, у 2014. години утврђена бројност била је  $(154,80 \times 10^{-6})$  или за 54,55% већа него у 2015. години, где је на крају вегетације утврђен најмањи број ове групе бактерија  $(100,16 \times 10^{-6})$ . У 2013. години утврђен је највећи број олигонитрофила  $159,33 \times 10^{-6}$ . Ово повећање било је за 2,92% у односу на 2014. годину али није било на нивоу статистичке значајности. У односу на 2015. годину повећање је износило 37,13% што је у апсолутним бројевима много веће.

С обзиром да је за процес фиксације азота неопходно присуство органске материје као извора енергије, количине примењеног ђубрива (фактор В) су високо значајно утицале на бројност олигонитрофила. Највеће вредности олигонитрофилних бактерија биле су у варијантама ђубрења са највећом количином органке материје  $1300 \text{ kg ha}^{-1}$  и два фолијарна третмана са ефективним микроорганизмима  $(189,86 \times 10^{-6})$ . Ово повећање било је на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$  у односу на бројност олигонитрофилних бактерија при свим осталим варијантама ђубрења осим при ђубрењу са  $750 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана. У овој варијанти ђубрења у ризосфери соје утврђена бројност била је  $180,61 \times 10^{-6}$ , што није било статистички значајно мање. Добијени резултати показују сличну правилност у бројности са количинама и варијантама примењеног ђубрива и код испитивања бројности азотобактера. Може се рећи да су ове групе микроорганизама компатибилне и да на исти начин реагују на спољашње чиниоце. Повећање бројности у односу на контролу  $(86,66 \times 10^{-6})$  било је од 5,12% при ђубрењу са  $750 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана, до 73% при ђубрењу са  $1300 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана.

Интеракција фактора година/ђубрење (АВ) је статистички значајно утицала на бројност олигонитрофилних бактерија у ризосфери соје. У 2013. години највећа бројност утврђена је при ђубрењу са  $1300 \text{ kg ha}^{-1}$  и два фолијарна третмана  $(276,70 \times 10^{-6})$ , док је у 2014. години највећа бројност утврђена при ђубрењу са  $750 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана  $(256,76 \times 10^{-6})$ . У 2015. години највећа бројност утврђена је при ђубрењу са  $750 \text{ kg/ha}$   $(140,32 \times 10^{-6})$  и у варијанти без примене органског ђубрива са два фолијарна третмана  $(124,24 \times 10^{-6})$ . Све утврђене разлике су биле статистички високо значајне. У 2015. години са повећањем количине ђубрива бројност

олигонитрофилних бактерија се смањивала. Узрок овоме су свакако неповољни хидрометеоролошки услови и неповољни услови за њихов раст и активност.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) је статистички значајно утицао на динамику бројности ове групе бактерија. У варијанти са третманом семена утврђена је бројност од  $147,6 \times 10^{-6}$ , док у варијанти без третмана семена бројност олигонитрофилних бактерија била је  $128,58 \times 10^{-6}$ . Повећање је било за 14,80%, што је статистички веома значајно, поготово ако се посматра са аспекта азотофиксирајуће способности коју има ова група микроорганизама.

У међусобном односу фактора година/третман семена са ПЕМП (АС интеракција) утврђена бројност била је високо значајна на нивоу  $p < 0,01$  у 2013. и 2014. години. ( $165,29 \times 10^{-6}$ ). Наиме, у 2013. години у варијанти са третманом семена утврђена бројност била је ( $176,78 \times 10^{-6}$ ) што је за 24,58% више него у варијанти без третмана семена ( $141,89 \times 10^{-6}$ ). У 2014. години при третману семена повећање бројности било је за 14,54% ( $144,30 \times 10^{-6}$ ) у односу на варијанту без третмана семена ( $165,29 \times 10^{-6}$ ). Мања разлика у повећању бројности олигонитрофилних бактерија у 2014. години била је управо због метеоролошких услова, који су били повољнији, па је изостао већи ефекат третмана семена са ПЕМП. У 2015. години није утврђено статистички значајно повећање броја ( $99,54 \times 10^{-6}$ ) олигонитрофила у односу на варијанту без третмана семена ( $100,78 \times 10^{-6}$ ). Ово указује на то да примена ПЕМП на семену не утиче статистички значајно на бројност ове групе микроорганизама и развој корена у неповољним годинама када је недовољно воде у зони корена и када нема резерве влаге.

Интеракција ђубрење/третман семена (ВС) показала је разлике у бројности олигонитрофила по свим нивоима ђубрења на нивоу значајности од  $p < 0,01$ . У варијанти са третманом семена највећа бројност утврђена је при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана ( $206,32 \times 10^{-6}$ ), док је у варијанти без третмана семена највећа бројност утврђена при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана ( $175,85 \times 10^{-6}$ ). Разлика је свакако значајна и износи 17,32%.

Међусобан однос свих испитиваних фактора година/ђубрење/третман семена са ПЕМП (АВС интеракција) високо значајно је утицала на динамику бројности олигонитрофилних бактерија.



Табела 29. Бројност олигонитрофилних бактерија у ризосфери соје ( $10^{-6}$  .gr земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)									
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 + 2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha	
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>
2013		98,58	129,00	172,50	117,38	120,43	207,62	173,80	137,97	276,70	159,33
2014		92,61	137,34	140,23	157,95	161,02	256,76	147,35	120,50	179,39	154,80
2015		86,66	124,34	114,21	140,32	100,10	77,46	74,83	70,03	113,47	100,16
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>
	Без ПЕМП (-)	84,22	127,73	120,14	132,09	138,08	154,91	110,83	113,34	175,85	128,58
	са ПЕМП (+)	101,02	132,72	164,49	145,02	116,29	206,32	153,16	105,66	203,88	147,61
	<b>Фактор В</b>	92,82	130,23	142,31	138,55	127,18	180,61	131,99	109,50	189,86	
		2013			2014			2015			
		-	+	-	+	-	+	-	+		
	<b>АС - интеракција</b>	141,89	176,78	144,30	165,29	99,54	100,78				
		Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%									
		А**	В**	С**	АВ**	АС**	ВС**	АВС**			
	LSD 5 %	12,84	18,34	6,82	31,76	11,82	20,46	35,45			
	LSD 1 %	12,40	24,46	9,08	42,37	15,74	27,25	47,21			

#### 6.4.4. Бројност амонификатора

Амонификатори представљају велику групу бактерија и гљива, које трансформишу у процесима амонификације протеине, пептиде, и друге високомолекуларне материје богате азотом, при чему се ослобађа амонијак. Издвојени амонијак се уграђује и у микробиолошки протеин, те овај процес има значаја у процесима хумификације и синтезе хумуса. С обзиром да је азот градивни елемент који може да лимитира производњу, може се рећи да је овај процес значајан и са аспекта стварања биљних асимилатива. Микроорганизми који учествују у овим процесима припадају групи аеробних и анаеробних бактерија и гљива. Кисеоник није лимитирајући фактор за одвијање процеса амонификације, те се процес обавља и у превлаженим земљиштима услед интезивних падавина или неприлагођене норме заливања. У земљиштима неутралне рН реакције процес се одвија бржим интезитетом, мада ни у киселим земљиштима не престаје, јер тада амонификацију обављају гљиве. За брже одвијање процеса амонификације неопходна је влажност земљишта на нивоу 50% - 70% од пољског водног капацитета. Бројност амонификатора као важне физиолошке групе микроорганизама имала је значајну промену у различитим условима.

Анализа варијансе за бројност амонификатора показује да су испитивани фактори, као и њихов интеракцијски однос, утицали различито на бројност олигонитрофилних бактерија у ризосфери соје (Табела 30).

Метеоролошки услови (фактор А) (Табела 31) у годинама испитивања су статистички значајно утицали на бројност амонификатора. Највећа бројност по граму земљишта утврђена је у 2014. години ( $111,60 \times 10^{-6}$ ), што је било за 52,79% веће него у 2013. години ( $73,04 \times 10^{-6}$ ) и за 73,34% веће него у 2015. години. Због неповољних метеоролошких услова најмања бројност ( $64,38 \times 10^{-6}$ ) је утврђена у последњој 2015. години испитивања.

Табела 30. Анализа варијансе за бројност амонификатора у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободе	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	110	2	55	2,83	0,17	
Година (А)	68238	2	34119	1749,1	0,00	**
Грешка (а)	78	4	20	2		
Ђубрење (В)	40239	8	5030	45,93	0,00	**
Интеракција (АВ)	29250	16	1828	16,69	0,00	**
Грешка (b)	5257	48	110			
Третман семена (С)	252	1	252	1,74	0,19	
Интеракција (АС)	4640	2	2320	16,01	0,00	**
Интеракција (ВС)	20136	8	2517	17,38	0,00	**
Интеракција (АВС)	25973	16	1623	11,21	0,00	**
Укупно	201994	161	1255			

Ђубрење (фактор В) као појединачни фактор високо значајно је утицало на бројност амонификатора. Највећа бројност је утврђена при ђубрењу са највећом количином ђубрива 1300 kg/ha и два фолијарна третмана ( $117,77 \times 10^{-6}$ ). Ова бројност је у односу на контролу (без ђубрива и фолијарног третмана) ( $66,79 \times 10^{-6}$ ) била већа за 76,32%, док је најмањи проценат повећања (5,51%) утврђен у варијанти контроле (без органског ђубрива) са два фолијарна третмана ( $70,37 \times 10^{-6}$ ).

Међусобни однос година/ђубрење (АВ интеракција) утицао је на бројност амонификатора статистички високо значајно. Највећа бројност ове групе микроорганизама утврђена је у 2013. ( $106,11 \times 10^{-6}$ ) и у 2014. години ( $169,13 \times 10^{-6}$ ) при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана. У 2015. години утврђена бројност се кретала од 60,61 до  $82,59 \times 10^{-6}$ . У варијанти са највећом количином ђубрива и фолијарним третманима није утврђена значајна разлика у бројности амонификатора, што говори да су се у неповољним условима процеси одвијали веома успорено и да количина ђубрива није имала значаја на активност ове групе микроорганизама.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) није имао статистички значајан утицај на бројност амонификатора. Бројност амонификатора при третману семена ( $84,25 \times 10^{-6}$ ) била је за 3,04% већа него у варијанти без третмана семена ( $81,76 \times 10^{-6}$ ). На основу LSD теста повећање није било на нивоу статистичке значајности.

У међусобном односу година/третман семена (АС интеракција) утврђена је статистички значајна динамика бројности амонификатора. У 2013. години повећање број амонификатора повећао се за 15,48% у варијанти са третманом семена ( $78,29 \times 10^{-6}$ ) у односу на варијанту без третмана ( $67,79 \times 10^{-6}$ ). У 2014. години бројност амонификатора при третману семена било је  $103,74 \times 10^{-6}$  што је за 15,14% мање него без третмана семена ( $119,45 \times 10^{-6}$ ). У 2015. години утврђене су најмање вредности броја амонификатора у обе варијанте третмана семена (са и без ПЕМП). Бројност амонификатора при третману семена била је  $63,25 \times 10^{-6}$  што је за 3,57% мање бројност него без третмана семена ( $65,51 \times 10^{-6}$ ), али не и статистички значајно. Може се рећи да, у условима довољне количине воденог талога и оптималне температуре, бројност и активност ове групе микроорганизама је статистички високо значајна, што је остварено само у 2014. години.

Међусобни однос ђубрење/третман семена (ВС интеракција) је високо значајно утицао на бројност амонификатора. У обе варијанте третмана семена највећа бројност утврђена је при ђубрењу са  $1300 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана. У варијанти са третманом семена утврђена бројност од  $120,47 \times 10^{-6}$  била је већа за 4,70% од бројности у истим условима ђубрења, али без третмана семена са ПЕМП ( $115,06 \times 10^{-6}$ ). У варијанти третмана семена при ђубрењу са  $1300 \text{ kg/ha}$  и једним фолијарним третманом утврђена је бројност од  $114,06 \times 10^{-6}$  која није била статистички значајно мања. Међусобни однос сва три фактора година/ђубрење/третман семена (АВС интеракција) такође, је на нивоу статистичке значајности утицао на динамику промене бројности амонификатора.

Добијени резултати су значајни за даља истраживања у концепту контроле амонификатора и других корисних група микроорганизама у земљишту за оптимум биљне производње, јер је микробиолошка активност један од важних индикатора квалитета земљишта и интензитета процеса који утичу на повећање или одржавање његове производне способности. У варијантама код којих је висока бројност амонификатора утврђена на крају вегетације говори да знатна количина органске материје која потиче од биомасе микроорганизама остаје у земљишту.

Добијени резултати су у сагласности са резултатима истраживања *Говедарица и Милошевић* (2002) који су у испитивању утицаја резонантне импулсне

електромагнетне стимулације биљака шећерне репе добили повећање бројности амонификатора и олигонитрофилних бактерија и у ризосферном и околном земљишту са тенденцијом смањења бројности при повећању доза азотног ђубрива.

*Ratushnyak et al.* (2008) су у својим истраживањима добили сличне резултате да се повећава бројност амонификатора и бактерија које користе минерални азот у условима стимулације биљака електромагнетним пољем. Исти аутори наводе да је ова стимулација веома корисна јер се развија бројност корисних микроорганизама (олигонитрофилних и амонификатора, бактерија које користе минерални азот) чиме се повећава боља приступачност азота биљкама.

Табела 31. Бројност амонификатора у ризосфери соје ( $10^{-6}$  . гр земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)									
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 + 2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha	
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>
2013		56,63	63,92	61,98	76,38	86,95	70,87	63,08	71,45	106,11	73,04
2014		83,12	88,75	114,73	102,97	108,14	88,89	91,15	157,50	169,13	111,60
2015		60,61	58,44	44,89	63,11	38,46	77,23	76,04	82,59	78,07	64,38
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>
	Без ПЕМП (-)	73,47	52,34	85,39	89,24	59,52	89,35	77,56	93,63	115,06	81,76
	са ПЕМП (+)	59,83	88,39	62,34	72,40	96,18	68,63	75,96	114,06	120,47	84,25
	<b>Фактор В</b>	66,79	70,37	73,87	80,82	77,85	78,99	76,76	103,85	117,77	
		2013			2014			2015			
		-	+	-	+	-	+	-	+		
	<b>АС - интеракција</b>	67,79	78,29	119,45	103,74	65,51	63,25				
		Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%)									
		А**	В**	С <sup>ns</sup>	АВ**	АС**	ВС**	АВС**			
	LSD 5%	2,36	7,01	3,79	12,15	6,57	11,38	19,70			
	LSD 1%	2,28	9,36	5,05	16,21	8,75	15,15	26,24			

### 6.4.5. Бројност гљива

Гљиве су еукариотски, хетеротрофни, ацидофилни микроорганизми са веома развијеним ензиматским системом. Познато је да гљиве продукују хидролитичке ензиме који се укључују у деградацију биополимера, као што целобихидролазе и глукозидазе. Коришћењем ових ензима, гљиве могу да хидролизују целулолитична биомаса (*Voriskova and Baldrian, 2012*). Имају велики значај у разлагању целулозе, те се њихов број повећава при заоравању кукурузовине и сламе (*Букић, 2009*). Способне су да учествују у разградњи теже разградивих једињења, па чак и хербицида. Поједини родови гљива имају способност да поред биоакумулације тешких метала продукују органске киселине, које са тешким металима граде мање токсична једињења и неприступачна за биљке. Отуда гљиве имају велики значај у смањењу токсичности, настале услед загађења тешким металима. Захваљујући овој способности умањује се токсичан утицај тешких метала и на тај начин омогућава протичање процеса хумификације и дехумификације у земљишту. Зато је неопходно пратити динамику бројности гљива у земљишту.

На основу анализе варијансе утврђено је висока значајност испитиваних фактора (Табела 32).

Табела 32. Анализа варијансе за бројност гљива у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободе	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	19	2	9	0,54	0,62	
Година (А)	1469	2	735	42,79	0,00	**
Грешка (а)	69	4	17			
Ђубрење (В)	2240	8	280	10,13	0,00	**
Интеракција (АВ)	3304	16	207	7,47	0,00	**
Грешка (b)	1327	48	28			
Третман семена (С)	350	1	350	17,23	0,00	**
Интеракција (АС)	263	2	132	6,49	0,00	**
Интеракција (ВС)	2037	8	255	12,55	0,00	**
Интеракција (АВС)	5066	16	317	15,61	0,00	**
Укупно	17240	161	107			

У Табели 33 види се да је утицај године (фактор А) на бројност гљива био на навиоу статистичке значајности  $p < 0,01$ . Највећа бројност је утврђена у 2013. години ( $21,29 \times 10^{-4}$ ). Овај број гљива био је за 46,02% већи у односу на 2014. годину где је утврђено  $14,58 \times 10^{-4}$  гљива по граму земљишта, што је било на нивоу значајности од  $p < 0,01$ . У односу на 2015. годину броја гљива повећао се за 38,65% ( $p < 0,01$ ). Између бројности гљива у 2014 и 2015. години није било статистичке значајности.

Ђубрење (фактор В) високо значајно је утицало на динамику бројности гљива. Највећа бројност гљива утврђена је у варијанти са највећом количином ђубрива  $1300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $18,48 \times 10^{-4}$ ). У односу на контролну варијанту ( $12,31 \times 10^{-4}$ ) број гљива повећан је за 50,12%, што је било на нивоу значајности  $p < 0,01$ . Међутим, утврђен броја гљива није био на нивоу статистичке значајности у односу на утврђену бројност у варијатама са фолијарним третманима и при ђубрењу са  $750 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана ( $16,02 \times 10^{-4}$ ). Ово указује на то да фолијарном применом ефективних микроорганизама и мање количине ђубрива нема статистичке значајности у повећању броја гљива у односу на већу количину ђубрива са и без фолијарних третмана. Добијени резултати су у сагласности са резултатима *Говедарица и Милошевић* (2002) који су утврдили смањење бројности гљива у ризосфери шећерне репе при већим дозама ђубрива. Такође, су утврдили да се бројност гљива у ризосфери пшенице повећава при електромагнетној стимулацији биљака френквенције 30 Hz и 72 Hz у односу на френквенције од 8 Hz и 15 Hz. На бројност гљива могу да утичу и други фактори, као и време узорковања ризосфере. Модерно крио-скенирање је помогло истраживачима да утврде да је већа бројност гљива у земљишту у раним јутарњим сатима у поређењу са подневним узорковањем (*McCully and Boyer, 1997*).

У међусобном односу година/ђубрење (интеракција АВ) утврђена бројност била је статистички високо значајна. Највећа бројност утврђена је у 2013. години при ђубрењу са  $1300 \text{ kg/ha}$  и два фолијарна третмана ( $24,88 \times 10^{-4}$ ), што је било статистички високо значајно у односу на бројност гљива у осталим варијантама ђубрења. У 2014. години највећа бројност утврђена је код примене фолијарних третмана у оквиру ђубрења са  $1300 \text{ kg/ha}$ . Разлике у утврђеној бројности ове групе



микроорганизама у оквиру ђубрења са 1300 kg/ha биле су: 18,32; 18,54 и 17,46 x 10<sup>-4</sup>, али нису биле на нивоу статистичке значајности. Утврђена бројност при мањим дозама органског ђубрива (750 kg/ha и контрола без органског ђубрива) са фолијарним третманима утицала је на бројност гљива статистички високо значајно. У 2015. години статистички значајно веће вредности броја гљива утврђене су у варијантама контроле (без органског ђубрива и фолијарних третмана). Статистички високо значајна бројност утврђена је у контроли са једним фолијарним третманом (20,44 x 10<sup>-4</sup>).

Запажа се да је код скоро свих испитиваних група микроорганизама у најнеповољнијој години 2015. у варијанти ђубрења са највећом количином органског ђубрива утврђена мања бројност него у варијантама са мањом количином ђубрива или контролном варијантом у којој су у земљиште унети само ефективни микроорганизми.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) статистички је значајно утицао на бројност гљива. Бројност гљива у ризосфери соје при третману семена са ПЕМП био је 18,52 x 10<sup>-4</sup>, што је за 18,87% већа бројност у односу на варијанту без стимулације семена са ПЕМП (15,58 x 10<sup>-4</sup>).

Третман семена са ПЕМП у интеракцији са годином (АС интеракција) је статистички значајно повећао бројност гљива само у 2013. години, кад је утврђено повећање за 36,29% (бројност гљива без третмана била је 18,02 x 10<sup>-4</sup>, док је у третману са ПЕМП била 24,56 x 10<sup>-4</sup>). У 2014. години у варијанти без третмана семена утврђена је бројност од 14,10 x 10<sup>-4</sup> док је у варијанти са третманом семена са ПЕМП бројност износила 15,06 x 10<sup>-4</sup> што је за 6,81% веће. У 2015. години у варијанти без третмана утврђена бројност била 15,94 x 10<sup>-4</sup> при третману семена, што је за 8,95% било веће од варијанте без третмана семена (14,63 x 10<sup>-4</sup>). Утврђена повећана бројност гљива у 2014. и 2015. години није била на нивоу статистичке значајности.

Међусобни однос ђубрења и третмана семена (ВС интеракција) као и однос сва три фактора година/ђубрење/третман семена су високо значајно утицали на динамику бројности гљива у ризосфери соје.

Табела 33. Бројност гљива у ризосфери соје ( $10^{-4}$ . г/земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)									
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 + 2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha	
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>
2013		19,52	41,20	13,27	17,03	8,92	25,02	23,92	17,87	24,88	21,29
2014		9,54	15,28	18,15	9,07	11,74	13,09	18,32	18,54	17,46	14,58
2015		7,87	20,44	19,10	16,95	17,91	14,26	13,21	16,31	11,53	15,29
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>
	Без ПЕМП (-)	11,59	15,53	15,92	11,99	17,20	16,02	18,37	15,45	18,06	15,58
	са ПЕМП (+)	13,03	35,65	17,16	16,71	8,51	18,89	18,59	19,69	17,85	18,52
	<b>Фактор В</b>	12,31	25,64	16,84	14,35	12,86	17,45	18,48	17,57	17,96	
		2013			2014			2015			
		-	+	-	+	-	+	-	+		
	<b>АС - интеракција</b>	18,02	24,56	14,10	15,06	14,63	15,94				
		<b>Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%</b>									
		<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С**</b>	<b>АВ**</b>	<b>АС**</b>	<b>ВС**</b>	<b>АВС**</b>			
	LSD 5 %	2,21	3,52	1,42	6,10	2,46	4,26	7,37			
	LSD 1 %	2,14	4,70	1,89	8,14	3,27	5,67	9,82			

#### 6.4.6. Бројност актиномицета

Велики број актиномицета у последњих неколико деценија је изоловано и детерминисано из земљишта. Актиномицета су потенцијални извор многих биоактивних једињења (*Xu et al.*, 2005) који имају различите клиничке ефекте и важну примену у хуманој медицини. *Hotam et al.* (2013) су утврдили да изоловане актиномицете из различитих типова земљишта продукују различите материје, које су способне да инхибирају развој веће групе различитих врста бактерија. Сматра се да је њихово присуство у микробним заједницама ризосферног земљишта пожељно. Процењује се да је око трећина природних антибиотика добијени из актиномицета (*Watve et al.*, 2001). Продукти животне активности актиномицета чине 70% - 80 % метаболита који се користе комерцијално (*Baltz*, 2008).

Актиномицете имају значајан удео у биомаси микроорганизама као и у трансформацијама органских материја у земљишту. Представљају прелазну групу микроорганизама између бактерија и гљива. То су хетеротрофни микроорганизми са развијеним ензиматским системом и способности разлагања органске материје типа хумуса, хитина, целулозе, које се теже разлажу и које не могу да разлажу друге групе микроорганизама (*Alexander*, 1977). Резултати истраживања неких аутора показују да актиномицете у летњим месецима показују мању депресију него поједине групе бактерија, што се објашњава повећаним осмотским притиском у ћелијама. Стога актиномицете лакше подносе сушу од бактерија.

На основу анализе варијансе утврђено је да је динамика бројности актиномицета била статистички значајна под утицајем различитих фактора и њихових међусобних односа (Табели 34).

Година (фактор А) са својим метеоролошким карактеристикама статистички значајно је утицала на разлике у бројности актиномицета у ризосфери соје (Табела 35). У години са најмање падавина 2015-ој утврђен је највећи број актиномицета  $13,06 \times 10^{-4}$ , у 2014. години најмања бројност  $1,63 \times 10^{-4}$ , а у 2013. години утврђена је бројност од  $6,67 \times 10^{-4}$ . Све вредности су биле статистички високо значајне. Познато

је да се актиномиците у већем броју јављају у саставу активне микрофлоре при нижој влажности земљишта и да се налазе у негативној корелацији са снижавањем вредности рН мање од 7,2 (*Ghorbani-Nasrabadi et al.*, 2013).

Табела 34. Анализа варијансе за бројност актиномицета у ризосфери соје

Извори варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средина квадрата	F тест	F вероватноћа	F значајност
Понављања	66	2	33	1,50	0,33	
Година (А)	3541	2	1770	80,68	0,00	**
Грешка (а)	88	4	22			
Ђубрење (В)	499	8	62	3,89	0,00	**
Интеракција (АВ)	1677	16	105	6,54	0,00	**
Грешка (b)	770	48	16			
Третман семена (С)	1	1	1	0,06	0,80	
Интеракција (АС)	12	2	6	0,36	0,70	
Интеракција (BC)	609	8	76	4,64	0,00	**
Интеракција (ABC)	1052	16	66	4,01	0,00	**
Укупно	9199	161	57	9199		

С обзиром да актиномиците преферирају зоне са већом количином органске материје то је ђубрење (фактор В) имало статистички значајан утицај на бројност ове групе микроорганизама. Највећа бројност је утврђена при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана  $9,12 \times 10^{-4}$ , што је било веће у односу на контролу ( $6,42 \times 10^{-4}$ ) за 42,05 %. У оквиру ђубрења са 1300 kg/ha и фолијарних третмана није утврђена статистички значајна разлика у бројности актиномицета. Статистичка значајност у динамици бројности актиномицета је утврђена по нивоима ђубрења, али не и у оквиру појединачних ђубрења, па се не би могли донети одређени закључци о утицају фолијарних третмана биљака на ову групу микроорганизама.

Међусобни однос године и ђубрења (АВ интеракција) имао је статистички високо значајан утицај на бројност актиномицета. Највећа бројност је утврђена у 2015. години при ђубрењу са 1300 kg/ha ( $20,54 \times 10^{-4}$ ), што је уједно и највећи број актиномицета за цео испитивани период. У оквиру сваког нивоа ђубрења уз фолијарне третмане утврђена бројност била је на нивоу значајности од  $p < 0,05$ , док је значајност од  $p < 0,01$  била у односу на нивое самостално органског ђубрива. Најмање вредности броја актиномицета утврђене су у години која је имала најповољније

метеоролошке услове. Најниже вредности су утврђене у варијанти са највећом количином органских ђубрива 1300 kg/ha и два фолијарна третмана ( $0,89 \times 10^{-4}$ ). У 2013. години различити нивои ђубрења су различито утицали на динамику бројности актиномицета. Као и код претходних фактора и овде је интеракција утицала на статистички значајно повећање броја актиномицета у оквиру различитих количина органских ђубрива, али не и у оквиру појединачних ђубрива, односно фолијарни третмани у оквиру нивоа ђубрења нису статистички значајно утицали на повећање броја актиномицета.

Третман семена са ПЕМП (фактор С) није статистички значајно утицао на бројност актиномицета. У условима стимулације семена бројност актиномицета ( $7,04 \times 10^{-4}$ ) била је мања у односу на варијанту без стимулације ( $7,20 \times 10^{-4}$ ). То смањење било је за 2,22%. Добијени резултати су у сагласности са истраживањима *Говедарица и Милошевић* (2002), где је електромагнетна стимулација биљака кукуруза и пшенице довела је до смањења бројности актиномицета у ризосфери биљака, као и до инхибиције уреазне активности.

Међусобни однос услова у години производње и третмана семена са ПЕМП (АС интеракција) није био на нивоу статистичке значајности. Највећа бројност актиномицета утврђена је у 2015. години у варијанти без третмана семена  $13,48 \times 10^{-4}$ . Смањење броја актиномицета у овој интеракцији у условима третмана семена било је за 6,73%. У 2014. години утврђена је најмања бројност актиномицета која је била у варијанти без третмана семена свега  $1,39 \times 10^{-4}$ , а при третману семена утврђени број актиномицета био је  $1,87 \times 10^{-4}$ . У 2013. години бројност актиномицета при третману семена била је  $6,60 \times 10^{-4}$  што је било мање за 1,78% него без третмана ( $6,72 \times 10^{-4}$ ).

Ђубрење у међусобном односу са третманом семена (ВС интеракција) такође, је статистички различито утицало на динамику бројности актиномицета. Највећа бројност актиномицета утврђена је при третману семена у контролним варијантама и са применом 750 kg/ha ђубрива.

Интеракцијски однос сва три фактора године/ђубрења/третмана семена (АВС интеракција) такође је статистички значајно утицао на динамику бројности актиномицета као и појединачни фактори.

Табела 35. Бројност актиномицета у ризосфери соје ( $10^{-4}$ . гр земљишта)

Фактор А	Фактор С	Фактор В ђубрење (kg/ha) + микробиолошки препарат (1 и 2 пута фолијарно 6 l/ha)										
Године	Третмани семена са ПЕМП	Контр.	Контр.+ 1 x 6 l/ha	Контр.+ 2 x 6 l/ha	750	750 + 1 x 6 l/ha	750 +2 x 6 l/ha	1300	1300 + 1 x 6 l/ha	1300 + 2 x 6 l/ha		
		<b>АВ - интеракција</b>									<b>А</b>	
2013		3,82	2,58	8,27	5,23	6,86	8,35	10,47	9,35	5,05	6,67	
2014		2,45	1,93	2,03	1,31	1,83	0,98	2,37	0,91	0,87	1,63	
2015		6,43	4,75	4,41	16,97	14,98	14,65	20,54	17,72	17,06	13,06	
		<b>ВС - интеракција</b>									<b>С</b>	
	Без ПЕМП (-)	7,20	9,10	8,21	3,40	9,25	9,24	7,59	6,20	4,59	7,20	
	са ПЕМП (+)	10,66	5,72	10,03	12,27	6,53	6,75	5,26	3,80	230	7,04	
	<b>Фактор В</b>	6,42	5,00	3,44	7,84	7,89	7,99	8,93	7,41	9,12		
		2013			2014			2015				
		-		+		-		+		-		+
	<b>АС - интеракција</b>	6,72		6,60		1,39		1,87		13,48		12,63
		Статистичка анализа (LSD) - вредности у нивоу 5% и 1%										
		<b>А**</b>	<b>В**</b>	<b>С<sup>ns</sup></b>		<b>АВ**</b>		<b>АС<sup>ns</sup></b>		<b>ВС**</b>		<b>АВС**</b>
	LSD 5.%	2,50	2,68	1,28		4,65		2,21		3,83		6,63
	LSD 1.%	2,42	3,58	1,70		6,20		2,94		5,10		8,83

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 новонастле услове. Захваљујући активацији аутохтоне микрофлоре минерализација органског ђубрива је била у току што показују резултати појединих параметара који су били већи при ђубрењу са мањим количинама органског ђубрива или без ђубрива (контрола). Фолијарни третмани су такође утицали на бројност појединих параметара али непосредно преко биљних ексудата.

Уколико се ставе у корелацију морфолошке карактеристике биљака и параметри биогености земљишта може се уочити да су при фолијарним третманима морфолошке карактеристике биљака биле веће, односно да је био интензивнији метаболизам биљака, па се предпоставља да је била већа количина ексудата у зони корена која је утицала на већу бројност појединих параметара биогености.

Идентична је ситуација са третманом семена електромагнетним пољем које је стимулисало семе за брже клијање, ницање и уз фолијарне третмане веће морфолошке карактеристике биљака.

С обзиром на предности које има предсевна стимулација семена са ПЕМП многи истраживањи је сврставају у чисте технологије јер инхибирају значајне изазиваче болести биљака који припадају родовима *Corinobacterium*, *Sclerotinian*, *Fusarium oxysporum*, *Botritis cinerea*, (Berzhanskaya et al., 1993; Pandita et al., 2007; Soriano-Martín et al., 2005).

Интересовање за мониторинг микроорганизама у земљишту прати нове трендове развоја пољопривреде у свету. Данас, због све већих еколошких проблема земље Европске уније и Света уводе законе којима би се наметнуле обавеза у спровођењу микробиолошког мониторинга земљишта. Многе технологије се користе за карактеризацију активности земљишних микробних заједница међу којима су методае којима могу да се процене и друге активности уместо да се ослањају само на раст микроба (Campbell et al., 2003).

## 6.5. Хемијске особине земљишта

### 6.4.1. Основне хемијске особине земљишта

Земљиште представља један од најважнијих природних творевина и непроцењиво је добро целог човечанства. Одликује се присуством воде и материја које представљају извор хране за раст и развој биљака. Земљиште представља живи систем у коме се стално одигравају процеси значајни за формирање и одржавање његове плодности. Земљиште захваљујући својој динамици омогућује продукцију органске материје у терестичним екосистемима, чиме се обезбеђује око 90% хране за човечанство, што представља услов опстанка живог света.

С обзиром да је земљиште динамичан систем, квалитет земљишта, односно његова физичка, хемијска и биолошка својства мењају се временом под утицајем фактора средине и антропогеним фактором. Интензивна пољопривредна производња доводи постепено до исцрпљивања и деградације земљишта при чему климатски фактори имају велики утицај на његову плодност. Зато се у оквиру интегралног система заштите животне средине посебна пажња поклања истраживањима у пољопривредној производњи која промовишу нове методе и мере којима се пре свега штити земљиште у поступку његовог коришћења. Земљишта Војводине су иницијално богата органском материјом, али је још пре две деценије уочен тренд опадања нивоа хумуса (*Богдановић и сар.*, 1993), а тај тренд се наставља и данас. Такође, сталном применом нарочито азотних ђубрива долази до промене рН вредности, док сувишне количине фосфора узрокују да неки биогени елементи као што су Fe, Cu, Mn, а посебно Zn, стварају за биљке тешко приступачна једињења (*Ковачевић и сар.*, 2011).

На локалитету Римских Шанчева земљиште припада типу карбонатног чернозема који је образован на лесним заравнима. Иловастог је механичког састава, мрвичасте структуре са стабилним агрегатима и има добру пропустљивост за воду,



као и повољан водно-ваздушни режим. Неутралне је до благо алкалне хемијске реакције, рН вредност 7,22 - 7,78, са садржајем  $\text{CaCO}_3$  у просеку 6,69% који је у корелацији са реакцијом земљишта. Висок ниво  $\text{CaCO}_3$  може да доведе до имобилизације појединих хранива. Са садржајем хумуса од 3,25%, припада категорији хумозних земљишта по Грачанину. Обезбеђеност земљишта лакоприсупачним фосфором ( $\text{P}_2\text{O}_5$  25 mg/100g) и калијумом ( $\text{K}_2\text{O}$  27 mg/100g) према *Манојловић* (1988) припада категорији високо обезбеђених.

У Табели 36 приказани су резултати основних агрохемијских особина земљишта у просеку за све године истраживања на крају вегетације од треће декаде септембра до прве декаде октобра. Из резултата се види да је киселост земљишта мања од почетног стања и да је у варијанти третмана семена са ПЕМП нешто нижа (рН 6,83) него у варијанти без третмана семена (рН 6,90), те се налази у категорији благо киселих до неутралних земљишта. Реакција земљишта утиче на интензитет микробиолошке активности, растварање земљишних минерала, усвајање хранљивих материја од стране биљака и др. рН има пресудан утицај на динамику микроелемената и тешких метала у земљишту који при киселој реакцији имају већу растворљивост, изузев молибдена, а са повећањем рН вредности ка алкалној реакцији смањује се њихова растворљивост и приступачност (*Васин*, 2008).

Различити системи коришћења земљишта, на одређени начин, утичу на накупљање и разлагање хумуса у земљишту. Системом мера које се примењују у пољопривредној производњи (начин гајења усева и ђубрење), ниво хумуса у земљишту се може повећати или смањити, и на одговарајући начин изменити плодност земљишта. Хумус представља пуфер систем за ублажавање негативних утицаја на земљиште као што су секундарна салинизација, загађење и др. (*Васин*, 2008). По правилу, земљишта богатија у органској материји су плоднија, јер се органска материја одликује великом адсорптивном способношћу за већину елемената, али и њиховом лако десорпцијом. Колоиди хумуса адсорбују већину хранљивих елемената и постепено их стављају биљкама на располагање. Хумус посебно омогућава високу минерализацију органских резерви азота и ствара услове за биолошку активност земљишта. Највећи утицај на декомпозицију хумуса у земљишту има влага, садржај кисеоника, рН вредност, температура и активност

хетеротрофних микроорганизама. Очување органске материје у земљишту и њеног најстабилнијег дела – хумуса је најважнији задатак дугорочног одржавања квалитета земљишта. Просечне вредности садржаја хумуса у просеку за испитивани период износе 2,66% на делу огледа где је соја гајена без третмана семена са ПЕМП, до 2,67% на делу огледа где је сејано семе третирано са ПЕМП (Табела 36). Према добијеним вредностима садржаја хумуса може се рећи да земљиште припада групи хумозних земљишта.

Табела 36. Основне особине земљишта на крају вегетације соје у просеку за све године истраживања (2013-2015)

Варијанте ђубрења	рН		СаСО <sub>3</sub> %	Хумус %	Укупни N%	Al-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	Al-K <sub>2</sub> O mg/100g
	КCl	H <sub>2</sub> O					
Без третмана семена са ПЕМП							
Контрола	7,08	8,35	3,57	2,62	0,194	9,15	22,45
Контрола + 1 x 6 l/ha	7,16	8,11	2,86	2,66	0,197	8,75	22,05
Контрола + 2 x 6 l/ha	7,09	8,11	2,31	2,59	0,195	6,45	20,45
750 kg/ha	6,86	7,99	1,89	2,70	0,201	6,85	23,20
750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,92	7,98	2,69	2,67	0,198	6,95	19,55
750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,79	7,92	2,39	2,72	0,202	8,65	22,00
1300 kg/ha	6,71	7,89	2,52	2,62	0,195	9,1	21,15
1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,74	7,92	2,31	2,63	0,196	9,8	22,00
1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,78	7,89	2,27	2,71	0,202	8,35	22,30
<b>Просек</b>	<b>6,90</b>	<b>8,02</b>	<b>2,54</b>	<b>2,66</b>	<b>0,198</b>	<b>8,23</b>	<b>21,68</b>
Са третманом семена ПЕМП							
Контрола	6,83	7,97	2,31	2,62	0,193	7,2	19,35
Контрола + 1 x 6 l/ha	6,79	7,89	2,56	2,71	0,202	8,05	20,45
Контрола + 2 x 6 l/ha	6,76	7,95	2,31	2,76	0,205	8,35	19,10
750 kg/ha	6,78	7,95	1,68	2,67	0,198	8,25	18,65
750 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,71	7,84	2,31	2,74	0,203	8,45	18,65
750 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,77	7,96	2,52	2,60	0,198	9,05	18,85
1300 kg/ha	6,78	7,94	3,66	2,67	0,195	10,35	18,65
1300 kg/ha + 1 x 6 l/ha	6,79	7,94	2,35	2,69	0,199	9,30	18,65
1300 kg/ha + 2 x 6 l/ha	6,78	7,99	2,73	2,72	0,202	12,20	20,90
<b>Просек</b>	<b>6,83</b>	<b>7,97</b>	<b>2,31</b>	<b>2,67</b>	<b>0,198</b>	<b>7,20</b>	<b>19,35</b>
<b>Укупан просек</b>	<b>6,84</b>	<b>7,97</b>	<b>2,51</b>	<b>2,67</b>	<b>0,198</b>	<b>8,62</b>	<b>20,47</b>

Најниже вредности у обе варијанте третмана семена су у контролној варијанти где није унет у земљиште микробиолошки препарат (2,62%), док у свим осталим варијантама ђубрења ниво хумуса је био од 2,59% до 2,72%. У варијанти са применом ПЕМП-а на семену уочен је сличан тренд садржаја хумуса по нивоима

ђубрења као у претходној варијанти. Садржај хумуса се кретао од 2,60% до 2,74% што је у просеку (2,67%) резултирало повећањем од 0,38%. Синтеза хумуса је дуг и спор процес који зависи од много различитих фактора (абиотичких и биотичких) што илуструје податак *Милановић и сар.* (2008) да је природи потребно 100 - 400 година да синтетизује хумусни слој од 10 mm, може се рећи да је повећање хумуса у истраживањима значајно.

**Азот** се у земљишту налази највећим делом у органском облику (око 98%) и његов садржај је директно пропорционалан количини хумуса у њему (*Убавић и Богдановић*, 1995). У већини случајева је потврђено да земљиште са већим садржајем органског азота има и већи садржај минералних облика азота (*Јакшић и сар.*, 2016). Овај азот биљке не могу директно користити у исхрани и са становишта резерве хранива, његов садржај у земљишту има велики значај. Азот је есенцијални елемент и улази у изградњу ћелијских органела, ћелија, ткива и свих органа биљака и има значајну улогу у промету материја. Што се тиче количине укупног азота утврђене су такође идентичне вредности у варијантама третмана семена (0,198%). Међутим, у оквиру примене микробиолошког препарата уочава се најмања вредност у контролним варијантама (0,194% и 0,193%). Највеће вредности укупног азота варирале су по варијантама ђубрења од (0,195% до 0,202%) у варијанти без третмана семена. У варијанти са третманом семена са ПЕМП ниво укупног N кретао се од 0,195% до 0,205%. Ове вредности укупног азота резултат су активности унете микробне популације која је активирала аутохтону популацију. Затим порастом надземног дела биљке интензивирају се метаболички процеси у биљкама. Коренов систем има већу продукцију ексудата који такође утичу на ниво органског азота у земљишту. На овај начин се може објаснити да у варијантама где није унет микробиолошки препарат у земљиште, забележене су и најмање вредности укупног азота (0,194% и 0,193%).

**Фосфор** се у земљишту налази углавном у органском облику. Његова концентрација се креће од 0,03% до 0,20%. Минерализацијом органске материје у раствор прелазе оксидисани облици фосфора, који су приступачни за биљку. Приступачни фосфор за биљке се може налазити у облику адсорбованих аниона на површини колоида. Фосфор има важну улогу у фотосинтези и дисању биљака,

учествује у формирању цветних пупољака, убрзава сазревање махуна. Биљке узимају фосфор у облику  $P_2O_5$ , а његова приступачност зависи од низа фактора, првенствено од рН вредности и концентрације елемената као што су Al, Fe, Mn и други. Вишак фосфора у природним условима се ређе јавља, док у пољопривредним земљиштима може да се нађе у сувишку што је последица уношења минералних фосфорних ђубрива. Висок садржај фосфора може да инхибира усвајање цинка, због њиховог антагонизма, те је утврђивање садржаја фосфора веома важно. У добијеним резултатима истраживања уочава се да је количина фосфора 8,62 mg/100g на крају испитиваног периода много нижа него просечна вредност за Војводину. Ниже вредности фосфора су утврђене у варијанти где је семе третирано са ПЕМП 7,20 mg/100g него у варијанти где није било третирано 8,23 mg/100g. Мања количина фосфора у варијанти са третманом семена са ПЕМП 14,31% може да се објасни да су биљке у овој варијанти огледа имале морфолошке карактеристике знатно веће те да је интезитет усвајања фосфора био много већи, што је у компарацијском односу са садржајем фитинског фосфора у зрну који је у овој варијанти огледа био већи 2,06%. Према добијеним резултатима истраживања, земљиште према садржају фосфора може се сврстати у категорију слабо обезбеђеног, те се мора у наредном периоду правилно одређивати врста и количина ђубрива која се уноси.

**Калијум** има учешћа у дисању, фотосинтези, синтези беланчевина, витамина и др. Са фосфором утиче на искоришћавање и метаболизам азота. Лакоприступачни калијум за биљке налази се у земљишном раствору у облику лакорастворљивих соли или адсорбован на адсорптивном комплексу земљишта. Трослојни минерали глине имају способност фиксације калијумовог катјона, тако да је он тешко изменљив и приступачан за биљке. Количина калијума утврђеног на крају вегетационог периода износи 20,47 mg/100g, те се може рећи да је садржај калијума у земљишту оптималан. Садржај калијума у варијанти са третманом семена са ПЕМП био је мањи на крају испитивног периода у просеку за 10,75% него у варијанти огледа без третмана семена. У варијанти огледа без третмана семена по свим нивоима ђубрења садржај калијума био је 21,68 mg/100g, док је у варијанти са третманом семена утврђено 19,35 mg/100g.

### 6.5.2. Минерални азот

При проучавању режима азота у земљишту, у ранијем периоду, сматрало се да само 2%-3% укупног азота припада неорганским једињењима, а да је сав остали азот у органској форми. Новијим истраживањима утврђено је да амонијачни азот, који има способност фиксације, најчешће чини 5% од укупног азота, а код неких земљишта чак 10% до 20%. Према томе, исправно би било тумачити да минерални облици азота у земљишту чине око 10%, а органски око 90% (Јаковљевић и Кресовић, 2005). Ради одређивања потребних количина ђубрива за биљке, као мерило снабдевености приступачним азотом најчешће се користе вредности садржаја форми лакоприступачног азота  $\text{NO}_3\text{-N}$  у земљишном профилу или збира  $\text{NH}_4\text{+NO}_3\text{-N}$ . Сматра се да је количина минералног азота у зони кореновог система одређена претходним гајеним усевом, коришћењем азотних ђубрива предусава, начином коришћења жетвених остатака, временским условима и сл. На количину приступачног азота у земљишту значајан утицај има активност популације микроорганизама у земљишту. То практично значи да се биљкама у погледу исхране азотом у земљишту на располагању налазе само  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  и изузетно  $\text{NO}_2^-$  јон овог елемента који се сматра интегралним састојком сваког живог бића и ограничавајућим фактором интензивне биљне производње, зато се као мерило за снабдевеност земљишта приступачним азотом користи укупна (збирна количина)  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ .

Амонијачни облик азота биљке најпре усвајају, а микроорганизми га укључују у свој метаболизам, те су зато количине амонијачног азота у земљишту мање од нитратног. Количина амонијачног јона која се не усвоји, углавном се фиксира за колоиде земљишта или у оптималним условима влажности и температуре брзо подлеже микробиолошким процесима нитрификације и прелази у нитратни јон. Највећа количина нитратног јона се налази у земљишном раствору и његов садржај је директно везан за услове влажења и сушења земљишта. Такође, то је облик азота који може бити брзо имобилисан од стране микроорганизама, затим кретањем воде по профилу земљишта да се спусти у дубље слојеве и тако постаје недоступан биљкама.

*Aulakh et al.* (2000) су утврдили брзу дистрибуцију азота до дубине земљишта од 60 cm за пет дана од примене. Такође, приметили да значајно количине  $\text{NO}_3\text{-N}$  од површине земљишта до 60 cm дубине после гајења пиринча. Оваква дистрибуција азота може бити и корисна наредном усеву поготову уколико су то озима жита. Осим тога, дистрибуција азота може бити зависна и од начина обраде земљишта, различитих врста и количина ђубрива (*Salmerón et al.*, 2011., *Silva et al.*, 2016). Према истраживањима *Crews and Peoples* (2005) на добру дистрибуцију азота у земљишту значајно утичествује и наводњавање. У условима наводњавања количина азота према истим ауторима је већа него остатак азота настао минерализацијом махунарки.

Према истраживањима *Кресовић Мирјана и сар.* (2008) најпогодније време за оцену вредности лакохидролизујућег азота је пролеће (март) и јесен (октобар). Висок садржај амонијачног и нитратног азота (од 25 до 50 ppm) указује на висок садржај за биљке приступачног азота, али да истовремено низак ниво не мора указивати на неплодност земљишта, већ само на успорене процесе минерализације (*Кресовић Мирјана*, 1999). Количина нитратног азота у земљишном профилу директно зависи од самог процеса минерализације, а на чије одвијање утичу бројни фактори: састав и квалитет органске материје која се минерализује, влажност, температура, рН вредност, примена органских и минералних ђубрива, микроорганизми, присуство биљака и слично.

С обзиром да је азот лимитирајући елемент за постизање високих приноса велики значај се даје у истраживањима као и практичној примени исхране биљака азотом. Примена азота у великим количинама доводи до повећања нивоа нитрата, а повећана концентрација  $\text{NO}_3\text{-N}$  у земљишту после жетве, увећава ризик од њиховог испирања у подземне воде (*Roth and Fox*, 1990). Повећањем количине азотног ђубрива минерализује се већа количина азота и повећава његов садржај у дубљим слојевима земљишта. *Маринковић* (1989) истиче да у просеку за три године, количина минералног азота у слоју 90 - 180 cm се повећава за око 19,5% са сваком наредном дозом. На количину минералног облика азота утиче начин ђубрења предусава. *Trinsoutrot et al.* (2000) наводе да предусеви који имају високу концентрацију лигнина у корену у случају када су падавине у току лета, појачавају доступност азота.

Према Ђукић (2009) на основу коефицијента регресије, утврђено је да са повећањем количина предсетвеног минералног азота у земљишту за сваки килограм, количина фиксираног азота се смањује за 1,72 kg. Такође, исти аутор је утврдио да са повећањем минералног азота у земљишту за сваки kg нето губитак је 0,72 kg азота, који би био на располагању биљкама.

За одређивање динамике биланса азота у земљишту користи се метода по *Wehrmann and Scharpf* (1979). Количина минералног (лакоприступачног) N у датом моменту представља синтезу дејства различитих фактора (плодност и тип земљишта, садржај органске материје, систем обраде, претходно гајени усев (принос и ђубрење), минерализовани N из органске материје, начин коришћења жетвених остатака, временски услови до момента узимања узорак и др.). Може се рећи да уместо да се мери учинак сваког фактора појединачно, одређује се последица њиховог деловања.

Количине азота које остају после жетве соје су различите. Према резултатима трогодишњих истраживања количина лакоприступачних форми азота на крају вегетације у профилу земљишта (0 - 90 cm) била је различита у зависности од временских услова, количине органског ђубрива као и примена ПЕМП на семену (Табела 37).

У варијанти без третмана семена са ПЕМП, просечне количине минералног азота по свим нивоима ђубрења биле су 46,74 kg/ha. У 2013. години утврђена је 40,52 kg/ha, а у 2015. години 40,37 kg/ha. Највеће количина утврђене су на крају вегетације у 2014. години (59,33 kg/ha). На овакву разлику у количини азота вероватно су утицале и количине воденог талога у периоду од јула до септембра. У 2014. години у периоду јули-септембар забележено је 304,10 mm воденог талога, а у 2013. години 168,50 mm, док је у 2015. години забележено свега 154,00 mm. Може се закључити да су у 2014. години били повољни услови за минерализацију органског дела азота који потиче од корена биљака и повећане биомасе микроорганизама.

У варијанти са третманом семена ПЕМП утврђено је 50,23 kg/ha азота у земљишном профилу до 90 cm, што је било за 7,47% више него у варијанти без третмана семена са ПЕМП. У 2014. години утврђено је 60,23 kg/ha, што је било за 1,52% више него у варијанти без третмана семена. У 2013. години (45,67 kg/ha) повећање је било за 12,71%, а у 2015. години (46,79 kg/ha) је износило 15,90%.

Табела 37. Количина  $\text{NH}_4+\text{NO}_3\text{-N}$  у земљишту после жетве соје у периоду 2013-2015

Ћубрење	Третман семена без ПЕМП					Третман семена са ПЕМП				
	2013	2014	2015	Просек	I.N.	2013	2014	2015	Просек	I.N.
1. Контрола	36,91	70,87	46,25	51,34	100	38,18	67,33	47,46	50,99	100
2. Контрола + 1x6 l/ha	38,05	62,23	45,74	48,67	94,79	47,08	50,35	44,69	47,37	92,90
3. Контрола + 2x6 l/ha	42,19	47,37	41,3	43,62	84,96	40,76	62,64	46,33	49,91	97,88
Просек 1-3	39,05	60,16	44,43	47,88	93,25	42,01	60,11	46,16	49,42	96,93
4. 750 kg/ha	53,94	62,21	47,04	54,40	100	57,68	62,82	47,1	55,87	100
5. 750 kg/ha + 1x6 l/ha	37,35	52,91	41,20	43,82	80,55	52,72	69,12	44,86	55,57	99,46
6. 750 kg/ha + 2x6 l/ha	43,51	55,31	33,63	44,15	81,16	51,57	61,82	39,27	50,89	91,08
Просек 4-6	44,93	56,81	40,62	47,46	87,24	53,99	64,59	43,74	54,11	96,85
7. 1300 kg/ha	33,14	66,63	39,27	46,35	100	42,57	66,24	46,37	51,73	100
8. 1300 kg/ha + 1x6 l/ha	35,32	55,20	35,82	42,11	90,85	43,68	42,6	47,26	44,51	86,04
9. 1300 kg/ha + 2x6 l/ha	44,32	61,26	33,09	46,22	99,72	36,74	59,12	39,83	45,23	87,43
Просек 7-9	37,59	61,03	36,06	44,89	96,87	41,00	55,99	44,49	47,16	91,16
Просек 1-9	40,52	59,33	40,37	46,74	/	45,67	60,23	46,79	50,23	/

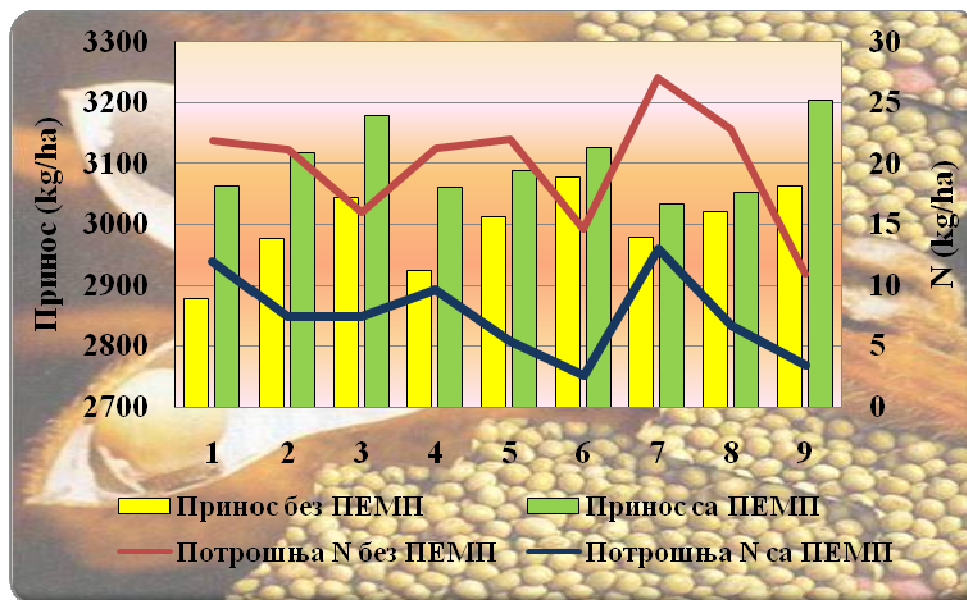
Специфичности соје у погледу исхране азота јесу у њеној генетског предиспозицији да у симбиози са квржичним бактеријама обезбеђује знатни део азота, који се у зависности од услова креће од 25% - 75%, а остатак азота соја усваја из неорганског азота који је у земљишту настао минерализацијом органске материје (Varco, 1999). Биљка соје користи неоргански азот из земљишта у периоду од преласка исхране из котиледона до формирања квржица, што је према већини аутора период од две до три недеље од почетка вегетације. Касније како расту потребе биљака за азотом, соја највећи део потреба подмирује из атмосферског азота. Најинтезивније снабдевање биљака овим азотом је од почетка цветања и траје до фазе наливања зрна (Hoeft et al., 2000). С обзиром на велику количину азота у сувој материји у зрну 6,5% - 7,0% сматра се да соја најинтезивније накупља азот у другој половини вегетације, кад је синтеза органске материје најинтезивнија (Schilling, 1983).

У следећим графиконима дат је приказ односа висине приноса и потрошње азота у варијантама са и без третмана семена са ПЕМП. У 2013. години (Граф. 36) потрошња минералног азота са и без третмана се веома разликовала. Наиме, већа потрошња минералног азота била је у варијанти без третмана семена са ПЕМП. У 2014. години (Граф. 37) нешто је већа била потрошња минералног азота и у варијанти са третманом семена, међутим била је нижа него у варијанти без третмана семана. У

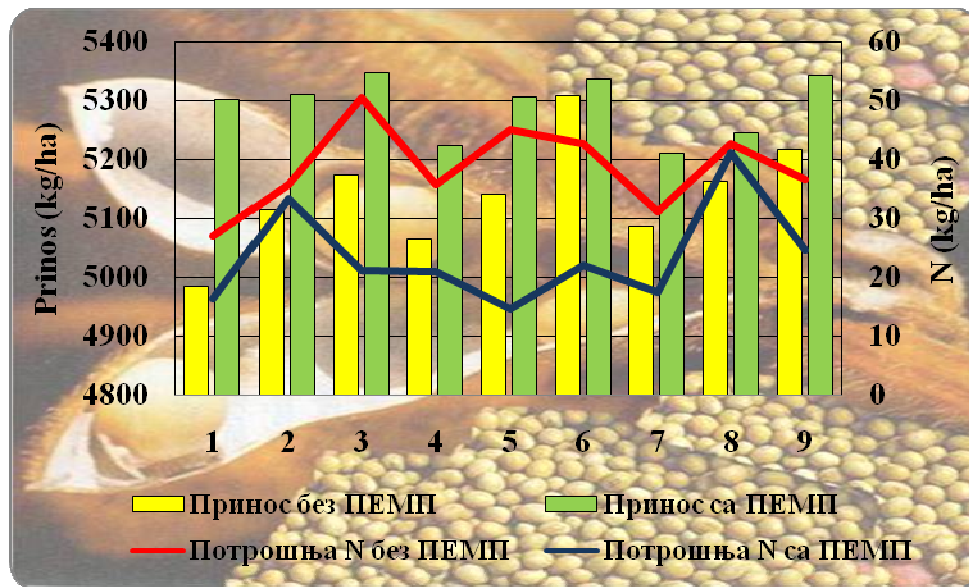


2015. години остварени су најнижи приноси, што је резултат неповољних метеоролошких услова који су владали у 2015. години. На Граф. 38 се запажа да је најмања потрошња минералног азота била при третману са ПЕМП, док је већа потрошња азота била без третмана семена са ПЕМП. Према *Богдановић* (1986) дистрибуција минералног азота у земљишту зависи од времена примене ђубрива (пролеће, јесен) као и од количине зимских падавина тј. од могућности перлокације земљишта током зимских месеци. Аутори су утврдили да постоји корелативна зависност између летњих падавина и оптималних доза азота, јер уколико су летње падавине обилније, то је интензивнија минерализација ђубрива и боља доступност азота биљкама.

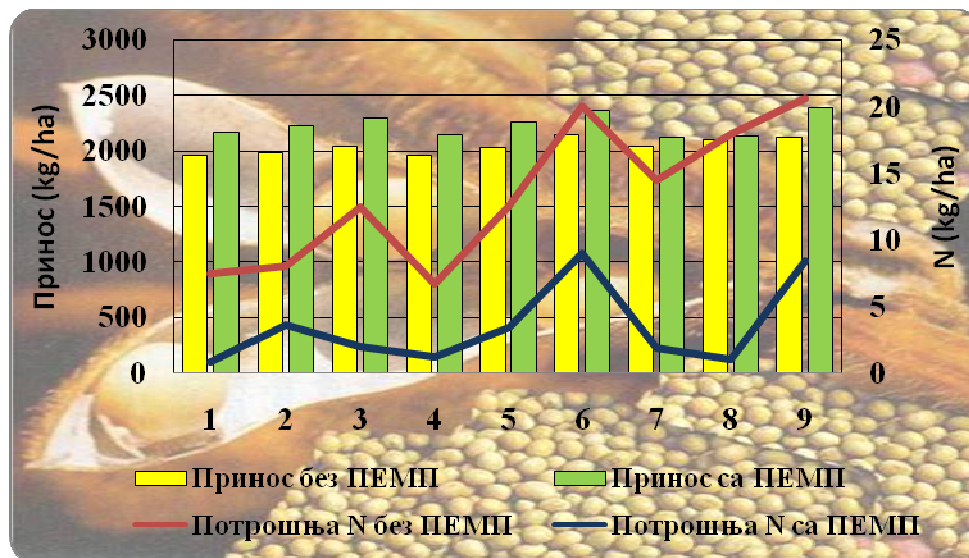
На основу добијених резултата може се рећи да су биљке у варијанти без третмана семена више користиле у исхрани минерални азот из земљишта. У варијанти са третманом семена у све три године истраживања биљке су оствариле веће приносе уз мању потрошњу минералног азота. Ово се може објаснити да су биљке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



Графикон 36. Однос приноса (kg/ha) соје и потрошње минералног азота у 2013. години

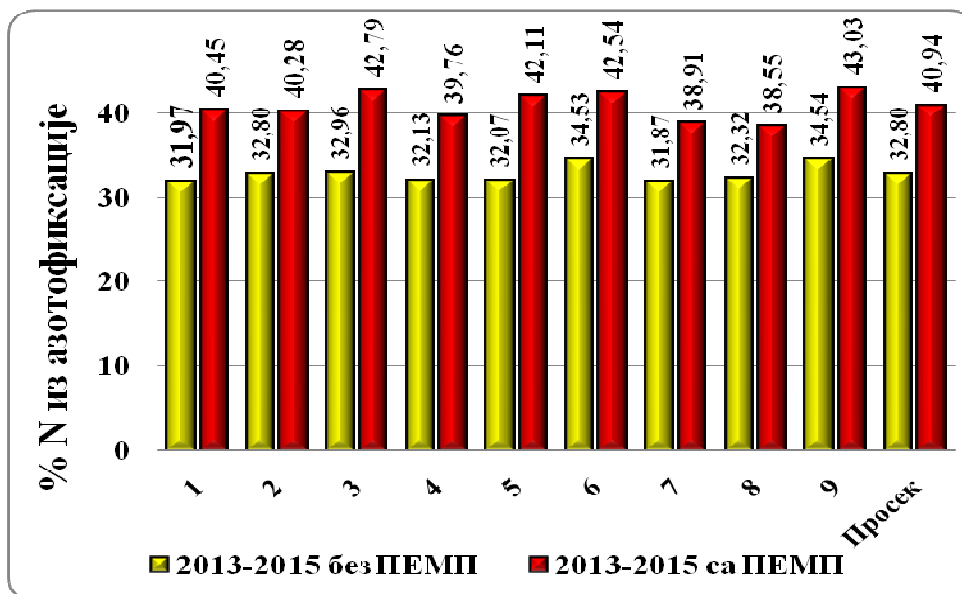


Графикон 37. Однос приноса (kg/ha) соје и потрошње минералног азота у 2014. години



Графикон 38. Однос приноса (kg/ha) соје и потрошње минералног азота у 2015. години

С обзиром на различите количине коришћења азота у земљишту у зависности од третмана семена на Граф. 39 дат је приказ процентуалног учешћа азота који су биљке обезбедиле из процеса азотофиксације.



Графикон 39. Процентуано учешће азота из процеса азотофиксације у зависности од стимулације семена са ПЕМП и начина ђубрења

При стимулацији семена са ПЕМП утврђен је већи проценат коришћења азота из процеса азотофиксације. 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. Највећи проценат азота усвојен из процеса азотофиксације био је 43,03% при ђубрењу са 1300 kg/ha и једним фолијарним третманом, док је најмањи проценат 38,55% азота из азотофиксације утврђен при ђубрењу са 1300 kg/ha без фолијарних третмана. Разлике у проценту азота из биолошке фиксације у варијанти са стимулацијом семена у односу на контролну варијанту без стимулације семена биле су од -4,70% до 6,38%. Ово указује на то да су при стимулацији семена биљке имале израженији хемотаксис у формирању асоцијације са симбиозним и слободним азотофиксаторима у земљишту. Ови резултати такође могу да укажу да се

стимулацијом семена са ПЕМП утицало на дезинфекцију семена, бољи развој кореновог система, већу количину муцигела, који представља слузаво-желатинозну мешавину слузи коренове капе и других секреција корена, чиме се стварала боља колонизација и асоцијација корисних ризосферних микроорганизама. Фолијарним третманима се повећао проценат коришћења азота из процеса биолошке фиксације азота, што је резултат већих вредности морфолошких особина биљака (већа бујност биљака, већа маса кореновог система и израженија асоцијација са ризосферном микрофлором).

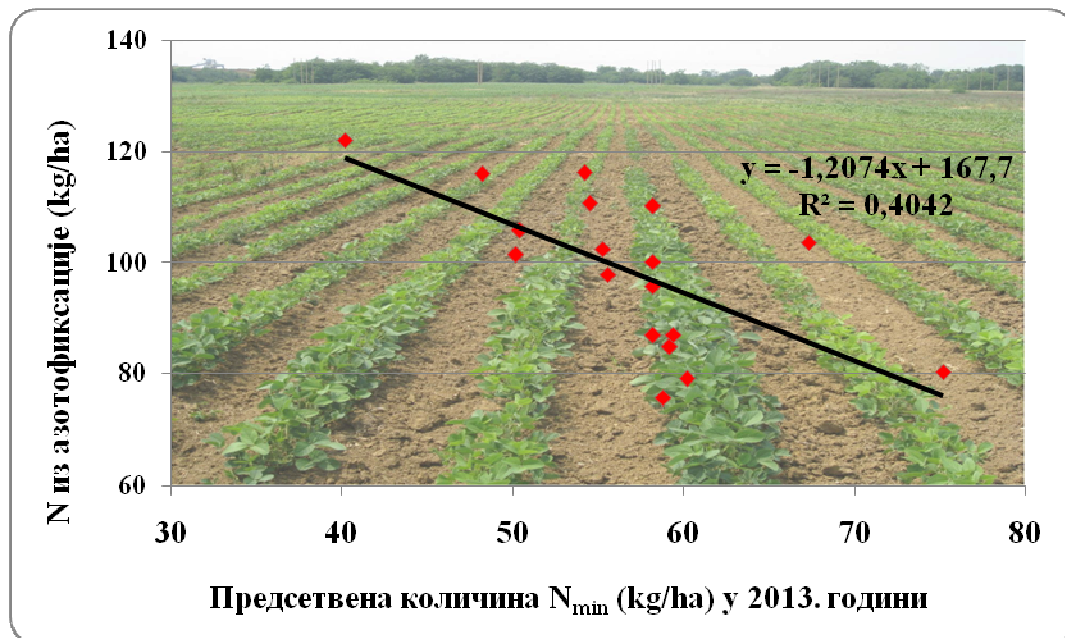
Успешна нодулација и интензитет азотофиксације су веома сложени процеси и зависе од низа лимитираних услова као што су пре свега компатибилност биљака и микросимбионта и агрохемијске и водно-ваздушне особине земљишта. Поред тога интензитет биолошке азотофиксације соје прем зависи и од различитих система обраде земљишта. *Aulakh et al.* (2016) су утврдили да соја фиксира азот у распону од 61-125 kgN/ha, што је еквивалентно 52%-85% од укупног азота који се унесе кроз ђубриво, у зависности од обраде и предусава. Климатске карактеристике, температура и режим воде у земљишту и њихов међусобни однос су од пресудног значаја за клијање семена и интензитет развоја корена.

Оптимална влажност земљишта за формирање највећег броја квржица износи 60% - 70% пољског водног капацитета. С обзиром да су агрометеоролошки услови у периоду 2013-2015 били веома различити, различит је био и интензитет азотофиксације, што може бити последица већег или мањег формирања квржица на корену. Метеоролошки услови, као и количина влаге у земљишту из зимског периода су веома значајни за формирање и активност квржица, па самим тим и на интензитет фиксације атмосферског азота. Повећање интензитета азотофиксације између 5% - 20% утврдили су *Aulakh et al.* (2016) када се задржавају остаци биљака на површини земљишта. Ово се може објаснити да је дошло до снижавања температуре у ризосфери те до веће микробне популације.

На наредним графиконима приказана је линеарна зависност количине азота фиксираним из ваздуха и предсетвених количина минералног азота у земљишту. С обзиром да се за земљишта Војводине узима као константна вредност 150 kg азота, минерализованог из жетвених остатака, на основу количина азота изнетог приносом

и количине минералног азота усвојеног из земљишта, математичким обрачуном се дошло до вредности азота који је биљка усвојила у процесу азотофиксације.

У 2013. години просечна количина фиксираног азота износила је 98,63 kg/ha (Граф. 40).



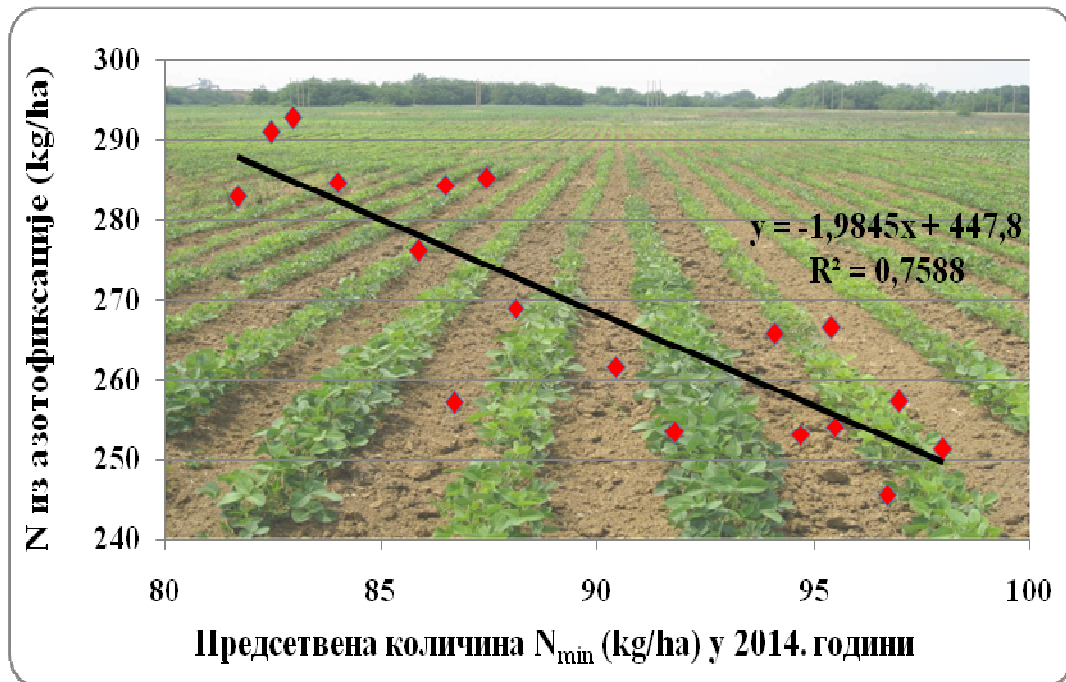
Графикон 40. Количина фиксираног азота kg/ha у зависности од предсетвене количине минералног азота у земљишту

Уочава се да је највећа количина азота фиксираног из ваздуха била у 2014. години (267,48 kg/ha). Агрометеоролошки услови у 2014. години били су и најповољнији са највећом сумом падавина у априлу и мају (253,3 mm) (Граф. 41).

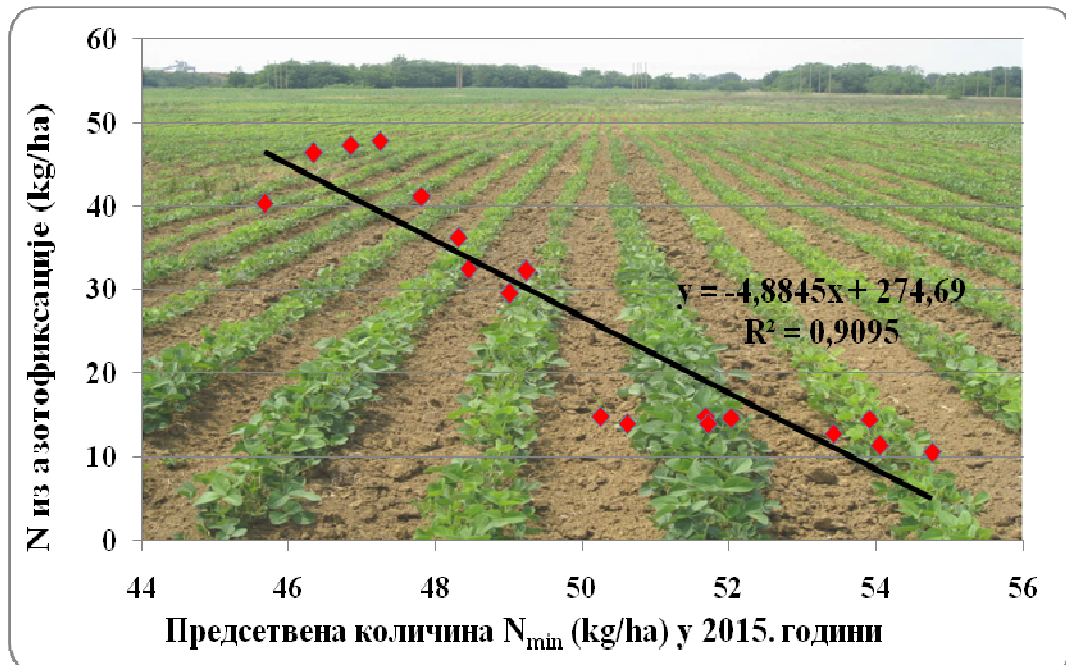
Најмања количина фиксираног азота била је у 2015. години (25,45 kg/ha), што је резултат недостатка воденог талога у току целе вегетационе сезоне. Иако је сума падавина у априлу и мају од 207 mm била задовољавајућа за пораст корена и формирање квржица, услед даљег сушног периода, активност квржица је вероватно изостала (Граф. 42).

Количина фиксираног азота из ваздуха у односу на предсетвену количину азота у земљишту, у сва три графикона показује изузетно високу негативну корелацију, односно, повећањем количине азота у земљишту долази до смањења фиксације азота из ваздуха. Статистичка значајност у све три године је била на нивоу од 99% ( $p < 0,01$ ).





Графикон 41. Количина фиксираниог азота kg/ha у зависности од предсетвене количине минералног азота у земљишту



Графикон 42. Количина фиксираниог азота kg/ha у зависности од предсетвене количине минералног азота у земљишту

## 6.6. Корелативна анализа испитиваних особина

### 6.6.1. Корелативна анализа морфолошких и продуктивних особина биљака

У Табели 38 приказана је корелативна зависност између испитиваних морфолошких и продуктивних особина соје. На масу биљака високу позитивну корелативну зависност имала је висина биљака (0,83\*\*), укупан број коленаца (0,86\*\*), број коленаца са махунама (0,68\*\*), број махуна (0,94\*\*), маса махуна (0,93\*\*), број зрна (0,96\*\*) и маса зрна (0,92\*\*). Маса биљака није у корелативној зависности са масом 1000 зрна. Висина биљака била је у директној корелативној зависности са масом биљака. Са повећањем висине биљака повећавао се број спратова, број спратова са махунама, број махуна, маса махуна, број зрна и маса зрна ( $p < 0,01$ ), а маса 1000 зрна била је у благој негативној зависности ( $p < 0,05$ ). Висина биљака до прве махуне имала је умерену негативну корелативну зависност са масом биљака (-0,49\*) и висином биљака (-0,48\*). Висина биљака до прве махуне имала је негативну умерену корелативну зависност са бројем бочних грана, укупним бројем коленаца, бројем коленаца са махунама, бројем махуна, масом махуна, бројем зрна и масом зрна. Умерену позитивну корелативну зависност висина биљака до прве махуне имала је са висином биљака, приносом и жетвеним индексом. Број бочних грана је особина која зависи од величине вегетационог простора и на основу истраживања утврђена је умерена позитивна корелативна зависност између масе биљака (0,38\*) и негативна корелативна зависност са висином до прве махуне (-0,36\*) док у односу са висином биљке није утврђена зависност. Укупан број коленаца је у високој корелативној зависности са масом биљака и висином биљке. Укупан број коленаца је утицао на број коленаца са махунама (0,75\*\*), број махуна (0,89\*\*), масу махуна (0,73\*\*), број зрна (0,92\*\*) и масу зрна (0,72\*\*). Укупан број коленаца је у негативној корелативној зависности са висином биљке до прве махуне (-0,58\*) на

нивоу  $p < 0,05$ , као и са масом 1000 зрна ( $-0,41^*$ ). Број коленаца са махунама је био у јакој директној корелативној зависности са масом биљака, висином биљака и укупним бројем коленаца, док је у негативној корелативној зависности са висином биљке до прве махуне ( $p < 0,05$ ). Са повећањем броја коленаца са махунама повећава се број махуна, број зрна на нивоу значајности  $p < 0,01$ , док се маса махуна и маса зрна повећавају на нивоу  $p < 0,05$ . Ова особина је у умереној негативној корелацији са масом 1000 зрна ( $-0,31^*$ ). Такође, са бројем махуна повећава се маса махуна, број зрна и маса зрна по биљци, на нивоу значајности од  $p < 0,05$ . Остале особине нису исказале корелативну зависност осим жетвеног индекса ( $0,42^*$ ) и садржаја протеина ( $0,25^*$ ), који су били на умереној зависности од  $p < 0,05$ . Маса махуна исказала је јаку корелативну зависност са бројем махуна, укупним бројем коленаца, висином биљке и масом биљке. Са повећањем масе махуна, повећавао се број зрна ( $0,89^{**}$ ) и маса зрна ( $0,95^{**}$ ) на нивоу  $p < 0,01$ , док маса 1000 зрна није била у корелативној зависности са масом махуна. Број зрна по биљци зависио је од висине биљака, укупног броја коленаца, броја коленаца са махунама и броја махуна, а негативну умерену корелативну зависност имао је са висином до прве махуне. Број зрна утицао је на масу зрна ( $0,89^{**}$ ) на нивоу  $p < 0,01$ . Јака корелативна зависност масе 1000 зрна је утврђена са жетвеним индексом, док је умерена корелативна зависност утврђена са масом 1000 зрна, садржајем протеина и садржајем фосфора, а негативна умерена корелативна зависност била је са количином уља ( $-0,45^*$ ). Маса 1000 зрна имала је умерену позитивну корелативну зависност са висином до прве махуне и масом зрна по биљци, а негативну корелативну зависност са бројем коленаца и висином биљке по биљци. Може се рећи да је са повећањем броја спратова, повећањем броја фертилних спратова по биљци и повећањем висине биљака, дошло до смањења масе 1000 зрна. Са повећањем масе 1000 зрна повећавао се принос, јер је утврђена јака корелативна зависност ( $0,86^{**}$ ). Такође, утврђена је јака корелативна зависност са жетвеним индексом ( $0,71^{**}$ ). Јака корелативна зависност је утврђена између приноса и масе 1000 зрна, као и жетвеног индекса. Такође, утврђена је јака негативна корелативна зависност са садржајем уља ( $-0,69^{**}$ ). На висину приноса маса биљака, висина до прве махуне, маса махуна и маса зрна по биљци исказали су умерену корелативну зависност, док је маса 1000 зрна имала јако изражену ( $0,86^{**}$ ) корелативну зависност



на висину приноса. Умерена позитивна корелација утврђена је између приноса и садржаја протеина и фосфора. С обзиром да жетвени индекс представља однос између приноса семена и вегетативне масе, утврђена је јака корелативна зависност између масе зрна по биљци, масе 1000 зрна и висине приноса. Маса биљака, висина биљака, висина до прве махуне, број махуна, маса махуна и број зрна су имале умерену корелативну зависност на жетвени индекс. На садржај протеина имале су умерену корелативну зависност принос, маса 1000 зрна, маса зрна по биљци, маса махуна и број махуна, док је са повећањем приноса утврђена умерена негативна корелативна зависност са садржајем протеина. Између садржаја протеина и фосфора није утврђена корелативна зависност. На садржај уља највећу негативну зависност имала је висина приноса (0,65\*\*), док је негативна умерена зависност утврђена са масом 1000 зрна (-0,59\*), масом зрна (-0,45\*) и масом махуна (-0,37\*). На садржај фосфора у зрну највећи утицај имала је висина приноса и маса зрна по биљци ( $p < 0,01$ ).

Табела 38. Корелативна анализа испитиваних морфолошких и продуктивних особина соје

	Маса биљке (g)	Висина биљке (cm)	Висина до 1 махуне (cm)	Бр. бочних грана	Укупан број коленаца	Број коленаца са махунама	Број махуна	Маса махуна (g)	Број зрна	Маса зрна (g)	Маса 1000 зрна (g)	Принос (kg/ha)	Жетвени индекс	Протеини (%)	Уља (%)	Фосфор (g/kg)
Маса биљке (g)	1															
Висина биљке (cm)	0,83**	1														
Висина до 1 махуне (cm)	-0,49*	-0,48*	1													
Бр. бочних грана	0,38*	0,08	-0,36*	1												
Укупан број коленаца	0,86**	0,93**	-0,58*	0,23	1											
Бр. коленаца са махунама	0,68**	0,72**	-0,56*	0,23	0,75**	1										
Број махуна	0,94**	0,88**	-0,51*	0,30*	0,89**	0,71**	1									
Маса махуна (g)	0,93**	0,73**	-0,36*	0,39*	0,73**	0,59*	0,88**	1								
Број зрна	0,96**	0,91**	-0,54*	0,31*	0,92**	0,73**	0,97**	0,89**	1							
Маса зрна (g)	0,92**	0,75**	-0,25*	0,26*	0,72**	0,57*	0,88**	0,95**	0,89**	1						
Маса 1000 зрна (g)	-0,09	-0,31*	0,63*	-0,11	-0,41*	-0,31*	-0,15	0,14	-0,19	0,26*	1					
Принос (kg/ha)	0,26*	0,16	0,42*	-0,12	0,00	0,00	0,24	0,45*	0,22	0,59*	0,86**	1				
Жетвени индекс	0,40*	0,35*	0,26*	-0,09	0,20	0,17	0,42*	0,58*	0,41*	0,72**	0,71**	0,93**	1			
Протеини (%)	0,30*	0,18	0,15	0,02	0,15	0,08	0,25*	0,38*	0,24	0,42*	0,37*	0,45*	0,44*	1		
Уља (%)	-0,25*	-0,10	-0,27*	0,09	-0,03	-0,04	-0,19	-0,37*	-0,18	-0,45*	-0,59*	-0,65**	-0,58*	-0,37*	1	
Фосфор (g/kg)	0,21	0,27*	0,03	-0,11	0,13	0,07	0,21	0,23	0,23	0,29*	0,17	0,33*	0,41*	0,11	-0,15	1

p<0,05\*

p<0,01\*\*

### 6.6.2. Корелативна анализа између параметара биогености земљишта, масе 1000 зрна приноса и хемијског састава зрна

У Табели 39 приказана је корелативна зависност између параметара биогености земљишта, масе 1000 зрна приноса и хемијског састава зрна. Из табеле се види да је постојала јака корелативна зависност ( $p < 0,01$ ) између укупног броја азотобактера, амонификатора, масе 1000 зрна и протеина, док је позитивна зависност на нивоу  $p < 0,05$  утврђена између *Azotobacter* и приноса. Негативна корелативна зависност на нивоу  $p < 0,05$  утврђена је између олигонитрофилних бактерија и бројности гљива, што се одразило и на негативну високу корелативну зависност ( $p < 0,01$ ) према садржају уља. Између бројности азотобактера, укупног броја микроорганизама и бројности актиномицета утврђена је негативна корелативна зависност али без статистичке значајности. Бројност амонификатора била је у позитивној високо статистички значајној корелативној зависности ( $p < 0,05$ ) са укупним бројем микроорганизама, са бројем олигонитрофилних бактерија (слободних азотофиксатора), што је резултирало високо значајним корелативним односом са приносом ( $0,58^{**}$ ), протеинима ( $0,30^{**}$ ), масом 1000 зрна ( $0,54^{**}$ ). С обзиром да су протеини и уља у негативној корелативној зависности, бројност амонификатора је у негативној високо значајној корелативној зависности ( $-0,49^{**}$ ) са садржајем уља. Између бројности амонификатора и гљива утврђена је негативна корелативна зависност без статистичке значајности, док је са бројношћу актиномицета утврђена високо значајна статистичка негативна корелативна зависност ( $-0,42^{**}$ ). Укупан број микроорганизама као једним од основних индикатора биогености земљишта и основних потенцијала оксидо-редукционих односа у земљишту, био је у позитивној статистички високо значајној корелативној зависности са бројношћу олигонитрофилних бактерија ( $0,33^{**}$ ), укупним бројем гљива ( $0,00^{**}$ ), приносом зрна соје ( $0,55^{**}$ ), садржајем протеина у зрну соје ( $0,34^{**}$ )

и масом 1000 зрна (0,32\*\*). Укупан број миркоорганизама био је у високо значајној ( $p < 0,01$ ) негативној корелацији са укупним бројем актиномицета (-0,36\*\*) и садржајем уља (-0,32\*\*). Олигонитрофилне бактерије, које представљају и укупан број слободних азотофиксатора, био је у директној позитивној високо значајној корелативној зависности са приносом (0,33\*\*) и садржајем протеина (0,31\*\*), као и у негативној корелативној зависности са садржајем уља у зрну (-0,26\*\*). На масу 1000 зрна укупан број олигонитрофилних бактерија, није имао статистички значајну корелативну повезаност. Бројност гљива исказала је високу негативну статистички значајну корелативну везу само са масом 1000 зрна (-0,21\*\*) и статистичку значајност на нивоу  $p < 0,05$  са садржајем уља у зрну (-0,16\*). Бројност актиномицета имала је корелативну негативну високо значајну корелацију са оствареним приносом (-0,61\*\*), садржајем протеина (-0,23\*\*) и масом 1000 зрна (-0,42\*\*), док је једина позитивна корелативна зависност остварена са садржајем уља у зрну (0,39\*\*).

На основу свега може се рећи да је принос био у директној корелативној зависности ( $p < 0,01$ ) са укупним бројем микроорганизама, бројношћу амонификатора, као групе миркоорганизама које у процесима амонификације органске материје у земљишту ослобађају амонијак и бројности олигонитрофилних бактерија које представљају слободне азотофикасторе у земљишту. Принос је био у корелативној зависности са бројем азотобактера на нивоу  $p < 0,05$ .

Садржај протеина у зрну био је у директној корелативној зависности  $p < 0,01$  са висином приноса и укупним бројем микроорганизама и микроорганизама из циклуса кружења азота (азотобактер, амонификатори, олигонитрофилне бактерије).

Висина приноса и садржај протеина били су у негативној високо значајној корелацији са бројношћу актиномицета.

С обзиром да је садржај уља у високо негативној корелацији са садржајем протеина у зрну и овде се исказала негативна корелација између садржаја уља и бројности азотобактера (-0,22\*\*), амонификатора (-0,49\*\*), укупног броја микроорганизама (-0,32\*\*), олигонитрофилних бактерија (-0,26\*\*) и позитивна високо значајна корелативна зависност са укупним бројем актиномицета (0,39\*\*). Између садржаја протеина и уља, утврђена је негативна корелативна зависност. На

масу 1000 зрна, као веома значајну особину за остваривање приноса, високу корелативну позитивну зависност исказали су укупан број микроорганизама (0,32\*\*), бројност амонификатора (0,54\*\*), бројност азотобактера (0,50\*\*), док је бројност гљива остварила негативну високу корелативну зависност (-0,21\*\*) и бројност актиномицета (-0,42\*\*).

На садржај фосфора у зрну није утврђена корелативна зависност између основних параметара биогености земљишта, као ни између висине приноса, садржаја протеина и уља, што говори да на висину садржаја фосфора у зрну соје утичу микроорганизми који учествују у минерализацији органских и неорганских материја у земљишту, при чему се ослобађа фосфор.

Табела 39. Корелативна анализа између параметара биогености земљишта, масе 1000 зрна приноса и хемијског састава зрна

	Azotobacter (CFU x 10 <sup>-2</sup> )	Амонификатори (CFU x 10 <sup>-6</sup> )	Укупан број микроорганизама (CFU x 10 <sup>-7</sup> )	Олигонитрофили (CFU x 10 <sup>-6</sup> )	Гљиве (CFU x 10 <sup>-4</sup> )	Актиномицете (CFU x 10 <sup>-4</sup> )	Принос (kg/ha)	Протеини (%)	Уља (%)	Маса 1000 зрна (g)	Фосфор (g/kg)
Azotobacter (CFU x 10 <sup>-2</sup> )	1										
Амонификатори (CFU x 10 <sup>-6</sup> )	0,37**	1									
Укупан број микроорганизама (CFU x 10 <sup>-7</sup> )	-0,11	0,41**	1								
Олигонитрофили (CFU x 10 <sup>-6</sup> )	-0,17*	0,24**	0,33**	1							
Гљиве (CFU x 10 <sup>-4</sup> )	-0,17*	-0,07	0,00**	0,14	1						
Актиномицете (CFU x 10 <sup>-4</sup> )	-0,06	-0,42**	-0,36**	-0,19*	-0,05	1					
Принос (kg/ha)	0,17*	0,58**	0,55**	0,33**	-0,09	-0,61**	1				
Протеини (%)	0,09**	0,30**	0,34**	0,31**	-0,01	-0,23**	0,44**	1			
Уља (%)	-0,22**	-0,49**	-0,32**	-0,26**	0,16*	0,39**	-0,64**	-0,42**	1		
Маса 1000 зрна (g)	0,50**	0,54**	0,32**	0,14	-0,21**	-0,42**	0,87**	0,37**	-0,61**	1	
Фосфор (g/kg)	0,05	0,25	0,27	0,24	0,05	-0,31	0,33	0,13	-0,07	0,17	1

p<0,05\*

p<0,01\*\*

### 6.6.3. Корелативна анализа између морфолошких и продуктивних особина соје у зависности од стимулације семена са ПЕМП

Магнетно поље је неизбежан фактор животне средине са јако великим утицајем на многе биолошке процесе свих живих организама на Земљи. Снага магнетног поља на површини Земље креће се мање од 30  $\mu\text{T}$  у области Јужне Америке и Јужне Африке скоро 70  $\mu\text{T}$  око магнетних полова у северној Канади и јужно од Аустралије, и део Сибира (*Occhipinti et al.*, 2014). У доступној литератури може се наћи много контрадикторних извештаја о ефекту електромагнетног поља ниских фреквенција на живе системе, са могућим биофизичким механизмима интеракција. Због недовољног разумевања механизма на биолошке процесе истраживања су отежана. У сваком случају, од свих до сада пионирских истраживања, може се узети у обзир два експериментална приступа у циљу процене утицаја на физиолошке реакције биљака када су изложене слабим или јаким електромагнетним пољем. Истраживања ефекта ниских фреквенција електромагнетног поља на биолошке системе су привукли пажњу биолога и агронома о могућности њихове примене у регулисању раста и развоја биљака (*Belyavskaya*, 2004). Многа истраживања су спроведена на семену, једногодишњим и вишегодишњим биљкама, микроорганизмима, земљишту и води за наводњавање, и то углавном у лабораторијски условима. Међутим, истраживања на отвореном пољу у различитим агроколшким условима, која човек не може да контролише, би требао бити приоритет, што је потврдио и *Badiger et al.* (2016) добијањем повећаног приноса и бољег квалитета семена соје.

У Табели 40, приказана је корелативна зависност између испитиваних морфолошких и продуктивних особина соје у случају када је семе пред сетву стимулирано са ПЕМП. Стимулација семена са ПЕМП је позитивно утицала на масу биљака, која је била у позитивној корелативној зависности са висином биљака,

бројем укупних коленаца, бројем фертилних коленаца, бројем и масом махуна, бројем и масом зрна по биљци и у негативној корелацији са масом 1000 зрна.

С обзиром да је висина биљке особина карактеристична за поједине генотипове и да су унутар једног генотипа висине уједначене, истраживања су показала да примена ПЕМП-а може утицати на висину биљке ( $p < 0,01$ ). Висина је у позитивној корелативној зависности са већином морфолошких карактеристика и то на високо позитивној корелативној зависности. Најјача веза била је са бројем спратова (0,93\*\*), бројем махуна (0,89\*\*) и бројем зрна (0,89\*\*). Добијени резултати су у корелацији са резултатима *Shine et al.* (2011) који су утврдили да стимулација семена са ПЕМП директно утиче на повећање висине биљака, тежине свеже и суве масе биљака сатористи од месец дана. До сличних резултата су дошли *Bilalis et al.* (2012), где су стимулисали семе органа и утврдили позитиван ефекат на дужину корена, свеже и суве масе биљака, те закључили да се ПЕМП може користити у одрживој/органској пољопривреди, чиме би се избегло коришћење хемијских фитохормона. Повећање масе кореновог система је веома значајно са аспекта усвајања неопходних хранива, који утичу на морфолошке и продуктивне особине. До повећања масе кореновог система може доћи повећаном концентрацијом шећера, који представља извор енергије за раст корена. Повећана концентрација шећера је резултат је повећане активности ензима који утичу на разлагање скроба у семену. На ову чињеницу указују резултати истраживања *Kaneko et al.* (2002) који су утврдили да је при стимулацији семена памука дошло до смањене активности  $\alpha$ -амилазе, а повећане активности  $\beta$ -амилазе, што је резултирало интензивнијом хидролизом скроба и повећаном концентрацијом шећера у зони кореновог система.

*Tan et al.* (2014) су стимулацијом семена три различита хибрида пиринча у поређењу са контролом (11,3%, 15,2%, 9,9%), добили повећане ниве дехидрогеназе (41,6%, 24,6%, 22,3%), амилазе (23,3%, 32,7%, 22,3%), супероксид дисмутаза (31,7%, 44,9%, 23,4%), пероксидазе (35,2%, 40,1%, 19%) и каталазе (22%, 34%, 27,8%).

У истраживањима стимулације семена пасуља са пуслирајућим електромагнетним пољем, *Reddy et al.* (2012) су утврдили да виталност семена и активност  $\alpha$ -амилазе су значајно повећана. Сличне резултате су добили *Pourakbar et*



*al.* (2013), који су са стимулацијом семена камилице са ПЕМП добили значајно већи садржај растворљивих протеина и активности  $\alpha$ -амилаза и дехидрогеназа у односу на контролу.

*Abdollahi et al.* (2013) и *Mousavizadeh et al.* (2013) су стимулацијом нискофреквентних поља здравих и заражених листова дрвета лимете утврдили значајно повећање активности каталазе и пероксидазе у поређењу са контролом.

Висина биљке до прве махуне исказала је негативну корелативну зависност са скоро свим особинама, осим са масом 1000 зрна, која је била високо значајна (0,61\*\*).

Између броја бочних грана и осталих испитиваних морфолошких особина није утврђена статистички значајна веза.

Резултати испитивања показују да између броја махуна и броја укупних коленаца постоји најјача зависност (0,90\*\*). Осим тога број укупних коленаца значајно зависи од висине биљака (0,89\*\*), а број фертилних коленаца показао је корелативну зависност између масе биљака (0,64\*\*), висине биљака (0,89\*\*) и броја спратова (0,90\*\*).

До сличних резултата дошли су *Radhakrishnan* и *Kumari* (2013) који су испитивали ефекти стимулацијом семена соје импулсним електромагнетним пољем интезитета 0,1, 1, 10 и 100 Hz (ПЕМП) на интезитет клијања и раст биљака. Утврдили су да се клијавост семена повећала при свим стимулацијама. Интезитет поља од 1,0 и 10 Hz ПЕМП значајно је утицао на повећање тежине свеже масе изданака и корена, као и на лист и висину биљке у односу на контролу. *Galland* и *Pazur* (2005) су већу лисну површину, висину биљака као и већу масу корена код биљака пиринча чије је семе стимулирано са пулсирајућим магнетним пољем, објаснили могућношћу да је дошло до веће концентрације  $\text{Ca}^{2+}$  јона што сигнализира ранији улазак ћелије у митотски циклус.

Испитивање ефекта ПЕМП третмана на принос и квалитет семена соје у варијантама са 0 Hz (контролна), 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz и 100 Hz, збирна анализа је показала значајно повећан број махуна по биљци (55,53), дужину махуна (4,60 cm),

број семена по махуни (3,42), принос семена по биљци (23,35 g) и принос семена (22,63 t/ha) код варијанте стимулације од 50 Hz (*Badiger et al.*, 2016).

Употреба магнетног поља као третман семена пред сетву предложен је као еколошка техника од стране истраживача *Efthimiadou et al.* (2014). Исти аутори су утврдили да примена стимулације семена парадајза интензитета 12,5 мТ у трајању 0,5, 10, и 15 минута доводи до повећања висине биљака, пречника изданака, број листова по биљци, свеже и суве масе биљке, као и броја цветова, висине приноса и садржаја ликопена. Закључено је да излагање од 10 и 15 минута је дало најбоље резултате у свим мерењима, осим код висине биљака и садржаја ликопена. Принос по биљци парадајза била је у условима третмана већи за 80,93% него у контроли. Такође, су утврдили да садржај ликопена је био већи у условима стимулације семена али те разлике нису биле статистички значајне.

Овакви резултати могу се објаснити тиме да је у условима стимулације семена дошло до бржег клијања семена. У прилог овоме су резултати *Mahajan и Pandey* (2014), који су утврдили да је при стимулацији семена пасуља електромагнетним пољем ниске фреквенције дошло до интензивнијег усвајања воде од стране семена.

У условима бржег клијања биљка може да у почетним фазама развоја избегне стресне услове (суша, ниске температуре), што даље позитивно делује на остале морфолошке карактеристике које утичу на висину приноса. У оваквим околностима могу да се постигну већи приноси и у годинама које имају неповољне хидротермичке услове за производњу соје, као што је била 2015. година, која је имала просечне дневне температуре у вегетацији веће од десетогодишњег просека и изражен дефицит воде.

Добијени резултати су у корелацији са резултатима истраживања рађеним код кукуруза. Наиме, стимулација семена два хибрида кукуруза са различитим магнетним третманима знатно је ублажио негативне ефекте суше - индуковане на раст биљака, побољшањем количине хлорофила чиме се интензивирао процес фотосинтезе. Најбољи резултати су се постигли стимулацијом семена при интензитету 100 и 150  $\mu$ T у трајању од 10 минута (*Javed et al.*, 2011).

Према истраживањима *Rochalska* и *Orzeszko-Rywka* (2005) ниске фреквенције електромагнетног поља од (16 Hz) се може користити као метод за побољшање клијања семена различитих биљних врста на ниским температурама.

Маса махуна је исказала најјачу корелативну зависност са масом биљака (0,94\*\*) и бројем махуна по биљци (0,89\*\*). Веза између масе махуна и висине биљака била је (0,70\*\*) и са бројем спратова (0,73\*\*), што је у корелацији, јер са поевћањем висине биљака повећава се број спратова, број махуна, а самим тим и маса махуна.

Број и маса махуна по биљци налази се у директној функцији продукције броја цветова, што значи да број цветова и број махуна зависе од истих фактора. Уколико су агрометеоролошки услови неповољни (ваздушна и земљишна суша) у фази формирања цветова и формирање махуна ће бити смањено, јер високе температуре ваздуха доводе до одбацивања цветова, што утиче на смањен број махуна, поготово у доњим спратовима. Соја има особину да формира три до четири пута више цветова него што има махуна у берби. На број махуна по биљци могу да утичу и други фактори, као што је исхрана азотом.

У условима стимулације семена са ПЕМП број и маса махуна били су у јакој корелативној зависности са масом биљака, висином биљака и укупним бројем коленаца. До сличних резултата дошли су *Radhakrishnan* и *Kumari* (2012), када су излагали семе соје ПЕМП-ем ниског интензитета 10 Hz у току 20 дана по 5 часова на дан, при чему су утврдили да су биљке имале високо значајно повећан број листова (16%), број махуна по биљци (15%), док дужина махуна, број и маса зрна су били повећани али не статистички значајни. Исти аутори су закључили да се применом ПЕМП-а може значајно повећати принос соје.

Број зрна по биљци је у директној јакој корелативној зависности са висином биљака и бројем укупних коленаца. Најјача корелативна зависност била је са бројем махуна (0,99\*\*), јер је број зрна у директној функцији броја махуна по биљци, а ове две особине зависе од истих фактора који утичу на ово својство. Број зрна директно зависи од распореда падавина у току вегетације, нарочито у критичним фазама развоја.

На масу зрна у условима када је семе стимулирано са ПЕМП најјача корелативну зависност има са масом биљака (0,93\*\*), бројем махуна (0,90\*\*), масом махуна (0,95\*\*) и бројем зрна (0,89\*\*).

На основу приказане корелативне зависности, види се да је најјача корелативна зависност била између масе 1000 зрна и приноса (0,87\*\*). Добијени резултати су у корелацији са резултатима *Radhakrishnan* и *Kumari* (2012) који су утврдили да при стимулацији семена соје са ПЕМП повећање масе 100 зрна износи 3,18%. С обзиром да ово својство, упоредо са бројем зрна по биљци, одређује продуктивност биљака и да заједно утичу на принос зрна соје, може се рећи да се стимулацијом семена са ПЕМП може утицати на повећање приноса. Повећање приноса може бити резултат повећања површине лисне масе. Тако су у своји истраживањима *Shine et al.* (2011) утврдили да при стимулацији семена са магнетним пољем интензитета 150-200 мТ у трајању од 60 минута може повећати лисна површина за 138% и тежина суве лисне масе за 51%. Стимулација са магнетним пољем може утицати на интензите фотосинтезе преко ензима који су укључени у сам процес. Лишће биљака соје чије је семе било изложено магнетом пољу има већу проводљивост електрона и више активних центара, као и повећану концентрацију фотосинтетског ензима, што указује да ови параметри утичу на већу ефикасност фиксације, што резултира повећање приноса.

*Badiger et al.* (2016) су испитивали утицај ПЕМП-а на семену соје у току две вегетативне сезоне и забележили значајно вишу масу 100 зрна (12,30 g), клијања семена (92,5%), дужину корена (17,98 cm) дужине изданака (33,80 cm), масу суве материје биљака (1,134 g), садржај протеина (37,65%), садржај уља (18,04%) употребом фреквенције од 50 Hz.

Садржај протеина као основна карактеристика зрна соје био је у директној корелативној зависности са висином приноса, масом 1000 зрна. Маса зрна (0,36\*\*) и маса махуна (0,27\*\*) су имали слабу корелативну зависност. Многа истраживања су показала да стимулацијом семена са магнетним пољем може да се повећа активност различитих ензима и хемијског састава зрна. *Vashisth* и *Nagarajan* (2010) су утврдили повећање активности ензима,  $\alpha$ -амилазе, дехидрогеназе и протеазе у третираним

семенима сунцокретима која су изложена статичким магнетним пољем снаге 50 и 200 мТ у трајању од 2 сата.

При стимулацији семена са 10 Hz (*Radhakrishnan* и *Kumari*, 2013) долази до повећања активности  $\alpha$ -амилазе за 50%. С обзиром да амилазе имају значајну улогу у хидролизи скроба њиховом већом активношћу бржи су процеси ослобађања шећера који су извор енергије за раст корена и јачу симбиозу са ризобиумом соје (*Piacentini et al.*, 2001). Све ово утиче на висину приноса биомасе биљака и количину синтетизованих протеина у зрну.

Да се стимулацијом семена различитим биофизичким методама може повећати клијавост и раст биљака закључили су *Berhane et al.* (2017) који су стимулисали семе кукуруза различитим солима NaCl и CaCl<sub>2</sub>. Закључили су да се стимулацијом семена повећава растварање подјединица протеина, садржај бета глобулина, липида и антиоксиданаса, чиме се олакшава брже клијање.

Према истраживању *Zhang et al.* (2014) о утицају стимулације семена са електромагнетним пољем утврђено је повећање садржаја изофлавина. Такође, исти аутори су утврдили да је постојала позитивна корелација између укупне концентрације изофлавоном и висине биљке, броја фертилних коленаца, махуна по биљци, броја зрна по биљци, линолеинске киселине и линолеинске киселине. Исти аутори су утврдили негативну корелацију са олеинским киселинама и садржајем уља, што указује да се концентрацијом изофлавина може утицати на друге повољне особине семена.

При стимулацији семена са ПЕМП утврђена је негативна корелативна зависност између садржаја уља и масе биљака, висине до прве махуне, масе махуна, масе зрна, масе 1000 зрна, приноса и садржаја протеина.

Садржај уља је квантитативна особина и његов ниво представља генетску особину. Садржај уља зависи од варијабле и интеракција између генотипа и окружења. Функционалне особине уља одређују се према њиховом саставу и распрострањености масних киселина (*Škevin et al.*, 2015).

Да се садржај уља у биљкама ротквица може повећати показују резултати *Novitskaya et al.* (2010) при стимулацији семена при интензитету од 50 Hz. Такође, су

утврдили да стимулација семена при различитим температурама различито утиче на садржај уља. Ефекат електромагнетног поља при стимулацији семена ротквице најинтезивније утиче на синтезу липида у хлоропластима и митохондријама ћелија ротквица, када су гајене при температури од 20°C до 22°C. Исти аутори наводе да електромагнетно поље може бити корективни фактор, који утиче на метаболизам и синтезу уља.

*Shorstkii et al.* (2017) су испитивали утицај различитих параметара на семену сунцокрета у смислу повећања садржаја уља. У различитим комбинацијама варијанти електричног поља, пулсирајуће фреквенције, садржај растварача, трајање третмана и ширина импулса, одређена је варијанта која је дала максималне резултате од 42,3% и 48,2% садржаја уља са електричним пољем од 7,0 kV/cm, фреквенције 15 Hz и садржајем растварача 40 wt% с трајања третмана од 30 секунди и пулс ширина 30 микро секунде.

Садржај фосфора у зрну соје била је у позитивној високо значајној корелацији само са садржајем уља, док је у негативној корелацији била са садржајем протеина (-0,54\*\*), приносом (-0,91\*\*), масом 1000 зрна (0,92\*\*), масом зрна (0,31\*\*).

Према истраживањима *Novitskii et al.* (2014) стимулације семена са утврђена је промена ензиматског састава семена. Повећан је ниво киселе фосфатазе за 9%, док је алкална фосфатаза смањена за 57%. С обзиром да је активност ензима киселе фосфатазе значајна у хидролизи и апсорпцији фосфора из органских једињења у земљишту, сматра се да је стимулација семена веома важна и за усвајање фосфора из земљишта и синтезу фосфорних једињења у семену.

## 7. ЗАКЉУЧАК

На основу трогодишњих истраживања ефеката нискофреквентног електромагнетног поља и биолошких компоненти на принос и квалитет семена у одрживој производњи соје могу се извести следећи закључци:

- ✓ Агрометеоролошки услови (температуре ваздуха и падавине) су у годинама истраживања имали изражене разлике, те су статистички високо значајно утицали на све испитиване особине биљака. У 2015. години утврђен је највећи дефицит за водом (119 mm) и највећа средња температура ваздуха у вегетационом периоду 19,8°C, што је утицало на чињеницу да су испитиване особине биљака имале најниже вредности у овој години. У 2014. години испитивани параметри су имали највеће вредности, јер су и агрметеоролошки услови у овој години били најповољнији за гајење соје.
- ✓ На висину биљака фолијарни третмани су имали статистички значајан утицај ( $p < 0,01$ ) при свим нивоима ђубрења. Висина биљака за испитивани период износила је 98,86 cm. Примена стимулације семена са ПЕМП, у просеку за цео период истраживања по свим нивоима ђубрења резултирала је висином биљака од 101,20 cm, што је било за 2,37% више него у варијанти без стимулације семена.
- ✓ Маса биљака за све три године истраживања износила је 26,15 g. Маса биљака била је нижа у варијантама без примене фолијарних третмана. Фолијарни третмани, два пута у току вегетације, су статистички значајно утицали на повећању масе биљака. Маса биљака код истих варијанти ђубрења, а различитих третмана семена са ПЕМП, имала је статистички значајну разлику у свим годинама истраживања. У варијанти истраживања са стимулацијом семена са ПЕМП просечна маса биљака била је 29,46 g, што је за 29,29% ( $p < 0,01$ ) више него без третмана семена.

- ✓ Просечна висина биљака до прве махуне за цео период истраживања износила је 18,44 cm. Агрометеоролошки услови и стимулација семена са ПЕМП су, на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$  утицали на ову особину, јер у годинама са недостатком или неравномерним распоредом падавина долази до одбацивања првих махуна. Ђубрење је исказало значајност на нивоу  $p < 0,05$ , са повећањем количине ђубрива, смањивала се висина биљака до прве махуне. Висина биљака до прве махуне при стимулацији семена са ПЕМП била је мања за 7,11%, него у варијанти без стимулације семена са ПЕМП.
- ✓ Број бочних грана у годинама повољним за производњу соје је мањи. Број бочних грана се повећавао са применом фолијарних третмана по свим нивоима ђубрења. Већи број бочних грана забележен је при фолијарном третману два пута у вегетацији. Примена стимулације семена са ПЕМП статистички значајно на нивоу  $p < 0,01$  утицала је на повећање броја бочних грана. Повећање броја бочних грана у условима стимулације семена било је за 157,14% веће него у варијанти без третмана. Просечан број грана за испитивани период био је 0,12.
- ✓ Статистички значајна разлика у броју коленаца утврђена је по годинама истраживања, као и код примене различитих начина и нивоа ђубрења. Највећи број коленаца (16,27) утврђен је при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана. Просечна вредност укупног броја коленаца у испитиваном периоду износила је 15,40. Број коленаца у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП износила је 16,01, што је било за 8,25% више, него у варијанти без третмана семена.
- ✓ Најмањи број фертилних коленаца утврђен је у години са најмање падавина. Просечан број фертилних коленаца по стаблу у све три године истраживања износио је 11,39. Највећи број фертилних коленаца утврђен је при ђубрењу са највећом количином 1300 kg/ha и два фолијарна третмана (12,32 фертилна коленаца), што није било статистички значајно у односу на број фертилних коленаца који је утврђен при ђубрењу са 750 kg/ha и два фолијарна третмана. У варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП, број фертилних коленаца био је 12,05, што је статистички значајно више него у варијанти без стимулације семена. То повећање износило је 12,30%. Број коленаца у варијанти са стимулацијом



- семена са ПЕМП и повећање количине ђубрива била је у високој позитивној корелацији и статистичком значајношћу од  $p < 0,01$ .
- ✓ Просечан број махуна по стаблу биљке за период истраживања износио је 32,35. Са повећањем количине ђубрива утврђен је статистички високо значајно повећање броја махуна. Највећи број махуна утврђен је у варијанти ђубрива са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана, што је било статистички високо значајно у односу на све варијанте ђубрива осим на ђубрење са 750 kg/ha и два фолијарна третмана. У односу на ову варијанту ђубрења није исказана статистичка значајност на утврђен број махуна. Стимулација семена са ПЕМП на нивоу  $p < 0,01$  је статистички значајно утицала на просечан број махуна, који је био за 27,44% већи у односу на варијанту без стимулације семена.
  - ✓ Просечна маса махуна за испитивани период износила је 14,49 g. Најмања маса махуна утврђена је у години са најнеповољнијим условима производње за соју. Фолијарни третмани су при свим нивоима ђубрења утицали на повећање масе махуна. При стимулацији семена са ПЕМП утврђене су статистички значајне разлике у маси махуна при свим нивоима ђубрења. Највећа маса махуна (21,44 g) утврђена је при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП. Просечна вредност масе махуна при стимулацији семена са ПЕМП износила је 16,67 g, што је било за 35,12% више него у варијанти без стимулације семена, а што је било на нивоу значајности од  $p < 0,01$ .
  - ✓ Просечан број зрна по биљци за све три године истраживања износио је 75,37. Број зрна по биљци је статистички високо значајно зависио од начина ђубрења. Највећи број зрна утврђен је при ђубрењу са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана (91,53), што је било високо значајно, у односу на све остале вредности. Стимулација семена са ПЕМП је високо значајно утицала, што је у корелацији са висином биљке, бројем укупних и фертилних коленаца. У просеку за цео период истраживања, при стимулацији семена утврђено је 85,05 зрна по биљци, што је било на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ , а у апсолутним бројевима за 29,49% више него без стимулације семена са ПЕМП.
  - ✓ Просечна маса зрна по биљци износила је 11,49 g. Варијанте ђубрења су високо значајно утицали на масу зрна по биљци. У варијанти ђубрења са 750 kg/ha и 1300

kg/ha без фолијарних третмана утврђена је иста маса зрна по биљци, а у варијантама са фолијарним третманима утврђене су статистички високо значајне разлике. У варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП, просечна вредност масе зрна по биљци била је 13,23 g, што је било статистички високо значајно, у односу на варијанту без стимулације семена са ПЕМП. То повећање износило је 35,55%. При третману са ПЕМП вероватно је дошло до боље пропустљивости семењаче за воду, што је довело до бољег клијања, ницања и касније до већег пораста морфолошких карактеристика биљака.

- ✓ Маса 1000 зрна била је највећа у години са највише падавина. Ђубрење је на повећање масе 1000 зрна утицало на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,05$ . При фолијарним третманима утврђена је већа маса 1000 зрна по свим нивоима ђубрења. У оквиру једног нивоа ђубрења, фолијарни третмани нису статистички значајно утицали на масу 1000 зрна. Утицај третмана семена са ПЕМП на масу 1000 зрна био је на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ . Просечна маса 1000 зрна у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП била је 156,55 g, што је било више за 1,55%, у односу на варијанту без стимулације семена.
- ✓ Принос зрна по хектару испољио је статистички високу значајну зависност од године истраживања. Просечан принос зрна соје за испитивани период износио је 3467,98 kg/ha. Највећи принос остварен је у 2014. години, који је био за 71,02% већи него у 2013., и за 143,42% већи него у 2015. години. 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 вегетацији 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 последице неповољних агрометеоролошких услова у току вегетације.

- ✓ Жетвени индекс зависио је од агрометеоролошких услова и његова просечна вредност за испитивани период износила је 0,43. Фолијарни третмани су утицали на повећање жетвеног индекса у оквиру сваког нивоа ђубрења, на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ . Фолијарним третманом два пута у вегетацији није утврђена статистичка значајност вредности жетвеног индекса. Стимулацијом семена са ПЕМП добиле су се веће вредности жетвеног индекса на нивоу статистичке значајности од  $p < 0,01$ . То повећање износило је 4,76%, што је у корелацији са вредностима осталих морфолошких особина биљака утврђених са стимулацијом семена, јер вредност жетвеног индекса зависи од приноса зрна и морфолошких карактеристика биљака.
- ✓ Укупан садржај протеина био је у директној статистички високо значајној зависности од године испитивања, што представља уједно и проблем у индустрији производње квалитетне сточне хране у којој садржај сојиних протеина представља основну компоненту. На то указују добијени резултати где је највећи садржај протеина био у 2014. години (40,04%), која је имала најповољније агрометеоролошке услове за производњу соје. Најмањи садржај протеина (38,85%) остварен је у 2015. години. Примена стимулације семена са ПЕМП је високо значајно утицала на садржај протеина у зрну. У условима стимулације семена са ПЕМП остварено је повећање садржаја протеина 2,41%, што кад се стави у корелативни однос са висином приноса представља значајан укупан принос протеина. Фолијарни третмани су значајно утицали на повећање садржаја протеина појединачно у сваком нивоу ђубрења. Са повећањем количине ђубрива утврђено је смањење садржаја протеина али не на нивоу статистичке значајности.
- ✓ 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. Тако је у 2015. години утврђен садржај уља од 21,73%, а у 2014. години која је била најповољнија по оствареном приносу зрна и садржају протеина у зрну, садржај уља износио је 19,83%. Примена стимулације семена са ПЕМП је негативно утицала на садржај уља. Садржај уља у варијанти са стимулацијом семена са ПЕМП био је за 1,94% мањи него у варијанти без стимулације. Са фолијарним третманима утврђено је, такође,

смањење садржаја уља и у варијанти без и са стимулацијом семена. Најмањи садржај уља утврђен је у варијанти ђубрива са 1300 kg/ha и два фолијарна третмана.

- ✓ На основу добијених резултата о садржају фитинског фосфора у зрну соје, може се рећи да је постојао статистички значајан утицај агрометеоролошких услова у години производње соје. Статистички најнижи садржај фитинског фосфора био је у 2014. години (6,46%). Статистички значајан утицај на садржај фитинског фосфора имала је стимулација семена са ПЕМП-ом. При стимулацији семена са ПЕМП утврђено је повећање садржаја фитинског фосфора за 1,03%. Фолијарним третманима се утицало високо значајно на садржај фитинског фосфора у зрну соје. Између ђубрења са 750 и 1300 kg/ha није утврђена статистички значајна разлика на садржај фитинског фосфора, док се са фолијарним третманом остварило статистички високо значајно повећање садржаја у зрну соје у оквиру сваког нивоа ђубрења.
- ✓ Са мерама које утичу на повећање бројности азотобактера, може се очекивати статистички високо значајно повећање садржаја протеина у зрну као и маса 1000 зрна, а повећањем бројности амонификатора, укупног броја микроорганизама, бројности олигонитрофилних бактерија може се очекивати статистички високо значајно повећање приноса, као и садржаја протеина у зрну.
- ✓ Што се тиче садржаја уља, а како је он у негативној корелативној зависности са садржајем протеина у зрну, може се закључити да је са повећањем бројности азотобактера, амонификатора, укупног броја микроорганизама и олигонитрофилних бактерија статистички високо значајно смањен садржај уља у зрну соје.
- ✓ 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.
- ✓ 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.

- ✓ Генерално се може закључити да се применом биолошких инпута, органског ђубрива, микробиолошког инокулата са ефективним микроорганизмима и њиховом фолијарном применом, два пута у вегетацији, 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 наредне озиме културе.

## 8. ЛИТЕРАТУРА

1. Abdollahi F., Niknam V., Ghanati F., Masroor F., Noorbakhsh S.N. (2012): Biological Effects of Weak Electromagnetic Field on Healthy and Infected Lime (*Citrus aurantifolia*) Trees with Phytoplasma, The Scientific World Journal, doi:10.1100/2012/716929, pp. 1-6.
2. Abdollahi F., Niknam V., Ghanati F. (2013): Change of antioxidant levels in healthy lime trees (*Citrus aurantifolia* L.) and infected one with phytoplasma by low frequency electromagnetic field. Adv Crop Sci. 13: 308-315.
3. Ablu El-Yozied, El-Gizawy A.M., Khalf S.M., El-Satar A., and Shalaby O.A. (2012) Effect of magnetic field treatment and irrigation water as well as N, P, and K levels on productivity of tomato plants. J. Appl. Sci. Res., 8(4): 2088-2099.
4. Adey W.R. (1980): Frequency and power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields, Proc. IEEE 68 119-125.
5. Aftab Afzal, Shahid Salee, Zafar Iqbal, Gul Jan, Muhammad Faisal, Anwar Malik, Saeed Ahmad Asad (2014): Interaction of Rhizobium and Pseudomonas with Wheat (*Triticum Aestivum* L.) in Potted Soil with or Without P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Journal of Plant Nutrition doi: 10.1080/01904167.2014.920374; 37(13): 2144-2156.
6. Aguilar C.H., Dominguez-Pacheco A., Carballo Carballo A., Cruz-Orea A., Ivanom R., Lopez Bonilla J.I., and Valcarcel Montoñez J.P. (2009) Alternating magnetic field irradiation on three genotype maize seed. Acta Agrophysica, 14(1): 7-17.
7. Ahmadjian V., Paracer S. (1986): Symbiosis in introduction in biological association. Clark University Press. 14-36.
8. Akoyunoglou G. (1964): Effect of a magnetic field on carboxydimutase, Nature, 4931: 452-454.
9. Aksyonov S.I., Bulychev A.A., Grunina T.Y., Goryachev S.N., Turovetsky V.B. (2001): Effects of ELF-EMF treatment on wheat seeds at different stages of germination and possible mechanisms of their origin. Electro - and Magnetobiology, 20(2): 231-253.
10. Aladjadjiyan A. (2007): The Use of Physical Methods for Plant Growing Stimulation in Bulgaria. Journal of Central European Agriculture, 8(4): 369-380.
11. Aladjadjiyan A., Ylieva T. (2003): Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of the Development of Tobacco Seeds (*Nicotiana Tabacum* L.). Journal of Central European Agriculture, 4(2): 131-138.
12. Aladjadjiyan Anna (2002): Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mais*. Journal of Central European Agriculture, 3(2): 89-94.
13. Aladjadjiyan Anna (2003): Use of physical factors as an alternative to chemical a melioration. International Workshop on Agricultural Pollution, 19-21. September 2002, Edirne Turkey. J. Environ. Prot. & Ecol. (JEPE), 4(1): 662-667.
14. Aladjadjiyan Anna (2012): Physical Factors for Plant Growth Stimulation Improve Food Quality, Food Production - Approaches, Challenges and Tasks, ISBN: 978-953-

- 307-887-8, doi: 10.5772/32039. <http://www.intechopen.com/books/food-production-approaches-challenges>.
15. Aleman E.I., Mboghli A., Boix Y.F., Gonzalez-Ohnedo J., Chalfun A. (2014): Effects of EMFs on some biological parameters in coffee plants (*Coffea arabica* L.) obtained by in vitro propagation. Polish J. Environ. Stud. 23, 95–101.
  16. Alexander M. (1977): Introduction to Soil Microbiology, John Wiley and Sons, New York.
  17. Allmaras R.R, Linden D.R. and Clapp C.E. (2004): Corn-residue transformations into root and soil carbon as related to nitrogen, tillage, and stover management. Soil Sci. Soc. Am. J., 68(4): 1366-1375
  18. Althaf H.S., Srinivas P. (2013): Evaluation of Plant Growth Promoting, Traits by *Pseudomonas* and *Azotobacter* Isolated From Rhizotic Soils of Two Selected Agro forestry Tree Species of Godavari Belt Region, India Asian J.Exp.Biol.Sci. 4(3):431-436.
  19. Altieri M.A. (1995): Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder. CO, pp. 433.
  20. Aguiló-Aguayo I., Suarez M., Plaza L., Hossain M.B., Brunton N., Lyng J.G., Rai D.K. (2015): Optimization of pulsed electric field pre-treatments to enhance health-promoting glucosinolates in broccoli flowers and stalk. J Sci Food Agric. doi. 10.1002/jsfa.6891. 95(9):1868-1875.
  21. Araújo S.S., Paparella S., Dondi D., Bentivoglio A., Carbonera D. and Balestrazzi A. (2016): Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. Front. Plant Sci. doi: 10.3389/fpls.2016.00646; 7: 646.
  22. Arsovski S., Pavlović M., Arsovski Z., Mirović Z. (2009): An Investigation Of Relation Between Sustainable Development And Quality Of Life, International Journal for quality research, 3(4): 327-337.
  23. Aulakh M.S., Khera T.S., Doran J.W., Singh B., Singh K. (2000): Yields and nitrogen dynamics in a rice–wheat system using green manure and inorganic fertilizer. Soil Sci Soc Am J. 64:1 867–1876.
  24. Aulakh M.S., Garg A.K., Gerd Dercon J.S.M., Nguyen M.-L. (2016) Biological nitrogen fixation by soybean and fate of applied <sup>15</sup>N-fertilizer in succeeding wheat under conventional tillage and conservation agriculture practices. Nutr Cycl Agroecosyst, doi. 10.1007/s10705-016-9816-8.
  25. Badiger B., Hunje R. and Motagi B.N. (2016): Impact of pulsed electromagnetic field treatment on seed yield and quality of soybean. In: 2<sup>nd</sup> International Conference on Drylands, 12<sup>th</sup> – 16<sup>th</sup> December 2016, Bayero University, Kano, Nigeria.
  26. Baghel L., Kataria S., Guruprasad K.N. (2015): Impact of Pre-Sowing Exposure of Seeds to Stationary Magnetic Field on Nitrogen and Carbon Metabolism in Maize and Soybean, International Journal of Tropical Agriculture, India, ISSN: 0254-8755, 33(2):977-983.
  27. Bailey L.H. (2012): Cyclopedia of American Agriculture: Vol. II—Crops, 32-34. <http://books.google.co.in>
  28. Balešević-Tubić Svetlana, Dorđević Vuk, Miladinović Jegor, Dukić Vojin, and Tatić Mladen (2011): Stability of soybean seed composition, Genetika, UDC 575:633.34, doi. 10.2298/GENSR1102217B, 43(2): 217-227.

29. Балешевић-Тубић Светлана и Миладиновић, Ј. (2014): Семенарство соје. Монографија, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад. ISBN 978-86-80417-57-8, стр. 53-114.
30. Балешевић-Тубић Светлана, Ђукић В., Ђорђевић В., Татић М., Дозет Гордана, Цвијановић Горица, Маринковић Јелена (2013): Утицај заоравања жетвених остатака на принос и квалитет соје. Зборник радова 54. Саветовање индустрије уља, 16.-21. јун Херцег Нови, стр. 99-102.
31. Балешевић-Тубић Светлана (1996): Утицај органског и минералног ђубрива при различитим количинама азота на принос шећерне репе. Магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, стр. 114.
32. Baltz R.H. (2008): Renaissance in antibacterial discovery from actinomycetes. *Curr Opin Pharmacol*; 8:557-563.
33. Bárberi P. (2002): Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research*, 42: 177-193.
34. Barker W.D., Sawyer E.J. (2005): Nitrogen Application to Soybean at Early Reproductive Development. *Agronomy J.* 97: 615-619.
35. Beijerinck M.W. (1888): Die Bakterien der Papilionaceen-Knöllchen. *Botanische Zeitung*, 46: 725-735.
36. Belyanskaya N.A. (2004): Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Adv.Sp.Res.* doi:10.1016/j.asr.2004.01.021; 34:1566-1574.
37. Benizri E., Nguyen C., Piutti S., Slezack-Deschaumes S., Laurent P. (2007): Additions of maize root mucilage to soil changed the structure of the bacterial community, *Biology and Fertility of Soil*, 39(5): 1230-1233.
38. Bennett A.J., Bending G.D., Chandler D., Hilton S., Mills P. (2012): Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biol.Rev.* doi: 10.1111/j.1469-185x.2011.00184.x. 87: 52-71.
39. Berhane Gebreslassie Gebreegziabher and Chala Adugna Qufa (2017): Plant physiological stimulation by seeds salt priming in maize (*Zea mays*): Prospect for salt tolerance *African Journal of Biotechnology*. doi:10.5897/AJB2016.15819; 16(5): 209-223.
40. Berzhanskaya L.Yu., Beloplotova O.Yu., and Berzhanskii V.N. (1993): Effect of electromagnetic radiation on higher plants (in Russian). *Millimetrovye Volny v Biologii i Meditsine*, 2: 68-72.
41. Bialek W. (2012): *Biophysics: Searching for Principles*. Princeton University Press, ISBN: 9780691138916, <http://press.princeton.edu/titles/9911.html>.
42. Bilalis D., Katsenios N., Efthimiadou A., Efthimiadis P., Karkanis A. (2012): Pulsed electromagnetic fields effect in oregano rooting and vegetative propagation: A potential new organic method. *Acta Agric. Scand. Sect. B — Soil Plant Sci.* doi:10.1080/09064710.2011.570374. 62: 94-99.
43. Blackman V.H. (1924): Field experiments in electro-culture. *J. Agric. Sci.* doi:10.1017/S0021859600003440. 14: 240-267.
44. Blank M. (1992): Na, K-ATPase function in alternating electric fields, *FASEB J* 6: 2434-2438.
45. Blanuša T., Stikić R., Vučelić-Radović B., Barac M., Velicković D. (2000): Dynamics of seed protein biosynthesis in two soybean genotypes differing in drought susceptibility. *Biologia Plantarum* 43: 55-59.



46. Bondarenko F.N., Rokhinson E.E., Gak Z.E., Klygina F.L. (1996): Magnetic equipment in agriculture. *Russian Agricultural Sciences*, 2: 30-34.
47. Богдановић Д. Хаџић В., Убавић М., Дозет Д. (1993): Производне могућности земљишта на којима су гајена стрна жита, *Савремена пољопривр.*, Нови Сад. 41.
48. Богдановић Даринка (1986): Кретање азота по профилу у зависности од влаге и температуре, *Зборник реферата, XX Семинар агронома*, Купари, 15-26. Фербруар, СР 631/633(082), стр. 42-53.
49. Bortels H. (1930): Molibdän als katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. *Arch. Mikrobiol.* 1: 333-342.
50. Briggs L.J. (1926): *Electroculture*. U.S. Department of Agriculture.
51. Brumm J.T., Hurburgh C.R. (2002): Quality of the 2002 soybean crop from the United States. *American Soybean Association Quality Mission to Asia*.
52. Buchanan R.E. (1926): *Bergey's manual of Determinative Bacteriology* (ed.) R.S. Breed E.G.D. Murray N.R. Smith (1957) pp. 287. The Williams Wilkins Company. Baltimore.
53. Cakmak T., Dumlupinar R., Erdal S. (2010): Acceleration of germination and early growth of wheat and bean seedlings grown under various magnetic field and osmotic conditions. *Bioelectromagnetics* doi:10.1002/bem.20537. 31: 120–129.
54. Caliskan S., Ozkaya I., Caliskan M.E., Arslan M. (2008): The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops reserach*, 108: 126-132.
55. Campbell C.D., Chapman S.J., Cameron C.M., Davidson M.S., Potts J.M. (2003): A rapid microtiter plate method to measure carbon dioxide evolved from carbon substrate amendments so as to determine the physiological profiles of soil microbial communities by using whole soil. *Appl Environ Microb* 69: 3593–3599.
56. Cao X., Luo Y., Zhou Y., Duan X., and Cheng D. (2013): Detection of powdery mildew in two winter wheat cultivars using canopy hyperspectral reflectance. *Crop Protection*, 45, 124-131.
57. Carbonell M.V., Martinez E., Amaya J.M. (2000): Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. *Electromagn. Biol. Med.* doi:10.1081/JBC-100100303. 19: 121–128.
58. Carlson J.B. and Lersten N.R. (1987): *Reproductive Morphology*. In Wilcox, J. R. (ed.) *Soybeans: improvement, production and uses*. Sgron. Monogr. 16, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, Sec. Ed. 95-134.
59. Castro J., Gomez, J.A. Tortosa, F.S. (2014): The role of cover crop and hedges in intensive olive orchards: Preventing soil erosion and promoting biodiversity. *The Earth Living Skin: Soil, Life and Climate Changes*, SSS Conference, Bari, Italy.
60. Chaplin M.F. (2001): *Magnetic and Electric Effects on Water*, [http://www1.lsbu.ac.uk/water/magnetic\\_electric\\_effects.html](http://www1.lsbu.ac.uk/water/magnetic_electric_effects.html).
61. Coelho C.M., Santos J.C., Tsai S.M., Vitorello V.A. (2002): Seed phytate content and phosphorus uptake and distribution in dry bean genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*.14(1): 51-8.
62. Coleman D.C., Wall D.H. (2015): Soil fauna: occurrence, biodiversity, and roles in ecosystem function. In: Paul EA (ed) *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*, 4<sup>th</sup> edn. Academic, Boston, pp. 111–149.

63. Crews T.E., Peoples M.B. (2005): Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? A review *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 72: 101–120.
64. Crnobarac J., Marinkovic B., Tatic M., Malesevic M. (2002): The effect of REIS on startup growth and seed yield of sunflower and soybean. *Biophysics in agriculture production*, University of Novi Sad, Tampograf.
65. Crnobarac J., Škorić D., Dušanić N. and Marinković B. (2000): Effect of cultural practices on sunflower yields in a period of several years in Fr Yugoslavia. *Proceedings of 15<sup>th</sup> International Sunflower Conference*, 1: 13-18.
66. Црнобарац Ј., Ђукић В., Маринковић Б. (2008): *Агротехника соје*, У: Миладиновић Ј., Хрустић Милица, Видић М.: Соја, монографија, Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, Сојапротеин, Бечеј, Нови сад-Бечеј, 289-322.
67. Cvijanović Gorica, Dozet Gordana, Djukic Vojin, Subić Jonel, Cvijanovic Drago (2011): Effects of Nitrogen fertilising on the preceding crop and the application of Co and Mo on Azotobacter abundance in soya bean. *Romanian Biotechnological Letters*, University of Buchurest. 16(1): 74-80.
68. Cvijanović Gorica and Dozet Gordana (2012): Conditions and possibilities recultivation of degraded soil in the area mining basin Kolubara. *International Scientific Meeting Sustainable Agriculture and rural development interms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region – preservation of rural values*, Thematic proceedings, December, 6-8<sup>th</sup> 2012. Tara, CIP 631(4-924.5)(0.82); 338.434(0.82); 502.131.1(0.82); 330.15(0.82);504:33(0.82) ISBN 978-86-6269-018-0 COBISS.SR-ID195237900 pp. 293-310.
69. Cvijanović Gorica, Dozet Gordana, Đukić V., Đorđević Snežana, Puzić G. (2012): Microbial activity of soil during the inoculation of soyabean with symbiotic and free-living nitrogen-fixing bacteria. *African Journal of Biotechnology*. IP 0.565 doi. 10.5897/AJB11.744. Availanbie online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. 11(3): 590-597.
70. Cvijanović Gorica, Nada Milošević, Ivica Djalovic, Milica Cvijović, Aleksandar Paunović (2008): Nitrogenization and N fertilization effects on protein contents in wheat grain. *Cereal Research Communications*, doi. 10.1556/CRC. 36: 251-254.
71. Cvijanović Gorica, Milošević Nada, Cvijanović Drago and Prijić, Ljubiša (2004): The Dynamics of Soil Biogeny Parameters After the Applcation of Herbicides. 3<sup>rd</sup> European Conference on Pesticides and Related Organic Micropollutans in the Evironment, Halkidiki, Greece, pp. 335-338.
72. Цвијановић Горица (2002): Утицај диазотрофа на принос и микробиолошку активност у земљишту под усевом кукуруза, пшенице и соје. Докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад.
73. Цвијановић Горица, Говедарица М., Милошевић Нада, Јовановић Ж., Пријић Љ. (2003): Принос и компоненте приноса соје у зависности од бактеријације и ђубрења. Научно-стручно саветовање агронома Републике Српске са међународним учешћем. "Нове технологије и едукација у функцији производње хране". 10-14. март 2003, Теслић. Зборник саопштења. стр. 67.
74. Цвијановић Горица, Дозет Гордана, Поповић Вера, Маринковић, Јелена, Драгичевић Весна, Калуђеровић Драгана, Цвијановић Марија (2013b): Квалитативне и квантитативне особине соје у зависности од исхране азотом.

- Зборник радова, Производња и прерада уљарица 54. Саветовање индустрије уља, Херцег Нови, СР 633.85(2) ISBN 978-86-6253-022-6 COBISS.SR-ID 278982407, стр. 75-82.
75. Цвијановић Горица, Дозет Гордана, Цвијановић Драго, (2013а): „Менаџмент у органској биљној производњи“, Монографија, Институт за економику пољопривреде Београд, СР 631.147; ISBN 978-86-6269-020-3; COBISS.SR-ID 197065740; Београд. стр. 366.
76. Давыденко О.Г., Голоенко Д.В., Розенцвейг В.Е. (2004): Соя для умеренного климата „Тэхналогія“ Минск, Беларусь, 173.
77. Decaëns T. (2010): Macroecological patterns in soil communities. *Global Ecol Biogeogr* 19: 287–302.
78. De Souza, A., Garcia D., Sueiro L., Gilart F., Porrás E., Licea L. (2006): Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*, 27: 247-257.
79. De Vries F.T., Thebault E., Liiri M., Birkhofer K., Tsiafouli M.A., Bjornlund L., Bracht Jørgensen H., Vincent Brady M., Christensen S., de Ruiter P.C., d’Hertefeldt T., Frouz J., Hedlund K., Hemerik L., Gera Hol W.H., Hotes S., Mortimer S.R., Setälä H., Sgardelis S.P., Uteseny K., van der Putten W.H., Wolters V., Bardgett R.D. (2013): Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc Natl Acad Sci USA* 110: 14296–14301.
80. Diprose M.F., Benson F.A., Willis A.J. (1984): The Effect of Externally Applied Electrostatic Fields, Microwave Radiation and Electric Currents on Plants and Other Organisms, with Special Reference to Weed Control. *Bot. Rev.* 50: 171–223.
81. Dolijanović Ž., Momirović N., Mihajlović V., Simić M., Oljača S., Kovačević D., Kaitović Ž. (2012): Cover crops effects on the yield of sweet corn, Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012" doi.10.7251/AGSY1203104D, UDK 635.1/.8 pp. 104-110.
82. Dolijanović Ž., Momirović N., Simić Milena, Oljača Snežana, Kovačević D., Mikić A. (2013): Fall and spring sown legume-cereal cover crops for sweet maize production. 2<sup>nd</sup> Intern. Scientific Conference “Soil and Crop Management: Adaption and Mitigation of Climate Change”, September 26-28, Osijek, Croatia. *Proceedings* 128-135.
83. Dorđević V., J. Miladinović V. Dukić, M. Tatić S. Balešević-Tubić, G. Dozet, K. Petrović (2010): Oil and protein content in soybean varieties. *Proceedings of the 51<sup>th</sup> Oil industry Conference. Herceg Novi, 27 June–02 July*, pp. 77-82.
84. Dozet Gordana, Tubić, Balešević Svetlana, Kostadinović Ljiljana, Djukić V., Jakić Snežana, Cvijanović, 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*, ISSN 1222 - 4227 (print), ISSN 2067 - 5720 (on line), DII 2067-5720 RAR, 51(33): 1-11.
85. Дозет Гордана, Бошковић Јелена, Костадиновић Љиљана, Цвијановић Горица, Ђукић В., Поповић Вера, Сутуровић Едита (2010б): Утицај ђубрења предусава на садржај уља у зрну соје. Производња и прерада уљарица, Зборник радова 51. Саветовања индустрије уља. Херцег Нови, Црна Гора. ISBN: 978-86-80995-70-0. СР: 633.85(082); 665.3(082). COBISS:SR:ID 240097287, стр. 97-103.

86. Дозет Гордана, Цвијановић Горица, Цвијановић Драго, Бошковић Јелена, Поповић Вера (2013): Принос и садржај уља у зрну соје код органског и конвенционалног начина гајења. *Агрознање*, UDK: 633.34-155.9, doi: 10.7251/AGRSR1301069D. 14(1): 69-76.
87. Дозет Гордана (2006): Принос и квалитет соје у зависности од међуредног размака и групе зрења у условима наводњавања, Магистарска теза, Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, Нови Сад, стр. 73.
88. Дозет Гордана (2009). Утицај ђубрења предкултуре азотом и примена Со и Мо на принос и особине зрна соје (докторска дисертација). Мегатренд универзитет у Београду, Факултет за биофарминг, Бачка Топола.
89. Дозет Гордана, Цвијановић Горица, Балешевић-Тубић Светлана, Ђукић В. (2012). Утицај ђубрења предсева азотом и третмана семена Со и Мо на морфолошке особине соје. *Field & Vegetable Crops Research/Ратарство и повртарство*, 49(1).
90. Dragičević V., Sredojević S., Perić V., Nišavić A., Srebrić M. (2011): Validation study of a rapid colorimetric method for the determination of phytic acid and norganic phosphorus from grains. *Acta Period Technol* 42: 11-21
91. Dragicevic V., Mladenovic Drinic, S. Stojiljkovic M., Filipovic M., Dumanovic Z. (2013a): Variability of factors that affect availability of iron, manganese and zinc in mayze lines., *Genetika* 45, pp. 907-920.
92. Dragicevic V., Olaca S., Dolijanovic Z., Stojiljkovic M., Spasojevic I., Nisavic M. (2013b): Effect of intercropping systems and fertilizers on mayze and soybean grain composition. *Cost ACTION FA0905 Mineral Iproved Crop Production for Helathy Food and Feed, 4<sup>th</sup> Annual Conference, Norwegian University of Life Sciences, Aas, Book of Abstracts*, pp. 31.
93. Драговић С. (1994): Утицај суше у различитим фенофазама развића на принос соје и ефекат наводњавања. *Зброник радова Института за ратарство и повртарство. Нови Сад*. 22: 143-152.
94. Dubrovsky N.M., Burow K.R., Clark G.M., Gronber J.M., Hamilton P.A., Hitt K.J., Mueller D.K., Munn M.D., Nolan B.T., Puckett L.J., Rupert M.G., Short T.M., Sparh N.E., Sprague L.A., Wilber W.G. (2010): The quality of our nation's waters: Nutrients in the nation's streams and groundwater, 1992–2004. *Circular 1350*. Reston, VA: U.S. Geological Survey. <http://pubs.usgs.gov/circ/1350/>.
95. Ђukić V., Ђorđević V., Popović V., Balešević-Tubić S., Petrović K., Jakšić S., Dozet G. (2010). Effect of nitrogen and Nitragin application on soybean yield and protein content. *Ratar. Povrt.* 47: 187-192.
96. Ђukić V., Marinković J. (2012): Environmentally Safe Fertilization of Soybean. *Book of the proceedings. International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity, The Forth Joint UNS – PSU Conference, Novi Sad*, pp. 187-200.
97. Ђукић Војин (2009): Морфолошке и производне особине соје испитиване у плодореду са пшеницом и кукурузом, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет Земун Универзитет у Београду.
98. Ђукић Војин, Дозет Гордана (2014): Технологија гајења семенског усева соје: У Светлана Балешевић-Тубић, Миладиновић, Ј. Едс., Семенарство соје. *Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, ISBN 978-86-80417-57-8*, стр. 53-114.

99. Ђукић Војин, Светлана Балешевић-Тубић, Горица Цвијановић, Вук Ђорђевић, Гордана Дозет, Вера Поповић, Младен Татић (2010): Садржај уља у семену соје у зависности од примењеног азота, Производња и прерада уљарица, Зборник радова 51. Саветовања индустрије уља. Херцег Нови, Црна Гора, ISBN: 978-86-80995-70-0. СРР: 633.85(082); 665.3(082). СОBISS:SR:ID 240097287. стр. 83-88.
100. Ђукић Војин, Балешевић-Тубић Светлана, Миладинов Златица, Дозет Гордана, Цвијановић Горица, Ђорђевић Вук, Цвијановић Марија (2014): Производња соје и могућност економичне употребе минералних ђубрива, Ратарство и повртарство, doi:10.5937/ratpov51-6803, 51(3): 161-165
101. Ђукић В., Балешевић-Тубић Светлана, Ђорђевић В., Татић М., Дозет Гордана, Јаћимовић Г., Петровић Кристина (2011): Принос и семенски квалитет соје у зависности од услова године. *Rat Pov/Field Veg Crop Res.* 48(1): 137-142.
102. Ђукић В., Балешевић-Тубић Светлана, Миладинов Златица, Маринковић Јелена, Дозет, Гордана, Цвијановић Марија, Цвијановић, Горица (2016): Утицај ђубрења предусева азотом и примена НС Нитрагина на масу 1000 зрна и принос соје. Зборник научних радова, Радови са XXX саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Београд, Институт ПКБ агроекономик, Београд, UDK:631.454;633.34;546.17 ISSN:0354-1320, 22(1-2): 97-104.
103. Ђукић Д., Јемцев В., Кузманова Јорданка (2007): Биотехнологија земљишта. Будућност АД, Нови Сад, стр. 529.
104. Ђорђевић Snežana, Stanojević Dragana, Najdanovska Olga, Cvijanović Gorica, Radan Zvonko (2013): Activation parameters of phosphomonoesterase activity in different soil types, Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference: Soil and Crop Management Adaptation and Mitigation of Climate Change Osijek Croatia 26-28. September ISBN 978-953-7871-10-9, pp 178-183.
105. Efthimiadou A., Katsenios N., Karkanis A., Papastylianou P., Triantafyllidis V., Travlos I., and Bilalis D. (2014): Effects of Presowing Pulsed Electromagnetic Treatment of Tomato Seed on Growth, Yield, and Lycopene Content, *World Journal Volume*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/369745>, 1-6.
106. Eşitken A., Turan M. (2004): Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (*Fragaria x ananassa cv. camarosa*). *Acta Agric. Scand. Sect. B—Soil Plant Sci.* doi:10.1080/09064710310019748, 54: 135–139.
107. Ferreira E.P.B., Santos H.P., Costa J.R., De-Polli H. and Rumjanek N.G. (2010): Microbial Soil Quality Indicators under Different Crop Rotations and Tillage Management. *Rev. Ci. Agron.* 41: 177-183.
108. Ferreira E.P.B. and Martin-Didonet C.C.G (2012): Mulching and Cover Crops Effects on the Soil and Rhizosphere-associated Bacterial Communities in Field Experiment J. *Agr. Sci. Tech.* 14: 671-681.
109. Филиповић В., Угреновић В. (2012): Органска демо поља у функцији очувања биодиверзитета. Институт "Тамиш", Панчево, Истраживачко развојни центар, стр. 33-51.
110. Flores M., Carbonell M.V., Martinez E. (2006): Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects of germination and early growth. *Environmental and Experimental Botany.*

111. Flórez M., Carbonell M.V., Martínez E. (2004): Early Sprouting and First Stages of Growth of Rice Seeds Exposed to a Magnetic Field. *Electromagn. Biol. Med.* doi:10.1081/LEBM-200042316, 23: 157–166.
112. Flórez M., Carbonell M.V., Martínez E. (2007): Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. *Environ. Exp. Bot.* doi:10.1016/j.envexpbot.2005.10.006. 59: 68–75.
113. Flórez M., Martinez E., and Carbonell M.V. (2012): Effect of magnetic field treatment on germination of medicinal plant. *Pol. J. Environ. Stud.*, 21(1): 57-63.
114. Foley J.A., Ramankutty N., Brauman K.A., Cassidy E.S., Gerber J.S., et al. (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature* doi: 10.1038/nature10452. 478: 337–342.
115. Galland P., Pazur A. (2005): Magnetoreception in plants. *Journal of Plant Research*, 118(6): 371-389.
116. Gandhare W.Z. and Patwardhan M.S. (2014): A New Approach of Electric Field Adoption for Germination Improvement. *Journal of Power and Energy Engineering*, ISSN Print: 2327-588X, ISSN Online: 2327-5901, 2: 13-18. (<http://dx.doi.org/10.4236/jpee.2014.24003>).
117. Gardi C., Jeffery S., Saltelli A. (2013): An estimate of potential threats levels to soil biodiversity in EU. *Glob Change Biol* 19: 1538–1548.
118. Gerhardt R.A. (1997): A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure. *Biological Agriculture and Horticulture*, 14:139–157.
119. Gerowitt B., Bertke E., Hespelt K-S., Tute C. (2003): Towards multifunctional agriculture – weeds as ecological goods. *Weed Research*, 43: 227-235.
120. Ghorbani-Nasrabadi R., Greiner R., Alikhani H.A., Hamed J., Yakhchali B. (2013): Distribution of actinomycetes in different soil ecosystems and effect of media composition on extracellular phosphatase activity, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(1): 223-236.
121. Gianinazzi S., Gollotte A., Binet M.N., van Tuinen D., Redecker D., Wipf D. (2010): Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*. doi:10.1007/s00572-010-0333-3.
122. Gilliom R.J., Barbash J.E., Crawford C.G., Hamilton P.A., Martin J.D., Nakagaki N., Nowell L.H., Scott J.C., Stackelberg P.E., Thelin G.P., Wolock D.M. (2006): The quality of our nation's waters: Pesticides in the nation's streams and ground water, 1992–2001. Circular 1291. Reston, VA: U.S. Geological Survey. <http://pubs.usgs.gov/circ/2005/1291/>.
123. Гламочлија Ђ., Спасић Марија, Цвијановић Горица (2010): Реакција сорти соје на повећане количине азота. у: Зборник радова са првог међународног симпозијума Агросим, Јахорина, 58-66.
124. Ghodbane S., Lahbib A., Sakly M. Abdelmelek H. (2013): Bioeffects of static magnetic fields: oxidative stress, genotoxic effects and cancer studies. *Biomed. Res.Int.* 2013:602987. doi:10.1155/2013/602987.
125. Godfray H.C., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S.M. and Toulmin C. (2010): Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, doi. 10.1126/science.1185383. 327(5967): 812-818.
126. Golshani F., Asgharipour R.M. (2014): Electromagnetic application for stimulation of wheat seed germination and early seedling growth, *International Journal of*

- Biosciences, ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234 (Online), <http://www.innspub.net>, 5(6): 148-155.
127. Горанов Х., Конова, Л., Петракиева И. (1978): СОЈА, София, стр.198.
128. Govedarica M., Milosevic N. (2002): Effect of electromagnetic stimulation on soil microbial activity. Biophysics in agriculture production, University of Novi Sad, Tampograf.
129. Говедарица М., Јарак М. (1995): Миркобиологија, Универзитет Нови Сад.
130. Говедарица М., Милошев Д., Милошевић Нада, Јарак Мирјана, Ђурић Симонида Стаменковић-Јовановић Снежана (1999): Утицај електромагнетног зрачења на микробиолошку активност у земљишту под усевом јарог јечма Савремена пољопривреда, 49(5-6): 97-103.
131. Григорев В.С., Патал, О.В, Елалиановна К.С., Чашћина Т.А, Маринковић Б., Говедарица М., Милошевић Н., Маринковић Е., Грујић М. (1998): Енерго-информационнаја концепција в растениеводстве. Мездународнаја Академија информатизации VНИ Агросистема Минсельхозпрода России VNISSOK Россијској селскохозјајственној Академии наук. Сборник науцних трудов (четвертиј), Москва, 19-25.
132. Gui Z.B., Piras A., Qiao L.M., Gui K. and Wang B. (2013): Improving Germination of Seeds Soaked GA3 by Electrostatic Field Treatment. International Journal of Recent Technology and Engineering, 2: 133-136.
133. Gutschy Lj. (1950): Soja i njezino značenje u narodnom gospodarstvu, poljoprivedi i prehrani, Tehnička knjiga, Zagreb.
134. Haghighat N., Abdolmaleki P., Ghanati F., Behmanesh M. and Payez A. (2014): Modification of catalase and MAPK in *Vicia faba* cultivated in soil with high natural radioactivity and treated with a staticmagnetic field. J. PlantPhysiol. doi:10.1016/j.jplph.2013.10.019, 171: 99–103.
135. Hajnorouzia A., Vaezzadeha M., Ghanatib F., Jamnezhada H., Nahidianb B. (2011): Growth promotion and a decrease of oxidative stress in maize seedlings by a combination of geomagnetic and weak electromagnetic fields, J. Plant Physiol. 168: 1123-1128.
136. Halgamuge M.N., Yak S.K., Eberhardt J.L. (2015): Reduced growth of soybean seedlings after exposure to weak microwave radiation from GSM 900 mobile phone and base station. doi:10.1002/BEM.21890, 36(2): 87-95.
137. Hamnerius Y. (1983): Exposure Systems for Studies of the Effects of Electromagnetic Fields on Biological Systems, Hereditas, 98: 43-59.
138. Haq M.U., Mallarino A.P. (2000): Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. Agronomy Journal, 92(1): 16.
139. Harkins T.T., Grissom CB., (1994): Magnetic field effects on B12 ethanolamine ammonialyase: evidence for a radical mechanism, Science 263: 958-960.
140. Hazell P. and Wood S. (2007): Drivers of change in global agriculture. Philosophical Trans. Royal Society of London, Series B – Biological Sci., July 26 doi.10.1098/rstb.2007.2166.
141. Heindl J.C. and Brun W.A (1984): Patterns of reproductive abscission, seed yield, and yield components in soybean. Crop Sci. 24: 542-544.
142. Higa T. (2003): EM Technology application in agriculture and environment protection. Proceedings of the 38 International. Microbiological Symposium Effective

- Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture and Environmental Protection. SGGW, Rogów k/Łodzi, Poland. 17-18.
143. Hoefst R.G., Nafziger E.D., Johnson R.R. and Aldrich S.R. (2000): Precision Farming In Modern Corn and Soybean Production, MCSP Publications, Printed by Donnelley and Sons, Champaign, IL, SAD, pp. 235-245.
144. Hollung K., M. Overland, M. Hrustic, P. Sekulic, J. Miladinovic, H. Martens, B. Narum, S. Sahlstrom, M. Sorensen, T. Storebakken, A. Skrede (2005): Evaluation of Nonstarch Polysaccharides and Oligosaccharide Content of Different Soybean Varieties (*Glycine max*) by Near-Infrared Spectroscopy and Proteomics. *J. Agric. Food Chem*; 53 (23): 9112-9121.
145. Hoseini M., Feqenabi F., Tajbakhsh M., Babazadeh-Igdir H. (2003): Introduction of seed treatment techniques (seed priming), *International Journal of Biosciences | IJB | ISSN: 2220-6655 (Print) 2222-5234 (Online)*, <http://www.innspub.net>, 3(5): 1-12.
146. Hotam S.C., Jayprakash Y., Anju R.S., Smriti S., Anil K.S., Natrajan G. (2013): Antibacterial activity of actinomycetes isolated from different soil samples of Sheopor (A city of central India). *J. Adv. Pharm. Technol. Res*; 4: 118–123.
147. Хрустић Милица, Видић М., Миладиновић Ј. (2006): Соя как алтернатива современной сельскохозяйственной продукции. Селекция и семеноводство, 1-2. Современные тенденции в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур. Материалы международного семинара, г. Ялта, 138-146.
148. Hunt J.R. (2003): Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 78 (suppl): pp.633-639.
149. Hussain S., Zheng M., Khan F., Khaliq A., Fahad S., Peng S. (2015): Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. *Sci. Rep.* 5:8101. doi: 10.1038/srep08101.
150. Нумовиц Т. (1988): Soybeans: The Success Story, Proceedings of the First National Symposium. New Crops: Research, Development, Economics Indianapolis, Indiana, pp. 159-163.
151. Iqbal M., Muhammad D., Hag Z.U., Jamil Y. and Ahmad M. (2012): Effect of pre-sowing magnetic field treatment to garden pea (*Pisum sativum* L.) seed on germination and seedling growth. *Pak.J.Bot.* 44: 1851–1856.
152. IFOAM (2006): Revision of the Organic Regulation 2092/91. IFOAM EU Group Newsletter, br. 12.
153. Injushin M.V. (1990): Expertnes of bioenergetic structure - horizon of new opinion Voprosi Biogoloniki, Proceedings of papers, Alma-Ata, 3–14.
154. Јаковљевић М., Кресовић Мирјана (2005): Азот у земљишту. У: Азот - агрохемијски, агротехнички, физиолошки и еколошки аспекти. Ур. Р. Кастри, Нови Сад, 35 - 80.
155. Јакшић Снежана, Милић Станко, Нинков Јордана (2016): Основна хемијска својства земљишта (поглавље у моно. Педолошке и агрохемијске карактеристике виноградског рејона Три Мораве, уред. Нинков Ј.), Издав. Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, ISBN 978-86-80417-66-0, стр. 147-178.
156. Jarayam S., Castle G.S.P., Margaritis A. (1991): Effects of high electric field pulses on *Lactobacillus Brevis* at elevated temperatures, in Conf. Rec. IEEE-IAS Annual Meeting, 674–681.



157. Јарак Мирјана, Ђурић Симонида (2008): Микроорганизми у функцији одрживе пољопривреде: у Монографији Ђубрење у одрживој пољопривреди уред. М. Манојловић Изд. Пољопривредни факултет Нови Сад ISBN 978-86-752-144, 98-117.
158. Јарамас Д. (2010): Утицај растућих количина азота на производне особине соје, Магистарска теза, Пољопривредни факултет – Земун, Београд.
159. Jay S.G. and Izaurralde R.C. (2010): Effect of crop residue harvest on long-term crop yield, soil erosion and nutrient balance: trade-offs for a sustainable bioenergy feedstock. *Biofuels*, 1(1): 69-83.
160. Javed N., Ashraf M., Akram N.A. and Al-Qurainy F. (2011): All eviation of adverse effects of drought stress on growth and some potential physiological attributes in maize (*Zea mays* L.) by seed electromagnetic treatment. *Photochem.Photobiol.* doi:10.1111/j.1751-1097.2011. 00990.x; 87: 1354–1362.
161. Јевремовић С. (2015): Употреба сензорне технологије у интегрисаној заштити пшенице од болести, „Актуелни саветник“, Приређивач: ПСС Институт Тамиш Панчево, Издавач: Нови Сад, 4(1): 13-17.
162. Johnson C.C., Guy W.A. (1972): Non-ionizing electrostatic wave effects in biological materials and systems, *Proc. IEEE*, 60(6): 692-718.
163. Johson R.R. (1987): Crop menagment. Soybeans: Improvement, Production and Uses. Second edition. Madison, Wisconsin, 355-390.
164. Jones D.L., Nguyen C., Finlay R.D. (2009): Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil-root interface. *Plant Soil* 321: 5–33.
165. Jordan D.C. (1982): Transfer of *Rhizobium japonicu* Buchanan 1980 to *Bradyrhizobium* gen. nou., a Genus of Slow-Growing, Root Nodule Bacteria from Leguminous Plants. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 32(1): 136-139.
166. Joseph A., Ademiluyi B.O., Aluko P.A., Alabeni T.M. (2016): Effect of poultry manure treated and untreated with effective microorganisms on growth performance and insect pest infestation on *Amaranthus hybridus*, *African Journal of Plant Science*, doi. 10.5897/AJPS2015.1364, 10(1): 10-15.
167. Калајджијеван С.Т. (1975): Блияние на минералния и симбиотичния азот върху добива. Растениевъдни науки, София, No 8.
168. Калинин Л.Г. (2001): Механизам воздействия МВ електромагнитного поля на билолгическую ткань растительных организмов. *Хранение и переработка зерна*, 21: 29-42.
169. Kaneko M., Itoh H., Ueguchi-Tanaka M., Ashikari M., Matsuoka M. (2002): The  $\alpha$ -amylase induction in endosperm during rice seed germination is caused by gibberellin synthesized in epithelium, *Plant Physiol.* 168: 1264-1270.
170. Кастори Рудолф, (1998): Физиологија биљака, Фелтон, Нови Сад.
171. Кастори Рудолф. (1983): Улога елемената у исхрани биљака, Нови Сад, 262-270.
172. Kataria S., Baghel L., Guruprasad K.N. (2015): Acceleration of Germination and Early Growth Characteristics of Soybean and Maize after Pre-Treatment of Seeds with Static Magnetic Field, *International Journal of Tropical Agriculture, India*, ISSN: 0254-8755, 33(2): 985-992.
173. Khan A.J., Ali A., Azam F.I., Zeb A. (2007): Identifi cation and isolation of low phytic acid wheat (*Triticum aestivum* L.) inbred lines / mutants. *Pak. J. Bot.* 39: 2051-2058.

174. Kibblewhite M.G., Ritz K., Swift M.J. (2008): Soil health in agricultural systems. *Philos T Roy Soc B* 363:685–701.
175. Kibblewhite M.G. (2012): Definition of priority areas for soil protection at a continental scale. *Soil Use Manage* 28:128–133.
176. Kinahan D. (2009): Struggling to Take Root: The Work of the Electro-Culture Committee of the Ministry of Agriculture and Fisheries Between 1918 and 1936 and its Fight for Acceptance.
177. Kircher O. (1895): Die wurzelknoellchen der Sojabohne. The root tubercles of the soyabean. *Beitraege zur Biologie der Pflanzen* 7(2): 23-213.
178. Киш Д., Сучић Б., Шумановац Л., Манда Антуновић (2013): Енергетска и фертилизацијска вриједност жетвених остатака соје, Пољопривреда, 19 (1). ISSN 1330-7142 UDK = 620.95:633.3448-52.
179. Ковач Драгица, Милошевић Мирјана, Докић, Виолета, Вујаковић, Милка, Тубић-Балешевић Светлана, Петровић Драгана, Ајдуковић-Ташки Ксенија (2009): Утицај агрометеоролошких услова на квалитет семена соје, Зборник радова, Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Свеска 46: 121-127.
180. Kovacevic D. and Lazic B. (2012): Modern trends in the development of agriculture and demands on plant breeding and soil management - *Genetika*, UDC575 doi. 10.2298/GENSR1201201K, 44(1): 201 -216.
181. Ковачевић Д., Лазић Б., Милић В. (2011): Утицај пољопривреде на животну средину, International Scientific Symposium of Agriculture - Agrosym Jahorina 2011", Jahorina, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, RS, B&H, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Serbia, Academy of Engineering Sciences of Serbia, Serbia, IAE, Serbia, B.EN.A, Greece, BSAAE, Serbia, 38.
182. Ковачевић Д. (2003): Опште ратарство. Пољопривредни факултет, Београд.
183. Ковачевић Д. (2004): Органска пољопривреда. Концепт у функцији заштите животне средине. Савремена пољопривреда. Нови Сад.
184. Ковачевић Д. (2008б): Њивски корови – Биологија и сузбијање. Пољопривредни факултет, Београд.
185. Ковачевић Д. (2010а): Савремени коцепт одрживог развоја пољопривреде. Академија инжењерских наука Србије. Предавања. <http://ains.etf.rs/predavanja/Dusan%20Kovacevic%20predavanje%20AINS.pdf>.
186. Ковачевић Д., Долијановић Ж., Милић В. (2007): Утицај система обраде земљишта на коровску синузију озиме пшенице. Архив за пољопривредне науке, 68(243): 85-94.
187. Ковачевић Д., Долијановић Ж., Ољача С., Јовановић Ж., Милошев Д., Милић В. (2010б): Утицај плодореда на флористички састав корова у озимој пшеници, *Journal of Scientific Agricultural Research*, 71(1): 17-25.
188. Ковачевић Д., Момировић Н. (2008а): Улога агротехничких мера у сузбијању корова у савременим концептима развоја пољопривреде. *Acta herbologica*, 17(2): 23-38.
189. Ковачевић Душан (2011): Заштита животне средине у ратарству и повртарству. Монографија. Пољопривредни факултет. Земун. 1-236.
190. Ковачевић Душан, Ољача Снежана (2005): Органско ратарство поглавље из Монографија Органска пољопривредна производња, Пољопривредни факултет Земун-Београд.

191. Коларић Љубиша (2016): Продуктивне особине сорти соје у зависности од количине азота и типа земљишта, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Београд - Земун.
192. Комесаровић Б., Реџеповић С., Блажинков М., Сударић, А., Uher D., Sikora, S. (2007): Симбиозна учинковитост селкеционираних аутохтоних сојева *Bradyrhizobium japonicum*. Мљекарство, 57(4): 289-302.
193. Константиновић М., Wöckel S., Schulze Lammers P., Мартинов М. (2006): Електромагненти таласи у пољопривреди – Детекција биомасе „UWB“ радаром (Electromagnetic waves in the Agriculture – Biomass detection using UWB Radar). Ревиија агрономска сазнања, 3: 8-11.
194. Кресовић Мирјана (1999): Упоредна проучавања метода за оцену приступачности земљишног азота. Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Београд - Земун.
195. Кресовић Мирјана, Личина Владо, Младеновић-Антић, Светлана (2008): Оцењивање хемијских индекса приступачности азота земљишта; Journal of Agricultural Sciences doi:10.2298/JAS0802099K 53(2): 99-112.
196. Красильников Н.А. (1965): Биологија отедељних груп актиномицетов. Москва: Наука.
197. Куљанчић И., Маринковић Б., Папрић Ђ., Медић М. (2002): Утицај РИЕС-а на винову лозу, У: Маринковић, Б. (2002): Биофизика у пољопривредној производњи, Монографија, Тампограф, Нови Сад.
198. Kumar A., Singh N. P., Batish D. R., Kaur S., Kohli R. K. EMF radiations (1800 MHz)-inhibited early seedling growth of maize (*Zea mays*) involves alterations in starch and sucrose metabolism. Protoplasma. doi: 10.1007/s00709-015-0863-9, 1–7.
199. La Rue and Patterson (1984): In Legume inoculants and their use. FAO. Rome, 5.
200. Lairon D. (2010): Nutritional quality and safety of organic food. A review Agron. Sustain. Dev. doi:10.1051/agro/2009019. 30 : 33.
201. Lal R. (2009): Soils and sustainable agriculture: A review. In Sustainable agriculture, Springer Netherlands, 15-23.
202. Лажетић Б., Пекарић-Нађ Неда, Милутиновић, Б., Каролина Касаш-Лажетић (1990): Утицај појединачних електромагнетних импулса на развој клице пшенице. Зброник Матице Српске за природне науке, Нови Сад, 78: 103-108.
203. Лазић Б., Шеремешкић С. (2010): Органска пољопривреда - данас и сутра. Савремена пољопривреда, 59(5): 516-522.
204. Lemström C. (1904): Electricity in agriculture and horticulture., “The Electrician” series. “The Electrician” Printing & Publishing Company, Ltd.; The D. Van Nostrand Co., London, New York.
205. Lenart A. (2012): Occurance Characteristics and Genetic Diversity of *Azotobacter chroococcum* in Various Soils of Southern Poland. Pol J Environ Stud 21(2): 415-424.
206. Lichtfouse E., Schwarzbauer J., Robert D. (2005): (Eds) Environmental Chemistry, Green Chemistry and Pollutants in Ecosystems. 1. Analytical Chemistry. 2. Toxic Metals. 3. Organic Pollutants. 4. Polycyclic Aromatic Compounds. 5. Pesticides. 6. Green Chemistry. 7. Ecotoxicology. Springer. p.780 ISBN 3540228608. <http://www.springerlink.com/content/n8078j/>

207. Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Souchère, V., Alberola, C. and Menassieu, J. (2009): Agronomy for sustainable agriculture: a review. In Sustainable Agriculture, Springer Netherlands, pp. 1-7.
208. Liebman M. and Davis A.S. (2000): Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. Weed research Oxford, 40(1): 27-48.
209. Liu Z.-W., Zeng X.-A., Sun D.-W., Han Z. (2014): Effects of pulsed electric fields on the permeabilization of calcein-filled soybean lecithin vesicles. Journal of Food Engineering, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.01.009>, 131: 26–32.
210. Macovei A., Garg B., Raikwar S., Balestrazzi A., Carbonera D., Buttafava A. (2014): Synergistic exposure of rice seeds to different doses of g-ray and salinity stress resulted in increased antioxidant enzyme activities and gene-specific modulation of TC-NER path way. Biomed Res. Int. doi: 10.1155/2014/676934, 170: 780–787.
211. Maffei M.E. (2014): Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. Front. Plant Sci. doi:10.3389/fpls.2014.00445. 5: 445
212. Mahajan T.S. and Pandey O.P. (2014): Magnetic-time model at off-season germination. Int. Agrophys. doi:10.2478/intag-2013-0027; 28: 57–62.
213. Maksimović L., Pejić B., Milić S., Sikora V., Brdar-Jokanović M., Popović V. (2014): The effect of drought on safe food production. Proceedings of XVIII International ECO-Conference 2014., Safe food, Novi Sad, Serbia, 107-115.
214. Malézieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., de Tourdonnet S., Valantin-Morison M. (2009): Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. Agron Sustain Dev 29:43–62, doi:10.1051/agro:2007057.
215. Malone R.W., Jaynes D.B., Kaspar T.C., Thorp K.R., Kladvko E., Ma L., James D.E & Singer, J., Morin X.K., Searchinger T. (2014): Cover crops in the upper midwestern United States: Simulated effect on nitrate leaching with artificial drainage. Journal of soil and water conservation 69(4): 292-305.
216. Малешевић М., Маринковић Б., Црнобарац Ј. (2002): Резонантно импулсна електромагнетна стимулација и њен допринос производњи пшенице. Биофизика у Пољопривредној производњи, Монографија, Пољопривредни факултет и Научни институт за ратарство и повртасрство, Нови Сад, 103-115.
217. Малешевић М., Црнобарац Ј., Кастори Р. (2005): Примена азотних ђубрива и њихов утицај на принос и квалитет производа. У: Р. Кастори, Азот, Нови Сад, 231-261.
218. Mandal, S., Mandal, M., Das, A., Pati B., Ghosh A. (2009): Stimulation of indoleacetic acid production in a Rhizobium isolate of *Vigna mungo* by root nodule phenolic acids. Arch Microbiol doi:10.1007/s00203-008-0455-6, 191: 389.
219. Mandimba G., Heulin T., Bally R., Guckert A. & Balandreau J. (1986): Chemotaxis of free-living nitrogen-fixing bacteria towards maize mucilage. Plant and Soil. doi:10.1007/BF02277392; 90: 129-139.
220. Mandić V., Simić A., Krnjaja V., Bijelić Z., Tomić Z., Stanojković A., Ruzić Muslić D. (2015): Effect of foliar fertilization on soybean grain yield Publisher: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun ISSN 1450-9156 UDC 631.816'633.853.52 doi.10.2298/BAH1501133M 31(1):133-143
221. Манојловић С. (1988): Теоријске основе јединственог система контроле плодности земљишта и употребе ђубрива у Југославији, Агрохемија, 1: 1-36.

222. Marinkovic B., Ilin Z., Marinkovic J., Culibrk M., Jacimovic G. (2002a): Potato yield in function variable electromagnetic field. Biophysics in agriculture production, University of Novi Sad, Tampograf.
223. Marinkovic, B., Marinkovic, R., Jeromela, Marjanovic Ana, Crnobarac J., Grujic M., Jacimovic G. (2001): Ultra low frequency electromagnetic field in function of rapeseed yield, Book of Abstracts / 1<sup>st</sup> International Symposium "Food in the 21<sup>st</sup> century", 14-17 November 2001, Subotica, Yugoslavia, Filed Veg. Crop Res., Novi Sad, 63(048), 663/665(048), COBISS.SR-ID 173401863, str. 277-279.
224. Marinković B., Malešević M., Crnobarac J., Schaller H. J., Götz F., Röder O., Jaćimović G. (2003a): Die Wirkung elektromagnetischer Stimulation auf den Keimungsprozess von Weizen (Effect of electromagnetic stimulation on initial growth of wheat). *Gesunde Pflanzen*, 55. Jahrg., Heft 6, 187-190.
225. Marinković B., Crnobarac J., Grujić M., Marinković Jelena, Ćulibrk Mirjana, Jaćimović G., Mircov D.-Vlad (2002b): Improving corn yield with resonant impulse electro-magnetic stimulation. *Applied Physics in Serbia-APS*, Serbian Academy of Sciences and Arts, Scientific Meetings, Volume XCVIII, Department of Mathematics, Physics and Geo-Sciences, Belgrade, Book 2/1: 267-270.
226. Marinković B., Grujić M., Marinković D., Crnobarac J., Marinković Jelena, Jaćimović G., and Mircov D. V. (2008): Use of biophysical methods to improve yields and quality of agricultural products. *Journal of Agricultural Sciences*, UDC: 537-8; 53(3): 235-241.
227. Marinković B., Grujić M., Schaller H. J., Malešević M., Gotz F., Kečo E., Crnobarac, J., Kuljančić I., Marinković D., Jaćimović G., Janković Snežana, Latković Dragana (2004): Biofizičke metode i prinos gajenih biljaka. Priručnik. Univerzitet u Novom Sadu - Poljoprivredni fakultet, Gama-Trade GMK Beograd-Moskva, Schmidt-Seeger AG Beilngries-Germany, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo-Novu Sad.
228. Marinković B., Petrović N., Crnobarac J., Schaller H. J., Götz F., Röder O., Jaćimović, G. (2003b): Die Biophysik in der Wachstumsfunktion von jungen Maispflanzen (Biophysics in the function of growth of young corn plants). *Gesunde Pflanzen*, 55. Jahrg., Heft 6, 184-186.
229. Маринковић Б. (1989): Минерални азот у земљишту и његов утицај на принос кукуруза. Архив за пољопривредне науке 50, 178, 103 - 118, Београд.
230. Маринковић Б., Грујић М., Црнобарац Ј., Малешевић М. (2000): Остварени резултати у огледима и широкој производњи применом биофизичких деловања, Зборник научних радова 6, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, УДК: 633.15 : 631.5. стр.187-198.
231. Маринковић Б., Црнобарац Ј., Schaller H. J., Götz F., Јаћимовић Г., Маринковић Д. (2006): »Брзи електрони« у дезинфекцији семена и електромагнетно поље екстремно ниских фреквенција – утицај на принос пшенице. Савремена пољопривреда, UDC: 63 (497.1)(051)-“540.2” Часопис за пољопривреду YU ISSN 0350-1205, 55(5): 22-27.
232. Marinković D., Borcean I. (2009): Effect of cold electron plasma and extremely low frequency electro-magnetic field on wheat yield, *Research Journal Of Agricultural Science, Romania*, ISSN 2066-1843 (printed form), ISSN 2066-1843, 41(3): 96-101.
233. Маринковић Јелена, Маринковић Настасија, Аћимовић Радивоје, Ђорђевић Вук (2010): Утицај примене НС-Нитрагина на принос и компоненте приноса код соје.

- Ратарство и повртарство, Института за ратарство и повртарство, Нови Сад, ISSN 1821-3944, УДК: 631/635(051), 47(2): 545-548.
234. Маринковић Ј., Милошевић Н., Ђукић В. (2009): Примена НС-Нитрагин-а: принос и квалитет зрна соје. Научно-стручни скуп Еколошка истина, Кладово 31.05 - 02.06.2009. Зборник радова, 388-391.
235. Marinković J., Bjelić D., Tintor B., Đukić V., Balešević-Tubić S., Marinković D., Cvijanović M. (2016a): Enhanced soybean plant growth by inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bacillus* sp. 25th International Conference Ecology and Safety, 23-27 June 2016, Elenite Holiday Village, Bulgaria. Journal of International Scientific Publications, 10: 27-35.
236. Marinković J., Šušnica I., Bjelić D., Tintor B., Vasić M. (2016b): Soil microbial activity under conventional and organic production of bean and maize. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 130, 35-43.
237. Марковић Сања (2015): Примена симбиотских и несимбиотских инокулата у производњи соје, Мастер рад, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
238. Martínez E., Carbonell M.V., Flórez M., Amaya J.M., Maqueda R. (2009): Germination of tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* L.) under magnetic field. International Agrophysics, 23: 45-49, In: Aladjadjiyan, Anna (2012): Physical Factors for Plant Growth Stimulation Improve Food Quality, Food Production - Approaches, Challenges and Tasks, ISBN: 978-953-307-887-8, InTech, doi.10.5772/32039. Available from: <http://www.intechopen.com/books/food-production>
239. Martínez-Ballesta M.C., Alcaraz-López C., Muries B., MotaCadenas C., Carvajal M. (2010): Physiological aspects of rootstock-scion interactions. Scientia Horticulturae 127:112-118.
240. Martinez-Romero E., Caballero-Mellado J. (1996): *Rhizobium phylogenies* and bacterial genetic diversity. Critical Rev. Plant Sci. 15: 113-140.
241. Martinov M, Brkic M, Janjic T, Djatkov Dj, Golub M. (2011): Biomass in Vojvodina – RES 2020. Cont. Agr. Engng., 37(2): 119-134.
242. Матавуљ М., Ушћебрка Г., Лажетић Б. (2002): Ниско фреквентна електромагнетна поља и биолошки системи. „Биофизика у пољопривредној производњи“, Монографија, 31-43.
243. Mazzoncini M., Sapkota T.B., Barberi P., Antichi D., Risaliti R. (2011): Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. Soil and tillage research 114(2): 165-174.
244. McCully M.E., Boyer J.S. (1997): The expansion of root cap mucilage during hydration: III. Changes in water potential and water content. Physiol Plant 99:169–177.
245. Micallef S.A., Shiaris M.P., Colon-Carmona A. (2009): Influence of *Arabidopsis thaliana* accessions on rhizobacterial communities and natural variation in root exudates. Journal of Experimental Botany 60: 1729–1742.
246. Micheloni C., Plakolm G. and Schärer H. with contribution from Bertelsen J., Roviglioni R., Lammerts van Bueren E. and Fromm E. (2002-2006): Report on seed born diseases in organic seed and propagation material, Associazione Italiana Agricoltura Biologica (AIAB), the EU-funded project within the 6<sup>th</sup> Framework Research Programme “EEC 2092/91 (organic) Revision” (No. SSPE-CT-2004-502397) in the workpackage 5, Task 1, pp. 1-64.

247. Mikanová Olga, Ust'ak Sergej and Czako Alena (2009): Utilization of Microbial Inoculation and Compost for Revitalization of Soils, *Soil & Water Res.*, 4(3): 126–130.
248. Miladinovic J., Hrustic M., Vidic M. (2011): Soybean. Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad and Sojaprotein, Becej, AMB Graphics, Novi Sad. pp 510.
249. Миладиновић Јегор, Милица Хрустић, Милош Видић (2008): Соја, Монографија Институт за ратарство и повртарство. Нови Сад.
250. Миладиновић Ј., Видић М., Балешевић-Тубић С., Ђукић В., Ђорђевић В., Петровић К., Миладинов З., Ђеран М. (2017): Соја у 2016. години, Зборник реферата 51. Саветовања агронома и пољопривредника Србије (САПС), 22.01.-28.01. Златибор, стр. 11-20.
251. Milić V., Marinković J., Marinković B. (2004): Effect of seed electron treatment of soybean on symbiotic association and soil biological activiti. European society for new methods in agricultural research ESNA XXXIV annual meeting, Novi Sad Serbia and Montenegro, 29 August-2 September 2004., 178-181.
252. Милић В., Јарак М., Мрковачки Н., Милошевић Н., Говедарица М., Ђурић С., Маринковић Ј. (2004): Примена микробиолошких ђубрива и испитивање биолошке активности у циљу заштите земљишта. Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Св. 40, 153-169.
253. Миловановић Кањевац Катарина, Милојевић Ј. (2010): Утицај електромагнетног зрачења на здравље и квалитет живота људи. Фестивал квалитета 2010 (у оквиру манифестације) 37. Национална конференција о квалитету живота (и) 5. Национална конференција о квалитету живота, Зборник радова, 20-21. мај 2010. Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, СР 005.6(082), 005.6:502(082), 005.6:629.33(082), 502.131.1(082), ISBN 978-86-86663-52-8, COBISS.SR-ID 175187724 стр. 1-7.
254. Milošev D., Pekarić-Nadž Neda (1999): The Influence of the Pulsating Electromagnetic Field (PEMF) on Spring Barley, Electricity and Magnetism in Biology and Medicine. Edited by Bersani, Kluwer Academic Plenum Publishers.
255. Milošev D., Šeremešić S. (2004): The possibilities of stimulation with electromagnetic field to winter wheat production. International Conference on sustainable agriculture an European Integration processes. Book of Abstracts, Faculty of agriculture, Novi Sad.
256. Милошев Д., Пекарић-Нађ Н., Молнар И., Рончевић П. (1999): Утицај електромагнетног зрачења на принос и компоненте приноса озиме пшенице. "Зборник радова", Научни институт за ратарство и повртарство, Вол. 32, 69-78, Нови Сад.
257. Милошев Д., Пекарић-Нађ Неда, Молнар И., Ђукић В. (2001): Утицај пулсирајућег електромагнетног поља на биолошке особине и принос јарог јечма, Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, Свеска 35, стр. 201-208.
258. Милошев Д., Шеремешкић С. (2005): Утицај пулсирајућег електромагнетног поља на масу 1000 зрна и број зрна по класу озиме пшенице, Зборник радова, Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад, UDK 633.11:537.8, Свеска 41, стр. 269-274.

259. Милошевић Нада, Секулић Петар, Цвијановић Горица (2010): Микроорганизми као биоиндикатори загађујућих материја у земљишту. Зборник радова Института за ратарство и повртарство, Нови Сад. СР 631/635 (051) ISSN:0354-7698; ISSN 1821-3944 УДК: 631/635(051). 47(1): 49-55.
260. Милошевић Нада, Говедарица М., Јарак Мирјана (1997): Микроби земљишта: значај и могућности, У: Драговић С. (ед), Уређење, коришћење и очување земљишта, ЈДПЗ, 389 -398.
261. Milošević N. Govedarica M., Jarak M., Konstatinović B., Miletić S. (1995): Effects of herbicides on the number of microorganisms and dehydrogenase activity in soil under soybean. Proceedings II of I Regionale Symposium: Chemistry and Environment, Угнјацка Ванја, pp. 551-554.
262. Милановић Милан, Цвијановић Драго, Цвијановић Горица (2008): Природни ресурси, Економија – екологија – управљање, Монографија, Изд. Института за економику пољопривреде, ISBN 97886-82121-54-1, стр. 121-132.
263. Mizuno A., Hori Y. (1988): Destruction of living cells by pulsed HV application, IEEE Trans. Ind. Applications, 24: 387–394.
264. Мишустин Е.Н. (1975): Асоциаци почвених микроорганизама, Наука СССР Москва.
265. Mladenović-Drinić S, Ristić D, Sredojević S, Dragičević V, Micić-Ignjatović D, Delić N (2009): Genetic variation of phytate and inorganic phosphorus in maize population. Genetika 41: 107-115.
266. Mohamed A.I. and Ebead B.M. (2013): Effect of irrigation with magnetically treated water on faba bean growth and composition. International Journal of Agricultural Policy and Research, 1(2): 24–40.
267. Moon J., Chung H. (2000): Acceleration of germination of tomato seeds by applying AC electric and magnetic fields, Journal of Electrostatics, 48: 103-114.
268. Молнар И. (1995): Опште ратарство, Пољопривредни факултет, Нови Сад, стр. 330.
269. Молнар И., Стевановић М., Белић Б. (1984): Проучавање утицаја предусава на принос озиме пшенице, кукуруза, шећерне репе, сунцокрета и соје. Архив за пољопривредне науке, 44: 427-443.
270. Morar R., Iuga A., Dascalescu L., Munteanu I. (1993): Electric field influence on the biological processes of seeds in Proc. Int. Symp. High-Voltage Engineering, Yokohama, Japan, p. 286.
271. Moriri S., Owoye L.G., Mariga I.K. (2015): Role of *Azotobacter* in Soil Fertility and Sustainability—A Review. Adv Plants Agric Res 2(6): 00069. doi.10.15406/apar.2015.02.00069.
272. Morris C.E., Sands D.C. (2006): The breeder's dilemma—yield or nutrition: Nature Biotech. 9: 1078-1080.
273. Morse W.J., Cartter J.L., Williams L.F. (1949): Soybeans: culture and varieties, U. S. Government Printing office.
274. Moshou D., Bravo C., West J., Wahlen S., McCartney A., Ramon H. (2004): Automatic detection of 'yellow rust' in wheat using reflectance measurements and neural networks. Computers and Electronics in Agriculture, 44 (3): 173–188.
275. Moskov I., Stojanov P. (1968): Influence of the Magnetic Field on Physiologic Processes in Seeds, Vstevodnikanova 5: 1-7. (In Russian).



276. Mousavizadeh S.J., Sedaghatoor S., Rahimi A., Mohammadi H. (2013): Germination parameters and peroxidase activity of lettuce seed under stationary magnetic field. *Int J Bio.* 3: 199-207.
277. Mridha N., Chattaraj S., Chakraborty D., Anand A., Aggarwal P., Nagarajan S. (2016): Pre-Sowing Static Magnetic Field Treatment for Improving Water and Radiation Use Efficiency in Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Under Soil Moisture Stress, *Bioelectromagnetics*, doi. 10.1002/bem.21994, 37:400-408.
278. Мрковачки Н., Милић В. (2006): Ефекат примене азотног и микробиолошког ђубрива код соје. Зборник радова. Научни институт за ратарство и повртарство Нови Сад, Свеска 42, 129-132.
279. Murphy J.D. (1942): The influence of magnetic field on seed germination, *American Journal of Botany*. Vol. 29, Issue 15.
280. Namba K., Mohri M., Sasao S. & Shibusawa S. (1998): Effect of electromagnetic field on plant germination. ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida, USA, 12-16 July, American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St Joseph, USA, 8.
281. Neal J.L., Larson I.L., Aktinson T.G. (1973): Ghanges in rhizosphere population of selected physiological groups of bacteria related to substitution of soecific pairs of shromosomes in spring wheat. *Plant and Soil*, 39: 209-212.
282. Nedialkov N., Nenov S., Parmakov D. (1996): Pre-sowing treatment of seeds by magnetic field. *Zemes Ukio Inzinerija, Nokslo Darbai*. 27: 141-150.
283. Nedić M., Živanović Lj., Kolarić Lj., Vuković Z., Jovanović B. (2004): Effect of nitrogen and phosphorus on soybean seed yield and nutritive value. *Biotecnology in animal husbandry*. 8<sup>th</sup> International Symposium «Modern Trends In Livestock Production», Belgrade Zemun, Serbia and Montenegro, 5-8.
284. Nelson R.A. (2011): *Electro-Culture*. [www.rexresearch.com](http://www.rexresearch.com)
285. Ненадић Н. (1995): Агротехника соје. Соја производња и прерада, Пољопривредни факултет, Београд-Земун и ИНР – Уљарице, Београд, 159-181.
286. Ненадић Н., Зековић, (2009): Сортна технологија у функцији повећања приноса соје, са посебним освртом на обраду земљишта и сетву, Радови са XXIII саветовања агронома, ветеринара и технолога, UDK: 633.34+631.152:631.559, 15(1-2): 59-66.
287. Novitskaya G.V., Molokanov D., Kocheshkova T., Novitskii Y.I. (2010): Effect of weak constant magnetic field on the composition and content of lipids in radish seedlings at various temperatures. *Russ. J. Plant Physiol.* doi: 10.1134/S1021443710010073, 57: 52–61.
288. Novitskii Y.I., Novitskaya G.V., Serdyukov Y.A. (2014): Lipid utilization in radish seedlings as affected by weak horizontal extremely low frequency magnetic field. *Bioelectromagnetics* 10.1002/bem.21818, 35: 91–99.
289. Occhipinti A., De Santis A., Maffei M.E. (2014): Magnetoreception: an unavoidable step for plant evolution? *Trends Plant Sci*, 19: 1–4.
290. Odhiambo J.O., Ndiritu F.G. & Wagara I.N. (2009): Effects of Static Electromagnetic fields at 24 hours incubation on the germination of Rose Coco Beans (*Phaseolus vulgaris*) *Romanian Journal of Biophysics*, 19(2): 135–147.
291. Ољача С., Ковачевић Д., Долијановић Ж. (2002): Агро-биодиверзитет у органској пољопривреди. Тематски зборник - Монографија »Органска производња – Законска регулатива« Суботица, 83-93.

292. Ољача Снежана, Долијановић Жељко (2013): Екологија и агротехника здружених усева, Монографија, Пољопривредни факултет Земун.
293. Our Common Future: „The World Commission on Environmental and Development, Oxford University Press, Oxford, New York, 1987“.
294. Pandita V.K., Anand A. and Nagarajan S., (2007): Enhancement of seed germination in hot pepper following presowing treatments. *Seed Sci. Technol.*, 35: 282-290.
295. Parfitt J., Barthel M., Macnaughton S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 365(1554): 3065-3081.
296. Parsi N. (2007): Electromagnetic effects on soybeans, Master of Science, University Of Missouri – Columbia.
297. Палов И., Сираков К., Кузманов Е., Захаријевић С. (2013): Резултати прелиминарних лабораторијских испитивања електричног третмана семена грашка пре сетве, Пољопривредна техника, 38(4): 17-23.
298. Паулић И., Царовић К., Колак И., Гуњача Ј., Шатовић З. (2006): Принос и саставнице приноса и оплемењивачких линија соје. *Сјеменарство*, 23(3): 237-253.
299. Paul E.A., Clark F.E. (1989): *Soil Microbiology and Biochemistry*, Academic Press, Inc., London.
300. Pazur A., Schimek C., Galland P. (2007): Magnetoreception in microorganisms and fungi. *Cent. Eur. J. Biol.* doi:10.2478/s11535-007-0032-z. 2: 597–659.
301. Pedersen P., Lauer J.G. (2004). Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agronomy Journal*, 96(5): 1372-1381.
302. Pedersen P., and Lauer J.G. (2002): Influence of rotation sequence and tillage system on the optimum plant population for corn and soybean. *Agron. J.* 94: 968–974.
303. Peric V., M. Srebric, L.J. Jankuloski, M. Jankulovska, S. žilic, V. Kandic and S. Mladenovic Drinic (2009): The effects of nitrogen on protein, oil and trypsin inhibitor content of soybean. *Genetika*, 41(2): 137 -144.
304. Piacentini M.P., Fraternali D., Piatti E. (2001): Senescence delay and change of antioxidant enzyme levels in *Cucumis sativus* L. etiolated seedlings by ELFmagnetic fields. *Plant Science*, 161(1): 45-53.
305. Pietruszewski S., Kania K. (2010): Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. *Int. Agrophys.*, 24: 297-302.
306. Pietruszewski S., Martinez E. (2015): Magnetic field as a method of improving the quality of sowing material: a review, *Int. Agrophys.*, doi: 10.1515/intag-2015-0044, 29: 377-389.
307. Pochon J., Tardieux P. (1962): *Techniques d analyse en microbiologie du soil*. edit. de la Tourelle. Paris. France.
308. Pohl H.A., Todd G.W. (1981): Electroculture for crop enhancement by air anions. *Int. J. Biometeorol.* doi:10.1007/BF02198246, 25: 309–321.
309. Poinapen D., Brown D.C.W., Beeharry G.K. (2013a): Seed orientation and magnetic field strength have more influence on tomato seed performance than relative humidity and duration of exposure to non-uniform static magnetic fields. *J. Plant Physiol.* doi:10.1016/j.jplph.2013.04.016. 170: 1251–1258.
310. Poinapen D., Topozini L., Dies H., Brown D.C.W., Rheinstadter M.C. (2013b): Static magnetic fields enhance lipid or derivative plant plasma membrane. *Soft Matter*.doi:10.1039/c3sm50355k, 9: 6804–6813.

311. Popovic V., Vidic M., Tatic M., Jakšic S., Kostic M. (2012): The effect of cultivar and year on yield and quality component in soybean, *Field Veg. Crop Res.*, 49: 132-139.
312. Поповић В., Миладиновић Ј., Видић М., Вучковић С., Долијановић Ж., Икановић Ј., Живановић Јб., Коларић Јб. (2015): Суша лимитирајући фактор у производњи соје. Ефекат наводњавања на принос и квалитет соје [*Glycine max* L. Merr.], Зборник радова, ХХИХ Саветовање агронома, ветеринара и технолога, Институт ПКБ Агроекономик, Београд, 11-21.
313. Поповић Вера, Видић М., Татић М., Јакшић Снежана, Костић М. (2012): Утицај сорте и године на принос и компоненте квалитета соје – *Glycine Max* (L.) Merr. *Field Veg Crop Res.* Нови Сад, 49 (1): 132-139.
314. Поповић Вера, Сикора В., Адамовић Д., Гламочлија Ђ., Рајичић Вера, Икановић, Ј. (2013): Утицај фолијарне прихране на принос и квалитет хељде у органском систему гајења. Билтен за алтернативне биљне врсте, 45(86): 55-59.
315. Popović Vera, Tatic Mladen, Sikora Vladimir, Ikanovic Jela, Drazic Gordana, Djukic Vojin, Mihailovic Bozo, Filipovic Vladimir, Dozet Gordana, Jovanovic Ljiljana, Stevanovic Petar (2016): Variability of yield and chemical composition in soybean genotypes grown under different agroecological conditions of Serbia, *RAR*, Print ISSN 1222-4227; Online ISSN 2067-5720, 33: 30-39.
316. Pourakbar L. (2013): Effect of static magnetic field on germination, growth characteristics and activities of some enzymes in chamomile seeds (*Matricaria Chamomilla* L.). *Int J plant Prod.* 4: 2335-2340.
317. Powlson D.S. (2006): Cereals straw for bioenergy: Environmental and agronomic constraints, In Proc. Expert Consultation: Cereals Straw Resources for Bioenergy in the European Union. Pamplona, Spain, 14-15 October: 45-59.
318. Poysa V., Woodrow L., Yu K., (2006): Effect of soy protein subunit composition on tofu quality. *Food Research International* 39: 309-317.
319. Prescott L.M., Harley P.J., Klein D.A. (2002): *Microbiology*, 5<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill. Boston. ISBN 0-07-282905-2.
320. Pretty J. (2007): Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Trans. Royal Society of London, Series B – Biological Sci.*, July 25 doi: 10.1098/rstb.2007.2163.
321. Qiu Z., Li J., Zhang Y., Bi Z., Wei H. (2011): Microwave pretreatment can enhance tolerance of wheat seedlings to CdCl<sub>2</sub> stress. 74 (4): 820-825.
322. Racuciu M. (2011): 50 Hz Frequency Magnetic Field Effects on Mitotic Activity in the Maize Root. *Romanian Journal of Biophysics*, 21(1): 53-62.
323. Radhakrishnan R., Kumari Ranjitha B. (2012): Pulsed magnetic field: A contemporary approach offers to enhance plant growth and yield of soybean. *Plant Physiol Bioch*; 51: 139-144.
324. Radhakrishnan R., Kumari Ranjitha B. (2013): Influence of pulsed magnetic field on soybean (*Glycine max* L.) seed germination, seedling growth and soil microbial population, *Indian Jour. of Biochemistry & Biophysics*, 50:312-317.
325. Радивојевић Јб., Станковић-Калезић Р. (2000): Утицај триелуралина и пентиметалина на микроорганизме у земљишту, V конгрес о коровима, Зборник радова, Бања Ковиљача, 447-454.
326. Раковић Д. (2008): Основи физике, IASC & IEFPG, Београд, СР 577.3(075.8), ISBN 978-86-81879-18-4, COBISS.SR-ID 147132172, 244-250.

327. Ratushnyak À.À., Andreeva Ì.G., Morozova Î.V., Morozov G.A., and Trushin M.V. (2008): Effect of extremely high frequency electromagnetic fields on the microbiological community in rhizosphere of plants, *Int. Agrophysics*, 22: 71-74.
328. Reddy K.V., Reshma S.R., Jareena S., Nagaraju M. (2012): Exposure of greengram seeds (*Vigna radiate* (Linn.) Wilczek) to static magnetic fields: effects on germination and - amylase activity. *J Seed Sci Res.* 5: 106-114.
329. Reicosky D.C., Hesthrly I.G. (1990): Soybean Irrigation of agriculture crops. USA, 639-679.
330. Relyea R.A. (2005): The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecol Appl.* doi: 10.1890/03-5342. 15: 618–627.
331. Riblett A.L., Herald T.J., Schmidt K.A., Tilley K.A. (2001): Characterization of b-conglycinin and glycinin soy protein fractions from four selected soybean genotypes. *Jour Agric. Food Chem.* 49: 4983-4989.
332. Rochalska M. and Orzeszko-Rywka A. (2005): Magnetic field treatment improves seed performance. *Seed Sci. Technol.* doi:10.15258/sst.2005.33.3.14; 33: 669–674.
333. Rončević P., Pekarić-Nađ N., Milošev D. (1998): Different wheat genotypes reaction to the pulsating electromagnetic field (PEMF) simulation. Twentieth Annual Meeting tradewinds resort St. Pete Beach Florida, USA.
334. Rosentrater K.A, Todey D. and Persyin R. (2009): Quantifying Total and Sustainable Agricultural Biomass Resources in South Dakota – A Preliminary Assessment. *Agricultural Engineering International*, vol. 11, no. 1.
335. Roth G.W., Fox, R.H. (1990): Soil nitrate accumulations following nitrogen - fertilized corn in Pennsylvania. *J. Environ. Qual.*, 19: 243 – 248.
336. Rubel A., Rinne R.W. and Canvin D.T. (1972): Protein, oil and fatty acid in developing soybean seeds. *Crop Sci.* 12: 739-741.
337. Рољевић Светлана (2014): Продуктивност алтернативних стрних жита у систему органске земљорадње, Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Београд.
338. Saldana G., Puértolas E., Condón S., Alvarez I., Raso J. (2010): Inactivation kinetics of pulsed electric field-resistant strains of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in media of different pH. *Food Microbiol.* 27 (4): 550–558.
339. Salmerón M., Isla R., Cavero J. (2011): Effect of winter cover crops species and planning methods on maize yield and N availability under irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Res.*, 123: 89–99.
340. Salvia-Trujillo L., Morales-de la Peña M., Alejandra Rojas-Graü M., Martín-Belloso O. (2011): Microbial and enzymatic stability of fruit juice-milk beverages treated by high intensity pulsed electric fields or heat during refrigerated storage, *Food Control*, doi:10.1016/j.foodcont.2011.03.022, 22: 1639-1646.
341. Samuelsson A. (2015): Bioelectromagnetics for improved crop productivity: an introductory review with pilot study of pre-sowing treatment of tomato. First cycle, G2E. Alnarp: SLU, Department of Biosystems and Technology (from 130101), 13-22.
342. Samy C.G. (1998). Magnetic seed treatment. Influence on flowering, siliqua and seed characters of cauliflower. *Orissa Journal of Horticulture.* 26(2): 68-69.
343. Sands D.C., Morris C.E., Dratz E.A., Pilgeram A.L. (2009): Elevating optimal human nutrition to a central goal of plant breeding and production of plant-based foods. *Plant Sci* 177: 377-389.

344. Saulis G. (2010): Electroporation of cell membranes: the fundamental effects of pulsed electric fields in food processing. *Food Eng. Rev.* 2 (2): 52–73.
345. Savostin P.W. (1930): Magnetic growth relations in plants, *Planta*, 12(4): 327-335.
346. Schilling G. (1983): Genetic specificity of nitrogen nutrition in leguminous plants. *Plant Soil*, 72: 321-334.
347. Schlaghamersky J., Eisenhauer N., Frelich L.E. (2014): Earthworm invasion alters enchytraeid community composition and individual biomass in northern hardwood forests of North America. *Appl Soil* 83:159–169.
348. Schmidt P.E., Meredith P., Prytherch D.R., Watson D., Watson V., Killen R.M., Greengross P., Mohammed M.A., Smith G.B. (2015): Impact of introducing an electronic physiological surveillance system on hospital mortality, *BMJ Qual Saf.* doi:10.1136/bmjqs-2014-003073, 24(1):10-20.
349. Schmitt A.M., Lamb A.J., Randal W.G., Orf H.J. and Rehm W.G. (2001): In-season Fertilizer Nitrogen Applications for Soybean in Minnesota. *Agronomy J.*, 93:983-988.
350. Shckorbatov Y. (2014): The main approaches of studying the mechanisms of action of artificial electromagnetic fields on cell, *J. of Electrical & Electronic Systems*, 3(2).
351. Shine M.B., Guruprasad K.N., Anand A. (2011): Enhancement of germination, growth and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. *Bioelectromagnetics*. 32(6): 474-484.
352. Shorstkii I., Mirshekarloo M.S., Koshevoi E. (2017): Application of Pulsed Electric Field for Oil Extraction from Sunflower Seeds: Electrical Parameter Effects on Oil Yield, *Journal of Food Process Engineering*, doi. 10.1111/jfpe.12281; 40(1): 1-7.
353. Serdyukov Y. and Novitskii Y.I. (2013). Impact of weak permanent magnetic field on antioxidant enzyme activities in radish seedlings. *Russ. J. Plant Physiol.* doi:10.1134/S1021443713010068. 60: 69–76.
354. Silva D.J., Bassoi L.H., Rocha M.G., Silva A.O., Deon M.D. (2016): Organic and nitrogen fertilization of soil under „Syrah“ grapevine: effects on soil chemical properties and nitrate concentration. *Rev Bras Cienc Solo.* doi: 10.1590/18069657rbcs20150073.
355. Слијепчевић Ђ., Иванић М. (2013): Савремено промишљање еколошке политике уз остваривање одрживог развоја, *Научно-стручни часопис, СВАРОГ, UDK 330.34.2:001.892*, doi. 10.7251/SVR1307247S, COBISS.BH-ID 3946264, 247-263.
356. Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. (2012): No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till Res.* doi:10.1016/j.still.2011.10.015. 118: 66–87.
357. Sohrabi M., Rafii M.Y., Hanafi M.M., Akmar A.S.N., Latif M.A. (2012): Genetic diversity of upland rice germplasm in Malaysia based on quantitative traits, *The Scientific World Journal*, Article ID 416291, 9 pages, <http://dx.doi.org/10.1100/2012/416291>.
358. Solov'yov I.A., Schulten K. (2012): Reaction Kinetics and Mechanism of Magnetic Field Effects in Cryptochrome. *J. Phys. Chem.* doi:10.1021/jp209508y. 116: 1089–1099.
359. Soltani F., Kashi A., Arghavani M. (2006): Effect of magnetic field on *Asparagus originalis* L. Seed germination and seedling growth. *Seed Science and Technology*, 34 (2): 349-353.

360. Soriano-Martín M.L., Porrás-Piedra A., Porrás-Soriano A., Marcilla-Goldaracena I., and Porrás-Soriano M.L. (2005): Microwave oven as a clean technology for the eradication of fusariosis in melon. *Agron. Sust. Develop.*, 25: 417-423.
361. Spinu V.C., Albright L.D. (1998): Electrotechnology for water conditioning: a simulation model. *Acta Hort.*, 456: 283-290.
362. Starčević Lj., Latković D., Marinković B. (2003): Mineral nitrogen in the soil and its effect on corn yield. *Annales UMCS, Sec.E*, 58: 177-184.
363. Staykova M., Lipowsky R., Dimova R. (2008): Membrane flow patterns in multicomponent giant vesicles induced by alternating electric fields. *Soft Matter* 4 (11): 2168–2171.
364. Subas R., Singh A. (1994): Germination Responses of Fungal Spores to Magnetically Restructured Water, *Electro-and Magnetobiology* 13(3): 237-246.
365. Sudaric A., M. Vratarić, R. Sudar, T. Duvnjak and Z. Jurković (2008): Breeding soybean for improved oil quantity, and quality. 4<sup>th</sup> Central European Congress on food and 6<sup>th</sup> Croatian Congress of food technologies, biotechnologies and nutrition, pp.149-154.
366. Sugiyama A., Ueda Y., Zushi T., Takase H., Yazaki K. (2014): Changes in the bacterial community of soybean rhizospheres during growth in the field. *PLoS One* 9(6):e100709. doi:10.1371/journal.pone.0100709.
367. Supradip Saha, Ved Prakash, Samaresh Kundu, Narendra Kumar, Banshi Lal Mina (2008): Soil enzymatic activity as affected by long term application of farm yard manure and mineral fertilizer under a rainfed soybean–wheat system in N-W Himalaya *European Journal of Soil Biology* 44(3): 309–315.
368. Szczes, A., Chibowski, E., Holysz, L., Rafalski, P. (2011): Effects of static magnetic field on electrolyte solutions under kinetic conditions. *The Journal of Physical Chemistry A*, Vol .115, pp. 5449-5452, In: Aladjadjiyan, Anna (2012): *Physical Factors for Plant Growth Stimulation Improve Food Quality, Food Production - Approaches, Challenges and Tasks*, Prof. Anna Aladjadjiyan (Ed.), ISBN: 978-953-307-887-8, InTech, doi. 10.5772/32039.
369. Шарић Т., Муминовић Ш. (1998): Специјално ратарство, Универзитет у Сарајеву, ISBN 9958-765-0-4, UDK 631.1:633(075.8), стр. 198-210.
370. Šimon T., Czako A. (2014): Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizers on soil properties, *Plant Soil Environ.*, 60(7): 314–319.
371. Škevin D., Pospišil A., Kraljić K., Obranić M., Knezović N., Balać T. (2015): Chemical composition of crude soybean oil produced from new cultivars. *Proceedings, 50<sup>th</sup> Croatian and 10<sup>th</sup> Intern. Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia.* 324–328.
372. Шурлан-Момировић Гордана (1987): Генетичке и фенотипске корелације морфолошких и биохемијских особина различитих сорти соје *Glycine max* L. Merrill. *Пољопривредна знанствена смотра*, бр. 76-77, стр. 5-17.
373. Такас А., Gvozdencovic G., Marinkovic B., (2002): Effect of resonant impulse electromagnetic stimulation on yield of tomato and pepper. *Biophysics in agriculture production*, University of Novi Sad, Tampograf.
374. Taski-Ajdukovic K., Djordjevic V., Vidic M., Vujakovic M. (2010): Subunit composition of seed storage proteins in high-protein soybean genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)*, 45(7): 721-729.

375. Tan M., Xu J., Li F., Zhang C. (2014): Physiological mechanisms of improving rice (*Oryza sativa* L.) seed vigor through arc-tooth-shaped corona discharge field treatment, Australian J. of Crop Science 8(11): 1495-1502.
376. Tezuka M., Taira H., Igarashi Y., Yagasaki K., Ono T. (2000): Properties of tofus and soy milks prepared from soybeans having different subunits of glycinin. Jour Agric. Food Chem. 48: 1111-1117.
377. Tipler Paul (2004): Physics for Scientists and Engineers: Electricity, Magnetism, Light, and Elementary Modern Physics (5<sup>th</sup> ed.). W.H.Freeman. ISBN 0-7167-0810-8.
378. Тодоровић Д. (1955): Опште ратарство. Научна књига. Београд. – цитирао Ковачевић Д. (2003): Опште ратарство. Пољопривредни факултет, Београд.
379. Trap J., Bonkowski M., Plassard C., Villenave C., Blanchart E. (2016): Ecological importance of soil bacterivores for ecosystem functions J Plant and soil, 398(1):1-24.
380. Trinsoutrot I., Recous S., Mary B., Nicolardot B. (2000): C and N fluxes of decomposing <sup>13</sup> C and <sup>15</sup> N *Brassica napus* L.: effects of residue composition and N content Soil Biol. Biochem., 32: 1717–1730.
381. Убавић М., Богдановић Д. (1995): Агрохемија. Нови Сад, Пољопривредни Факултет.
382. Uquiche Edgar; Jeréz Marcia; Ortíz Jaime (2008): Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellana* Mol), Innovative Food Science & Emerging Technologies, doi:10.1016/j.ifset.2008.05.004, 9(4): 495–500.
383. Ursache M., Mindru G., Creangă D.E., Tufescu F.M., Goiceanu C. (2009): The effects of high frequency electromagnetic waves on the vegetal organisms, Rom. Journ. Phys., Bucharest, 54(1–2): 133–145.
384. Ustun A., Allen F.L., English B.C. (2001): Genetic progress in soybean of the U.S. Midsouth, Crop Sci 41: 993–998.
385. Vakharia D.N., Davariya R.L., Parameswaran M. (1991): Influence of magnetic treatment on groundnut yield and yield attributes. Indian Journal of Plant Physiology, 34(2): 131-136.
386. Valinejad M., Sekineh V., Mehran A. (2013): Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality, International journal of engineering and advanced technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume 3.
387. Vanderstraeten J. and Burda H. (2012): Does magnetoreception mediate biological effects of power-frequency magnetic fields? Sci. Total. Environ. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.08.071, 417: 299–304.
388. Varco J.J. (1999): Nutrition and fertility requirements. In L.G. Heatherly and H.E. Hodges (ed.) Soybean production in the mid-south. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 53-70.
389. Vashisth A., Nagarajan S. (2008): Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Bioelectromagnetics doi:10.1002/bem.20426; 29: 571–578.
390. Vashisth A., Nagarajan S. (2010): Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. J. Plant Physiol. doi:10.1016/j.jplph.2009.08.011; 67: 149–156.

391. Vasilevski G. (2003): Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. *Bulgarian Journal of Plant Physiology (Special Issue)* doi: <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.5.1-12>. pp. 179-186.
392. Васин Ј. (2008): Стање плодности земљишта Војводине. Поглавље у монографији: Ђубрење у одрживој пољопривреди, (ур. Манојловић М.), Пољопривредни факултет Нови Сад, 2008 ISBN 978-86-7520-144-1, стр. 45-53.
393. Васић М. (2013): Повећање агробiodиверзитета у системима одрживе пољопривреде, Зборник реферата II Отворени дани бiodиверзитета, Органска производња и бiodиверзитет, Институт "Тамиш" Панчево, стр. 49-65.
394. Velkoski S., Kotevski G., Zlateva – Velkoska Gordana, Mardirossian G. (2005): Effect of the electromagnetic radiation on the cell function and protection with BIO-SPH, Research Center "Soncev Zrak"–Skopje, Macedonia; June 2005, [www.soncevzrak.com](http://www.soncevzrak.com).
395. Veselinov B., Golub M., Višković M., Bojić S., Đatkov Đ., Martinov M. (2012): Investigation of total and available yield of soybean residues, 2011 and 2012 *Contemporary agricultural engineering* UDK: 621.979:633.31; 38(3): 277-286.
396. Vian A., Davies E., Gendraud M., Bonnet P. (2016): Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields, *Bio Med Research International*, Article ID 1830262, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1830262>, p.13
397. Vidic M., Hrustic M., Jockovic D., Miladinovic J., Tatic M., Balešević- Tubic S. (2003): Soybean varietal trials in 2002. *Proceedings of XXXVIII Agronomists Seminar*: 129-139.
398. Видић М., Хрусић Милица, Миладиновић Ј., Ђукић В., Ђорђевић В. (2008): Анализа сортних огледа соје у 2007 години. Зборник радова Институт за ратарство и повртарство Нови Сад, 45: 141-151.
399. Volkov A.G. (Ed.) (2006): *Plant electrophysiology: theory and methods*. Springer, Berlin.
400. Vollmann J., Fritz C., Wagentristl H. and Ruckenbauer P. (2000): Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *J Sci Food Agric* 80: 1300-1306.
401. Voriskova J., Baldrian P. (2012): Fungal community on decomposing leaf litter undergoes rapid successional changes. *ISME J* 7: 477–486
402. Вучић Н., Бошњак Ђ. (1980): Потенцијална евапотранспирација соје у климатским условима Војводине. *Архив пољ. науке* 41. 144: 569-575.
403. Wagg C., Bender S.F., Widmer F., van der Heijden M.G.A. (2014): Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proc Natl Acad Sci USA* 111: 5266–5270.
404. Walker T.S., Bais H.P., Halligan K.M., Stermitz F.R., Vivanco J.M. (2003): Metabolic profiling of root exudates of *Arabidopsis thaliana*. *J Agric Food Chem.* doi:10.1021/jf021166h; 51(9): 2548–2554.
405. Walter Lopez H, Leenhardt F., Coudray C., Remesy C. (2002): Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition? *Internat Jou. Food Sci Technol*, 37: 727-739.
406. Wang K.H., Hooks, C.R.R. & Marahatta, S.P. (2011): Can using a strip-tilled cover cropping system followed by surface mulch practice enhance organisms higher up in the soil food web hierarchy? *Applied soil ecology* 49: 107-117.



407. Watve M.G., Tickoo R., Jog M.M., Bhole B.D. (2001): How many antibiotics are produced by genus *Streptomyces*? *Arch Microbiol*;176: 386-90.
408. Weiner J., Griepentrog H.W., Kristensen L. (2001): Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity, *Journal of Applied Ecology*, British Ecological Society, 38: 784-790.
409. Wezel A., Casagrande M., Celette F., Vian F., Ferrer A. and Peigné J. (2014): Agroecological practices for sustainable agriculture. A review *Agronomy for sustainable development*, 34(1): 1-20.
410. Wiebold W.J., Ashley D.A., Boerma H.R. (1981): Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinate soybean cultivars. *Agronomy J.* 73:43-46.
411. Williams, R.E. (1992): The Schumann Resonance: A Global Tropical Thermometer, *Science, New Series*, 256(5060): 1184-1187.
412. Xu L.H., Jiang Y, Li W.J., Wen M.L., Li M.G., Jiang C.L. (2005): *Streptomyces roseoalbus* sp. nov., an *Actinomycete* isolated from soil in Yunnan, China. *Antonie Van Leeuwenhoek*; 87: 189-94.
413. Yamabhai M., Chumseng S., Yoohat K., Srila W. (2014): Diverse biological effects of electromagnetic-treated water. *Homeopathy*. doi:10.1016/j.homp.2013.11.00; 103(3):186-92.
414. Zhao W., Yang R.J., Zhang H.Q. (2012) Recent advances in the action of pulsed electric fields on enzymes and food component proteins. *Trends Food Sci. Technol.* 27 (2): 83–96.
415. Zhang X., Huang G., Bian X., Zhao Q. (2013): Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere, *Plant Soil Environ.*, 59(2): 80–88.
416. Zhang J., Ge Y., Han F., Li B., Yan S., Sun J., Wang L. (2014): Isoflavone Content of Soybean Cultivars from Maturity Group 0 to VI Grown in Northern and Southern China, *J Am Oil Chem Soc.* doi: 10.1007/s11746-014-2440-3, 91(6): 1019–1028.
417. Žilic S., Hadžitašković Šukalović V., Srebric M., Dodig D., Maksimović M., Mladenović Drinić S. and Crevar M. (2009): Chemical compositions as quality parameters of ZP soybean and wheat genotypes. *Genetika* 41 (3): 297-308.
418. <http://faostat.fao.org>
419. <http://www.serbiaorganica.info/>

## 9. Прилог



Слика 1. Предсетвена припрема семена соје за стимулацију са ПЕМП



Слика 2. Стимулација семена соје са ПЕМП  
(френквенције 15 Hz, експозиције 30 минута)

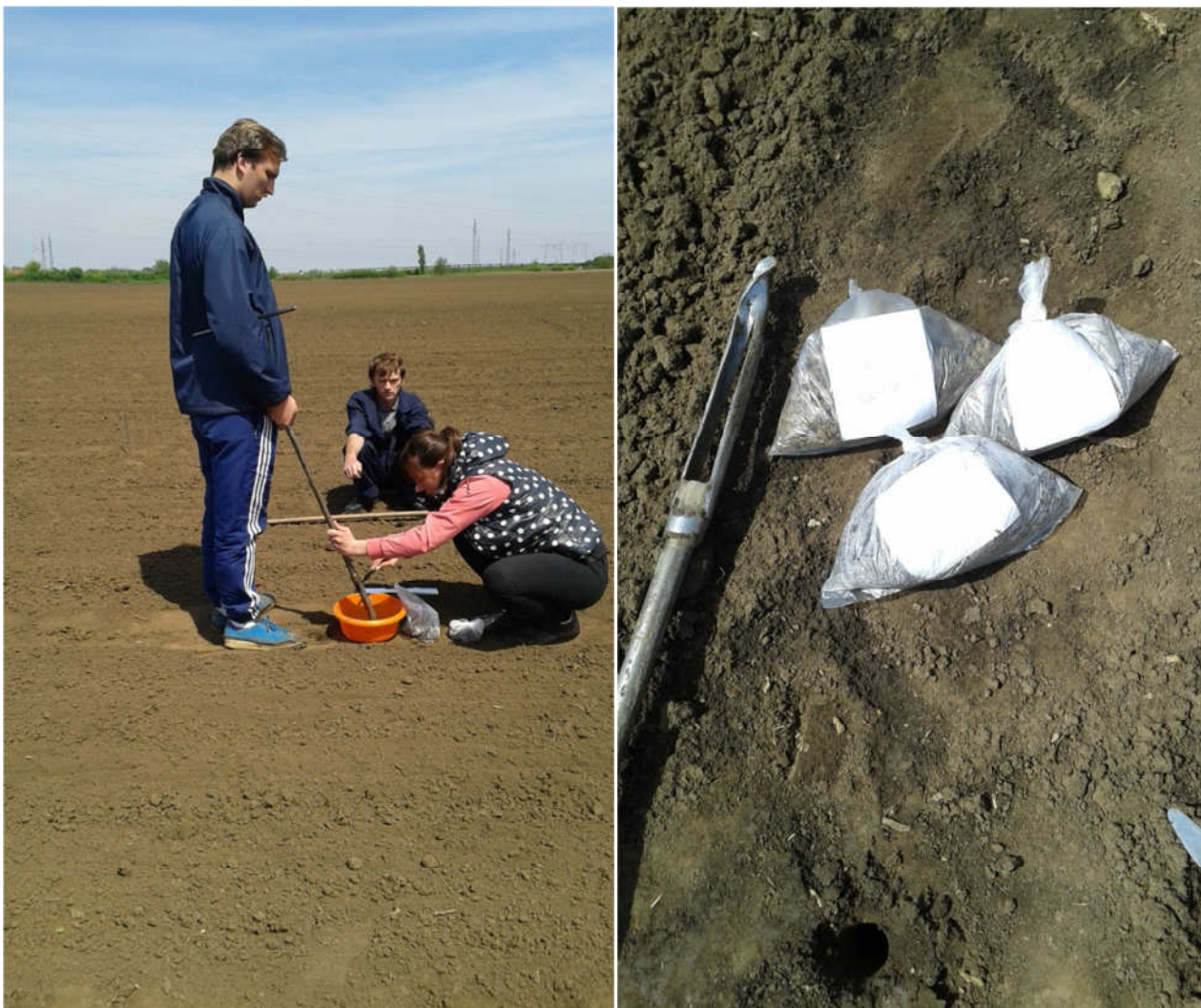


Слика 3. Ђубрење огледне парцеле гранулираним живинским стајњаком





Слика 4. Инкорпорација микробиолошког ђубрива „ЕМ Актив-а“ леђном прскалицом



Слика 5. Узимање узорака за одређивање агрохемијских особина земљишта и количине лакоприступачних облика минералног азота пре сетве





Слика 6 и 7. Сетва са специјалном сејалицом марке Wintersteiger



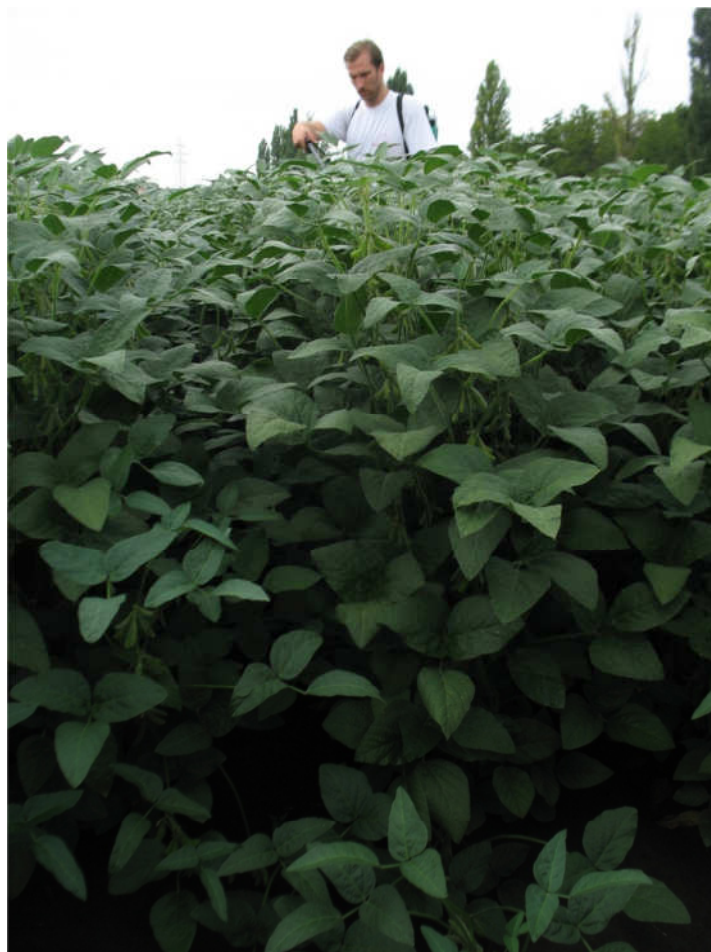


Слика 8 и 9. Уједначено ницање соје



Слика 10 и 11. Први фолијарни третман у фази цветања соје





Слика 12 и 13. Други фолијарни третман у фази формирања махуна соје



Слика 14 и 15. Видљива разлика у висини и бујности хабитуса биљака са фолијарним третманом у односу на контролу





Слика 16 и 17. Узимање узорака за биогеност земљишта



Слика 18 и 19. Изглед корена соје: 1. Контрола без третмана семена са ПЕМП; 10. Контрола са третманом семена са ПЕМП; 9. Ђубрење са 1300 kg/ha + 2 фолијарна третмана без стимулације семена са ПЕМП; 18. Ђубрење са 1300 kg/ha + 2 фолијарна третмана + стимулација семена са ПЕМП





Слика 20 и 21. Жетва со





Слика 22, 23 и 24. Узимање узрака за одређивање агрохемијских особина земљишта после жетве



Слика 25 и 26. Снопови узоркованих биљака за испитивање морфолошких особина

## Биографија аутора

Марија Цвијановић дипл. инж. рођена је 30.05.1987. године у Београду. Године 2006. уписала је Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, Одсек за заштиту биља и прехранбених производа. На основним академским студијама дипломирала је јула 2012. године, са оценом 10. Тема дипломског рада била је из области опште фитофармације „Испитивање ефикасности и фитотоксичности препарата Lancelot 450 WG (аминопироли + флорасулам) за сузбијање корова у пшеници (предмет: Општа фитофармација).

У октобру 2012/2013 године уписала је докторске академске студије на Пољопривредном факултету, Универзитета у Београду на студијском програму Пољопривредних наука, Одсека за Ратарство и повртарство са опредељењем ка одрживој производњи.

Научно звање истраживач-сарадник стекла је 09.11.2016. године решењем од стране Научног већа Института за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“ у Београду.

Од 17.12.2012. године, запослена је са пуним радним временом у Компанији Дунав осигурања а.д.о. у Београду.

До сада, као аутор и коаутор, објавила 19 научних радова и саопштења у следећим категоријама: М20 – 2 рада, М30 – 7 радова, М50 – 3 рада, М60 – 7 радова.



Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписана **Марија Цвијановић**

Број индекса **RA10/12**

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**ЕФЕКАТ НИСКОФРЕКВЕНТНОГ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ПОЉА И  
БИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ НА ПРИНОС И КВАЛИТЕТ СЕМЕНА  
У ОДРЖИВОЈ ПРОИЗВОДЊИ СОЈЕ**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.04.2017. године

---

Прилог 2.

## **Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације**

Име и презиме аутора **Марија Цвијановић**

Број индекса **RA10/12**

Студијски програм: **Пољопривредне науке, модул: Ратарство и повртарство**

Наслов докторске дисертације: **Ефекат нискофреквентног електромагнетног поља и биолошких компоненти на принос и квалитет семена у одрживој производњи соје**

Ментор: **др Душан Ковачевић, редовни професор**

Потписана **Марија Цвијановић**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.04.2017. године

---

## Прилог 3.

### Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**ЕФЕКАТ НИСКОФРЕКВЕНТНОГ ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ПОЉА И  
БИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ НА ПРИНОС И КВАЛИТЕТ СЕМЕНА  
У ОДРЖИВОЈ ПРОИЗВОДЊИ СОЈЕ**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-ND)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

**Потпис докторанда**

У Београду, 27.04.2017. године

\_\_\_\_\_

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.