

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Владимир Миладиновић

**УТИЦАЈ ФОРМИРАЊА
АЗОТОФИКСИРАЈУЋИХ НОДУЛА НА
МОРФОЛОШКЕ ОСОБИНЕ, ПРИНОС И
КВАЛИТЕТ СЕМЕНА СОЈЕ**

Докторска Дисертација

Београд, 2021.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Vladimir Miladinović

**EFFECT OF FORMATION OF NITROGEN-
FIXING NODULES ON SOYBEAN
MORPHOLOGICAL TRAITS, YIELD AND
SEED QUALITY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021.

Ментор:

Др Зора Дајић-Стевановић, редовни професор
Универзитет у Београду
Пољопривредни факултет

Чланови комисије:

Др Владан Угреновић, виши научни сарадник
Институт за земљиште у Београду

Др Илинка Пећинар, ванредни професор
Универзитет у Београду
Пољопривредни факултет

Др Драгосав Мутавцић, научни сарадник
Универзитет у Београду
Институт за мултидисциплинарна истраживања

Др Биљана Кипровски, виши научни сарадник
Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду

Датум одбране:

ЗАХВАЛНИЦА

Изузетну захвалност дугујем свом ментору, проф. др Зори Дајић-Стевановић, за огромно поверење и стрпљење у сваком тренутку рада на докторској дисертацији. Захвалан сам на изванредном менторству, усмеравањима и помоћи, јер је подршка ментора, била пресудна за успешну реализацију ове докторске дисертације.

Великом захвалност дугујем професорима и асистентима са катедере за агроботанику Пољопривредног факултета.

Посебно желим да се захвалим проф. др Илинки Пећинар, на огромној посвећености и несебичној подршци у сваком тренутку, а нарочито на помоћи при тумачењу резултата за метод Раманове спектроскопије.

Желим посебно да истакнем да сам немерљиву помоћ добио од младог асистента Стефана Колашинца, и не само да сам добио изванредног младог истраживача за сарадника, већ верујем да сам добио и пријатеља за цео живот.

Велику захвалност дугујем др Биљани Кипровски, са Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, чује је учешће у експерименталном делу рада на докторату, уз изванредне сугестије за писање дисертације, од изузетног значаја за успешну реализацију ове дисертације.

Желим да изразим велику захвалност др Владану Угреновићу, мом бившем директору у Институту Тамиш Панчево, на чијем огледном пољу сам урадио пољски оглед, јер без ангажовања др Владана Угреновића, оглед и дисертацију, не бих реализовао.

Велико задовољством желим да изразим др Драгосаву Мутавцићу, на помоћи при изради статистичких анализа, изванредним сугестијама и помоћи током целог периода израде докторске дисертације.

Захваљујем се др Маји Микулич Петровшек, са одељења за агрономију, Биотехничког факултета у Љубљани, на помоћи за израду анализа садржаја секундарних метаболита семена соје.

Захвалио бих се др Владимиру Филиповићу са Института за Лековито биље “Др. Јосиф Панчић”, на саветима и помоћи непосредно и након постављања пољског огледа, у мојој првој години рада на експерименту.

Захвалио бих се дипл. биол. Раденку Радошевићу на помоћи приликом израде анатомских препарата и раду у Микроскопској и Хистолошкој лабораторији.

Желим да се захвалим породици и пријатељима који су ми били огромна подршка у сваком тренутку рада на дисертацији, нарочито родитељи, сестра Анђелка, тетка Драгица, зет Ђура и пријатељ Влада.

Резиме:

У оквиру предмета ове докторске дисертације анализирани су анатомске, морфолошке и хемијске особине девет домаћих сорти соје из различитих група зрења. Као фактори који су имали утицај на испољавање праћених особина узети су сорта (ефекат генотипа) и инокулација. Сетва је вршена претходном инокулацијом (третман), и без инокулације (контрола), азотофиксираним бактеријама *Bradyrhizobium japonicum*. Упоредним испитивањем се показало да су највећи просечни принос по хектару (1516,7kg), као и највишу вредност за морфолошку особину висина биљке (89,72cm), имале биљке сорте Горштак из третмана, док су најнижу вредност приноса имале инокулисание биљке сорте Тријумф (1110,0 kg), што указује на превасходни утицај генотипа (сорта) на испољавање морфолошких особина.

По садржају протеина у семену, највишу вредност имала је биљка соје сорте Галеб из контроле (45,3 %). Док је најнижу вредност (40,7 %), имала биљке соје сорте Тријумф из третмана, што такође упућује на значај ефекта сорте на садржај протеина у семену.

Прегледом резултата површине ризобијум поља азотофиксираних нодула (анализом попречних пресека) просечно највишу вредност кроз цео вегетативни период развој биљке, имале су биљке соје из контроле, сорте Галина (10,41 mm²), и биљке соје сорте Сава из третмана (9,49 mm²), тј. ефекат сорте био је доминантан у испољавању разлика праћених морфо-анатомских особина нодула

Просечна маса нодула имала је тренд раста током онтогенезе биљака, а просечно највишу вредност за наведени морфолошки параметар, кроз цео вегетативни развој постигле су биљке соје сорте Сава из третмана (11,31 mg) За морфолошки параметар број нодула на корену соје, просечно највишу вредност кроз цео вегетативни период развоја биљке, постигле су инокулисание биљке соје сорте Дукаат (10,15), сорте Галина а (9,94) и сорте Сава (9,36), што указује на значајан утицај фактора инокулације на наведени параметар

Најзаступљенија изофлавоноиди у семену соје детектовани HPLC методом, су даидзин, од 859,5 µg/g до 2639,5 µg/g, сорте Принцеза и Горштак, односно ацетилгенистин, од 1576 µg/g до 2741,4 µg/g, сорте Галина и Галеб, респективно.

Раманова спектроскопија показала је да постоје разлике у интензитету трака Амидних I, II и III региона између сорти, као и применом инокулације

Анализом резултата ове докторске дисертације, показало се да доминантни утицај на посматране параметре имао фактор „сорта“, међутим, показало се да је и фактор „инокулација“ имао статистички значајан утицај на параметре: висина биљке, висина биљке до прве махуне, број нодула на корену соје, маса нодула на корену соје, површина ризобијум поља нодуле, као и површина нодула.

Кључне речи: соја, нодуле, азотофиксација, изофлавоноиди, протеини,

Научна област: Биотехничке науке

Ужа научна област: Ратарство и повртарство

УДК: 635.655:631.559(043.3)

Abstract:

The objectives of this doctoral thesis comprise an analysis of morphological, anatomical and chemical properties of the nine local soybean varieties of different maturity groups. The factors “variety” (genotype) and “inoculation” were studied. Sowing was performed with (the treatment) and without previous seed inoculation (the control) using N-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum*.

Comparative analysis showed that the highest yield per hectare (1516,7 kg/ha), and the highest plant height (89,72 cm) had the treated plants of the variety Gorštak, while the lowest yield values exhibited plants of the variety Trijumf (1110,0 kg/ha), indicating the influence of the genotype on expression of morphological traits.

The highest (45,3%) and the lowest seed protein content (40,7%) was determined for variety Galeb (control) and Trijumf (treatment) respectively, indicating the influence of the genotype on seed protein content variability.

The total overall surface of the rhizobium field of N-fixing nodules during entire vegetation period (studied using cross section method) was determined for the variety Galina of the control group (10,41 mm²) and variety Sava of the inoculated group (9,49 mm²), again demonstrating the influence of the genotypic variability.

The average nodule mass had the increasing trend during plant ontogenesis, where the highest values in the entire vegetation period were found for inoculated plants of the variety Sava (11,31 mg). The factor inoculation had a significant effect on the average nodule number formed on the soybean roots, where the the highest nodule numbers were obtained for inoculated plants of varieties Dukat (10,15), Galina (9,94) and Sava (9,36).

The most presented isoflavones in soybean seeds (determined by HPLC method) were daidzin, ranging from 859,5 µg/g to 2639,5 µg/g in varieties Princeza and Gorštak respectively, and the acetylgenistin, ranging from 1576 µg/g to 2741,4 µg/g in varieties Galina and Galeb, respectively.

Raman spectroscopy showed the differences in the bands intensity of the amide regions I, II and III of the protein fractions in soybean seeds as an effect of both studied factors, the genotype and inoculation.

Results of this dissertation indicated that the dominant influence on a range of studied parameters had the factor “variety”. However, the factor “inoculation” had significant effect on expression of different traits, including: plant height, plant height up to the first pod, nodule number and the nodule mass, total rhizobium field area, and the total nodule surface.

Keywords: soybean, nodules, nitrogen fixation, isoflavones, proteins

Scientific field: Biotechnical Sciences

Discipline: Field and Vegetable Crops

UDK: 635.655:631.559(043.3)

Садржај

| | |
|---|----|
| 1. Увод..... | 1 |
| 1.1 Историја гајења соје..... | 1 |
| 2. Теоријски део | 2 |
| 2.1 Морфолошке карактеристике и развиће вегетативних и репродуктивних органа..... | 2 |
| 2.2 Групе зрења соје..... | 5 |
| 2.3 Фазе развоја соје..... | 5 |
| 2.4 Агротехника производње соје | 6 |
| 2.5 Процес азотофиксације код соје..... | 8 |
| 2.6 Анатомска грађа нодула соје | 11 |
| 2.7 Хемијски састав и квалитет семена соје..... | 13 |
| 2.8. Секундарни метаболити соје | 14 |
| 3. Циљ и хипотезе истраживања..... | 16 |
| 4. Материјал и методе истраживања | 17 |
| 4.1. Биљни материјал и инокулат | 17 |
| 4.1.1. Биљни материјал | 17 |
| 4.1.2. Карактеристике инокулата изолата <i>Bradyrhizobium japonicum</i> | 17 |
| 4.2. Опис огледа | 17 |
| 4.2.1. Хемијска анализа земљишта | 17 |
| 4.2.2. Метеоролошки параметри..... | 18 |
| 4.2.3. Микробиолошка анализа земљишта | 18 |
| 4.2.4. Поставка и фазе огледа..... | 19 |
| 4.2.5. Анализа морфолошких параметара..... | 20 |
| 4.2.6. Морфо-анатомска карактеризација азотофиксаторних нодула током фенофаза развића соје..... | 20 |
| 4.2.7. Анализа хемијског састава семена | 21 |
| 4.2.8. Одређивање садржаја протеина и уља | 21 |
| 4.2.9. Одређивање садржаја укупних и појединачних полифенола | 21 |
| 4.2.10. Екстракција полифенолних једињења | 21 |
| 4.2.11. Одређивање садржаја појединачних полифенола..... | 22 |
| 4.2.12. Анализа хемијског састава семена применом Раманове спектроскопије | 22 |
| 4.3. Статистичка анализа | 23 |
| 5. Резултати истраживања и дискусија | 24 |
| 5.1. Морфолошке особине вегетативних и репродуктивних органа соје | 24 |
| 5.1.1. Висина биљке | 24 |
| 5.1.2. Висина биљке до прве махуне | 26 |

| | |
|--|-----|
| 5.1.3. Број бочних грана..... | 27 |
| 5.1.4. Број спратова | 29 |
| 5.1.5. Број махуна по биљци..... | 30 |
| 5.1.6. Маса махуна са семеном по биљци | 31 |
| 5.1.7. Маса семена по биљци без махуне..... | 33 |
| 5.1.8. Принос семена соје | 34 |
| 5.2. Хемијски састав семена соје | 37 |
| 5.2.1. Садржај уља у семену соје | 37 |
| 5.2.2. Садржај азота у семену соје | 39 |
| 5.2.3. Садржај протеина у семену соје | 40 |
| 5.3. Карактеризација и анализа варијансе протеина у семену соје применом Раманове спектроскопије | 43 |
| 5.4. Морфо-анатомска анализа нодула соје..... | 46 |
| 5.4.1. Број нодула на корену соје..... | 46 |
| 5.4.2. Анализа варијансе броја нодула на корену соје за све анализирани сорте | 53 |
| 5.4.3. Маса нодула на корену соје | 56 |
| 5.4.4. Анализа варијансе масе нодула на корену соје за све анализирани сорте | 63 |
| 5.5. Анатомске карактеристике нодула..... | 66 |
| 5.5.1. Површина ризобијум поља | 66 |
| 5.5.2. Анализа варијансе површине ризобијум поља за све анализирани сорте | 73 |
| 5.5.3. Површина попречног пресека нодула..... | 74 |
| 5.5.4. Анализа варијансе површине попречног пресека нодула за све анализирани сорте ... | 82 |
| 5.5.5. Дебљина унутрашње коре | 83 |
| 5.5.6. Дебљина плуте | 85 |
| 5.5.7. Дебљина спољашње коре (склеренхима)..... | 86 |
| 5.5.8. Број проводних снопића нодула..... | 87 |
| 5.6. Полифеноли у семену соје и ефекти на нодулацију | 89 |
| 6. Упоредна анализа резултата | 93 |
| 7. Закључци:..... | 97 |
| 8. Литература | 100 |
| Биографија аутора..... | 110 |
| ПРИЛОГ 1 | 112 |
| ПРИЛОГ 2..... | 130 |
| Изјава о ауторству..... | 138 |
| Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада..... | 139 |
| Изјава о коришћењу..... | 140 |

1. Увод

1.1 Историја гајења соје

Соја је гајена биљна врста која потиче из области Манџурије у североисточној Кини. Претпоставка је да је соја гајена вековима пре појаве података о томе у кинеским књигама које датирају из периода пре више од 2800 година пре наше ере (Morse et al., 1949). Из области Манџуије, соја се раширила и почела гајити на корејском полуострву и Јапану у периоду почетка нове ере, док се преношење соје у остали део Азијског континента одвијало у наредним вековима. Појава соје у Европи датира почетком 18. века. Донесена у Европу од стране ботаничара и путописаца, соја је гајена само у неколико ботаничких вртова у Холандији, Француској и Енглеској као потпуно нова врста, без употребне вредности (Hutmowitz, 1988). Преко Европе, соја је донета у Сједињене Америчке Државе средином 18. века, где је гајена на појединим пољопривредним газдинствима као нова врста, на малим површинама.

Пораст производње и површина под сојом у свету се десила у другој половини двадесетог века. Током шездесетих година 20. века, у свету је годишње просечно произвођено 28 милиона тона соје, а годишњи пораст производње, од 1961. до 2007. године, износио је 4,6 % на планетарном нивоу (Masuda, 2009). Тренд раста је настављен тако да је 2019. године светска производња износила 360 милиона тона. Пораст укупног приноса директна је последица повећања површина, која је педесетих година 20. века износила 15 милиона хектара, да би 2019. године соја гајена на 127,8 милиона хектара (USDA, 2021).

Државе са највећим површинама и укупном производњом соје, налазе се на северном и јужном америчком континенту и то су САД, Бразил и Аргентина. По подацима USDA (2021), соја је у САД гајена на 33,4 милиона хектара, са укупним производњом од 114,7 милиона тона. Бразил је под сојом имао површине од 38,9 милиона хектара и пожњевених 138 милиона тона соје. Са површином од 16,4 милиона хектара и производњом од 46,2 милиона тона, Аргентина је на трећем месту у свету (USDA, 2021).

До половине 20. века највеће површине под сојом у свету имала је Кина, када су примат преузеле САД. Кина има највишу годишњу производњу у Азији у 2021 години, а четврта је у свету са 19,6 милиона тона на 9,8 милиона хектара. Индија гаји соју на већој површини од Кине, тачније на 12,7 милиона хектара, али због нижег просечног приноса, укупна производња у 2021. години износила је 10,45 милиона тона (USDA, 2021).

Производња соје у Европи чини 1-2 % укупне светске производње соје (Миладиновић и сар., 2008). Русија са 4,3 милиона тона на 2,7 милиона хектара и Украјина са 3 милиона тона соје на 1,4 милиона хектара представљају највеће произвођаче у Европи (USDA, 2021).

Гајење соје у Војводини датира почетком 19. века, на врло малој површини са ниским приносом, што доводи до престанка производње. Поновна производња соје у нашој земљи се везује за почетак прошлог века, на површинама величине од неколико стотина до неколико хиљада хектара. Изражено повећање производње дешава се током осме деценије 20. века, када се по подацима статистичког годишњака СР Југославије, соја у појединим годинама гаји и на површинама већим од 100 хиљада хектара. По подацима статистичког годишњака Републике Србије у периоду од 2017 до 2021. године, површине под сојом у Србији на годишњем просеку приближно износе 200 хиљада хектара.

(<https://www.stat.gov.rs/sr-cyrl/publikacije/?d=2&r=>)

2. Теоријски део

2.1 Морфолошке карактеристике и развиће вегетативних и репродуктивних органа

Вегетативни органи

Соја (*Glycine max* (L.) Merr.) је једногодишња зељаста биљка из фамилије *Fabaceae*. Соја има осовински коренов систем који се састоји од примарног корена (главни корен) и латералних (бочних) коренова (Fenta et al., 2014). Корен соје, у односу на друге махунарке, има већу моћ усвајања минералних материја из земљишта. Сојеви бактерија *Bradyrhizobium japonicum* формирају нодуле или квржице на корену соје и живе у симбиози са биљком. Бактерије имају способност фиксације атмосферског азота у амонијачни облик, који је доступан биљкама. Биљке заузврат снабдевају бактерије са угљеним хидратима, углавном у облику малата, који за бактерије представља извор хране и енергије за фиксирање азота (Biswas и Gresshoff, 2014).

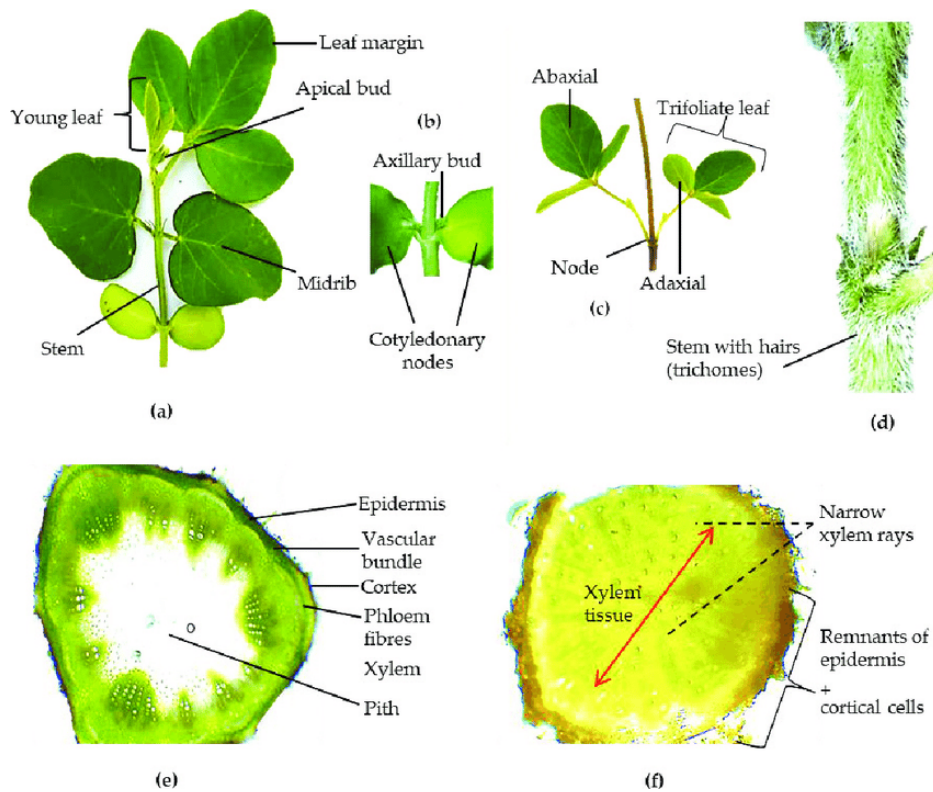
На развој кореновог система изразит утицај имају влага, текстурни састав земљишта, и температура (Glinski и Lipiec, 1990), уз датум сетве и начин обраде земљишта (Turman et al., 1995). Коренов систем соје нема уједначен раст и развиће, већ се одвија по фазама, које су директно везане са фазама развића надземног дела биљке (Mason et al., 1980).

Током раног, вегетативног развића биљке, првих двадесет дана развића, коренов сиситем соје се знатно интензивније развија у односу на њен надземни део. Период фазе цветања, у зависности од сорте и агроеколошких услова траје 10 до 15 дана, и одликује се најинтензивнијим порастом корена соје, а такође и надземног дела биљке, у односу на све остале фазе развоја. Током фазе развоја и раста махуна, 15 до 20 дана, наставља се развој кореновог система, али смањеним интензитетом у поређењу са развојем корена у фази цветања. Коренов систем у фази развоја и сазревања семена се развија значајно смањеним интензитетом, практично његов раст је завршен, осим што долази до секундарног дебљања на главном и бочним коренима (Kaspar, 1985).

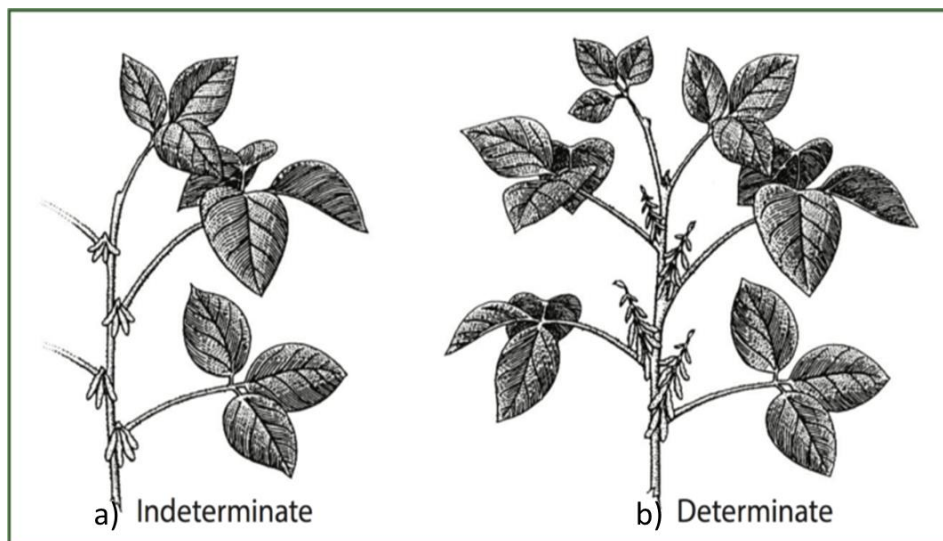
Стабло гајених сорти соје је усправног раста, чланковито, цилиндричног попречног пресека. Висина стабла креће се у распону од 40 до 150 cm. Бочне гране почињу да се развијају из коленца (нодуса) у основи стабла. На број бочних грана директно утиче густина сетве. При гушћој сетви, мањем размаку између биљака у реду, развија се мањи број бочних грана (Гламочлија, 2004).

Развој стабла почиње појавом изданака. Изданак износи два котиледона листића. Даље се на изданку развијају први прости листови (профилни), а затим и тропери, прави листови, из категорије средњих листова. Лист соје је сложене грађе, чини га лисна дршка са лиском издељеном на три овална, округла листића. На површини лиске налазе се ситне епидермалне длачице.

Према типу раста стабла соје разликујемо индетерминанти, детерминантни и полудетерминантни тип (Слика 1). Индетерминантни тип раста, одликује се по сталном присуству вегетационе купе на врху стабла, што указује да се након почетка цветања, наставља раст и развиће стабла. Сорте соје са детерминатним или завршеним типом раста, окончавају свој раст након почетка цветања. Сорте полудетерминантног типа се интензивније гранају и имају већу отпорност на полагање. У нашој земљи су у производњи заступљене сорте индетерминантног типа.



Слика 1. Приказ вегетативних органа соје а) Први тролист, б) Котиледони и пазушни пупољак, с) Тролиска, лице и наличје, д) Стабла са епидермалним длачицама, е) Попречни пресек стабла, ф) Попречни пресек корена (Mangena, 2018)

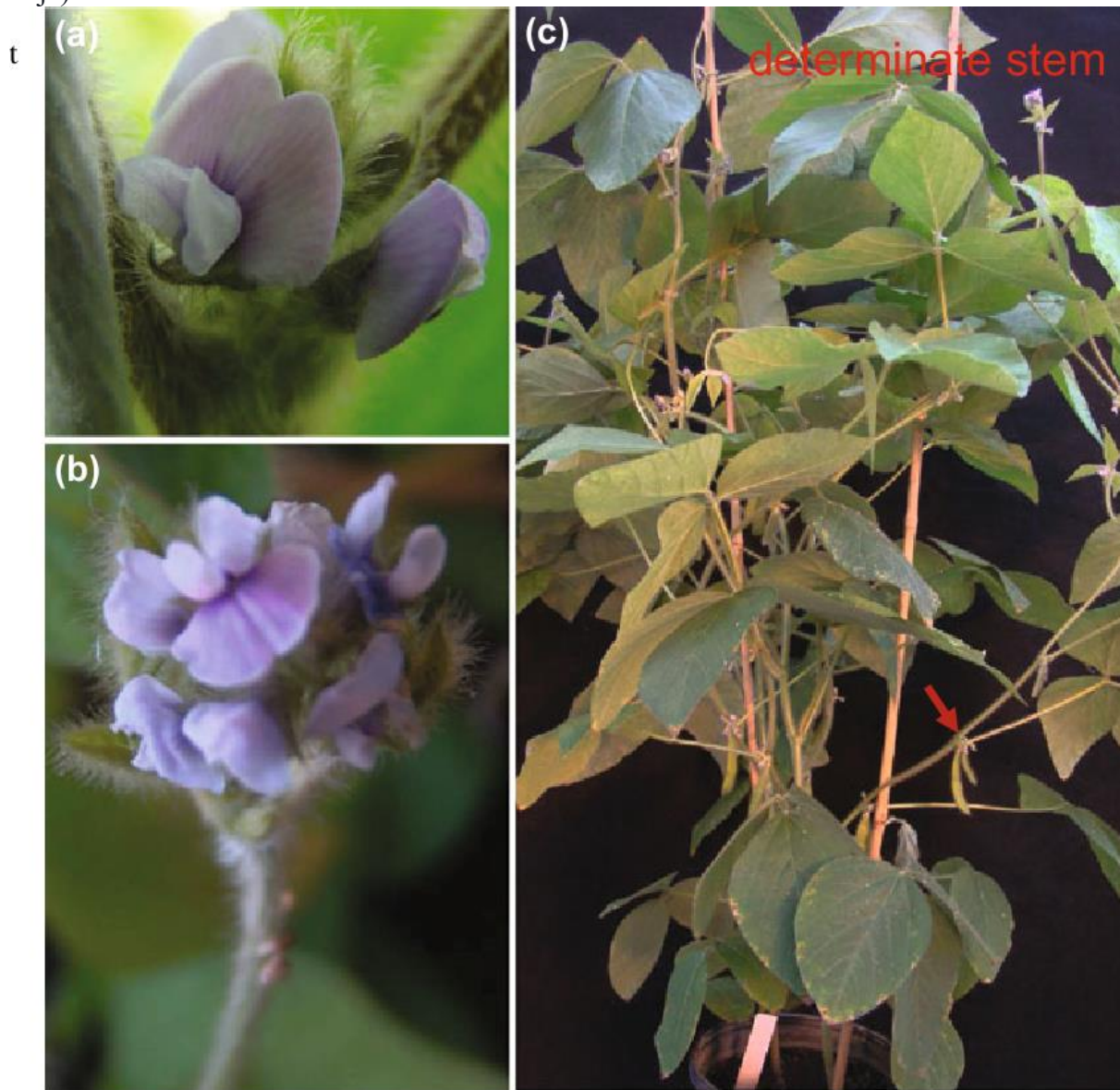


Слика 2. Приказ типа пораста соје а) индетерминантни и б) детерминантни.

(Извор: <https://extensionentomology.tamu.edu/resources/management-guides/managing-soybean-insects-in-texas/>)

Репродуктивни органи

Цветови се појављују на кратким изданцима у пазуху листова. Цвет је петоделан и двополан. Чашицу чини пет неједнаких листића. Боја крунице је бела или љубичаста. Круница садржи десет прашника, с тим да су девет срасли у прстен око тучка, а један преостали прашник је слободан и постављен је испод жига тучка, који је монокарпан (Miladinović и сар., 2008). Плод соје, као код свих врста фамилије *Fabaceae*, је махуна. Махуна се састоји од вишеслојног релативно танког перикарпа. Број семена по махуни варира од једног до пет, а највећи број махуна садржи три до четири семена. Боја махуне је тамно сива, смеђа. Број махуна по биљци, креће се од 10 до 300 (Гламочлија, 2004). Семе соје је овално лоптасто. Семе по апсолутној маси у просеку износи од 150 до 200 г/биљци. Семе је најчешће светло жуто, смеђе или сиве боје, али последњих година као резултат оплемењивачког рада, створене су и сорте обојеног зрна (зелене, браон и црне боје)



Слика 3. Приказ цвета соје позициониран на нодусу биљке (а) и терминално (б), биљка соје са махунама у развоју fac(Singh, 2017).

2.2 Групе зрења соје

Соја је биљна врста која показује изражену осетљивост на дужину дана. Дужина дана утиче на промену, тј. прелаз вегетативног у репродуктивну фазу развоја. На основу ове особине, установљено је 13 група зрења соје (Hartwig, 1973). Сорте соје које карактерише најкраће трајање вегетационог периода, прилагођене су условима најдужега дана и означавамо их са три нуле (000). Ове сорте прилагођене су областима већих географских ширина. Свака следећа група зрења има дужи вегетациони период и прилагођена је краћем трајању дана у односу на претходну. Сорте соје означене са две нуле (00), имају дужи вегетациони период и прилагођене су краћем периоду трајања дана од сорти (000), а краћи вегетациони период и прилагођеност дужем трајању дана у односу на групу зрења 0. За обележавање преосталих десет група зрења, употребљавају се римски бројеви од један до десет (I–X). Сорте соје из групе зрења X, имају најдуже трајање вегетационог периода и захтевају услове кратког дана. За ову групу зрења погодне су области мањих географских ширина.

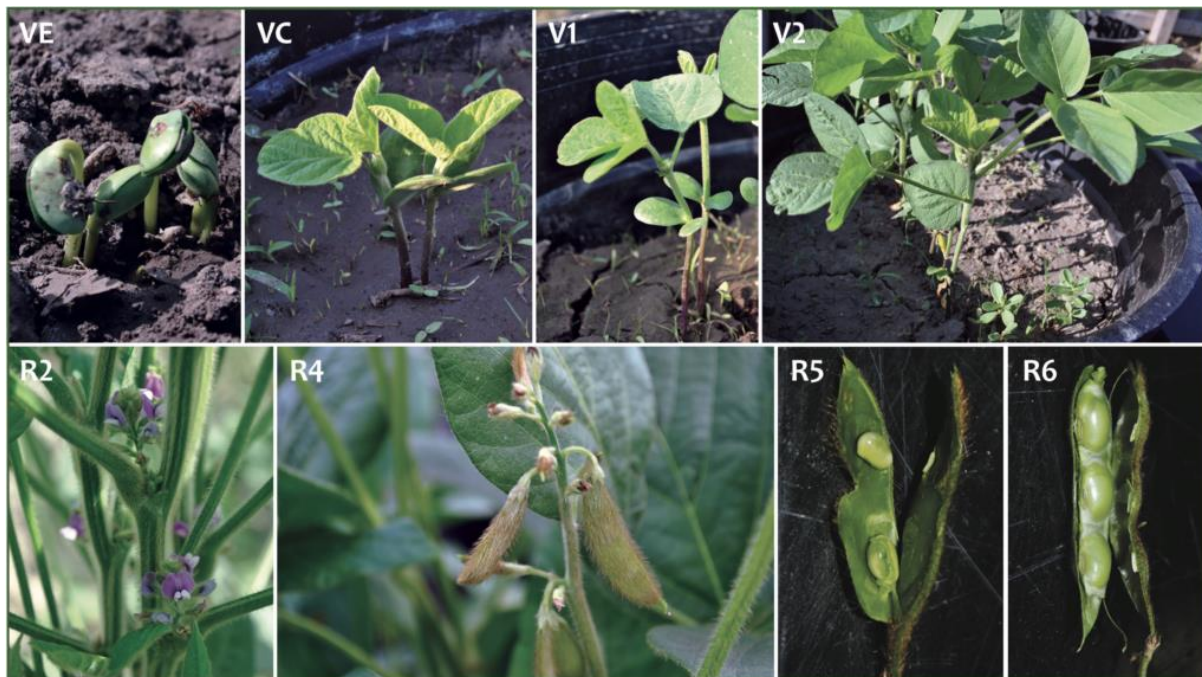
Ако у географском региону који погодује групи зрења II, гајимо соју групе зрења I, онда ће ова сорта имати краћи вегетациони период у односу на свој стандард, тј. на географску ширину за коју је прилагођена. То ће за последицу имати мањи принос. С друге стране, ако у овој области гајимо сорту групе зрења III, она ће имати дужи вегетациони период. Проблем може настати уколико се вегетациони период толико продужи да соја пре сазревања уђе у неповољан климатски режим, што ће опет довести до смањења приноса. Разлика у трајању вегетационог периода, тј. броју дана, између две суседне групе зрења гајене у области исте географске ширине, у просеку износи 10 до 18. Величина географског појаса на којој се гаји соја прилагођена за ту географску ширину, износи у просеку 200 km (Scott и Aldrich, 1983).

Подручје Војводине и централне Србије, највише погодује гајењу соје из I групе зрења. Такође се гаји и нулта група зрења, која је за наше подручје рана група, и II група зрења, која за нашу географску ширину спада у касну групу зрења. Трајање вегетације од ницања до пуне зрелости за 0, I и II групу зрења у нашим агроеколошким условима оквирно износи 110 до 120, односно 120 до 135, односно 135 до 145 дана. респективно. Трајање вегетационог периода условљено је агроеколошким условима, особинама саме сорте, и у зависности од поменутих фактора, може варијирати у односу на наведене периоде.

2.3 Фазе развоја соје

Биљка соје током своје вегетације пролази кроз вегетативну и генеративну фазу. Свака од фаза има неколико фенофаза. Фенофазе развоја соје су : клијање, ницање, развој листова, развој стабла, цветање, развој плода, сазревање плода и старење плода. Семе соје почиње да клија након бубрења, тј. када усвоји и до 1,5 пута већу количину воде у поређењу са масом семена, при температурама земљишта од 10 до 12 °C. Раст корена је у смеру дубине земљишта, а хипокотил износи котиледоне у смеру површине земљишта. Ницање соје представља почетак вегетативног развоја и представљено је појавом котиледона изнад површине земље. Ознака фазе ницања је VE. Слово V представља ознаку за вегетативну фазу (енг. vegetative), а слово E је ознака за ницање (енг. seedling emergence) (Fehr и Caviness, 1977). Зависно од услова, број дана за ницање соје креће се оквирно од 5 до 15. Када се изнад котиледона формира један пар првих простих листова, соја је у фази котиледона (енг. cotyledons), коју означавамо VC. Следећа фаза развоја почиње оног тренутка када се на нодусу изнад пара профилних простих листова, формира пар правих листова, и овај стадијум означавамо са V1 (Слика 2). Када се на следећем нодусу развије прави лист, то

представља стадијум V2, и тако редом додају се бројеви (3,4...) уз слово V, за сваки следећи нодус који носи праве листове (Fehr и Caviness, 1977).



Слика 4. Приказ фенофаза развоја соје. (Извор: <https://extensionentomology.tamu.edu/resources/management-guides/managing-soybean-insects-in-texas/>)

Соја гајена у Србији, по типу раста, спада у индетерминантни, што условљава да се вегетативни развој биљке одвија до краја вегетације, и упоредо са репродуктивним развојем, од тренутка када се ова два стадијума преклопе.

Означавање свих репродуктивних фаза развоја, вршимо словом R (енг. reproductive) (Fehr и Caviness, 1977). Почетак репродуктивне фаза развоја, представља се ознаком R1 и сматра се цветањем макар једног цвета на неком од нодуса. Затим следи стадијум пуног цветања, под ознаком R2, који траје од 5, па до 15 дана. Ознаком R3 означавамо фенофазу почетка образовања махуна, и за то је потребно да се образује махуна дужине 5 mmна бар једном од четири нодуса са потпуно формираним листовима. Током фазе R4 махуна достиже дужину 2 cm на једном од нодуса са потпуно формираним листовима. Током фазе R5 почиње стварање семена, да би у фенофази R6, поједине махуне у целости биле испуњене зрелим семеном. Период трајања фаза развоја R5 и R6 је од 7 до 21 дан, односно, од 9 до највише 30 дана. Биљка соје у фази R7 почиње да зри, по достизању боје зрелости бар једне оформљене махуне. Сматра се да је соја у фази развоја пуног зрења када боју зрелости оствари 95 % махуна.

2.4 Агротехника производње соје

Остваривање успешне производње соје, постизањем високих приноса, условљено је низом потребних услова. Пре свега, то су агроеколошки услови, затим одговарајући сортимент и квалитетно примењена агротехника (Роровић и сар., 2016).

Агротехничке мере примењујемо на основу вишегодишњег искуства и просечних вредности агроколошких фактора, типа земљишта, падавина, температура, ерозије. Примењене агротехничке мере морају бити економски исплативе.

На избор сорте највећи утицај имају агроколошки услови, тј, географска ширина. Треба бирати сорте соје чија група зрења је најпогоднија за гајење у том региону. Климатски и агроколошки услови, не могу се унапред знати, те стога се сеју бар две различите групе зрења, а можда и три. Ако у нашем подручју најбоље успева соја I групе зрења, поред ње се може сејати соја и II и 0 групе зрења, јер се може десити да климатски услови током године одударају од вишегодишњих просека, па ће погодвати некој од наведених група више него соји I групе зрења. Такође, било би пожељно да се из исте групе зрења, гаје бар две различите сорте соје. Разлог за то је што ниједна сорта соје није идеална у односу на ограничавајуће услове спољашње средине.

Препорука је да се соја гаји у плодореду, јер гајење у монокултури у вишегодишњем периоду може довести до континуираног пада приноса. Зрнене махунарке, сунцокрет и уљана репица, представљају групу лоших предусева за соју. Разлог је што су им узрочници болести исти. Добри предусеви за соју су стрна жита и шећерна репа, јер после њих не остаје пуно корова и земљиште бива добрих физичких особина (Гламочлија, 2004). Код нас, у Србији, а и у свету, чест предусев за соју је кукуруз. Ипак, кукуруз није најбољи предусев за соју, из разлога велике количине биомасе која остаје на пољу после жетве, а такође и одређених хербицида који имају продужено дејство, које по соју имају лош утицај. Постоје одређене агротехничке мере које се спроводе да би се неутралисао лош утицај кукуруза као предусева, а то су ситно сецкање биомасе при жетви, квалитена основна обрада, као и појачано ђубрење фосфором и калијумом (Гламочлија, 2004).

Соја је оцењена као добар предусев за велики број гајених усева у Србији. Добре стране су то што оставља земљиште обогаћено азотом и позитивно делује на структуру земљишта. Сматра се да је нарочито погодан предусев за кукуруз, јер посредно позитивно утиче на смањено присуство кукурузне златице и смањену закоровљеност усколисним вишегодишњим коровима (Гламочлија, 2004).

Остварење високих приноса, није могуће без потребне исхране соје одговарајућом количином минералних хранива. Време, начин и количина примењених хранива зависни су од агроколошких услова на терену, затим од квалитета и типа земљишта, планираног приноса, и снабдевености датог земљишта хранљивим елементима. Потребно је вршити редовну контролу плодности земљишта, јер резултати редовне контроле плодности нам говоре о снабдевености земљишта хранивима. Потребне количине макроелемената азота, фосфора и калијума да би биљка створила једну тону приноса у зрну и одговарајућу биомасу, износе 100 kg N, 25 kg P₂O₅, 53 kg K₂O (Franzen и Gerwing, 1997). Целокупну количину хранива потребног за соју по хектару, израчунавамо на основу расположивих количина у земљишту и приноса који циљамо да остваримо. Непосредно пред саму сетву соје, обавезна агротехничка мера која се врши је инокулација семена са бактеријама азотофиксаторима.

Велики део азота потребног за развој, биљка соја ствара у симбиози са квржичним бактеријама, азотофиксаторима. Током периода развоја соје, пре формирања нодула (оквирно првих 15 до 20 дана од ницања), соја узима потребан азот из земљишта. Зависно од услова средине, количине азота у земљишту, соја процесом азотофиксације обезбеђује од $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ потребног азота током целокупног вегетационог периода. Веома опрезно треба приступати са количином азота унетог у земљиште, јер велика количина азота, смањује број створених нодула, да би при унетих 90 kg/ha, довело до потпуног одсуства стварања нодула (Белић и сар, 1987). На земљиштима са ниским садржајем органске материје, која имају лошију структуру, и немају оптималну рН вредност за развој соје (оптималана рН вредност земљишта за развој соје је 6 - 7), примена веће количине азота од просечно коришћених количина, јесте потребна и може донети повећани принос.

На основну обраду земљишта пресудни утицај има предусев и тип земљишта. Када је предусев пшеница, одмах након жетве, треба љуштити стрњиште да би се унели жетвени остаци у земљу, сачувала влага и уништили корови. Затим почетком јесени или већ крајем лета, ради се дубоко орање, од 25 до 30 cm. Када је у питању кукуруз, од изузетног је значаја да жетвена биомаса буде добро уситњена и заорана до 30 cm, да би се квалитетно разложила у земљишту. За усев соје није неопходно вршити равнање земљишта након дубоког орања на јесен, јер ће отворене бразде усвојити веће количине зимских падавина.

Вршење предсетвене припреме обавља се у пролеће, и то у два наврата. Прва припрема се ради чим се за то укажу временске прилике током раног пролећа, а друга припрема се врши пред сетву, неколико дана раније.

Сетва соје је оптимална када сетвени слој земље постигне одговарајућу температуру, оквирно, 10 до 12 °C. На територији Србије, сетва соје на највећем проценту засејаних површина, обави се током априла месеца. Потребно је сорте соје које спадају у групу касностасних, сејати раније у односу на раностасне сорте. Разлог је што се каснијом сетвом касностасних сорти, скраћује њихов вегетациони период, и то може проузроковати нижи принос. Соја сејана у ређем склопу ће дати већи број бочних грана, док ће соја сејана гушће, имати већи број биљака по јединици површине. Раностасне сорте соје се сеју у гушћем склопу, са растојањем међу биљкама од 3 до 3,5 cm, док се касностасне сорте сеју на 5 до 5,5 cm растојања. Код нас се соја гаји на растојању између редова од 50 cm, ређе на растојању 45 cm (Tatić и сар., 2002). На нашим теренима погодна дубина сетве је на 4 до 5 cm, што је опет условљено влагом у земљишту и типом земљишта.

Током вегетације соје, потребно је пратити раст и развој и урадити одговарајућу негу усева. Корови се сузбијају хемијски и механички, а потребно је вршити контролу болести и штеточина, и евентуално вршити наводњавање усева (Specht et al, 2014).

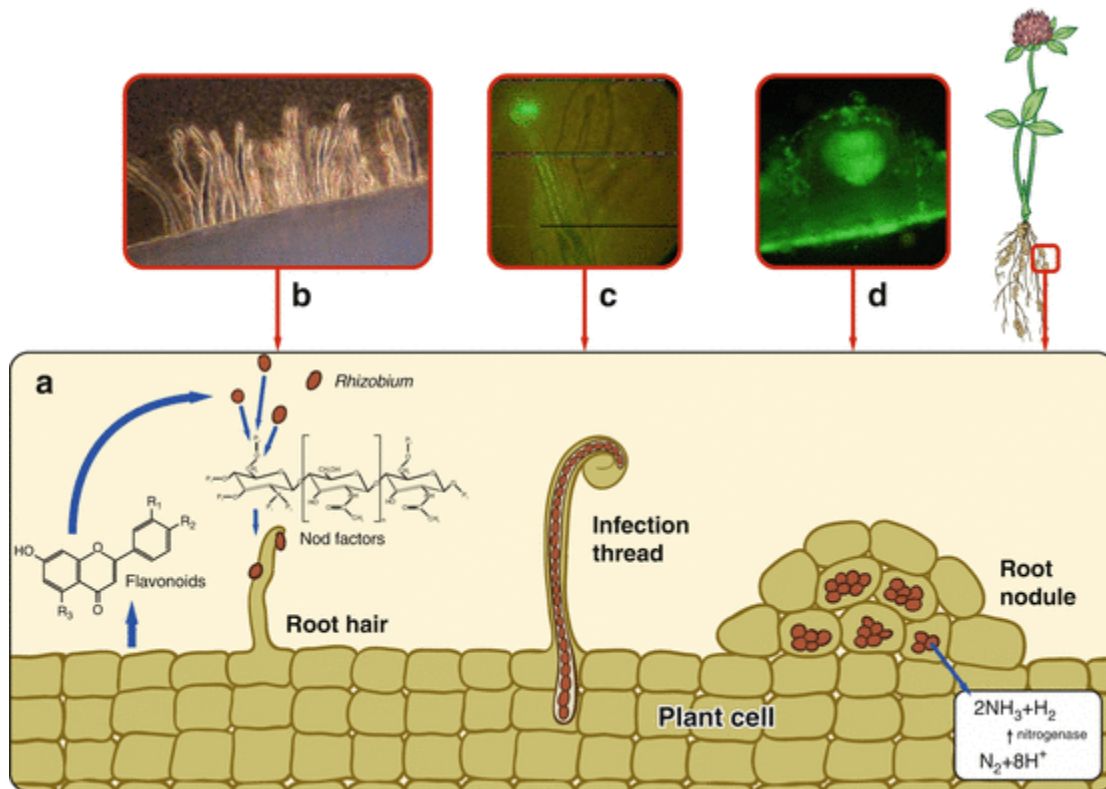
Жетва соје се врши кад семе постигне одговарајући проценат влаге, што је у просеку 13 – 14 %. Ако би се жетва вршила при већој влажности семена од наведене, дошло би до губитака због нагњеченог и оштећеног семена. С друге стране, жетва семена ниже влажности, доводи до губитака у приносу због пуцања махуна и расипања семена.

2.5 Процес азотофиксације код соје

Количина фиксираног азота од стране уљаних махунарки на годишњем нивоу се процењује на 18,5 милиона тона. Процена је да соја фиксира 16,4 милиона тона или 77% количине у односу на све уљане махунарке (Herridge et al., 2008).

Изградња симбиотског односа између корена соје и Грам-негативних бактерија *Bradyrhizobium japonicum* (*Nitrobacteraceae*), одвија се у више корака. Први корак представља међусобно препознавање биљке и бактерије. Биљка лучи у земљиште различите ексудате и једињења секундарног метаболизма, полифеноле (из групе изофлавона), и на тај начин утиче на промену хемијског и биолошког састава ризосфере. Коренски ексудати и полифеноли изофлавонони (генистеин, даидзеин, глицитеин и њихови глукозиди) врше сигналну улогу (Sugiyama et al., 2007). Изофлавонони ступају у контакт са бактеријама, када долази до дифузије изофлавона кроз мембрану бактерије (Слика 3). Изузетна особина бактерија из рода *Rhizobium*, је што имају способност да не буду препознати од стране биљке као потенцијални патогени (Zamioudis и Pieterse, 2012), тако да бактерије имају могућност да врше координацију инфекције коренских длака, формирања нодула и свих биохемијских и физиолошких процеса који се одвијају у успостављању симбиозе (Nadzieja et al., 2018). Најзначајнији чиниоци за успешно успостављање контакта између микроорганизама и биљке домаћина јесу Nod фактор бактерије и структура рецептора Nod фактора (NFR) биљке домаћина (Fernandez-Göbel et al., 2019). Гени *Rhizobium*-а,

укључени у препознавање биљних флавоноида су NodD, NodA, NodB и NodC (Sugiyama и Yazaki, 2012). Флавоноиди које је биљка излучила из корена, долазе у контакт са Nod протеином бактерије, затим долази до транскрипције бактеријских гена под контролом NodD протеина, да би потом бактерија произвела липоолигосахаридне сигнале, тј. Nod фактор (Del Cerro et al., 2019). Бактерија одговара покретањем Нод фактора, тј. производњом специфичних липохитоолигосахарида (Kondorosi, 2013). Бактерија помоћу Нод фактора врши инфекцију корена, тј. тачније, коренских длака. Да би бактерија инфицирала корен, потребно је да се формира инфективна нит, путем које бактерија пролази и инфицира коренску длаку (Gage, 2004).



Слика 5. Приказ успостављања симбиозе између биљке соје и бактерија из рода *Bradyrhizobium japonicum*. а) Лучење изофлавоноид у земљиште од стране корена биљке, б) Покретање НОД фактора од стране бактерије, ц) Инфекција коренске длаке бактеријама, д) Формирање нодуле (Skorupska et al., 2017)

На епидермалним ћелијама корена соје налазе се специфичне LisM рецептор киназе, које врше препознавање Нод фактора. При контакту са Нод фактором долази до сигналних каскада на генетичком и метаболичком нивоу (Charpentier и Oldroyd, 2013). Управо ова каскадна сигнализација изазива ћелијске деобе и повећање броја кортикалних ћелија корена у области где је извршена инфекција и започето образовање симбиотског апарата (Gage, 2004). Бактерије путем инфекције дубоко продиру унутар ћелијског зида и започиње образовање азотофиксираних нодула или квржице. Биљка и бактерије формирају структуру која се назива симбиозом и кога чине бактериоиди (умножене бактеријске ћелије које су измењене структуре ћелијског зида) обавијени перибактероидном мембраном (пореклом од биљних ћелија) (Oldroyd, 2011), да би се у наредном кораку формирао бактериоид и почела фиксација атмосферског азота (Jones, 2007). Биљка има потпуну контролу над симбиозом у размени хранљивих материја и одређењу свих метаболичких активности.

Бактерија и биљка заједнички стварају легхемоглобин, једињење које представља хемопротеин и које је заступљено је у бактериоиду у микромоларним концентрацијама. Са једне стране, легхемоглобин спречава денатурацију ензима нитрогеназе услед присуства атмосферског кисеоника, јер везује кисеоник и ствара аноксичне услове, а са друге стране омогућава ћелијско дисање бактерије, испоруком потребене количине кисеоника (Singh и Varma, 2017).

Врло битан процес, својство биљке домаћина је „ауторегулација нодулације“ (AON), јесте начин контроле процеса нодулације и размене сигнала између корена и изданка (Ferguson et al., 2018), биљка домаћин системски контролише све бихемијске и физиолошке процесе и раст нодула (Fernandez-Göbel, 2019).

Биолошку фиксацију врши металопротеин, ензим нитрогеназа (NG, EC 1.18.2.1.), који у азотофиксирајућој нодули каталише реакцију претварања атмосферског азота (N_2) у амонијачни облик (NH_3) у анаеробним условима (Yoshiki et al., 2013).

Поред других утицаја, на интензитет азотофиксације утиче присуство азотних хранива у ризоферној зони кореновог система соје и уопште примена азотних хранива. Биљка соје процесом азотофиксације обезбеђује део потребних количина азота, али за постизање високих приноса потребно је вршити прихрану азотним хранивима у оптималној мери (Taylor et al., 2005). Примена високе количине азотних хранива узрокује смањену вредност броја нодула на корену и утиче на смањен интензитет процеса азотофиксације (Laws et al., 2005; Ohyama et al., 2012; Saito et al., 2014). Више је претпоставки зашто азотна хранива, присутна у повишеној вредности, у зони корена, у форми нитратног јона (NO_3^-), амонијачног (NH_4^+), или урее, доводе до смањења активности ензима нитрогеназе. Према (Minchin et al., 1986; Carroll et al., 1987), до смањена активности ензима нитрогеназе долази, јер повишена вредност нитратних јона, доводи смањеног протока кисеоника унутар нодула, самим тим смањења количина кисеоника у нодулу, има за последицу смањењу респирацију бактериоида (Gogorcena et al., 1997; Gordon et al., 2002).

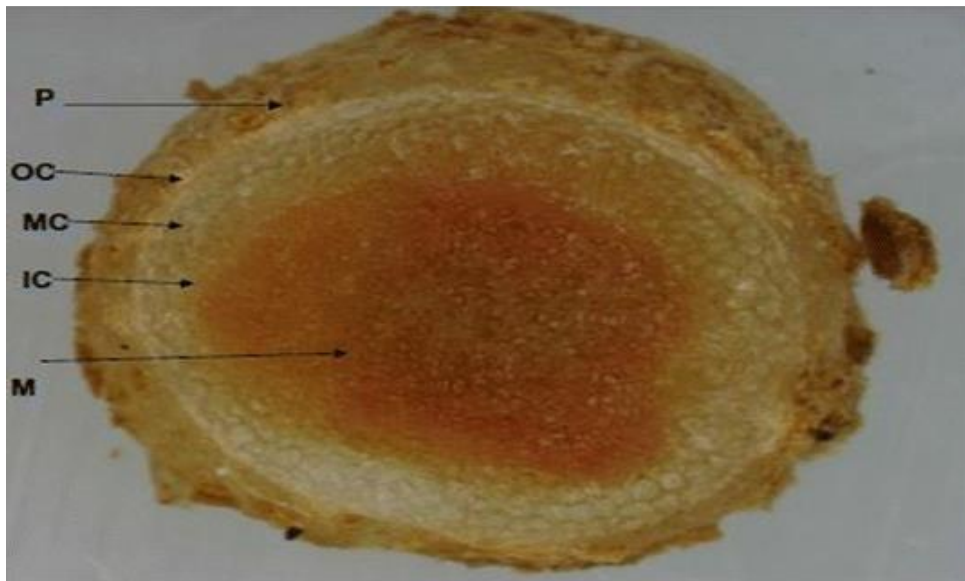
За активност ензима хидрогеназе, потребни су анаеробни услови, док је за обезбеђивање енергије за њену активност, оксидативну фосфорилацију, потребна висока количина кисеоника, с тога је на истом месту, унутар нодула, потребно обезбедити одговарајуће услове. Потребни услови постижу се истовременим образовањем кисеоничних баријера од стране густо збијених ћелија нодула и високим интензитетом дисања бактериоида (Vessey et al., 2005). У огледу Carroll et al. (1987), утврђено је да при повећању снабдевања нодула кисеоником од 21 % до 60 %, дошло до повећања активности ензима нитрогеназе. Према Fujikake et al. (2003), висока концентрација нитрата у зони корен, узроковала је да биљка смањи снабдевање нодула шећерима, што је довело до смањења развоја нодула и процеса азотофиксације.

Нодуле почињу да врше азотофиксацију када је биљка соје у фази V2 (две тролиске) до фазе V3 (три тролиске), и од тог периода се постепено број нодула на корену повећава, а самим тим количина фиксираног азота, до фенофазе R5 (почетак формирања семена), када достиже максимум (Lofton et al., 2017). Активна коренска нодула садржи легхемоглобин, што јој даје интензивно црвену боју (на попречном пресеку). Нодуле које су престале да врше фиксацију атмосферског азота, губе црвену боју и постају тамне. Нодуле нису активне током читавог циклуса раста и развоја соје. Просечно, нодула је активна 6-7 недеља. Биљка соје током свог животног циклуса успева да фиксира, у просеку, 58-68% потребног азота за раст и развиће, што је ставља на прво место по количини фиксираног азота у односу на све легуминозе (Perez et al., 2020). На смањен капацитет нодулације, смањен број нодула и количину фиксираног азота утиче висок садржај азотних хранива у земљишту преосталих од претходних усева, рН земљишта испод 5,7 или изнад 8,0; висока влажност земљишта или изузетно суво земљиште, гајење соје по први пут на пољу, где раније нису коришћене бактерије азотофиксатори *Bradyrhizobium japonicum*, и друго.

Феномен азотофиксације има велики практични значај, биљке које остварују овакву симбиозу имају повећан садржај азотом богатих једињења, пре свега, протеина, и тиме, веома важне нутритивне карактеристике. Механизам азотофиксације је веома комплексан, тако да нису до краја разјашњени интензитет и динамика нодулације у односу на разлике у генотиповима и врсти и концентрацији изофлавона, као сигналних молекула у овом типу симбиозе. Са друге стране, важно је размотрити и ефекте нодулације на испољавање различитих морфолошких особина и квалитета семена махунарки, у овом случају соје

2.6 Анатомска грађа нодула соје

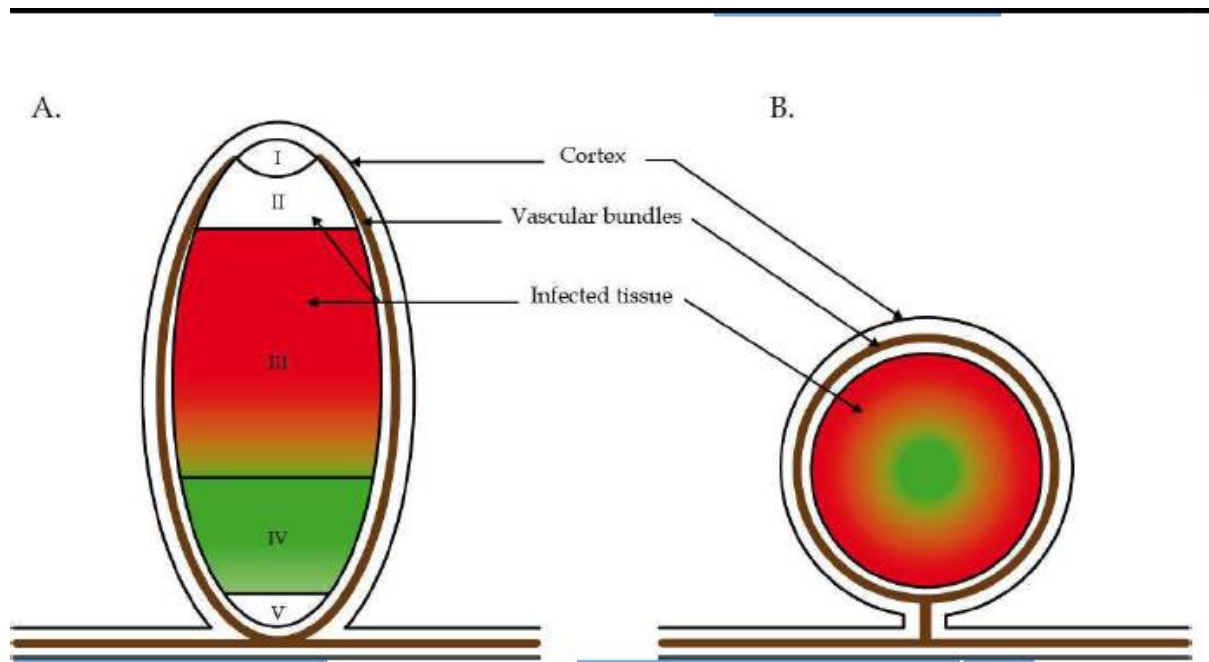
Нодуле на корену махунарки настају као производ симбиозе између бактерија из фамилије *Rhizobiaceae* и биљака из фамилије *Fabaceae* (Lewis et al. 2005). Непосредно након инфекције бактеријама, у кори корена образује се меристем нодула, који се убрзано дели на ћелије бактериоида, које заузимају централни део нодула, и расту и у каснијим стадијумима развића, и на паренхимске ћелије, које не улазе у састав бактериоида (Singh и Varma, 2017). Грађа свих азотофиксирајућих нодула представљена је бактеријама инфицираним ткивом у средишњем делу, на које се споља наслања васкуларно ткиво (Слика 8), окружено таквим слојем неинфицираних ћелија паренхима (Guinel, 2009). Активна нодула на корену махунарке је структурно подељен на три различите зоне (Слика 6), то су спољашња кора (екстерни кортекс), унутрашња кора (кортекс) и централна зона (ризобијум поље) (Dupont et al., 2012).



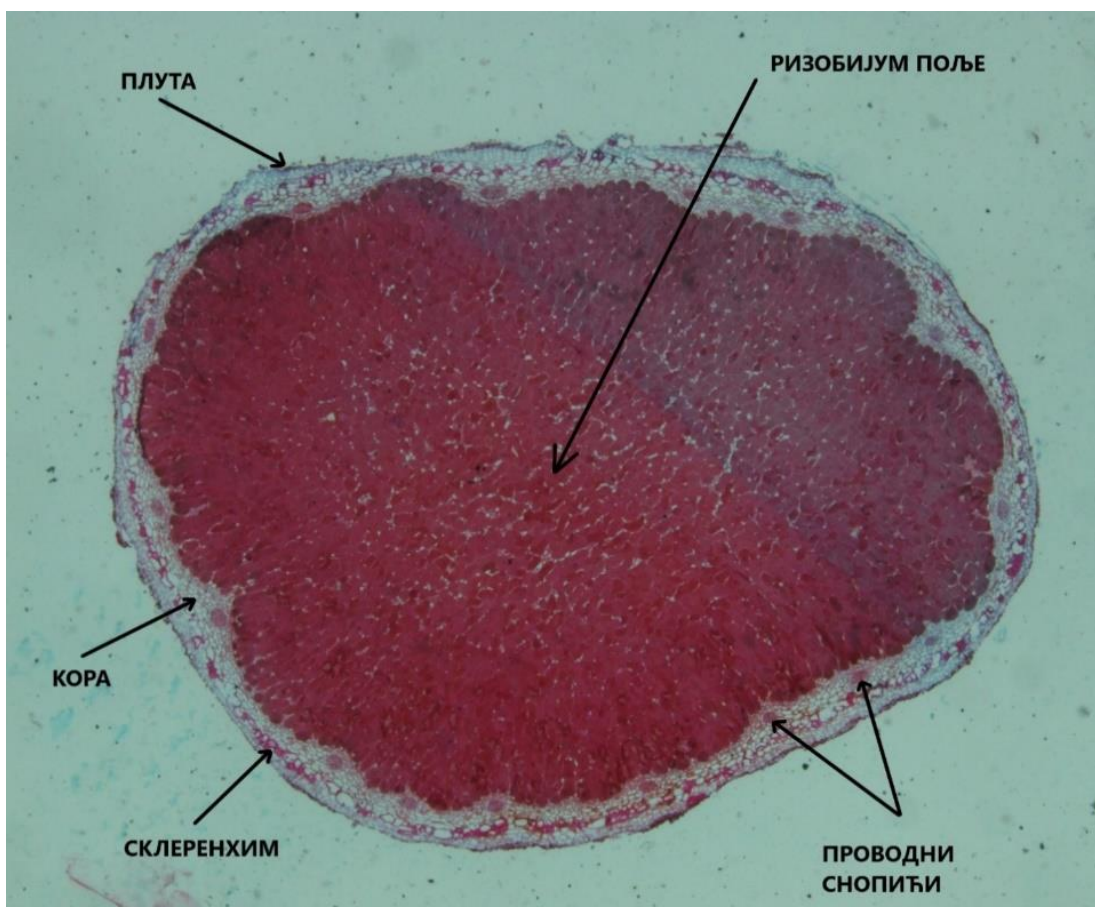
Слика 6. Медијални пресек свежег нодула биљке из фамилије *Fabaceae*. (P) перидермис, (OC) спољашња кора, (MC) средишња кора, (IC) унутрашња кора, (M) присуство легхемоглобина у инфицираном средишњем делу нодула (Kanji и Dakora, 2017)

Нодуле махунарки се према развићу и облику деле на детерминантни и индетерминатни тип. Соја има нодуле детерминантног типа (Слика 7). Својство индетерминатног типа нодула је да имају цилиндричан, издужен облик, што је последица сталог раста меристема, који је активан, и за последицу има пораст нодула у току развића, за разлику од детерминантног типа нодула, чији меристем није активан, и оне су одређене кружним обликом (Dupont et al., 2012; Ferguson et al., 2010).

Значајна разлика између бактериоида детерминатног нодула у односу на бактериоид индетерминатног, је што су након након завршеног процеса симбиозе, бактерије детерминатног нодула задржале способност репродукције, и могу остати у земљишту као потенцијални инокулум, могу поново колонизовати ризосферу, за разлику од бактерија индетерминатног типа нодула, које су из одређених разлога изгубиле способност репродукције, те се након завршене симбиозе њихов животни циклус завршава (Margaret et al., 2006). Ова особина нодула детерминатног типа је врла значајна за ово истраживање, јер се у овом огледу показало да је неинокулисано семе, произвело биљке са активним нодулама на корену, што потврђује, да су бактерије детерминатног типа нодула, активне у ризосфери након завршене симбиозе и могу послужити као потенцијални инокулум семена соје у наредној сетви.



Slika 7. Шематски приказ зрелих нодула : (А) индетерминантних тип, (Б) детерминираних тип.
 I - меристемска зона; II - зона инфекције; III - зона фиксирања азота; IV - зона старења; V - сапрофитна зона. Cortex - Кора; Vascular bundles - Васкуларно ткиво; Infected tissue - Инфицирано ткиво. (Dupont et al., 2012)



Слика 8. Приказ микроскопског препарата попречног пресека азотофиксирајуће нодуле соје

2.7 Хемијски састав и квалитет семена соје

Семе соје има изражену хранљиву вредност због садржаја који у највећем проценту чине протеини и уље.. Садржај протеина у семену комерцијалних сорти може да варира од 30 до 53 % (Sedyama et al., 1999). У односу на остале легуминозе, семе соје садржи највише сировог протеина који има добар састав аминокиселина (када је нутритивни квалитет у питању). Соја се карактерише највећом сварљивошћу протеина, посебно аминокиселина лизина и метионина. Од укупне количине протеина у семену, највећи део (око 70 %) чине глицинин и β -конглицинин (Krishnan, 2007), с тим да је заступљеност глицинина према β -конглицинину у односу 60:40 (Thank et al., 1978). Бета конглицинин у односу на остале сојине протеине, садржи већи проценат сумпорних аминокиселина, цистеина и метионина (Thanh et al., 1978).

Богату хранљиву вредност соје за исхрану људи, чини присуство девет есенцијалних аминокиселина, а то су леуцин, лизин, хистидин, фенилаланин, метионин, триптофан, валин, треонин и изолеуцин (Lopez и Mohiuddin, 2021). На заступљеност аминокиселина у семену соје, поред генетског потенцијала, изражен утицај имају минералне материје у земљишту. Повећана количина фосфора у земљишту, доводи до повећаног садржаја триптофана и метионина, али не утиче на укупан садржај протеина у семену (Karora et al., 1977). Смањена количина сумпора у земљишту, смањује присуство β -конглицинина. Такође, при недостатку сумпора у земљишту, у протеин глицинин се не уграђују аминокиселине цистеин и метионин (Gayler et al., 1985).

Истраживања су показала негативну корелацију између повишеног Сунчевог зрачења и повишене количине воде према садржају аминокиселина (Carera et al., 2011). Повишено Сунчево зрачење и веће количине воде, доприноће већем укупном приносу зрна соје, али ће количина протеина у семену бити нижа (Wilcox, 2001).

Просечан садржај уља у сувом семену соје износи око 19 %, с тим да због различитог генетског потенцијала и различитих услова средине, може да варира у опсегу од 6,5 до 28,7 % (Weselake et al., 2009). Сојино уље садржи засићене и незасићене масне киселине: палмитинску (10 %), стеаринску (4 %), олеинску (18-23 %), линолну (55 %), линолеинску (8-13 %) (Clemente et al., 2009). Циљ и жеља произвођача је да добију уље соје са што већим садржајем пожељних, незасићених масних киселина: олеинске, линолеинске и линолне, а што мањим садржајем засићених масних киселина: палмитинске и стеаринске. Истраживања су показала да више температуре подстичу стварање веће укупне количине уља и масних киселина у семену, с тим да се под утицајем виших температура, повећава садржај олеинске, а смањује садржај линолне и линолеинске киселине (Lanna et al., 2005).

Изражена суша доводи до смањена приноса семена соје. Огледи на наводњаваним и на сувим земљиштима показали су да се због суше, највећи губици (57-68 %) приноса односе на смањење укупног садржаја уља и протеина (Rose, 1988).

Осим што соја гајена у плодореду даје виши принос семена у односу на соју гајену у монокултури, истраживања Bellaloui et al. (2010) су показала повећање концентрације незасићене олеинске киселине и укупних протеина у семену, и укупне количине гвожђа, фосфора и бора у семену соје која је гајена у плодореду са кукурузом, у односу на соју у монокултури. Садржај протеина и уља у семену соје представља технолошки квалитет зрна и налазе се у негативној корелацији (Balesević-Tubić и сар., 2011). Смањење количине уља за 1 %, доводи до повећања протеина за 2 % (Schwender et al., 2003).

2.8. Секундарни метаболити соје

Семе соје садржи значајну количину полифенолних једињења из групе изофлавона (Deng et al., 2019). Полифеноли су једињења секундарног метаболизма биљака и у биљкама се у већој мери стварају и акумулирају у периоду абиотичког или биотичког стреса. Полифеноли учествују у заштити биљке од различитих болести изазваних бактеријама, вирусима. У првом реду, полифеноли представљају антиоксиданте који успешно врше неутрализацију реактивних кисеоничних врста (енг. Reactive Oxygen Species, ROS).

Само неколико ботаничких фамилија синтетише изофлавоне. Посебност соје је што поседује просечно 3 mg изофлавона по g суве материје (Rostagno et al., 2004).

Изофлавони соје постоје у до сада описаних 12 различитих изоформи, које се могу сврстати у четири главне хемијске групе: агликони (даидзеин, генистеин и глицитеин), глукозиди (даидзин, генистин и глицитин), ацетилглукозиди (ацетилдаидзин, ацетилгенистин и ацетилглицитин) и малонилглукозиди (малонилдаидзин, малонилгенистин и малонилглицитин) (Wang et al., 2013). Истраживањима Seguin et al. (2004) и Vyn et al. (2002), утврђена је позитивна корелација између приноса семена и укупне количине изофлавона у семену.

Предмет истраживања ове докторске дисертације јесте анализа формирања азотофиксирајућих нодула на корену соје са морфо-анатомског аспекта, као и могућих утицаја изофлавона семена и инокулације корисним микроорганизмима, изолатима врсте *Bradyrhizobium japonicum* на процесе нодулације код различитих генотипова ове гајене биљне врсте. Истраживањем је обухваћено девет домаћих сорти соје, при чему је анализа нодула праћена у више сукцесијивних фенофаза развића биљака. Посебно су испитивани ефекти нодулације на

анатомске и морфолошке особине, принос и параметре квалитета семена код одабраних сорти соје, у експерименту засновном на конвекционалној пољопривредној производњи, у условима слободног (сувог) ратарења, при чему је оглед постављен са претходно инокулисаним и неинокулисаним семеном. Испитиван је низ морфо-анатомских особина соје у вези са ефектима нодулације, код одабраних домаћих сорти соје из различитих група зрења, као и принос и квалитет семена (применом класичних хемијских и спектроскопијске методе, Раманове спектроскопије).

3. Циљ и хипотезе истраживања

Најзначајни циљеви истраживања су ове докторске дисертације су:

- Утврђивање утицаја инокулације са *Bradyrhizobium japonicum* и ефекта гениотипа (сорте) на морфолошке особине одабраних сорти соје.
- Анализа разлика у анатомској грађи нодула током сукцесивних фенофаза развића соје, код претходно инолукусаних и неинокулисаних одабраних домаћих сорти, на земљишту где је претходно гајена соја.
- Утврђивање разлика у динамици развоја азотофиксаторних нодула у односу на генотип (сорту) и извршену инокулацију семена.
- Анализа утицаја састава и садржаја изофлавона у семену соје на интензитет (број, масу и величину) и карактеристике образовања азотофиксаторних нодула.
- Испитивање утицаја инокулације, као и интензитета нодулације, на принос и квалитет семена соје.
- Разматрање значаја инокулације соје гајене на земљишту где се више година гајила ова култура, тј. утврђивање могућих ефеката инокулације када је у питању земљиште обезбеђено азотофиксаторном микрофлором.

При изради плана и програма истраживања пошло се од следећих претпоставки:

- Различите сорте соје ће показати разлике у интензитету нодулације, као и у анатомским особинама нодула током различитих фенофаза развића.
- Инокулисане сорте соје ће испољити већи степен нодулације, без обзира на присуство азотофиксирајућих бактерија у земљишту.
- Различите сорте соје ће показати разлике у морфолошким карактеристикама, приносу и квалитету семена, а разлике ће се испољити и унутар сорте, зависно од инокулације.
- Различити генотипови соје ће у зависности од концентрације укупних и/или појединих изофлавона показати разлике у процесу нодулације.
- Без обзира на присутност спонтане азотофиксирајуће микрофлоре, инокулација семена соје ће имати одређене ефекте, на нивоу морфолошких, анатомских и/или параметара квалитета семена, и потенцијално ће изменити начин и динамику формирања азотофиксаторних нодула.

4. Материјал и методе истраживања

4.1. Биљни материјал и инокулат

4.1.1. Биљни материјал

Током истраживања коришћене су следеће методе: метод пољског огледа; лабораторијско-аналитичке методе и математичко-статистичке анализе добијених резултата.

Коришћено је девет домаћих сорти соје које су створене у Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду, Институту од националног интереса за Републику Србију и фирми Делта Селсем (Нови Београд). Сорте соје коришћене у огледу припадају три групе зрења: 0 група зрења, I група зрења и II група зрења. Сорте Института за ратарство и повртарство су: Галина, Принцеца (0 група зрења), Сава, Аполо (I група зрења), Тријумф (II група зрења). Сорте соје фирме Делта Селсем су: Дана, Дукат (0 група зрења), Галоб (I група зрења), Горштак (II група зрења).

4.1.2. Карактеристике инокулата изолата *Bradyrhizobium japonicum*

За инокулацију семена коришћен је биолошки препарат Азотофиксин. Препарат је произведен у Институту за земљиште Београд. Састав препарата чине бактерије из рода *Bradyrhizobium japonicum*. Семе соје је третирано инокулатом, непосредно пред сетву.

4.2. Опис огледа

Оглед је постављен на подручју јужног Баната, на огледном пољу Института Тамиш Панчево, атар села Качарево, на земљишту типа чернозем. Постављен је једногодишњи оглед у конвенционалном начину производње соје у четворогодишњем плодореду. Оглед је двофакторијалан, при чему су фактори „сорта“ и „инокулација“.

4.2.1. Хемијска анализа земљишта

Хемијска анализа земљишта је испитана применом стандарних метода (Џамић и сар., 1996) и то:

- а) Реакција земљишта рН) – по потенциометријској методи,
- б) Укупни азот (%N) – метода по Kjeldahl-у,
- в) Лакоприступачни азот (NH_4^+ , NO_3^-) – метода модиф. по Bremner-у,
- г) Лакоприступачни фосфор и калијум – Al-методом по Egner-Riehm-у,
- д) Садржај хумуса – методом Turina модиф. по Simakovoј.

Анализе узоркованог земљишта, извршене су у Пољопривредно стручној служби Института Тамиш Панчево. Резултати анализа земљишта на коме је постављен оглед приказани су у Табели 1.

Референце наведене за дате методе, детаљно су описане у документованим методама лабораторије за педологију, Института Тамиш Панчево.

Табела 1. Агрохемијске карактеристике земљишта

| Параметар | pH | | CaCO ₃ | Хумус | УкупниN | Доступно | |
|-----------|------|------------------|-------------------|-------|---------|-------------------------------|------------------|
| | nKCl | H ₂ O | % | % | % | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | | | | | | mg/100 g | mg/100 g |
| | 7.4 | 8.1 | 12.1 | 3.43 | 0.23 | 19.7 | 16.4 |

4.2.2. Метеоролошки параметри

У методу пољског огледа пратићени су метеоролошки параметри у току вегетације усева (температуре и падавине) за локалитет Качарево. Као извор података коришћена је база Хидрометеоролошког завода Републике Србије (www.hidmet.sr.gov.rs). У Табели 2 приказани су релевантни подаци за годину у којој је постављен оглед.

Табела 2 . Основни метеоролошки подаци за период вегетације соје у 2015. години

| Месец | Април | Мај | Јун | Јул | Август | Септембар | Просек |
|------------------|-------|------|------|------|--------|-----------|--------|
| Падавине (mm) | 25 | 88,2 | 20,1 | 4,8 | 69,1 | 86,4 | 48,93 |
| Температура (°C) | 11,9 | 18,5 | 23,3 | 27,5 | 2,5 | 20,9 | 21,27 |

4.2.3. Микробиолошка анализа земљишта

Број микроорганизама у земљишту одређен је стандардним микробиолошким методама које представљају индиректне методе засејавања одговарајућих селективних хранљивих подлога децималним разређењима суспензије земљишта (10^{-1} - 10^{-8}) (Pochon и Tardieux, 1962). За прављење 10^{-1} уређења земљишта користи се свеже земљиште које одговара количини од 10 g апсолутно сувог земљишта. Претходно је земљишни узорак припремљен просејавањем кроз фламбирано сито промера 2-3 mm, као и одређивањем његове влажности. Број укупне микрофлоре одређен је на агару са земљишним екстрактом (Sarić, 1989), док је број *Azotobacter* врста одређен у техничкој безазотној манитној подлози (Tchanova metoda) (Vojinović et al, 1966), а број олигонитрофила је одређен на безазотној течной подлози по Фјодорову (Sarić, Z., 1989). Након инкубације микроорганизама од 5-7 дана на 28 °C, утврђен је њихов број и израчунат просечан број по граму апсолутно сувог земљишта, бројањем колонија на чврстој подлози, методом MPN* (*most probably number – највероватнији број. Коришћена је течна подлога. Респирација земљишта одређена је методом инкубације по Ногватх и Paul-у по принципу фиксирања CO₂ помоћу NaOH.

Микробиолошка анализа земљишта експерименталног поља потврдила је велики број слободних активних азотофиксатора (*Azotobacter* spp. и олигонитрофила) унутар читаве микробне флоре, што је општа карактеристика земљишта типа чернозем, поред чињенице да је на парцели

гајена соја у континуитету дуги низ година. Микробиолошка анализа је извршена у Институту за земљиште Београд, а резултати су приказани у Табели 3.

Табела 3. Микробиолошка својства чернозема (вредности изражене по граму апсолутно сувог земљишта)

| Параметар | Укупан број микроорганизама ($\times 10^6$ CFU g ⁻¹) | <i>Azotobacter</i> (\times MPN g ⁻¹) | Слободни микроорг. азотофиксатори ($\times 10^5$ CFU g ⁻¹) |
|-----------|--|--|--|
| | 10,33 | 173,75 | 49,00 |

4.2.4. Поставка и фазе огледа

Сетва је обављена ручно почетком априла. Оглед је постављен у две једнаке парцеле (контрола и третман). Обе парцеле су посејане са свих девет генотипова соје, с тим да су на једној парцели посејани узорци (семе) инокулисани бактеријским сојем *Bradyrhizobium japonicum* (третман), а на другој парцели су посејани неинокулисани узорци (контрола). Обе парцеле су издељене на парцелице са по три понављања за сваку сорту. Девет сорти у три понављања је чинило 27 парцелица, тако да је укупан оглед обухватио 54 парцелице димензија 5x2 m. Свака парцелица је посејана са по четири реда биљака. Централна два за узорковања, а први и четврти за изолацију. Размак између редова у оквиру једне парцелице је 0,5 m, са истим размаком између парцелица. Размак између понављања је 1 m. Размак између биљака у реду зависи од групе зрења. Код (0) групе, размак је 4 cm, или 125 биљака у реду. Код (I) групе, размак је 4,5 cm, или 113 биљака у реду. Код (II) групе зрења, размак је 5 cm, или 100 биљака у реду. Укупна површина плота била је 35m x 18m, а што укупно износи је 630 m².

Узорковање нодула са корена вршено је сукцесивно, током различитих фенофаза развића биљке, ради испитивања анатомске структуре азотофиксаторних нодула соје током развића одабраних сорти соје. Узорковане нодуле су одмах стављене на чување у посуде са етил-алкохолем (50 %). Овако сачуване нодуле коришћене су за израду трајних микроскопских препарата у Хистолошкој лабораторији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду. Азотофиксаторне нодуле узроковане су током следећих фенофаза развића соје:

1. Фенофаза - три тролиста (V3),
2. Фенофаза - четири тролиста (V4),
3. Фенофаза - шести тролист (V6),
4. Фенофаза - почетак цветања (R1),
5. Фенофаза - пуно цветање (R2),
6. Фенофаза - завршно цветање (R2.5),
7. Фенофаза - понека махуна достигла пуну дужину (R3),
8. Фенофаза - 10 % махуна достигло пуну дужину (R4),
9. Фенофаза - 30 % махуна достигло пуну дужину (R5),
10. Фенофаза - 50 % махуна достигло пуну дужину (R5.5),
11. Фенофаза - све махуна достигле пуну дужину (R6),
12. Фенофаза - 50 % махуна у пуној зрелости (R7).

4.2.5. Анализа морфолошких параметара

За испитивање морфолошких параметара и компонената приноса посматрано је 30 биљака по генотипу (10 биљака x 3 понављања), на крају вегетационог периода соје, у фази пуне зрелости зрна.

Мерене су следеће морфолошке особине:

1. Висина биљке (cm),
2. Број махуна по биљци,
3. Број бочних грана,
4. Број спратова по биљци,
5. Висина биљке до прве махуне (cm),
6. Тежина махуна са семеном по биљци,
7. Тежина зрна по биљци,
8. Принос семена (kg/ha),
9. Број нодула на корену биљке,
10. Маса нодула на корену биљке (mg).

4.2.6. Морфо-анатомска карактеризација азотофиксаторних нодула током фенофаза развића соје

Морфо-анатомска анализа нодула са корена соје вршена је на нодулама узоркованим сукцесивно током 12 различитих фенофаза развића соје. По бележењу укупног броја нодула, у три понављања, извршено је њихово узорковање у циљу испитивања анатомске структуре. Узорковане су нодуле приближно исте фазе, средње зреле нодуле. Део нодула је замрзнут, а део осушен на собној температури, ради мерења њихове свежине и суве масе. Узорци за анатомска испитивања су фиксирани у 50 % етанолу, а микроскопски препарати за светлосну микроскопију су припремљени парафинском методом (Ruzin и Brandizzi, 1999). Дехидратација је обављена провођењем кроз серију етанола различите концентрације, затим кроз ксилол до калупљења у парафин. Парафински калупи су сечени на миротому LEICA SM 2000 R, а добијени пресеци дебљине 6-10 μm су бојени различитим хистолошким бојама (safranin и alcian blue). Узорци су посматрани помоћу светлосног микроскопа LEICA DMLS и фотографисани дигиталном камером LEICA DC 300. Мерења микроскопских препарата је обављено коришћењем софтверског пакета LEICA IM 1000. Узорци су припремљени у Хистолошкој лабораторији Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

Код нодула свих генотипова (са и без инокулације) праћени следећи параметри:

1. Дебљина плуте (μm),
2. Дебљина спољашње коре (склеренхима) (μm),
3. Дебљина унутрашње коре (паренхим) (μm),
4. Број проводних снопића,
5. Површина целог нодула (mm^2),
6. Површина ризобијум поља (mm^2).

4.2.7. Анализа хемијског састава семена

У оквиру експерименталног дела докторске дисертације праћени су и параметри хемијског састава семена и то: а) примарни метаболити (садржај, уља, укупног азота и протеина), као мере квалитета семена, на семену добијеном на крају вегетационог периода соје, и б) и секундарни метаболити, тј. полифенолна једињења, како би се испитала могућа веза између концентрације појединих изофлавона у семену и интензитета формирања азотофиксирајућих нодула.

4.2.8 Одређивање садржаја протеина и уља

Биљни материјал, семе испитиваних сорти соје, је самлевен на млину (Ika M20 universal mill) уз хлађење и даље је коришћен за анализу примарних и секундарних метаболита. Садржај влаге је одређен гравиметријски и то сушењем на 105 °C 3h (ISO 24557:2009). Садржај уља одређен је по Soxhlet-у, екстракцијом уља 8h на 70 °C (AACC 30-25.01). Одређивање садржаја азота у семену соје је извршено методом по Kjeldahl-у (АОАС 976.05), а садржај укупних протеина прерачунат је множењем добијене вредности (за садржај азота) фактором за протеине соје, $N \times 6.25$. Резултати су изражени као % азота и протеина у сувој маси семена. Одређивање садржаја уља и протеина обављено је у Лабораторији за испитивање биљних материјала и њихових производа, Одељења за алтернативне културе и органску производњу, Института за ратарство и повртарство у Новом Саду.

4.2.9. Одређивање садржаја укупних и појединачних полифенола

4.2.10. Екстракција полифенолних једињења

Екстракција полифенолних једињења је изведена након одмашћивања самлевоног семена соје хексаном. Одмерено је 0,5 g биљног материјала у епрувете за центрифугу, након чега је додато 10 ml хексана уз вортекс, а цео медијум је уз магнет мешан 30 минута на магнетној мешалици. Епрувете су затим центрифугиране 15 минута на 12,857 g, након чега је хексан одвојен од узорка (декантован). Процедура је поновљена два пута, а узорци су остављени на собној температури до испаравања преостале количине хексана.

Одмашћеном биљном материјалу додато је 3 ml раствора метанола са 1% (w/V) 2,6-ди-терц-бутил-4-метилфенола или ВНТ-а (ВНТ је додат да би се спречила оксидација). Екстракција је изведена у ултразвучном купатилу (1 h) (уз додатак леда како би се спречило загревање), након чега су екстракти центрифугирани 10 минута (4 °C) на 12,857 g и филтрирани кроз полиамидне филтере (Chromafil АО-20/25 polyamide filter, Macherey-Nagel; Düren, Germany) у виале. Екстракција је извршена у пет понављања за сваки узорак семена соје.

4.2.11 Одређивање садржаја појединачних полифенола

Квантификација фенолних једињења извршена коришћењем течне хроматографије високих перформанси (енг. HPLC - High Performance Liquid Chromatography) са DAD детектором (енг. Diode Array Detector) Thermo Finnigan Surveyor HPLC system (Thermo Scientific, San Jose, USA), према описаним условима у раду Wang et al. (2002). Спектри су снимљени између 200-600 nm (изофлавоноли на 254 nm, деривати фенолних киселина и флаваноли на 280 nm, флавоноли и флавоноли на 350 nm и антоцијани на 530 nm). У раду је коришћена колона Gemini C₁₈ (150×4,6 mm 3 μm; Phenomenex, Torrance, USA), а температура колоне била је 25 °C. Растварачи за елуирање су били водени раствор 0,1% мравље киселине у два пута дестилованој води (А) и 0,1% раствор мравље киселине у ацетонитрилу (В). Узорци су елуирани у складу са линеарним градијентом од 5% до 20% В у првих 15 минута, након чега је уследио линеарни градијент од 20% до 30% В током 5 минута, затим изократска смеша током 5 минута, након чега је уследио линеарни градијент од 30% до 90% В током 5 минута, а затим изократска смеша током 15 минута пре повратка у почетне услове. Ињекциони волумен био је 20 μl и брзина протока је била 0,6 ml/min.

Сва фенолна једињења представљена у нашим резултатима идентификована су помоћу HPLC-Finnigan MS детектора и LCQ Deca XP MAX (Thermo Finnigan, San Jose, CA) инструмента са интерфејсом за електроспреј јонизацију (ESI) који ради у режиму негативних јона. Анализе су спроведене коришћењем MSⁿ скенирања (*m/z* 110 до 1500). Услови колоне и хроматографије били су идентични онима који су коришћени за HPLC-DAD анализе. Ињекциони волумен био је 10 μL, а брзина протока је одржавана на 0,6 ml/min. Температура колоне била је 250 °C, притисак гаса био је 60 (sheath) и 15 (auxillary) јединица, напон извора је био 3 kV и нормализована енергија судара је била између 20-35%. Спектрални подаци су елаборирани коришћењем софтвера Excalibur (Thermo Scientific).

Идентификација једињења је потврђена поређењем ретенционих времена и њихових спектра, као и додавањем стандардног раствора узорку и фрагментацијом. Концентрације фенолних једињења су израчунате из површина пикова узорка и одговарајућих стандарда и изражене у μg/g суве масе семена. За једињења која немају стандарде, квантификација је спроведена коришћењем сличних једињења као стандарда.

Анализа садржаја и састава полифенола обављена је у Лабораторији за анализу воћа, поврћа и грочја на Катедри за воћарство, виноградарство и повртарство, Биотехничког факултета Универзитета у Лубљани.

4.2.12. Анализа хемијског састава семена применом Раманове спектроскопије

Узорци семена различитих сорти соје испитивани су методом Раманове спектроскопије, која проналази све већу примену у анализи биолошких материјала због недеструктивне природе и одсуства претходне припреме узорка. Раманови спектри у овом истраживању снимљени су у опсеку од 500–3200 cm⁻¹ са XploRA Raman spektrometar Horiba Jobin Ivon ласером на таласној дужини од 532 nm при решетци од 600 gr/mm. Спектри су обрађени помоћу софтвера Unscrambler 10.4. Раманова спектроскопија се у овом истраживању заснива на идентификацији протеина. Анализа хемијског састава семена применом Раманове спектроскопије извршена је у Лабораторији за светлосну и Раманову спектроскопију, на Пољопривредном факултету у Земуну, Универзитета у Београду.

4.3. Статистичка анализа

Резултати свих статистичких анализа представљени су табелама и графиконима. За дескрипцију морфолошких параметара и параметара хемијског квалитета семена (садржај уља, азота и протеина), коришћени су: средња вредност, стандардна девијација, стандардна грешка, минимална и максимална вредност. Параметри анатомије су описани средњом вредношћу и стандардном девијацијом. Резултати хемијских анализа секундарних метаболита изражени су средњом вредношћу и стандардном грешком средње вредности.

За испитивање утицаја инокулације и сорте, на морфолошке параметре, коришћена је двофакторска анализа варијансе по балансираном дизајну. Овај модел се може специфицирати на следећи начин: $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, где је X_{ijk} вредност морфолошког параметра у i -тој инокулацији, j -тој сорти и k -том понављању; μ је тотални просек; α_i је главни ефекат присуства/одсуства инокулације; β_j је ефекат j -те сорте; $(\alpha\beta)_{ij}$ је ефекат интеракције првог реда i -те инокулације и j -те сорте; док је ε_{ijk} случајна грешка која по претпоставци има нормалну расподелу са нултим просеком и варијансом σ_ε^2 . Утицај сорте, типа инокулације и времена, на параметре анатомије, испитан је трофакторским анализом варијансе по сплит-плот моделу: $X_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Pi_{l(ij)} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \Delta_{l(ijk)}$ где су; α_i , β_j и γ_k , и главни ефекти сорте, инокулације и времена; $(\alpha\beta)_{ij}$, $(\alpha\gamma)_{ik}$ и $(\beta\gamma)_{jk}$ ефекти интеракције првог реда ових фактора; $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ је ефекат интеракције другог реда сва три фактора; $\Pi_{l(ij)}$ резидуални ефекат сорте и инокулације, док је $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ резидуални ефекат преосталих чланова модела помешан са експерименталним грешком. За накнадна поређења свих резултата коришћен је Данканов тест. У свим тестирањима коришћен је 5 %-ни ниво значајности.

Хеометријска обрада романтичних спектра обухватила је анализу средњих региона у опсегу од 1230 – 1680. На слици 9 приказани су упросечени спектри семена добијених од инокулисаних (А) и неинокулисаних (В) биљака соје. Да би се уочиле fine разлике између спектра различитих сорти, спроведене су корекције базне линије (eng. Baseline correction) и нормализација јединог вектора (eng. Unit vector normalization). Обрада спектра спроведена је у софтверу Unscrambler X verzija 10.4 (Camo Software, Oslo, Norway). Даља анализа спектра обухватила је тестирање разлика у интензитетима амидних трака (Амидни I регион, Амидни II регион и Амидни III регион) семена различитих сорти у оквиру истог третмана методом Анализе варијансе. За накнадна поређења коришћен је Данканов тест. Поред тога, т-тест је коришћен за тестирање разлике у интензитету истих трака између истих сорти у различитим третманима.

У циљу утврђивања квантитативног слагања (јачине везе) између варијације вредности морфолошких параметара и количине фитоестрогена спроведена је корелациона анализа.

Тестирање статистичке значајности разлика у садржају уља, протеина и азота у семену, између биљака из контроле и третмана, спроведено је коришћењем т - теста.

Статистичка обрада је спроведена у софтверу „SPSS“ 25 и Statistica for Windows version 12 (Dell Software).

5. Резултати истраживања и дискусија

5.1. Морфолошке особине вегетативних и репродуктивних органа соје

Испитивано је укупно 10 морфолошких параметара код инокулисаних и неинокулисаних биљака соје и то:

1. Висина биљке (cm),
2. Број махуна по биљци,
3. Број бочних грана,
4. Број спратова по биљци,
5. Висина биљке до прве махуне (cm),
6. Тежина махуна са семеном по биљци,
7. Тежина зрна по биљци,
8. Принос семена (kg/ha),
9. Број нодула на корену биљке,
10. Маса нодула на корену биљке.

5.1.1. Висина биљке

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину висина биљке соје, приказане су у Табели 4.

За морфолошки параметар висина, највећа вредност уочена је код сорте Горштак, и код инокулисаних (91,17 cm), и код неинокулисаних (89,72 cm) биљака соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар висина забележена је код сорте Дана (59,23 cm) за неинокулисаних, и Аполо (59,27 cm) за инокулисаних биљке соје.

Када су групе зрења у питању, највећа уједначеност према висини биљке, примећена је за нулту групу зрења, док је најмања уједначеност била у другој групи зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар висина, утврђене су за сорте: Галина, Дана и Принцеза, односно за прву групу зрења, у односу инокулисаних према неинокулисаним биљкама. Међутим, статистички значајне разлике нису забележене код сорти Дукат, Сава, Галеб, Аполо, Горштак, Тријумф, у односу да ли су биљке инокулисаних или нису. То одговара првој и другој групи зрења.

Највећа стандардна грешка, тј. највећа варирања за морфолошку особину висина биљке, уочена је код сорте Аполо код инокулисаних, односно неинокулисаних биљака соје.

Најмања одступања од просечне вредности, забележена су код сорте Дукат од неинокулисаних, односно код сорте Галеб код инокулисаних биљака соје.

Инокулација је постигла ефекат у смислу значајне разлике у висини за сорте Галина, Дана и Принцеза, односно за прву групу зрења. Инокулација није постигла статистички значајне разлике код сорти Дукат, Сава, Галеб, Аполо, Горштак, Тријумф.

Слично резултатима овог огледа, и у истраживањима Adeyeye et al. (2017), инокулација није имала ефекте на висину биљака у било којој фази развића код испитиваних сорти у огледу, за параметар висина биљке. Претпоставка је да су биљке имале довољну количину азота у земљишту, а други узрок је евентуални биолошки антагонизам између аутохтоних микроорганизама у земљишту и микроорганизама коришћених у огледу. Слично резултатима овог истраживања, у огледу Samudin et al. (2018), установљено је да инокулација није утицала на висину биљака соје, већ је на висину пресудан утицај имао сортимент. Слично, експериментом

Abbasi et al. (2008), на отвореном пољу и у саксијама са неинокулисаним и инокулисаним семеном соје, показано је да инокулација није утицала на висину биљке, већ је пресудан утицај имала сорта.

Огледом Charciocchi et al. (2019), показано је да на пољу где је соја гајена у дугом временском периоду са претходно инокулисаним семеном, нема разлике у висини биљака које су инокулисане, односно, нису инокулисане. Закључено је да нема потребе инокулисати семе соје пре сетве, јер у земљишту већ постоје значајне количине азотофиксирајућих бактерија, осим у случају изузетно неповољних климатских услова у периоду пре сетве, екстремно високих или ниских температура, или екстремних падавина, које би довеле до презасићења земљишта водом.

Табела 4. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину висина биљке (cm). Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 71.97aC | 7.89 | 1.47 | 50 | 86 |
| | Дана | 59.23aA | 6.58 | 1.20 | 45 | 73 |
| | Принцеца | 65.97aB | 6.68 | 1.22 | 52 | 80 |
| | Дукат | 77.53aD | 4.06 | 0.74 | 67 | 85 |
| | Сава | 80.03aD | 5.43 | 0.99 | 70 | 93 |
| | Галерб | 76.70aD | 5.99 | 1.34 | 65 | 92 |
| | Аполо | 59.73aA | 8.97 | 1.64 | 25 | 70 |
| | Горштак | 91.17aE | 7.01 | 1.28 | 82 | 109 |
| | Тријумф | 60.11aA | 3.30 | 0.76 | 55 | 67 |
| Инокулисана | Галина | 77.20bD | 5.74 | 1.05 | 63 | 88 |
| | Дана | 63.67bB | 4.27 | 0.78 | 58 | 75 |
| | Принцеца | 69.70bC | 4.71 | 0.86 | 60 | 78 |
| | Дукат | 77.63aD | 5.30 | 0.97 | 68 | 89 |
| | Сава | 78.80aD | 4.33 | 0.79 | 73 | 90 |
| | Галерб | 78.41aD | 3.45 | 0.64 | 70 | 83 |
| | Аполо | 59.27aA | 6.70 | 1.22 | 45 | 69 |
| | Горштак | 89.72aE | 5.44 | 1.01 | 80 | 99 |
| | Тријумф | 62.20aB | 4.00 | 0.73 | 56 | 70 |

Слично овом огледу, према истраживањем у Бразилу, Moretti et al. (2018), су показали је да на парцелама где се соја гаји дужи низ година, није било разлике у висини инокулисаних и неинокулисаних биљака соје, јер бактерије већ постоје у земљишту као последица ранијих инокулација. Супротно овом огледу, према огледу Alam et al. (2015), показано је да је инокулација значајно утицала на висину биљака свих инокулисаних сорти соје у огледу. Значајно виша вредност морфолошког параметра висина код инокулисаних биљака соје у односу на неинокулисане може се објаснити побољшаном нодулацијом и, како су ови аутори показали, повећаном активношћу нитрогеназе и тиме до повећаног нивоа фиксирања азота и асимилације азота у биљкама.

5.1.2. Висина биљке до прве махуне

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину висина биљке до прве махуне, приказане су у Табели 5.

За морфолошки параметар висина биљке до прве махуне највиша вредност уочена је код сорте Горштак, и код инокулисаних (10,66 cm) и код неинокулисаних (9,77 cm) биљака соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар висина биљке до прве махуне, забележена је код сорте Дана за неинокулисане (7,70 cm), а за инокулисане биљке соје соје код сорте Принцеца (7,77 cm).

Када су групе зрења у питању, највећа уједначеност, примећена је за нулту групу зрења, док је најмања уједначеност била у другој групи зрења.

Табела 5. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину висина биљке до прве махуне (cm) Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 8.45aBC | 1.38 | 0.26 | 6 | 11 |
| | Дана | 7.70aA | 1.21 | 0.22 | 5 | 9 |
| | Принцеца | 7.93aAB | 0.91 | 0.17 | 6 | 9 |
| | Дукат | 8.13aABC | 1.22 | 0.22 | 6 | 11 |
| | Сава | 9.13aDE | 0.94 | 0.17 | 7 | 10 |
| | Галеб | 9.45aEF | 0.89 | 0.20 | 7 | 10 |
| | Аполо | 8.63aCD | 1.27 | 0.23 | 5 | 10 |
| | Горштак | 9.77aF | 0.77 | 0.14 | 8 | 12 |
| | Тријумф | 8.00aABC | 0.92 | 0.21 | 7 | 10 |
| Инокулисана | Галина | 9.27bDE | 1.60 | 0.29 | 6 | 13 |
| | Дана | 7.97aAB | 0.89 | 0.16 | 7 | 10 |
| | Принцеца | 7.77aA | 0.77 | 0.14 | 7 | 10 |
| | Дукат | 8.40aBC | 1.10 | 0.20 | 6 | 10 |
| | Сава | 9.47aE | 0.90 | 0.16 | 7 | 10 |
| | Галеб | 9.20aDE | 0.85 | 0.15 | 7 | 10 |
| | Аполо | 8.83aCD | 0.83 | 0.15 | 7 | 10 |
| | Горштак | 10.66bF | 1.04 | 0.19 | 9 | 13 |
| | Тријумф | 8.23aAB | 0.82 | 0.15 | 7 | 10 |

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар висина биљке до прве махуне, утврђене су за сорте: Галина и Горштак. Међутим, статистички значајне разлике нису забележене код сорти Дана, Принцеца, Дукат, Сава, Галеб, Аполо и Тријумф, у односу да ли су биљке инокулисане или нису.

Највеће одступање за морфолошку особину висина биљке до прве махуне, уочена је код сорте Галина и код инокулисаних, а такође и код неинокулисаних биљака соје. Најмања стандардна грешка, забележена је код сорте Горштак од неинокулисаних, односно код сорте Принцеца од инокулисаних биљака соје.

Инокулација је постигла ефекат у смислу значајне разлике у висини за сорте Галина и Горштак, које припадају нултој, односно другој групи зрења.

5.1.3. Број бочних грана

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину број бочних грана соје приказане су Табели 6.

У односу на морфолошки параметар број бочних грана, највећа вредност уочена је код сорте Тријумф (3,50), код неинокулисаних биљака соје, а код сорте Горштак (3,73) код инокулисаних биљака соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар број бочних грана забележена је код сорте Дана (2,23), за неинокулисане, и Галина (2,4), за инокулисане биљке соје.

Када су групе зрења у питању, највећа уједначеност, примећена је за другу групу зрења, док је најмања уједначеност била у нултој групи зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број бочних грана, нису утврђене у огледу.

Табела 6. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину број бочних грана Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 2.45aA | 0.74 | 0.14 | 1 | 4 |
| | Дана | 2.23aA | 0.90 | 0.16 | 1 | 4 |
| | Принцеза | 3.23aBC | 0.86 | 0.16 | 1 | 5 |
| | Дукат | 3.30aBC | 0.92 | 0.17 | 2 | 5 |
| | Сава | 2.50aA | 0.51 | 0.09 | 2 | 3 |
| | Галеб | 3.40aBC | 0.75 | 0.17 | 2 | 5 |
| | Аполо | 3.00aB | 0.74 | 0.14 | 2 | 4 |
| | Горштак | 3.33aBC | 0.76 | 0.14 | 2 | 5 |
| | Тријумф | 3.50aD | 0.61 | 0.14 | 3 | 5 |
| Инокулисана | Галина | 2.4aA | 0.621 | 0.113 | 1 | 4 |
| | Дана | 2.43aAB | 0.858 | 0.157 | 1 | 4 |
| | Принцеза | 2.8aBC | 0.925 | 0.169 | 1 | 5 |
| | Дукат | 3.63aDE | 0.669 | 0.122 | 2 | 5 |
| | Сава | 2.63aABC | 0.556 | 0.102 | 2 | 4 |
| | Галеб | 3.3aD | 0.702 | 0.128 | 2 | 4 |
| | Аполо | 2.87aC | 0.86 | 0.157 | 2 | 4 |
| | Горштак | 3.73aF | 0.64 | 0.117 | 2 | 5 |
| | Тријумф | 3.43aDE | 0.504 | 0.092 | 3 | 4 |

Највећа варирања за морфолошку особину број бочних грана, уочена је код сорти Дукат и Галеб код неинокулисаних, односно код сорте Горштак код неинокулисаних биљака соје. Најмања стандардна грешка, забележена је код сорте Сава и код инокулисаних и неинокулисаних биљака соје.

Инокулација није забележила ефекат у смислу значајне разлике у броју бочних грана за све сорте соје у огледу.

Слично овом истраживању, у експерименту Adeyeye et al. (2017), са три сорте соје, у којима је истраживан утицај инокулације, примене компоста и минералних ђубрива, показао је да је статистички значајан утицај на морфолошку особину број бочних грана имала примена компоста и минералних ђубрива, док инокулација ни у једном случају није значајно утицала на вредност параметра. Као и у овој дисертацији и у претходно цитираном огледу, сличан резултат добијен је у истраживању Bekere et al. (2012), где је испитиван утицај инокулације, ђубрења калцијумом и азотном на морфолошке особине соје на киселим земљиштима. Интеракција сва три фактора допринела је значајно вишим вредностима броја бочних грана у односу на контролу. Као и у овом истраживању, сама инокулација без преостала два фактора није дала значајно више вредности.

Супротно овом истраживању, према огледу Shahid et al. (2009), испитиван је утицај инокулације и различитих доза фосфорних ђубрива на вредност броја бочних грана соје. Број бочних грана соје био виши код свих инокулисаних биљака у поређењу са контролом, а значајно више вредности броја бочних грана биле су при интеракцији инокулације и виших вредности фосфорних ђубрива. Слично претходном истраживању, резултати студије Bekere et al. (2012a) на земљишту непознате историје гајења соје, испитиван је утицај инокулације семена, семена и земљишта и самог земљишта, као и различитих доза фосфорног ђубрива, на морфолошку особину број бочних грана. Показало се да су вредности броја бочних грана имале статистички значајно више вредности у свим варијантама инокулације, и то инокулације семена, семена и земљишта и само земљишта, у односу на неинокулисане биљке и земљиште.

5.1.4. Број спратова

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину број спратова соје, приказане су Табели 7.

Табела 7. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину број спратова. Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 13.00aB | 1.20 | 0.22 | 10 | 15 |
| | Дана | 13.73aBC | 1.46 | 0.27 | 11 | 16 |
| | Принцеца | 13.37aBC | 1.19 | 0.22 | 10 | 15 |
| | Дукат | 14.20aC | 1.61 | 0.29 | 11 | 18 |
| | Сава | 13.97aC | 1.32 | 0.25 | 12 | 17 |
| | Галеб | 13.75aBC | 1.65 | 0.37 | 11 | 18 |
| | Аполо | 11.60aA | 1.57 | 0.29 | 9 | 16 |
| | Горштак | 15.73aD | 1.98 | 0.36 | 12 | 20 |
| | Тријумф | 11.90aA | 0.79 | 0.18 | 10 | 13 |
| Инокулисана | Галина | 13.33aC | 0.96 | 0.18 | 12 | 15 |
| | Дана | 13.93aCD | 0.87 | 0.16 | 13 | 15 |
| | Принцеца | 13.77aCD | 0.94 | 0.17 | 12 | 16 |
| | Дукат | 14.30aDE | 1.53 | 0.28 | 12 | 20 |
| | Сава | 13.77aCD | 0.86 | 0.16 | 12 | 15 |
| | Галеб | 14.72aE | 1.19 | 0.22 | 13 | 17 |
| | Аполо | 11.50aA | 1.63 | 0.30 | 8 | 14 |
| | Горштак | 15.41aF | 1.32 | 0.25 | 13 | 18 |
| | Тријумф | 12.33aB | 0.88 | 0.16 | 11 | 14 |

У односу на морфолошки параметар број спратова, највећа вредност уочена је код сорте Горштак и код неинокулисаних биљака (15,73) соје и код инокулисаних биљака (15,41) соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар број спратова забележена је код сорте Аполо и за неинокулисане (11,6), и за инокулисане (11,5) биљке соје.

Када су групе зрења у питању, није примећена уједначеност по групама, за све три групе зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број спратова, нису утвђене у огледу

Највећа одступања за морфолошку особину број спратова, уочена су код сорте Галеб код неинокулисаних, односно код сорте Аполо код инокулисаних биљака соје. Најмање одступање, забележено је код сорте Тријумф код неинокулисаних, односно код сорти Тријумф, Дана и Сава код инокулисаних биљака соје.

Инокулација није забележила ефекат у смислу значајне разлике у броју спратова за све сорте у огледу.

5.1.5. Број махуна по биљци

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину број махуна по биљци, приказане су у Табели 8.

За морфолошки параметар број махуна по биљци, највећа вредност уочена је код сорте Горштак и код неинокулисаних (67,38) и код инокулисаних биљака (78,11) соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар број махуна по биљци забележена је код сорте Сава (48,97) за неинокулисане, и код сорте Аполо (45,57) за инокулисане биљке соје.

Табела 8. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину број махуна по биљци. Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 49.03aA | 13.37 | 2.48 | 33 | 78 |
| | Дана | 52.43aAB | 17.19 | 3.14 | 22 | 92 |
| | Принцеца | 51.87aAB | 13.01 | 2.38 | 20 | 80 |
| | Дукат | 51.60aAB | 19.85 | 3.62 | 25 | 118 |
| | Сава | 48.97aA | 7.25 | 1.32 | 40 | 70 |
| | Галеб | 63.10aC | 23.94 | 5.35 | 30 | 103 |
| | Аполо | 49.47aA | 18.34 | 3.35 | 21 | 86 |
| | Горштак | 67.38aC | 25.29 | 4.70 | 40 | 157 |
| | Тријумф | 60.45aBC | 11.36 | 2.54 | 38 | 77 |
| Инокулисана | Галина | 51.47aAB | 13.04 | 2.38 | 35 | 80 |
| | Дана | 49.60aA | 10.77 | 1.97 | 25 | 70 |
| | Принцеца | 51.13aAB | 10.06 | 1.84 | 30 | 75 |
| | Дукат | 49.97aA | 13.52 | 2.47 | 30 | 82 |
| | Сава | 46.93aA | 8.22 | 1.50 | 35 | 70 |
| | Галеб | 60.55aBC | 18.87 | 3.50 | 30 | 105 |
| | Аполо | 46.57aA | 20.30 | 3.71 | 23 | 90 |
| | Горштак | 78.11aD | 28.44 | 5.37 | 40 | 165 |
| | Тријумф | 67.77aC | 24.72 | 4.51 | 40 | 166 |

Када су групе зрења у питању, највећа уједначеност, примећена је за нулту групу зрења, док је најмања уједначеност била у првој групи зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број махуна по биљци нису утврђене у огледу.

Највећа одступања за морфолошку особину број махуна по биљци, уочена је код сорте Горштак код неинокулисаних и инокулисаних биљака. Најмања стандардна грешка, забележена је код сорте Сава и код неинокулисаних, односно код инокулисаних биљака соје.

Инокулација није забележила ефекат у смислу значајне разлике у броју махуна по биљци за све сорте у огледу.

Слично овом истраживању, двогодишње истраживање у централном Бразилу, Moretti et al. (2018) на производним парцелама где је раније сејано инокулисано семе соје, показало је да нема

статистички значајних разлика у броју махуна по биљци у поређењу инокулисаних и неинокулисаних биљке соје. Претпоставило се да земљиште садржи потребне количине азотофиксираних бактерија. Супротно овом огледу, према огледу Lamptey et al. (2014) у северној Гани, сејано је инокулисано и неинокулисано семе соје, а резултати огледа су показали значајно више вредности у броју махуна, 55 према 37, за инокулисаних биљке соје у односу на неинокулисаних. Показало се да инокулација значајно утиче на вишу вредност масе махуна по биљци. Различито од овог огледа, у истраживању Ntambo et al. (2017) резултати су показали да је број махуна код инокулисаних биљака соје при већој количини азотних ђубрива по хектару био значајно виши, и да инокулација утиче значајно на вредност броја и тежину махуна.

Супротно овом истраживању, у експерименту Solomon et al. (2012) изведеном на подручју западне Етиопије, на земљишту где раније није гајена соја, те нису коришћене бактерије азотофиксатори из рода *Bradyrhizobium japonicum*, резултати истраживања су показали значајно вишу вредност броја махуна по биљци, на парцелама посејаним инокулисаним семеном соје, у односу на парцеле посејане неинокулисаним семеном соје. Инокулација је значајно утицала на вредност морфолошког параметра маса махуна по биљци. Може се закључити да је препоручљиво користити бактерије азотофиксаторе на парцелама на којима соја претходно није гајена. Слично претходном огледу, у истраживању Ahiabor et al. (2014), у Гвинеји сетвом инокулисаним и неинокулисаним семеном соје, при употреби 45 kg фосфора по хектару, утврђено је да је број махуна инокулисаних биљака соје био 45 по биљци, док је број махуна неинокулисаних биљака соје износио 29 махуна по биљци. Инокулација је статистички значајно утицала на вредност броја махуна по биљци соје, с тога је преорука да се семе инокулише пре сетве.

Оглед Ezekiel (2017) урађен је у Гани, на парцели без знања података о ранијем гајењу соје, резултати су показали значајно више вредности броја махуна по биљци соје која је посејана са инокулисаним семеном у поређењу са неинокулисаним, при истим количинама минералног ђубрива. У датом истраживању, инокулација је значајно утицала на вредност морфолошког параметра број махуна по биљци, што је у супротности са резултатима огледа у оквиру ове дисертације. У овом истраживању разлике између вредности у броју махуна инокулисаних и неинокулисаних биљака нису биле значајне, што се може објаснити извесном засићеношћу земљишта азотофиксираним бактеријама, односно чињеницом да је на овом земљишту више година гајена соја.

5.1.6. Маса махуна са семеном по биљци

Просечне вредности са стандардним одступањима за морфолошку особину маса махуна са семеном по биљци, приказане су у Табели 9.

За морфолошки параметар маса махуна са семеном по биљци, највећа вредност уочена је код сорте Галеб (27,88 g) код неинокулисаних, и код сорте Горштак (30,11 g) код инокулисаних биљака соје. Најнижа вредност за морфолошки параметар тежина махуна са семеном по биљци, забележена је код сорте Дукал и за неинокулисаних (21,34 g), и за инокулисаних (19,87 g) биљке соје.

Када су групе зрења у питању, највећа уједначеност, примећена је за нулту групу зрења, док је најмања уједначеност била у првој групи зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса махуна са семеном по биљци, нису утврђене у огледу.

Највећа одступања за морфолошку особину маса махуна са семеном по биљци, уочена је код сорте Галеб код неинокулисаних, односно код сорте Горштак код инокулисаних биљака соје.

Најмања одступања, забележена је код сорте Тријумф код неинокулисаних, односно код сорти Тријумф, Дана и Сава код инокулисаних биљака соје.

Инокулација није забележила ефекат у смислу значајне разлике за морфолошку особину масу махуна са семеном по биљци, за све сорте у огледу.

Табела 9. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину маса махуна са семеном по биљци (g). Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 21.92aA | 6.91 | 1.28 | 11.06 | 35.14 |
| | Дана | 23.73aAB | 8.73 | 1.62 | 9.70 | 49.79 |
| | Принцеза | 22.96aAB | 7.18 | 1.31 | 11.40 | 46.12 |
| | Дукат | 21.34aA | 9.58 | 1.84 | 8.88 | 52.02 |
| | Сава | 22.58aAB | 5.47 | 1.02 | 10.62 | 33.04 |
| | Галеб | 27.88aB | 12.02 | 2.76 | 13.05 | 47.35 |
| | Аполо | 26.39aAB | 10.04 | 1.83 | 6.77 | 44.95 |
| | Горштак | 26.56aAB | 11.96 | 2.22 | 12.23 | 71.74 |
| | Тријумф | 23.30aAB | 5.47 | 1.22 | 13.28 | 32.48 |
| Инокулисана | Галина | 22.35aAB | 6.90 | 1.28 | 11.04 | 38.70 |
| | Дана | 21.51aAB | 6.76 | 1.23 | 10.72 | 39.66 |
| | Принцеза | 23.22aABC | 5.73 | 1.05 | 15.72 | 41.74 |
| | Дукат | 19.87aA | 5.34 | 1.01 | 11.91 | 34.43 |
| | Сава | 19.96aA | 5.06 | 0.94 | 12.95 | 33.44 |
| | Галеб | 25.00aBC | 10.59 | 2.00 | 9.23 | 52.88 |
| | Аполо | 25.84aBCD | 7.96 | 1.45 | 12.85 | 40.68 |
| | Горштак | 30.11aD | 13.24 | 2.42 | 10.80 | 59.20 |
| | Тријумф | 27.94aCD | 11.63 | 2.16 | 10.54 | 54.12 |

Слично нашем истраживању, према двогодишњем истраживању Adeyeye et al. (2017) у Нигерији, на парцелама где се претходних година гајила соја, биљке посејане инокулисаним семеном соје, нису имале значајно више вредности масе махуна према вредностима неинокулисаних биљака. Пресудни утицај на значајно више вредности масе махуна имале су сорта и минерално ђубриво. Инокулација није значајно деловала на вредност масе махуна по биљци.

Супротно нашем огледу, у истраживању Lamptey et al. (2014) на подручју северне Гане, вредност масе махуна са семеном по биљци имала је значајно вишу вредност код инокулисаних биљака, (99,1 g/биљци) у односу на неинокулисане (66,1 g/биљци). Резултати огледа су показали значајно више вредности за инокулисане у односу на неинокулисане биљке соје, тј. инокулација је значајно утицала на вредност масе махуна по биљци. Као и у претходном огледу, према истраживању Ntambo et al. (2017), маса махуна код инокулисаних биљака соје, била је значајно виша, и инокулација је значајно утицала на вредност масе махуна по биљци.

Супротно резултатима нашег огледа, према истраживању Ezekiel (2017), рађеном на земљишту без историје података о ранијој производњи соје, резултати су показали значајно више вредности масе махуна по биљци соје која је посејана са инокулисаним семеном у поређењу са

неинокулисаним, при истим количинама минералног ђубрива и компоста на обе парцеле. Ови резултати су указали да је инокулација значајно утицала на вредност морфолошког параметра масе махуна са семеном по биљци. Двогодишњим експериментом у Бангладешу, Alam et al. (2015), утврђено је да је у две производне године морфолошки параметар маса махуна по биљци био значајно виши код инокулисаних биљака у односу на неинокулисане. Сматра се да је инокулација значајно утицала на вредност масе махуна по биљци, што је супротно резултатима нашег огледа.

5.1.7. Маса семена по биљци без махуне

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошку особину маса семена по биљци без махуне, приказане су у Табели 10.

За морфолошки параметар маса семена по биљци без махуне, највећа вредност уочена је код сорте Галеб (19,3 g) код неинокулисаних биљака, док је за инокулисане највећа вредност уочена код сорте Горштак (20,39 g).

Табела 10. Параметри дескриптивне статистике за морфолошку особину маса зрна по биљци без махуне (g). Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 14.20aAB | 4.45 | 0.83 | 7.20 | 23.32 |
| | Дана | 15.42aA | 5.84 | 1.07 | 6.20 | 32.87 |
| | Принцеза | 15.35aABC | 4.70 | 0.87 | 7.30 | 29.41 |
| | Дукат | 13.62aA | 6.11 | 1.13 | 5.85 | 33.75 |
| | Сава | 15.29aABC | 3.58 | 0.65 | 8.00 | 23.08 |
| | Галеб | 19.30aD | 8.42 | 1.93 | 8.04 | 32.32 |
| | Аполо | 18.65aCD | 7.34 | 1.34 | 4.63 | 29.85 |
| | Горштак | 17.58aD | 8.54 | 1.56 | 7.20 | 50.35 |
| | Тријумф | 15.10aABC | 3.41 | 0.76 | 9.10 | 21.80 |
| Инокулисана | Галина | 14.50aABC | 4.52 | 0.82 | 7.43 | 24.90 |
| | Дана | 13.91aAB | 4.32 | 0.79 | 6.90 | 25.72 |
| | Принцеза | 14.66aABC | 3.75 | 0.69 | 9.89 | 26.21 |
| | Дукат | 13.04aA | 3.16 | 0.58 | 7.65 | 19.08 |
| | Сава | 14.37aAB | 3.86 | 0.71 | 8.57 | 23.08 |
| | Галеб | 16.12aABC | 7.08 | 1.29 | 6.10 | 36.22 |
| | Аполо | 16.84aBC | 5.06 | 0.92 | 8.96 | 27.54 |
| | Горштак | 20.39aD | 9.67 | 1.76 | 6.33 | 45.14 |
| | Тријумф | 17.67aCD | 6.98 | 1.27 | 6.84 | 35.92 |

Најнижа вредност за морфолошки параметар тежина зрна по биљци без махуне забележена је код сорте Дукат (13,62 g), за неинокулисане, а за такође и за инокулисане (13,04 g) биљке соје.

Када су групе зрења у питању, није примећена уједначеност, и према резултатима је најмања уједначеност била у другој групи зрења.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса семена по биљци без махуне, нису утврђене у огледу.

Највећа одступања за морфолошку особину тежина зрна по биљци без махуне, уочена је код сорте Горштак код неинокулисаних и инокулисаних биљака соје. Најмања стандардна грешка, забележена је код сорте Сава од неинокулисаних, односно код сорте Дукат код инокулисаних биљака.

Инокулација није постигла ефекат у смислу значајне разлике за морфолошку особину масу семена по биљци без махуне за све сорту у огледу.

Супротно нашем истраживању, према огледу Adeyeye et al. (2017), тежина семена по биљци код инокулисаних биљака статистички има значајно вишу вредност у односу на неинокулисане биљке, и у том случају је закључено да је инокулација значајно утицала на вредност морфолошког параметра тежина семана по биљци. Према истраживању Bekere et al. (2012), није конкретно испитивана тежина семена по биљци, већ су испитиване морфолошке особине тежина 1000 семена, број махуна по биљци, број бочних грана и укупан принос. Код свих наведених морфолошких особина инокулисане биљке су имале значајно више вредности, и претпоставка је да је тежина семена по биљци код инокулисаних биљака имала значајно вишу вредност, самим тим да је инокулација утицала значајно на вредност параметра.

Експериментом Solomom et al. (2012), није рађено мерење масе семена по биљци, али су све остале морфолошке особне која имају компоненту приноса: број махуна по биљци, број семена по биљци, укупан принос по хектару, маса 1000 семена, биле статистички значајно више код инокулисаних биљака у односу на неинокулисане биљке. Можемо извести претпоставку да је и маса семена по биљци имала значајно вишу вредност код инокулисаних биљака, и да је инокулација имала значајан утицај.

Према истраживању Ntambo et al. (2017), показано је да је укупан принос по хектару, маса сувих махуна са семеном по биљци и број махуна по биљци, имају статистички значајно више вредности код инокулисаних биљака у поређењу са неинокулисаним, те се може претпоставити да је и маса семена по биљци има статистички значајно вишу вредност код инокулисаних биљака у односу на неинокулисане. Према огледу Стевановић et al. (2016), инокулација семена са бактеријама азотофиксаторима утицала је да вредност масе инокулисаног семена има статистички значајно вишу вредност у односу на неинокулисано семе.

Супротно свим горе наведеним резултатима других студија, у нашем истраживању разлике између инокулисаних и неинокулисаних биљака нису биле велике и инокулација није довела до значајнијег повећања параметра маса семена. Ово се може објаснити чињеницом да је у земљишту иначе оптимизована азотофиксирајућа микрофлора, али је могућ и утицај високих температура уз одсуство падавина, што је могло утицати на недовољно остварен капацитет и интензитет нодулације. То је надаље могло имати утицај на исход да разлике у морфолошким особинама између инокулисаних и неинокулисаних биљака не буду статистички значајне.

5.1.8. Принос семена соје

Просечне вредности са стандардним одступањима, за принос соје, приказане су у Табели 11.

У добијеним резултатима за параметар принос, највећа вредност уочена је код сорте Горштак, и код инокулисаних (1516 kg/ha), и код неинокулисаних (1460 kg/ha) биљака. Најнижа

вредност за параметар принос забележена је код сорте Дана (1116,7 kg/ha), за неинокулисане, и Тријумф (1110 kg/ha), за инокулисане биљке соје.

Када су групе зрења у питању, није уочена уједначеност за параметар принос.

Статистички значајне разлике за параметар принос, нису утврђене у огледу.

Највећа одступања за принос, уочена је код сорте Аполо код неинокулисаних, а код сорте Галина код инокулисаних биљака. Најмања варирања, забележена су код сорте Галев и код неинокулисаних и код инокулисаних биљака.

Инокулација није постигла ефекат у смислу значајне разлике у приносу код сорти у огледу. Слично резултатима нашег огледа, експериментом на 11 локација у 4 државе САД, на производним парцелама где је претходно у вишегодишњем периоду сејано инокулисано семе соје, нису уочене разлике у приносима између инокулисаних и неинокулисаних биљака соје (Carciochi et al., 2019).

Табела 11. Параметри дескриптивне статистике за принос семена соје (kg/ha). Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 1250.0aAB | 180.3 | 104.1 | 1050 | 1400 |
| | Дана | 1116.7aA | 175.6 | 101.4 | 950 | 1300 |
| | Принцеза | 1438.3aB | 108.0 | 62.3 | 1325 | 1540 |
| | Дукат | 1129.0aA | 131.4 | 75.9 | 982 | 1235 |
| | Сава | 1452.0aB | 59.7 | 34.5 | 1384 | 1496 |
| | Галев | 1186.7aAB | 21.5 | 12.4 | 1165 | 1208 |
| | Аполо | 1213.3aAB | 269.0 | 155.3 | 905 | 1400 |
| | Горштак | 1460.0aB | 55.7 | 32.1 | 1410 | 1520 |
| | Тријумф | 1182.5aAB | 31.8 | 22.5 | 1160 | 1205 |
| Инокулисана | Галина | 1196.7aA | 225.0 | 129.9 | 1020 | 1450 |
| | Дана | 1166.7aA | 208.2 | 120.2 | 1000 | 1400 |
| | Принцеза | 1351.0aAB | 122.9 | 70.9 | 1240 | 1483 |
| | Дукат | 1126.0aA | 186.0 | 107.4 | 1003 | 1340 |
| | Сава | 1334.0aAB | 175.2 | 101.1 | 1214 | 1535 |
| | Галев | 1133.3aA | 90.7 | 52.4 | 1030 | 1200 |
| | Аполо | 1143.3aA | 92.9 | 53.6 | 1080 | 1250 |
| | Горштак | 1516.7aB | 76.4 | 44.1 | 1450 | 1600 |
| | Тријумф | 1110.0aA | 81.9 | 47.3 | 1040 | 1200 |

Током огледа су накнадно додати инокуланти у земљиште, на појединим парцелама, у фазама развића биљке V4 и R1, али дати третман није утицао на разлике у висини приноса, у односу на контролу са неинокулисаним семеном. Закључак наведеног огледа је да није потребно инокулисати семе соје пред сетву на парцели где је претходноних производних година сејано инокулисано семе, осим уколико земљиште у периоду пред сетву није било изложено изражено стресним климатским факторима у погледу високих или ниских температура или високих падавина, које би довеле до засићења пољског водног капацитета.

Трогодишњи оглед постављен у Бразилу на парцелама где је претходно сејано инокулисано семе соје дужи низ година, а где су фактори били инокулација, азотно ђубриво и густина сетве да је сличне резултате. За све три године, код исте густине сетве, није било разлике у приносу у свим варијантама огледа, у поређењу инокулисаних и неинокулисаних биљака соје (De Luca et al., 2014). Принос је, само у једној од три производне године, био различит између биљака различите густине сетве, што се може довести у везу са утицајем године, тј. климатских услова. Истраживање Campro et al. (2010), вршено у трогодишњем огледу, обухватало је седам различитих локација, од којих на четири никад није гајена соја, док је на три локације соја гајена дужи низ година. Резултат огледа указао је да је на земљиштима где је раније гајена инокулисана соја, није било разлике у приносу између третмана (инокулисано семе) и контроле (неинокулисано семе), док је принос био значајно већи на парцелама где се соја први пут гајила, због утицаја инокулације. Ово је у складу добијеним резултатима у нашем огледу. Супротно резултатима нашег огледа, према истраживању Ruiz Diaz et al. (2009), на парцели која је из статуса дугогодишњег пашњака преведена у ораницу, где је затим соја први пут сејана, утврђено је да су биљке чије је семе било инокулисано имале значајно већи принос у односу на неинокулисане. Препоручено је да се соја третира бактеријама азотофиксаторима, непосредно пред сетву, на земљиштима на којима никада ова култура раније није гајена, ради добијања значајно вишег приноса зрна по хектару.

Експеримент истраживача Ulzen et al. (2016), изведен је на подручју северне Гане, на три локације, на зељимштима на којима раније није гајена соја, већ кукуруз. Принос соје по хектару, био је значајно виши на парцелама засејаним семеном које је инокулисано пре сетве. Поредећи са неинокулисаним семеном, принос инокулисане соје био је виши за 12-19 %. Више истраживача у својим огледима на парцелима где је дужи низ година гајено инокулисано семе соје, дошло је до закључка да поновна инокулација семена није утицала на повећање приноса (Albareda et al., 2009; De Bruin et al., 2010). Ефекти инокулације су и даље дискутабилни, јер је претпоставка да може доћи до међусобних односа између специфичних сојева бактерија и одређених генотипова домаћина (Althabegoit et al., 2008), такође се мора узети у обзир осетљивост симбиозе на агроколошке услове средине, особине тла и технологију производње (Ferreira et al., 2000).

Табела 12. Факторска анализа за морфолошке параметре и укупни принос семена ($p < 0.05$). ИВ - Извор варијабилности, РМ - Растојање до прве махуне, ББГ - Број бочних грана по биљци, БС - Број спратова по биљци, БМ - Број махуна по биљци, ТМ - Тежина махуна по биљци, ТС - Тежина семена по биљци, УП - Укупан принос семена.

| Зависна променљива | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|
| ИВ | Висина (cm) | РМ (cm) | ББГ | БС | БМ | ТМ (g) | ТС (g) | УП (kg/ha) |
| Генотип | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.09 |
| Инокулација | 0.020 | 0.020 | 0.630 | 0.085 | 0.578 | 0.904 | 0.525 | 0.393 |
| Генотип x инокулација | 0.051 | 0.066 | 0.071 | 0.312 | 0.352 | 0.285 | 0.163 | 0.944 |

У нашем истраживању није било значајних разлика у приносу зрна под утицајем фактора инокулације, али је био изражен ефекат генотипа. Анализа варијансе (ANOVA-факторска анализа) показала је да фактор „генотип“ утиче на све параметре, док фактор „инокулација“ није имао утицај на морфолошке особине, осим висине биљке и висине биљке до прве махуне.. Надаље, интеракција између два тестирана фактора („генотип“ и „инокулација“) нису имали статистички значајан ефекат на испитиване параметре (Табела 12).

5.2. Хемијски састав семена соје

5.2.1. Садржај уља у семену соје

Резултати анализе садржаја уља у семену соје приказани су у Табели 13.

За оцену параметра садржај уља у семену, највећа вредност уочена је код сорте Аполо (21,7 %), код неинокулисаних, односно код сорте Дана (21,7 %) код инокулисаних биљака.

Табела 13. Параметри дескриптивне статистике за садржај уља у семену соје (%). Резултати контроле (неинокулисано семе) означени са * статистички значајно се разликују у односу на третман инокулацијом за ниво значајности $p < 0.05$.

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 19,9 * | 0,1 | 0,09 | 19,8 | 20,1 |
| | Дана | 21,2 | 0,2 | 0,09 | 21,1 | 21,4 |
| | Принцеза | 20,9 | 0,1 | 0,04 | 20,8 | 20,9 |
| | Дукат | 19,3 | 0,2 | 0,13 | 19,1 | 19,5 |
| | Сава | 19,8 | 0,2 | 0,13 | 19,6 | 20,0 |
| | Галеб | 19,7 | 0,1 | 0,07 | 19,6 | 19,8 |
| | Аполо | 21,7 | 0,0 | 0,00 | 21,7 | 21,7 |
| | Горштак | 20,2 | 0,0 | 0,00 | 20,2 | 20,2 |
| | Тријумф | 19,2 | 0,0 | 0,00 | 19,2 | 19,2 |
| Инокулисана | Галина | 19,0 | 1,0 | 0,58 | 17,8 | 19,7 |
| | Дана | 21,7 | 0,3 | 0,19 | 21,3 | 21,9 |
| | Принцеза | 20,6 | 0,7 | 0,40 | 20,1 | 21,4 |
| | Дукат | 19,5 | 0,0 | 0,00 | 19,5 | 19,5 |
| | Сава | 19,2 | 0,0 | 0,00 | 19,2 | 19,2 |
| | Галеб | 20,0 | 0,0 | 0,00 | 20,0 | 20,0 |
| | Аполо | 21,0 | 0,0 | 0,00 | 21,0 | 21,0 |
| | Горштак | 20,5 | 0,0 | 0,00 | 20,5 | 20,5 |
| | Тријумф | 19,8 | 0,0 | 0,00 | 19,8 | 19,8 |

Најнижа вредност за параметар садржај уља у семену забележена је код сорте Тријумф (19,2 %), за неинокулисане, односно код сорте Галина (19,0 %), за инокулисане биљке соје.

Није примећена уједначеност резултата за садржај уља у семену соје сорти када су групе зрења у питању.

Статистички значајне разлике за параметар садржај уља у семену, утврђене су за сорту Галина, која припада нултој групи зрења. Међутим, статистички значајне разлике између инокулисаних и неинокулисаних биљака нису забележене код сорти Дана, Принцеза, Дукат, Сава, Галеб, Аполо, Горштак и Тријумф. Статистички значајне разлике нису забележене ни код једне сорте из прве и друге групе зрења.

Највећа варирања за параметар садржај уља у семену соје, уочена су код сорте Галина код инокулисаних биљака, односно код сорте Сава код неинокулисаних биљака соје. Најмања варирања за овај параметар забележена су за неинокулисане биљке сорти Аполо, Горштак и Тријумф, односно за инокулисане биљке сорти Дукат, Сава, Галеб, Аполо, Горштак и Тријумф. Инокулација није утицала на статистички значајне разлике за параметар садржај уља у семену за испитиване сорте у огледу.

Слични резултати добијени су у огледу Marinković и сар. (2010), где је истраживан утицај инокулације и четири различите дозе азотног ђубрива на садржај уља у семену соје у огледима Института за ратарство и повртарство (Нови Сад). У датом огледу, инокулација није имала статистички значајан ефекат на садржај уља у семену. Резултати наведеног огледа су у сагласности са резултатима ове докторске дисертације и највише је упоредиво, с обзром да се ради о истом географском подручју и агроколошким условима.

Супротно резултатима овог истраживања, у трогодишњем огледу Flajšman et al. (2019), испитиван је утицај три различита инокулата (у односу на неинокулисану контролу) и три различита међуредна растојања у сетви на садржај уља у семену соје. Инокулација је имала статистички значајан утицај на повишен садржај уља код инокулисаних биљака, у поређењу са неинокулисаним биљкама у контроли. Биљке инокулисаног семена су у просеку имале 5,9 % већу количину уља у семену у односу на неинокулисану контролу.

Слично претходном истраживању, у двогодишњем експерименту у Пакистану Rahim et al. (2015), истраживан је ефекат седам различитих инокулата и три дозе азотних ђубрива на количину уља у семену соје. Инокулација је утицала на значајно већи садржај уља у семену инокулисаних биљака у односу на неинокулисану контролу. Инокулација је утицала значајно на већи садржај уља у семену инокулисаних биљака за 24 % у поређењу са неинокулисаним биљкама.

Супротно резултатима нашег огледа, према истраживању Yousaf et al. (2019), испитиван је утицај два различита инокулата на количину уља у семену код три сорте соје. Инокулација је у свим варијантама значајно утицала на вишу вредност уља у семену у однос на неинокулисану контролу од 10 до 13 %. У експерименту Janagard и Ebadi-Segherloo, (2016), испитиван је утицај неколико различитих инокулата, међу којима је примећена и инокулација са сојем *Bradyrhizobium japonicum*. Поред поменутих инокулата, примећено је и три дозе различитих минералних ђубрива. Резултати огледа су показали да је у семену соје које је инокулисано изолатом *Bradyrhizobium japonicum*, дошло до смањења садржаја уља у инокулисаним биљкама у односу на неинокулисану контролу, тако да инокулација није имала статистички значајан утицај, слично нашим резултатима.

5.2.2. Садржај азота у семену соје

Резултати садржаја азота у семену соје приказани су у Табели 14.

За оцену параметра садржај азота у семену, највећа вредност уочена је код сорте Галеб, и код неинокулисаних (7,3 %) и код инокулисаних биљака соје (7,2 %). Најнижа вредност за параметар садржај азота у семену, забележена је код сорте Тријумф (6,5 %), за неинокулисане, и Аполо (6,4 %), за инокулисане биљке соје (Табела 14.).

Највећа уједначеност, примећена је за резултате добијене анализом семена сорти из нулте групе зрења, док је у резултатима добијеним анализом семена сорти прве и друге групе зрења приметна неуједначеност вредности за овај параметар.

Статистички значајне разлике за параметар садржај азота у семену, утврђене су за сорте: Аполо и Горштак, сорте које припадају првој односно другој групи зрења. Међутим, статистички значајне разлике између инокулисаних и неинокулисаних биљака нису забележене код сорти Галина, Дана, Принцеза, Дукат, Сава, Галеб и Тријумф. Статистички значајне разлике нису забележене код испитиваних сорти из нулте групе зрења.

Највеће и најмање варирање за параметар садржај азота у семену соје, за биљке третмана и контроле, уочено је код сорти Тријумф и Дана, респективно.

Инокулација није утицала на значајне разлике за параметар садржај азота у семену за сорте у овом огледу.

Табела 14. Параметри дескриптивне статистике за садржај азота (%) у семену соје. Резултати контроле (неинокулисано семе) означени са * значајно се разликују у односу на третман инокулацијом за ниво значајности $p < 0.05$.

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 6,9 | 0,05 | 0,03 | 6,9 | 7,0 |
| | Дана | 6,8 | 0,17 | 0,10 | 6,6 | 6,9 |
| | Принцеза | 6,9 | 0,11 | 0,06 | 6,9 | 7,1 |
| | Дукат | 6,9 | 0,10 | 0,06 | 6,9 | 7,1 |
| | Сава | 6,8 | 0,12 | 0,07 | 6,7 | 6,9 |
| | Галеб | 7,3 | 0,10 | 0,06 | 7,1 | 7,3 |
| | Аполо | 6,6 * | 0,16 | 0,09 | 6,5 | 6,8 |
| | Горштак | 6,9 * | 0,09 | 0,05 | 6,8 | 7,0 |
| | Тријумф | 6,5 | 0,26 | 0,26 | 6,2 | 6,8 |
| Инокулисана | Галина | 7,0 | 0,06 | 0,03 | 7,0 | 7,1 |
| | Дана | 6,8 | 0,17 | 0,10 | 6,6 | 6,9 |
| | Принцеза | 7,1 | 0,14 | 0,08 | 7,0 | 7,2 |
| | Дукат | 7,0 | 0,03 | 0,02 | 6,9 | 7,0 |
| | Сава | 6,9 | 0,10 | 0,06 | 6,8 | 7,0 |
| | Галеб | 7,2 | 0,03 | 0,02 | 7,2 | 7,3 |
| | Аполо | 6,4 | 0,03 | 0,02 | 6,3 | 6,4 |
| | Горштак | 6,5 | 0,04 | 0,02 | 6,5 | 6,6 |
| Тријумф | 6,5 | 0,16 | 0,09 | 6,4 | 6,7 | |

Различно од резултата овог огледа, у истраживању Solomon et al. (2012), током две године, испитиван је утицај два различита соја азотофиксирајућих бактерија *Bradyrhizobium japonicum*, на три сорте соје у погледу садржаја азота у семену. Резултати су показали да је инокулација имала статистички значајан утицај на вредност азота у семену, тако је вредност акумулираног азота у семену инокулисаних биљака, имала је значајно вишу вредност у односу на неинокулисану контролу за 15 %.

Супротно резултатима нашег истраживања, према огледу Albareda et al. (2009), истраживан је утицај четири различите дозе инокулата на садржај азота у семену соје. У свим понављањима, са било којом од четири дозе, садржај азота у семену претходно инокулисане соје имао је статистички значајно вишу вредност у односу на неинокулисану контролу од 37 до 50 %. Резултати забележени у двогодишњем огледу у Турској, где је испитиван утицај азотофиксирајућих бактерија и азотног ђубрива на садржај азота у семену шест сорти соје, показали су да је инокулација утицала на статистички значајано повећан садржај азота у семену од 5,8 до 7,2 % (Sogut, 2006).

Прегледом резултата за параметар садржај азота у семену соје из претходно наведених радова, истраживачи као потенцијални разлог за статистички значајно вишу вредност садржаја азота наводе, између осталог, број формираних азотофиксирајућих нодула на корену соје, тако да статистички значајно виша вредност броја нодула, омогућава већу количину фиксираног азота у биљци.

5.2.3. Садржај протеина у семену соје

Резултати садржаја протеина у семену соје приказани су у Табели 15.

За параметар садржај протеина у семену, највећа вредност уочена је код сорте Галеп, и код инокулисаних (45,2 %) и код неинокулисаних (45,3 %) биљака соје. Најнижа вредност за параметар садржај протеина у семену, забележена је код сорте Тријумф (40,7 %) за неинокулисане, и сорте Аполо (39,7 %) за инокулисане биљке соје. Највећа уједначеност резултата добијена је за сорте из нулте групе зрења, док је најмања уједначеност била у резултатима добијеним анализом смена соје сорти из прве групе зрења.

Статистички значајне разлике за параметар садржај протеина у семену, утврђене су за сорте: Аполо и Горштак, сорте које припадају првој, односно другој групи зрења, респективно. Међутим, статистички значајне разлике између инокулисаних и неинокулисаних биљака нису забележене код сорти Галина, Дана, Принцеза, Дукат, Сава, Галеп и Тријумф. Статистички значајне разлике нису забележене код сорти из нулте групе зрења.

Највеће одступање за параметар садржај протеина у семену биљака соје, уочено је код сорте Дана код инокулисаних, односно код сорте Тријумф код неинокулисаних биљака соје. Најмање одступање, забележено је код сорте Галина код неинокулисаних, односно код сорте Дукат код инокулисаних биљака.

Инокулација није постигла ефекат у смислу значајне разлике за параметар садржај протеина у семену за све сорте соје у огледу.

Слично резултатима нашег истраживања, према истраживању Yoseph et al. (2014), испитиван је утицај инокулације и различитих доза азотних и фосфорних ђубрива, на садржај протеина у семену соје у јужној Етиопији. Инокулација није изазвала статистички значајне разлике у количини протеина. Пресудан утицај на статистички значајно више вредности количине протеина у семену имала су азотна и фосфорна ђубрива. Истраживања више домаћих аутора,

показала су да није било разлике у количини протеина у поређењу инокулисаног и неинокулисаног семена, на земљиштима на којима је раније сејано инокулисано семе (Kolarić et al., 2009; Popović et al., 2015), што је у складу са резултатима нашег истраживања. Сличне резултате, као у претходном експерименту, забележили су Fuskah et al. (2019) у Индонезији, где је испитиван утицај инокулације и примена различитих доза морске воде, као хранива у стакленичкој производњи соје. Закључено је да инокулација није статистички значајно утицала на садржај протеина у семену соје, тј. да није било статистички значајних разлика између инокулисаних и неинокулисаних биљака. Такође ни раличите концентрације морске воде, примењене као храниво у стакленику, нису статистички значајно утицале на промену садржаја протеина у семену соје.

Према огледу Getachew et al. (2017), рађеном у западној Етиопији, истраживан је утицај инокулације са три различита соја азотофиксирајућих бактерија, као и утицај различитих доза сумпорних ђубрива, код две сорте соје. Резултати су показали да инокулација има статистички значајан утицај на вредност количине протеина у семену. Највиша вредност за садржај протеина у семену, за једну од инокулисаних сорти соје, била је 41,5 %, док је код неинокулисане садржај протеина износио 26 %. Друга инокулисана сорта је имала највишу вредност од 44 % протеина у семену, док је њена неинокулисана варијанта имала 28 % протеина у семену, што је супротно резултатима нашег огледа.

Табела 15. Параметри дескриптивне статистике за садржај протеина (%) у семену соје. Резултати контроле (неинокулисано семе) означени са * значајно се разликују у односу на третман инокулацијом за ниво значајности $p < 0.05$.

| Инокулација | Сорта | Средња вредност | Стд. девијација | Стд. грешка | Минимум | Максимум |
|---------------|----------|-----------------|-----------------|-------------|---------|----------|
| Неинокулисана | Галина | 43,2 | 0,3 | 0,19 | 42,9 | 43,5 |
| | Дана | 42,6 | 1,0 | 0,60 | 41,4 | 43,4 |
| | Принцеза | 43,4 | 0,7 | 0,38 | 42,9 | 44,1 |
| | Дукат | 43,4 | 0,6 | 0,36 | 43,0 | 44,1 |
| | Сава | 42,7 | 0,8 | 0,44 | 41,9 | 43,4 |
| | Галеб | 45,3 | 0,7 | 0,38 | 44,6 | 45,9 |
| | Аполо | 41,5* | 1,0 | 0,59 | 40,7 | 42,6 |
| | Горштак | 42,9* | 0,6 | 0,33 | 42,3 | 43,5 |
| | Тријумф | 40,7 | 1,6 | 1,60 | 39,0 | 42,2 |
| Инокулисана | Галина | 43,8 | 0,4 | 0,22 | 43,5 | 44,2 |
| | Дана | 42,2 | 1,1 | 0,62 | 41,0 | 42,9 |
| | Принцеза | 44,2 | 0,8 | 0,49 | 43,7 | 45,2 |
| | Дукат | 43,6 | 0,2 | 0,10 | 43,4 | 43,7 |
| | Сава | 43,1 | 0,6 | 0,36 | 42,4 | 43,7 |
| | Галеб | 45,2 | 0,2 | 0,12 | 45,0 | 45,4 |
| | Аполо | 39,7 | 0,2 | 0,12 | 39,5 | 39,9 |
| | Горштак | 40,7 | 0,2 | 0,13 | 40,5 | 40,9 |
| | Тријумф | 40,7 | 1,0 | 0,59 | 40,0 | 41,9 |

Супротно резултатима овог огледа, према истраживању Abera et al. (2019), вршеном на две различите локације у Етиопији. Испитиван је утицај седам различитих локалних сојева азотофиксирајућих бактерија из рода *Rhizobium* и азотног ђубрива на количину протеина у

семену соје. Инокулација је статистички значајно утицала на пораст концентрације протеина у семену на обе локације. На једној од локација се повећање садржаја протеина у семену, кретало од 7,4 до 27,3 %, док је на другој локацији забележена виша вредност од 16 до 20 %. Различите вредности повећаног садржаја протеина на две различите локације, могу се приписати различитим агроеколошким условима, тј. различитом збиру укупних температура и количина падавина на наведеним локацијама, као и типу земљишта.

Према трогодишњем огледу Zimmer et al. (2016), у условима хладне климе у Немачкој, на две локације, испитиван је утицај четири различита соја азотофиксирајућих бактерија *Bradyrhizobium japonicum* на проценат протеина у семену соје. Инокулација је статистички значајно утицала на садржај протеина у семену соје, чија је вредност била статистички значајно виша код инокулисаних биљака. Повећање вредности протеина инокулисаних биљака у односу на неинокулисане, кретало се и до 26 %. Сличне резултате забележили су Panotra et al. (2018), где је испитиван утицај различитих доза минералних ђубрива, органских ђубрива и инокулације бактеријама из рода *Rhizobium*, на количину протеина у семену соје. Инокулација је имала статистички значајан утицај на повишену вредност садржаја протеина у семену соје, у свим варијантама и понављањима инокулисаних биљака, у поређењу са неинокулисаном контролом, што је супротно резултатима нашег истраживања. Просечна вредност садржаја протеина у семену соје код инокулисаних биљака, износила је 37,6 %, док је код неинокулисане контроле, просечна вредност износила 34.09 %. Двогодишњим огледом у Узбекистану, Egamberdieva et al. (2004), испитиван је утицај три различита соја азотофиксирајућих бактерија из рода *Bradyrhizobium*, на количину протеина у семену код две сорте соје. Инокулација је имала статистички значајан утицај у свим понављањима код обе сорте, што је супротно резултатима овог огледа. Просечно повећање садржаја протеина у свим инокулисаним варијантама износило је 28 %, у односу на неинокулисану контролу. Резултати наведених истраживања нису слични истраживању у овој дисертацији, из разлога што је постигнута значајно виша вредност садржаја протеина у семену соје инокулисаних биљака. Истраживачи као главни разлог за добијање статистички значајно више вредности за садржај протеина у инокулисаним биљкама, наводе статистички значајно вишу вредност формираних азотофиксирајућих нодула на корену инокулисаних биљака. Самим тим забележена је и већа активност ензима нитрогеназе, која за последицу има и усвајање значајно више количине азота у инокулисаним биљкама, што је произвело и наведене вредности протеина.

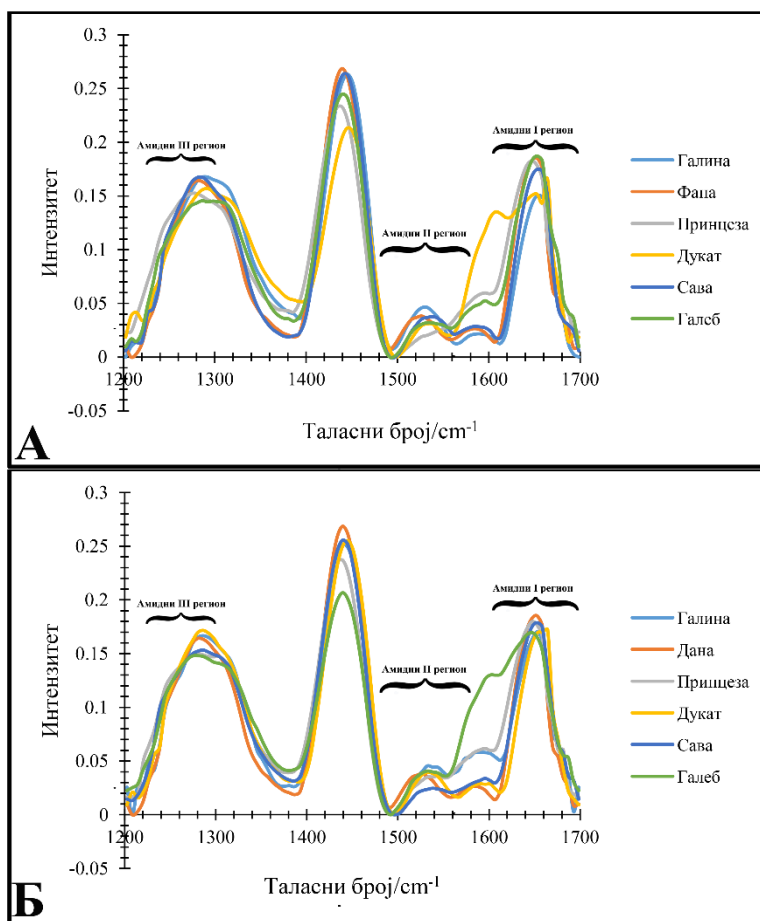
Прегледом добијених резултата анализе хемијског састава семена за параметре садржај уља, азота и протеина у семену соје може се уочити уједначеност резултата. Статистички значајно вишу вредност за садржај уља у семену соје, забележиле су биљке сорте Галина из контроле, а статистички значајно вишу вредност садржаја азота и протеина у семену, имале су биљке из контроле, сорти Аполо и Горштак. Инокулација није статистички значајно утицала на вредност садржаја наведених параметара.

Дато истраживање, као и истраживања научника са подручја Србије, за параметар количина протеина у семену (Kolarić и сар., 2009; Popović и сар., 2015), и за параметар количина уља у семену (Маринковић и сар., 2010), показују сличне резултате, према којима инокулација није статистички значајно утицала на вредности наведених параметара, на парцелама где се инокулисана соја гаји дужи низ година у континуитету, што за претпоставку има да у земљишту постоји активна концентрација бактерија азотофиксатора, настала као последица вишегодишње сетве инокулисаног семена соје.

5.3. Карактеризација и анализа варијансе протеина у семену соје применом Раманове спектроскопије

Раманова спектроскопија, у области спектроскопије, спада у ред водећих аналитичких техника (Zhu et al., 2014). Изузетна предност Раман спектроскопије је што је неинванзивна техника, једноставне употребе, где се анализе раде без претходне припреме узорка (у смислу уситњавања узорка), нису потребни растварачи (без екстракције узорка), а резултати анализа су одмах доступни (Wang et al., 2014). Може се користити за квалитативну и квантитативну анализу. Квалитативна анализа се може извршити мерењем фреквенције расејаног зрачења, док се квантитативна анализа може извршити мерењем интензитета расејаног зрачења (Bumbrah и Sharma, 2016). Применом технике, посматрани узорци се излажу монохроматском зрачењу, при чему долази до расејавања светлости у складу са молекуларном вибрацијом посматране супстанце (Derciuch et al., 2016).

Овим методом извршена је анализа квалитативног састава протеина семена соје које је пожњевено у сетви у овом огледу. Добијени спектри у опсегу од $1230\text{--}1680\text{ cm}^{-1}$ су подељени у следеће регионе: Амид I регион између 1680 и 1600 cm^{-1} (вибрација истезања C=O), Амид II регион забележен у распону између 1580 и 1480 cm^{-1} и Амид III регион у опсегу између $1300\text{--}1230\text{ cm}^{-1}$ (оба повезана са истезањем C-N групе и савијајућим вибрацијама N-H групе) (Schulz и Baranska, 2007) (Слика 9). Интензитети трака се могу користити за процену доприноса сваког амидног региона у целокупном спектру.



Слика 9. Раманови спектри неинокулисаних (А) и инокулисаних (Б) сорти соје са коригованом базном линијом, нормализовани и упросечени.

Резултати анализе интензитета Амидних региона показују да постоје статистички значајне разлике у интензитету трака у Амидном I региону између контроле и третмана код сорти Галина, Дана и Сава. Са друге стране, када је у питању Амидни II регион, статистички значајне разлике у интензитету трака уочене су за сорте Дана, Принцеза, Дукат, Сава и Галеб. Када је у питању интензитет Амидног III региона статистички значајне разлике забележене су код сорти Галина, Принцеза, Дукат и Галеб. Ови резултати указују да постоје разлике у садржају протеина између наведених сорти (Табела 16).

Табела 16. Факторска анализа варијансе нормализованих интензитета карактеристичних трака Рамановог спектра. Подаци су средња вредност \pm стандардна девијација Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти у истој колони, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти у истој колони, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| | | Посматран опсег Рамановог спектра | | |
|---------------|----------|---|--|---|
| ТРЕТМАН | СОРТА | Амидни III регион 1230-1300 cm^{-1} | Амидни II регион 1480-1580 cm^{-1} | Амидни I регион 1600-1680 cm^{-1} |
| НЕИНОКУЛИСАНА | Галина | 0.1700 \pm 0.0036 ^{aE} | 0.04965 \pm 0.0135 ^{aC} | 0.1628 \pm 0.0033 ^{aA} |
| | Дана | 0.1646 \pm 0.0011 ^{aCDE} | 0.03093 \pm 0.0175 ^{aA} | 0.1821 \pm 0.0028 ^{aD} |
| | Принцеза | 0.1581 \pm 0.0018 ^{aC} | 0.01001 \pm 0.0936 ^{aB} | 0.1708 \pm 0.0036 ^{aC} |
| | Дукат | 0.1656 \pm 0.0042 ^{aCDE} | 0.0325 \pm 0.0052 ^{aA} | 0.1614 \pm 0.0027 ^{aA} |
| | Сава | 0.1668 \pm 0.0005 ^{aDE} | 0.0308 \pm 0.0063 ^{aA} | 0.1766 \pm 0.0080 ^{aC} |
| | Галеб | 0.1508 \pm 0.0083 ^{aB} | 0.0312 \pm 0.0043 ^{aA} | 0.1871 \pm 0.0008 ^{aD} |
| ИНОКУЛИСАНА | Галина | 0.1614 \pm 0.0040 ^{bCD} | 0.0445 \pm 0.0010 ^a | 0.1678 \pm 0.0016 ^{bC} |
| | Дана | 0.1498 \pm 0.0017 ^{bB} | 0.0472 \pm 0.0180 ^{bC} | 0.1895 \pm 0.0749 ^{aB} |
| | Принцеза | 0.1610 \pm 0.0024 ^{aCD} | 0.0326 \pm 0.0120 ^{bA} | 0.1860 \pm 0.0028 ^{bD} |
| | Дукат | 0.1621 \pm 0.0063 ^{aCDE} | 0.0493 \pm 0.0305 ^{bC} | 0.1671 \pm 0.0085 ^{bC} |
| | Сава | 0.1586 \pm 0.0046 ^{bC} | 0.0218 \pm 0.0031 ^{bD} | 0.1705 \pm 0.0022 ^{aC} |
| | Галеб | 0.1411 \pm 0.0086 ^{aA} | 0.03108 \pm 0.0161 ^{bA} | 0.1890 \pm 0.0078 ^{bB} |

Table 17. Резултати анализе варијансе за варијабле укупни протеини Раманова спектроскопија и амидне траке
($p < 0,05$)

| Извор варијабилности | Зависна променљива | | | |
|-----------------------|--------------------|---|--|---|
| | Укупни протеини | Амидни регион III 1230-1300 cm^{-1} | Амидни II регион 1480-1580 cm^{-1} | Амидни I регион 1600-1680 cm^{-1} |
| Генотип | 0.437 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Инокулација | 0.325 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Генотип x Инокулација | 0.436 | 0.01 | 0.000 | 0.000 |

Анализа варијансе је показала да појединачни фактори („генотип“ и „инокулација“), као и њихова интеракције немају статистички значајан ефекат на садржај укупних протеина у семену добијеним анализом Раманове спектроскопије. Са друге стране, ефекти истих фактора и њихове интеракције су имале статистички значајан утицај на интензитет Раманових трака ($p < 0,05$) (Табела 17). Добијени резултати указују на могући ефекат сорте на квалитативне карактеристике протеина односно њивов хемијски састав и последично на њихову нутритивну вредност (Zaworska-Zakrzewska et al., 2020).

Резултати нашег истраживања потврдили су контроверзне ефекте инокулације, откривајући да може доћи до утицаја на нека морфолошка својства биљке и квалитативне карактеристике протеина семена, у условима суше, и ако је соја гајена на земљишту где се претходних година сејало инокулисано семе соје. Поред тога, показана је значајност и примена Раманове спектроскопије као неструктивне, брзе и јефтине методе за процену разлика у хемијском саставу протеина између различитих сорти соје.

5.4. Морфо-анатомска анализа нодула соје

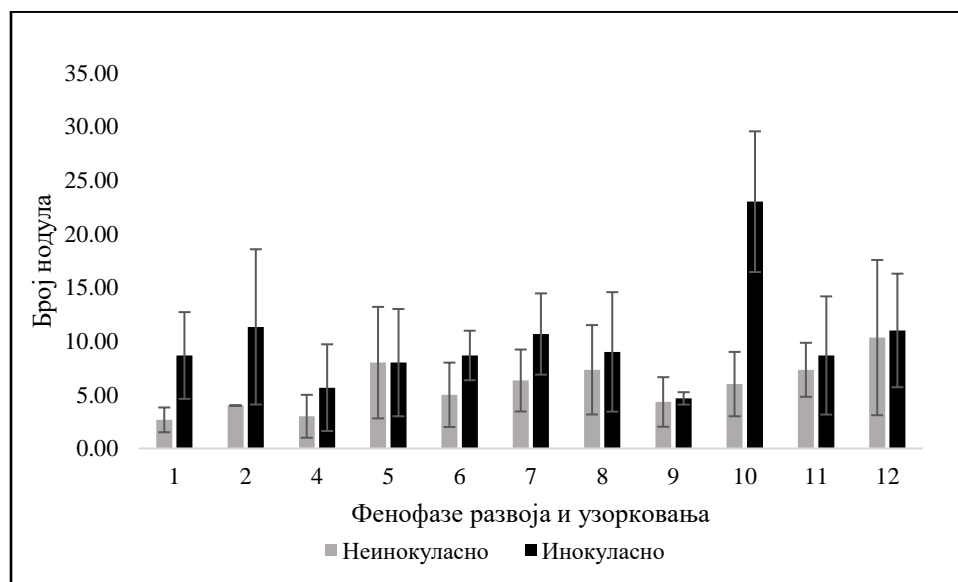
5.4.1. Број нодула на корену соје

Просечне вредности са стандардним одступањима за морфолошки параметар број нодула на корену соје приказане су у Прилогу 2., у Табели III.

Сорта Галина

За морфолошки параметар број нодула на корену биљака соје сорте Галина, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе) измерена је при дванаестом узорковању, у фенофази R7 и износи 10,33 нодула. Најнижа вредност забележена је у првом узорковању, у фенофази три тролиста и износи 2,67 нодула (Графикон 1.).

За морфолошки параметар број нодула на корену биљака соје сорте Галина највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе) утврђена је у десетом узорковању у фенофази R5.5, и износи 23 нодуле. Најнижа вредност за овај параметар измерена је у деветом узорковању у фенофази R5 и износи 4,67 нодула (Графикон 1.).



Графикон 1. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Галина по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену за биљке сорте Галина у односу на контролу, утврђене су у десетом узорковању, у фенофази R5.5.

Инокулација је статистички значајно утицала на број нодула на корену соје сорте Галина, што је утврђено у десетом узорковању, у фенофази R5.5.

Сорта Дана

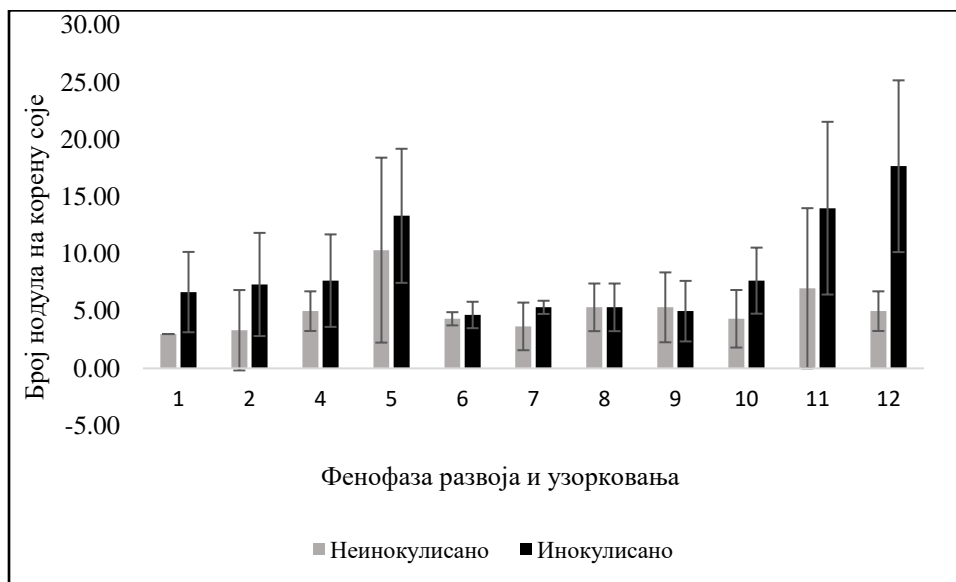
За морфолошки параметар број нодула на корену соје сорте Дана, најнижа вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерена је у првом узорковању, у фенофази три

тролиста, и износи 3,00 нодула. Највиша вредност морфолошког параметра број нодула за биљке из контроле, сорте Дана, забележено је у петом узорковању, у фенофази пуно цветање, у износу од 10,33 нодула (Прилог 2., Табела III).

За морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дана, највиша вредност морфолошког параметра број нодула на корену соје забележена је у дванаестом узорковању у фенофази R7, у износу од 17,67 нодула. Најнижа вредност морфолошког параметра броја нодула на корену соје за биљке из третмана сорте Дана, измерено је у шестом узорковању у фенофази пуно цветање, у износу од 4,67 нодула (Графикон 2.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке сорту Дана, утврђене су у дванаестом узорковању, у фенофази R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје сорте Дана, што је утврђено у дванаестом узорковању, у фенофази R7 (Графикон 2.).



Графикон 2. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Дана по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

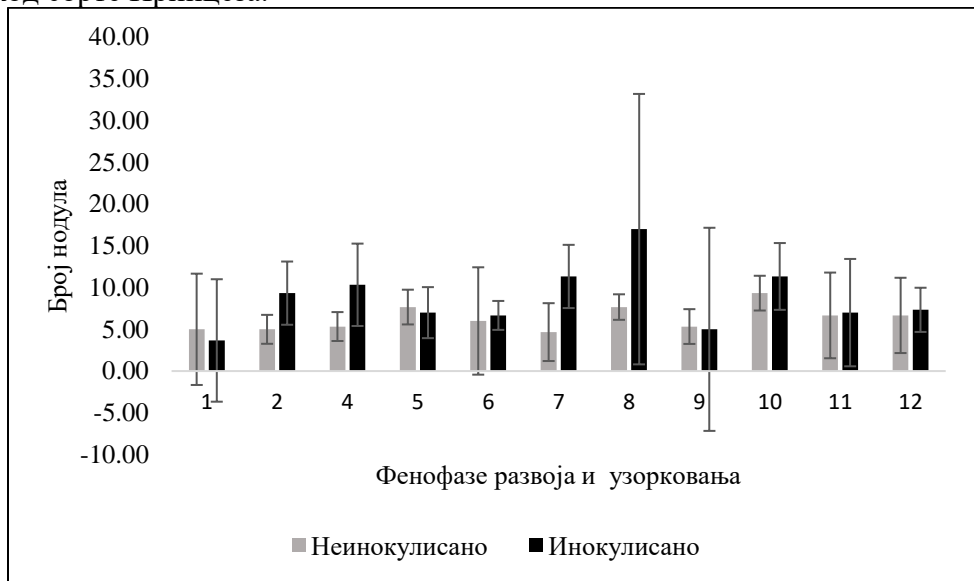
Сорта Принцеза

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе) сорте Принцеза, највиша вредност измерена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у вредности од 9,33 нодуле. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле сорте Принцеза, утврђен је у седмом узорковању, у фенофази R3, у износу од 4,67 нодула (Прилог 2., Табела III).

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Принцеза, највиша вредност уочена је у осмом узорковању, у фенофази R4, у вредности од 17,00 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана, сорте Принцеза, износио је 3,67 нодула и утврђен је у фенофази три тролиста, у првом узорковању (Графикон 3.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за сорту Принцеза нису утврђене.

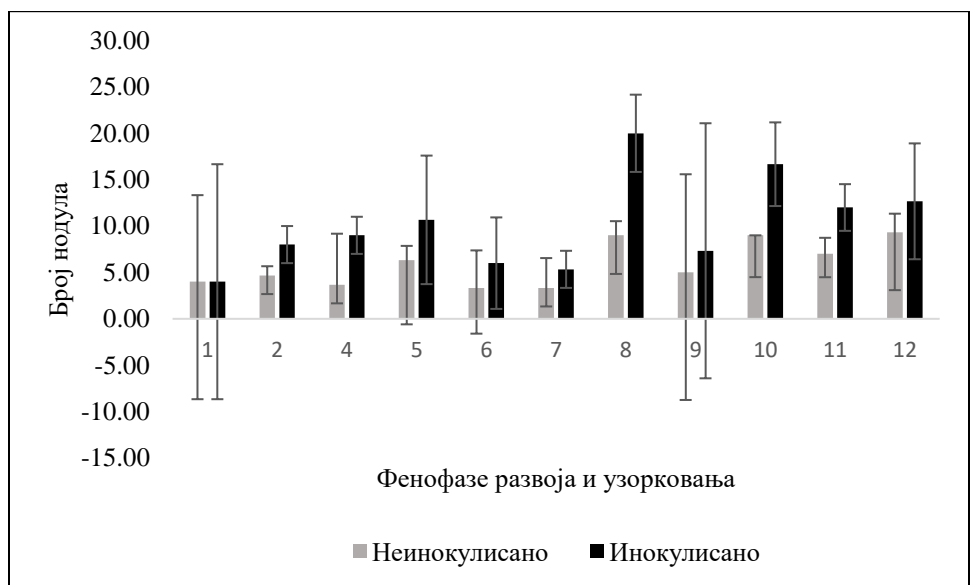
Инокулација није статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Принцеца.



Графикон 3. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Принцеца по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

Сорта Дукат

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Дукат, највиша вредност измерена је у дванестом узорковању, у фенофази R7, у вредности од 9,33 нодуле. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену за биљке из контроле, сорте Дукат, утврђен је у шестом и седмом узорковању, у фенофази R2.5, односно, R3, у износу од 3,33 нодула (Прилог 2., Табела III).



Графикон 4. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Дукат по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

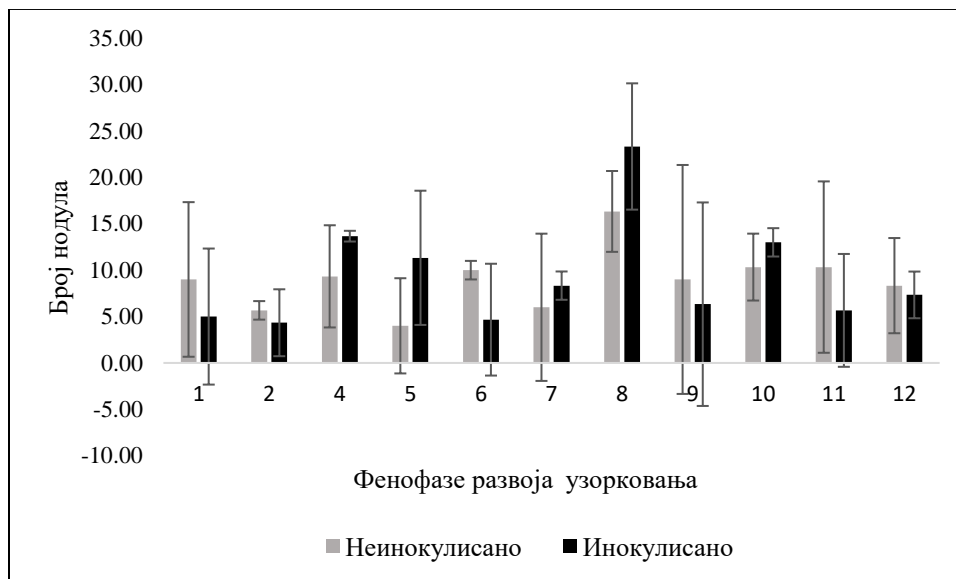
За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дукат, највиша вредност уочена је у осмом узорковању, у фенофази R4, у вредности од 20,00 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана сорте Дукат, износила је 4,00 нодула, и утврђена је у фенофази три тролиста, у првом узорковању (Графикон 4.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке сорте Дукат у односу на контролу, утврђене су десетом узорковања у фенофази R5.5.

Инокулација је статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Дукат, што је утврђено у десетом узорковању, у R5.5.

Сорта Сава

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Сава, највиша вредност измерена је у осмом узорковању, у фенофази R4, у вредности од 16,33 нодуле. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле сорте Сава, утврђен је у петом узорковању, у фенофази R2, у износу од 4 нодула (Графикон 5.).



Графикон 5. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Сава по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

За на морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке соје из третмана (инокулисано семе), сорте Сава, највиша вредност уочена је у осмом узорковања, у фенофази R4, у вредности од 23,33 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке соје из третмана сорте Сава, износила је 4,33 нодула, и утврђена је у фенофази V4, у другом узорковању (Прилог 2., Табела III).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за сорту Сава нису утврђене.

Инокулација није статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Сава.

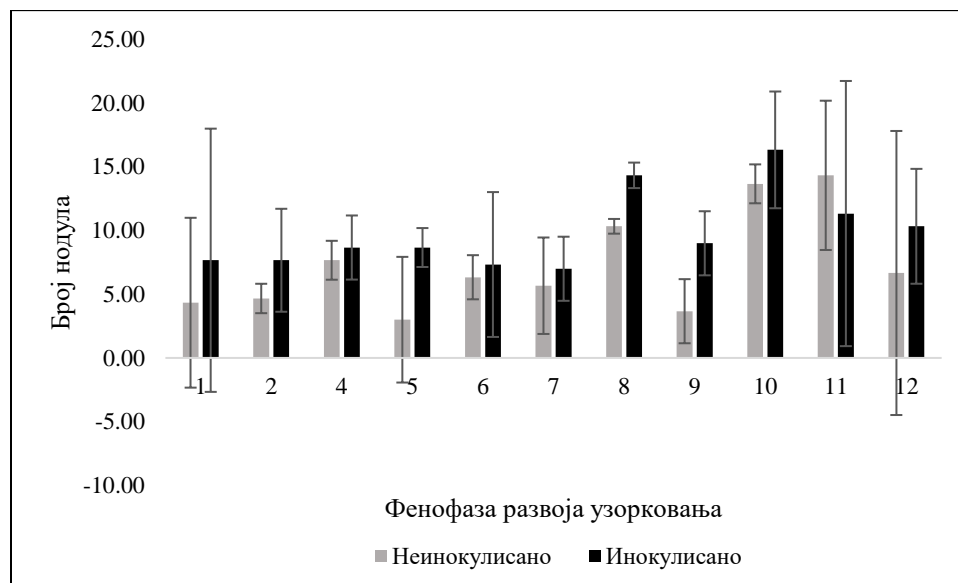
Сорта Галеб

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галеб, највиша вредност измерена је у једанаестом узорковању, у фенофази R6, у вредности од 14,33 нодуле. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле, сорте Галеб, утврђен је у петом узорковању, у фенофази R2, у износу од 3,00 нодула (Графикон 6.).

За на морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галеб, највиша вредност уочена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у вредности од 16,33 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана сорте Галеб, износила је 7 нодула, и утврђена је у фенофази R3, у седмом узорковању (Прилог 2., Табела III).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за сорту Галеб нису утврђене.

Инокулација није статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Галеб.



Графикон 6. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Галеб по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

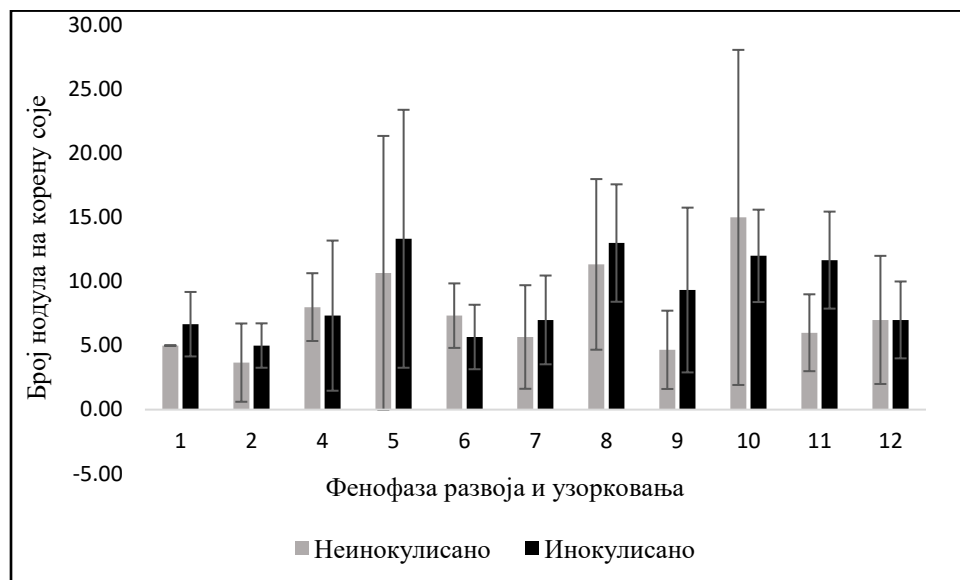
Сорта Аполо

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Аполо, највиша вредност измерена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у вредности од 15 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле сорте Галеб, утврђен је у другом узорковању, у фенофази V4, у износу од 3,67 нодула (Графикон 7.).

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Аполо, највиша вредност уочена је у петом узорковању, у фенофази R2, у вредности од 13,33 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана сорте Аполо, износила је 5 нодула, и утврђена је у фенофази четири тролита, у другом узорковању (Прилог 2., Табела III).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за сорту Аполо нису утврђене.

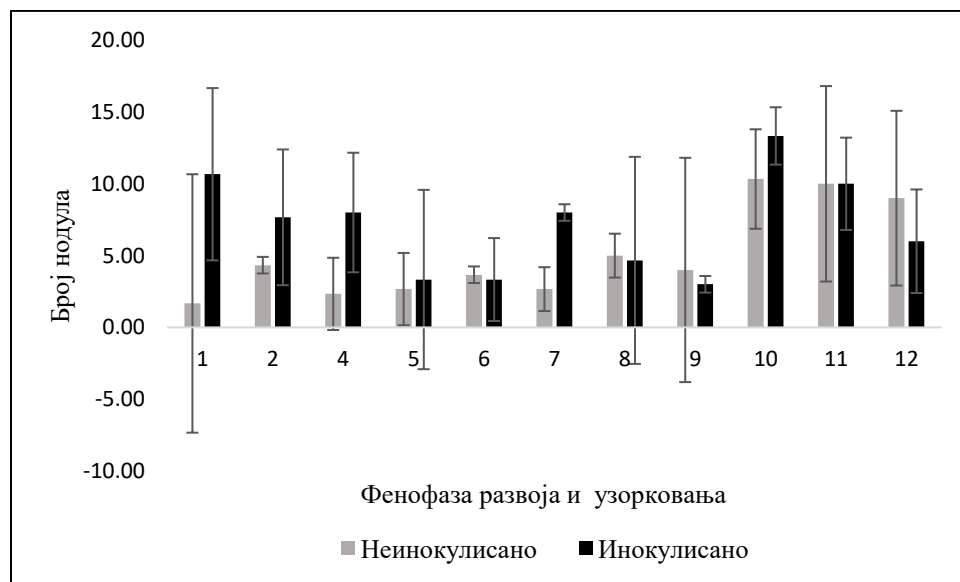
Инокулација није статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Аполо.



Графикон 7. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Аполо по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

Сорта Горштак

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Горштак, највиша вредност измерена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у вредности од 10,33 нодуле.



Графикон 8. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Горштак по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле, сорте Горштак, утврђен је у првом узорковању, у фенофази три тролиста, у износу од 1,67 нодула (Прилог 2., табела III).

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Горштак, највиша вредност уочена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у вредности од 13,33 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана сорте Горштак, износила је 3 нодула, и утврђена је у фенофази R5, у деветом узорковању (Графикон 8.).

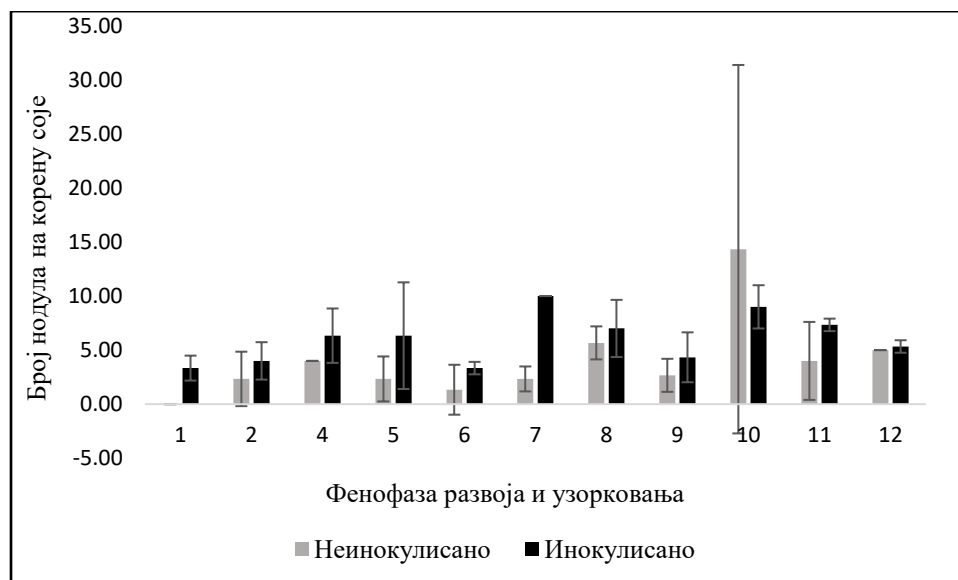
Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за за биљке сорте Горштак у односу на контролу, утврђене су првом узорковању, у фенофази V3.

Инокулација јесте статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Горштак, што је утврђено у првом узорковања у V3.

Сорта Тријумф

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Тријумф, највиша вредност измерена је у десетом узорковању, у фенофази 50 % махуна достигло пуну дужину, у вредности од 14,33 нодуле. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из контроле сорте Тријумф, утврђен је у шестом узорковању, у фенофази R2.5, у износу од 1,33 нодула, (Прилог 2., табели III).

За морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Тријумф, највиша вредност уочена је у седмом узорковању, у фенофази R3, у вредности од 10 нодула. Најнижа вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, за биљке из третмана сорте Тријумф, износила је 3,33 нодула, и утврђена је у првом узорковању, у фенофази V3 и R2 (Графикон 9.).



Графикон 9. Средње вредности и стандардне девијације за број нодула сорте Тријумф по фенофазама развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар број нодула на корену соје за биљке сорте Тријумф у односу на контролу, утврђене су првом и седмом узорковању, у фенофази V3 и R3.

Инокулација јесте статистички значајно утицала на морфолошки параметар број нодула на корену соје код сорте Тријумф, што је утврђено у првом и седмом узорковању, у фенофази V3 и фенофази R3 (Прилог 2., Табели III).

5.4.2. Анализа варијансе броја нодула на корену соје за све анализиране сорте

Резултати анализе варијансе за морфолошки параметар број нодула на корену соје, приказани су у Прилогу 2., Табела III.

Код неинокулисаних биљака сорти у огледу, највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје имала су биљке сорте Сава у шест од укупно једанаест узорковања, и то у првом (9), другом (5,67), четвртом (9,33), шестом (10), осмом (16,33) и деветом (9) узорковању. Статистички значајно виша вредност забележена је у првом узорковању, док у осталим узорковањима, нису постигнуте статистички значајне разлике. Прву највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје показала је сорта Аполо, која је постигла највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје постигла је у петом (10,67) и десетом (15) узорковању,

Најнижу вредност код неинокулисаних биљака сорти соје, за морфолошки параметар број нодула на корену соје, постигла је сорта Тријумф у седам од једанаест узорковања, и то у првом (0), другом (2,33), петом (2,33), шестом (1,33), седмом (2,33), деветом (2,67) и једанаестом (4). Другу најнижу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје постигла је сорта Горштак, и то у четвртом (2,33) и седмом (2,67) узорковању.

Највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје код инокулисаних биљака, имала је сорта Галина у три од укупно једанаест узорковања, и то у другом (11,33), шестом (8,67), и десетом (23) узорковању. Другу највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје показала су биљке сорти Сава, Аполо и Дана. Све наведене сорте су по два пута, тј. свака од њих у два од једанаест узорковања имала највишу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје, сорта Сава у четвртом (13,67) и осмом (23,33), сорта Аполо у петом (13,33) и деветом (9,33), и сорта Дана у једанаестом (14,00) и дванаестом (17,67) узорковању.

Најнижу вредност код инокулисаних биљака сорти соје, за морфолошки параметар број нодула на корену соје, постигле су биљке сорте Горштак и то у четири од једанаест узорковања, у петом (3,33), шестом (3,33), осмом (4,67) и деветом (3) узорковању. Другу најнижу вредност за морфолошки параметар број нодула на корену соје постигла је сорта Тријумф, у три од једанаест узорковања, и то у првом (3,33), другом (4,00) и дванаестом (5,33) узорковању, а другу најнижу вредност сорта Тријумф имала је у четвртом (6,33), петом (6,33), шестом (3,33), деветом (4,33) и десетом (9) узорковању.

Прегледом резултат мерења за морфолошки параметар број нодула на корену соје, може се уочити тенденција раста просечног броја нодула на корену соје почев од прве недеље узорковања и фенофазе три тролиста, до последњег узорковања и R7. Тенденција раста броја нодула нема правилан континуитет, али поређењем броја нодула у првим фенофазама развића соје и каснијим фенофазама, континуитет се може уочити. Већина биљака неинокулисаних сорти соје, осим неинокулисаних биљака сорте Сава, су у првој недељи узорковања имала ниже

вредности броја нодула, у односу на инокулисане биљке соје. Прегледом свих једанаест узорковања, уочава се, у поређењу инокулисаних и неинокулисаних биљака соје, да су у већини мерења, инокулисане биљке имале вишу вредност броја нодула. Такође и појединачно највишу вредност су постигле инокулисане биљке соје, инокулисане биљке сорте Сава у фенофази R4, у осмом узорковању, у вредности од 23,33 нодула на корену. Затим следи инокулисане биљке сорте Галина са 23 нодуле у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и инокулисане биљке сорте Дукат са вредношћу од 20,00 нодула у фенофази R4, у осмом узорковању. Може се извести закључак да је инокулација утицала на број нодула на корену третираних сорти соје.

Слично резултатима нашег огледа, о утицају инокулације на повећање броја нодула на корену соје, говоре и многе студије које су вршене у различитим агроеколошким условима. Двогодишњи оглед (Rahim et al., 2016), у Пакистану, постављен је на производном пољу где раније није гајена соја. Фактори су били инокулација и различите дозе азотних ђубрива. За инокулацију је коришћено осам различитих бактеријских сојева *Bradyrhizobium japonicum*. Испитиван је утицај фактора на број нодула, морфолошке особине и компоненте приноса. Узорковање нодула вршено је у фенофази пуног цветања. Број нодула на корену соје код свих коришћених бактеријских сојева имао је статистички вишу вредност (55–123%) у односу на неинокулисану контролу, што се претпоставља тиме да раније није гајена соја на пољу, а самим тим нису у земљиште путем инокулације уношене бактерије азотофиксатори. Формирање одређеног броја нодула забележено је и на неинокулисаном контроли, што за претпоставку има то, да у земљишту постоји природна популација азотофиксирајућих бактерија у одређеној концентracији. Ови резултати су слични резултатима нашег огледа. Сличне резултате претходном огледу, забележени су према истраживању Getu et al. (2019), рађеном две године, испитиван је утицај три различита бактеријска соја из рода *Bradyrhizobia spp.*, и примене фосфорног ђубрива на број нодула, морфолошке особине и компоненте приноса соје. Узорковање биљака соје за одређивање морфолошког параметра број нодула на корену соје, вршено је током фенофазе када је 50 % биљака било у пуном цветању. Број нодула на корену соје код сва три бактеријска соја имао је статистички вишу вредност и до девет пута, у односу на неинокулисану контролу у обе године истраживања. Слично резултатима нашег огледа, у огледу Manung et al. (2019), у Индонезији, испитиван је утицај различитих нивоа инокулације (0, 5g/kg, 10g/kg семена) и различитих нивоа фосфорних ђубрива на број нодула на корену соје, морфолошке особине и компоненте приноса. Резултати су показали да је инокулација утицала да број нодула инокулисаних биљака има статистички значајно вишу вредност од неинокулисаних.

Према огледу Gitonga et al. (2011), извршеном у Кенији, испитиван је утицај инокулације и азотних ђубрива на формирање броја нодула, морфолошких параметара и компоненти приноса код три сорте соје. Узорковање биљака за одређивање морфолошког параметра број нодула на корену соје вршен је у две фенофазе када је 75 % биљака било у пуном цветању и фенофази када је 75 % махуна достигло пуну дужину. Статистички значајно виша вредност броја нодула код свих сорти забележена је у фенофази када је 75 % махуна достигло пуну дужину у односу на фенофазу када је 75 % биљака било у пуном цветању. Резултати испитиваног броја нодула код претходно инокулисаних биљака, показали су да је инокулација као фактор допринела статистички значајно вишим вредностима броја нодула на корену у односу на неинокулисану контролу, код све три сорте соје, у обе наведене фенофазе. Наведено није у складу са резултатима нашег огледа, где је у наведеним фенофазама изостало повећање броја нодула код инокулисаних биљака. Истраживањем Tahir et al. (2009), у Пакистану, анализиран је број нодула на корену, морфолошке особине, хемијски састав семена и компоненте приноса. Фактори су били инокулација бактеријама из рода *Rhizobium*, различите количине азотних и фосфорних ђубрива. Узорковање биљака за одређивање броја нодула на корену соје, вршено је у фенофази R2. Број нодула на корену инокулисаних биљака, без примењених минералних ђубрива, био је статистички

значајно виши у односу на неинокулисану контролу, док инокулисане биљке са примењеним азотним и фосфорним ђубривима нису имале значајно вишу вредност броја нодула на корену, у поређењу са неинокулисаном контролом, када су коришћена минерална ђубрива, што је супротно резултатима овог огледа. Према огледу Tairo и Ndakidemi (2013), рађеном у стакленицима и на отвореном пољу у Танзанији, где су фактори били инокулација бактеријама *Bradyrhizobium japonicum* и различите количине фосфорног ђубрива, показано је да је инокулација статистички значајно утицала на вредност броја нодула, јер су, и у стакленику и на отвореном, вредности броја нодула имале значајно вишу вредност у односу на неинокулисану контролу, у делу огледа где нису коришћена фосфорна ђубрива. Осим саме инокулације, и интеракција два фактора, инокулације и фосфорних ђубрива, допринела је статистички значајно вишим вредностима броја нодула у односу на неинокулисане биљке. Експериментом Bekere et al. (2012a), у Етиопији, вршено је испитивање утицаја инокулације бактеријама рода *Bradyrhizobium japonicum*, калцијумових и азотних ђубрива на нодулацију и морфолошке особине биљака соје на киселим земљиштима. Оглед је рађен на парцели са непознатом историјом гајења соје. Биљке соје узорковане су за одређивање морфолошке особине број нодула на корену у фенофази пуног цветања. Број нодула на корену инокулисаних биљака имао је статистички значајно вишу вредност у односу на неинокулисану контролу и без примене минералних ђубрива, с тим да је интеракција фактора инокулација и калцијумово ђубриво, такође допринела стварању статистички значајно вишег броја нодула на корену инокулисаних биљака, и та вредност је била највиша у огледу, што је различито од резултата овог огледа.

Садгледавањем резултата статистичке анализе за параметар број нодула на корену соје, извлачи се закључак да инокулација није статистички значајно утицала на наведени параметар и да резултати нису у складу са претходно описаним истраживањима, међутим, високе апсолутне вредности броја нодула инокулисаних биљака, уз велика варирања, наводе на потребу да се експеримент понови, да би се извели чврсти закључци.

5.4.3. Маса нодула на корену соје

Просечне вредности са стандардним одступањима, за морфолошки параметар, маса нодула на корену соје, приказане су у Прилогу 2., у Табели IV.

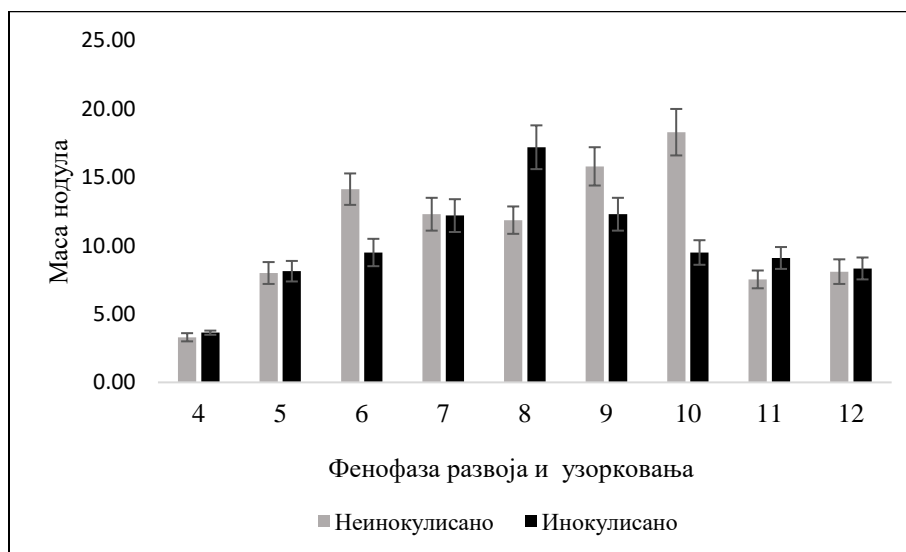
Сорта Галина

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галина, измерена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и износи 18,3 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке соје из контроле сорте Галина, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 3,3 mg (Графикон 10.).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галина, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 17,2 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за биљке из третмана, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 3,63 mg.

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Галина, утврђене су у шестом, осмом, деветом и десетом узорковању, у фенофазама R2.5, R4, R5 и R5.5.

Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Галина, што је утврђено у осмом узорковања, у фенофази R4.



Графикон 10. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Галина по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

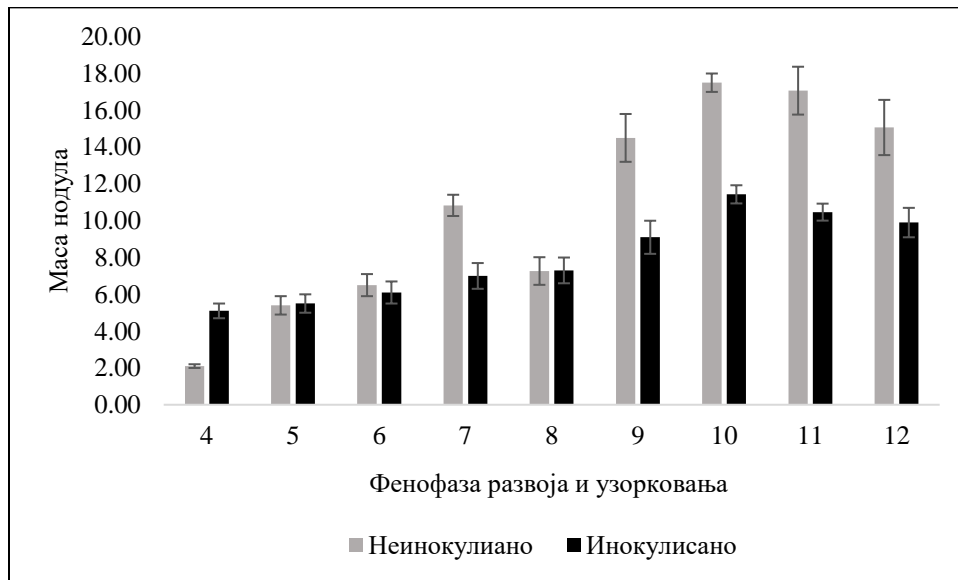
Сорта Дана

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Дана, измерена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и износи 17,5 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле сорте Дана, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 2,1 mg (Прилог 2., Табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дана, утврђена је у десетом узорковању у фенофази R5.5, и износи 11,43 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за за биљке из третмана сорте Дана, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 5,1 mg (Графикон 11.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Дана, утврђене су у четвртом, седмом, деветом, десетом, једанаестом и дванаестом узорковању, у фенофазама R1, R3, R5, R5.5, R6 и R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Дана, што је утврђено у четвртом узорковања, у фенофази R1.



Графикон 11. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Дана по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

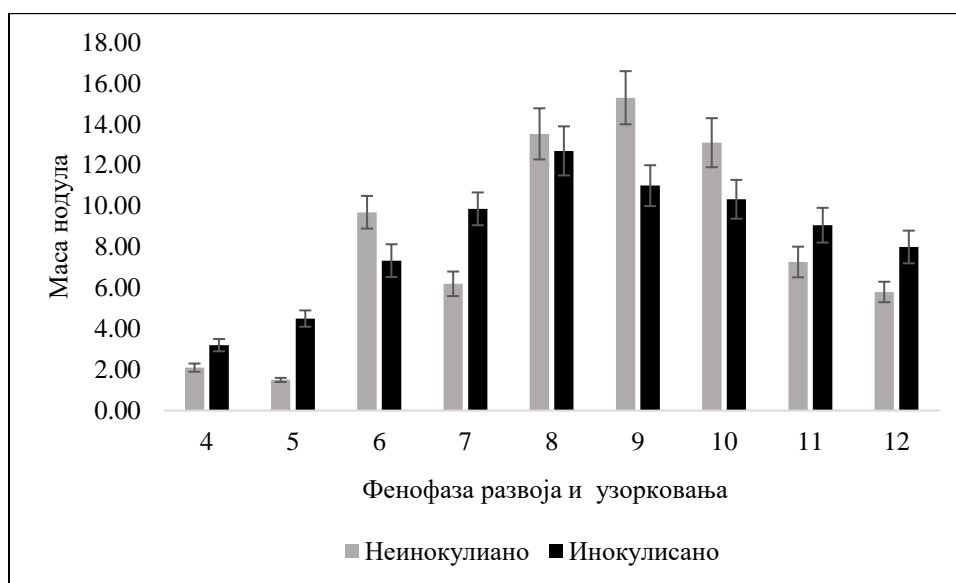
Сорта Принцеза

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), соје код сорте Принцеза, измерена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 15,3 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле сорте Принцеза, забележена је у петом узорковању, у фенофази R2 и износи 1,5 mg (Прилог 2., табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Принцеза, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 12,7 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за за биљке из третмана сорте Принцеза, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 3,2 mg (Графикон 12.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Принцеза, утврђене су у четвртом, петом, шестом, седмом, деветом, десетом и дванаестом узорковању, у фенофазама R1, R2, R2.5, R3, R5, R5.5 и R7.

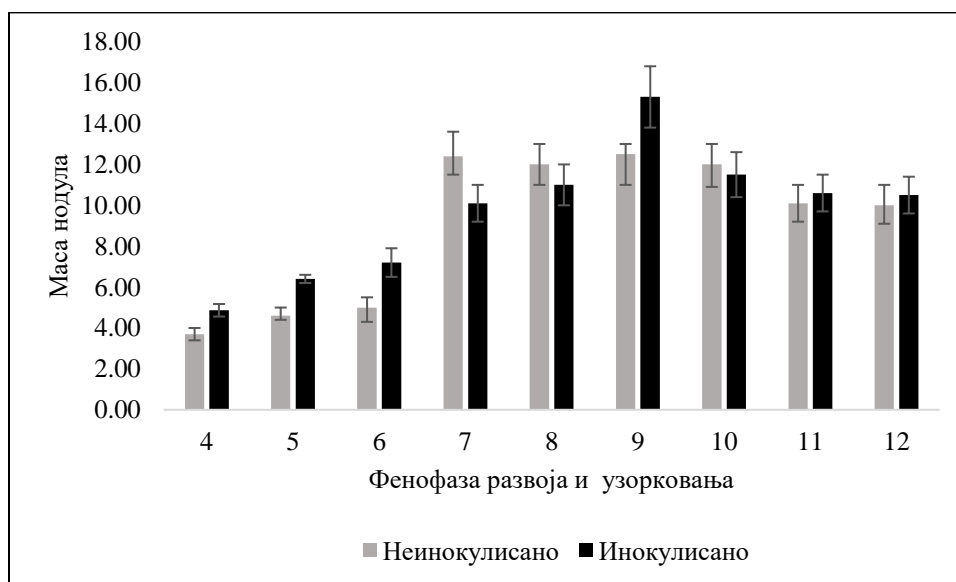
Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Принцеза, што је утврђено у четвртом, петом, седмом, једанаестом и дванаестом узорковању, тачније у фенофази R1, R2, R3, R6 и R7.



Графикон 12. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Принцеза по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

Сорта Дукат

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Дукат, измерена је у деветом узорковању, у фенофази 30 % махуна достигло пуну дужину, и износи 12,5 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле сорте Дукат, забележена је у четвртном узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 3,7 mg (Прилог 2., Табела IV).



Графикон 13. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Дукат по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дукат, утврђена је у деветом узорковању у фенофази R5, и износи 15,3 mg . Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за за

биљке из третмана сорте Дукат, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 4,87 mg (Графикон 13.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Дукат, утврђене су у четвртом, петом, шестом и деветом узорковању, у фенофазама R1, R2, R2.5 и R5.

Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Дукат, што је утврђено у четвртом, петом, и деветом узорковању, тачније у фенофази R1, R2, R2.5 и R5.

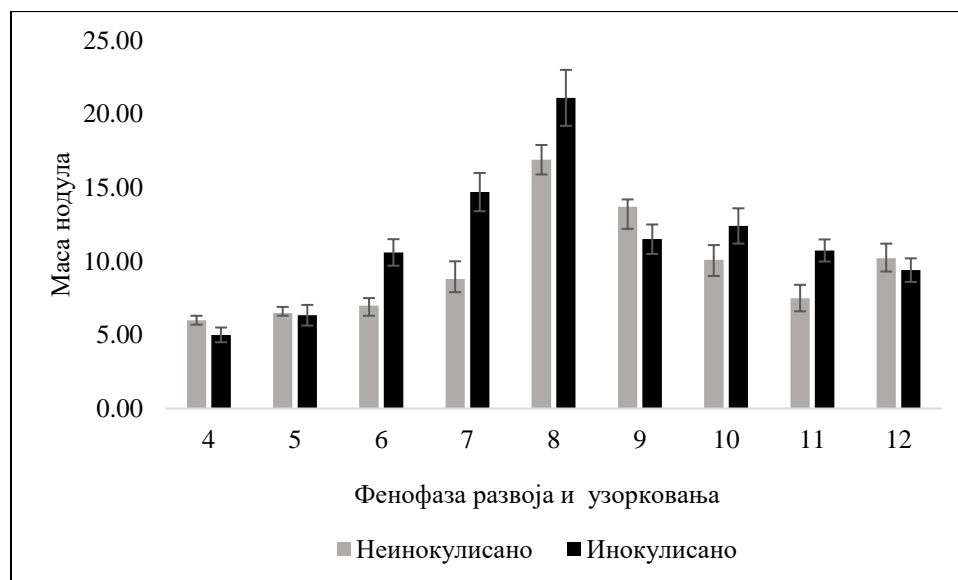
Сорта Сава

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Сава, измерена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи 16,9 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле сорте Сава, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 6,0 mg (Прилог 2., Табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Сава, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 21,1 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за за биљке из третмана сорте Сава, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 5,0 mg (Графикон 14.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Сава, утврђене су у шестом, седмом, осмом и једанаестом узорковању, у фенофазама R2.5, R3, R4 и R6.

Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Сава, што је утврђено у шестом, седмом, осмом и једанаестом узорковању, у фенофазама R2.5, R3, R4 и R6.



Графикон 14. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Сава по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

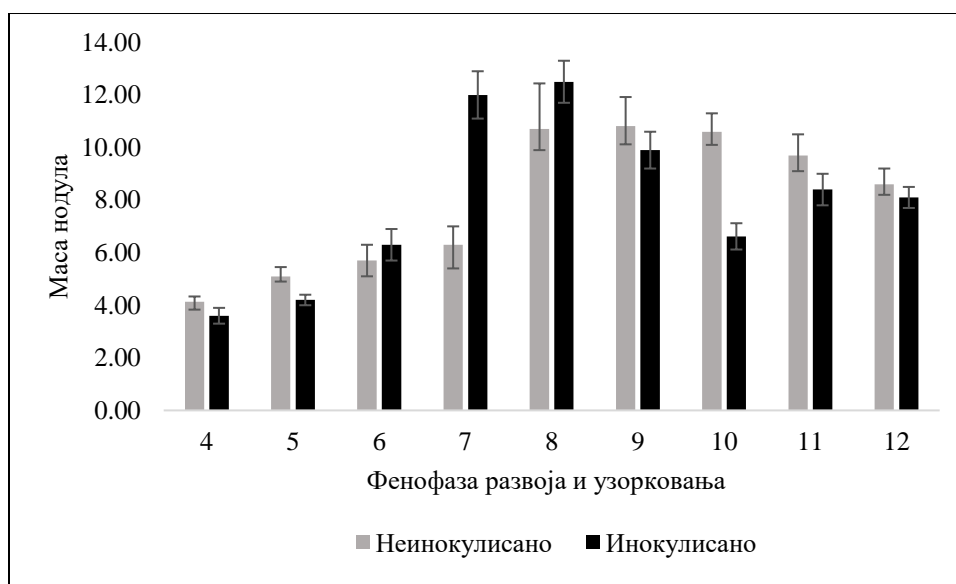
Сорта Галеб

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галеб, измерена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 10,82 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле, сорте Галеб, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 4,13 mg (Графикон 15.).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галеб, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 12,5 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за биљке из третмана сорте Галеб, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 3,6 mg (Прилог 2., Табела IV).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Галеб, утврђене су у седмом и деветом узорковању, у фенофазама R3 и R5.

Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Галеб, што је утврђено у седмом узорковања, у фенофази R3.



Графикон 15. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Галеб по недељама узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

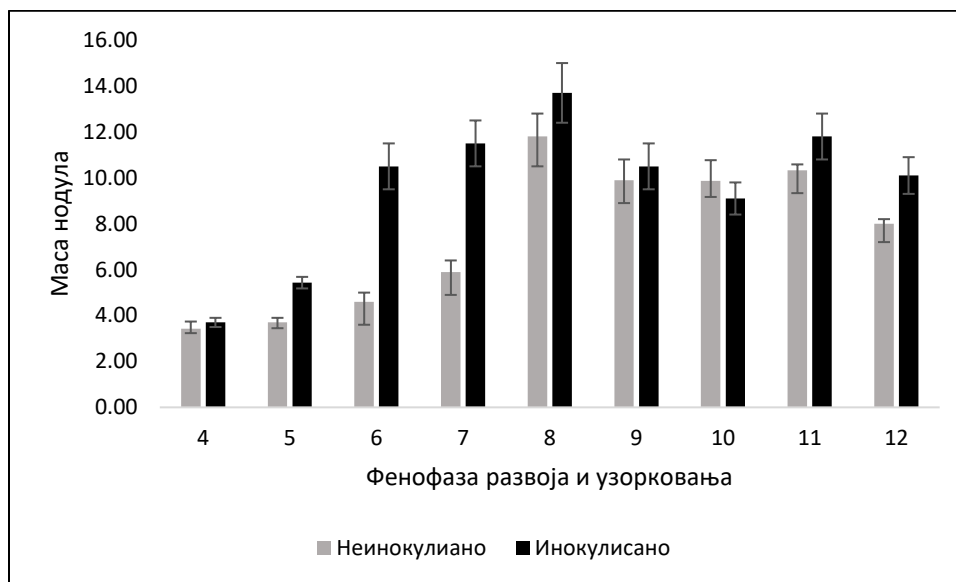
Сорта Аполо

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Аполо, измерена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи 11,8 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, најнижа вредност за биљке из контроле сорте Аполо, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 3,43 mg (Прилог 2., Табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Аполо, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 13,7 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за биљке из третмана сорте Аполо, измерена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања, и износи 3,7 mg (Графикон 16.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Аполо, утврђене су у петом, шестом, седмом и дванаестом узорковања, у фенофази R2, R2.5, R3 и R7.

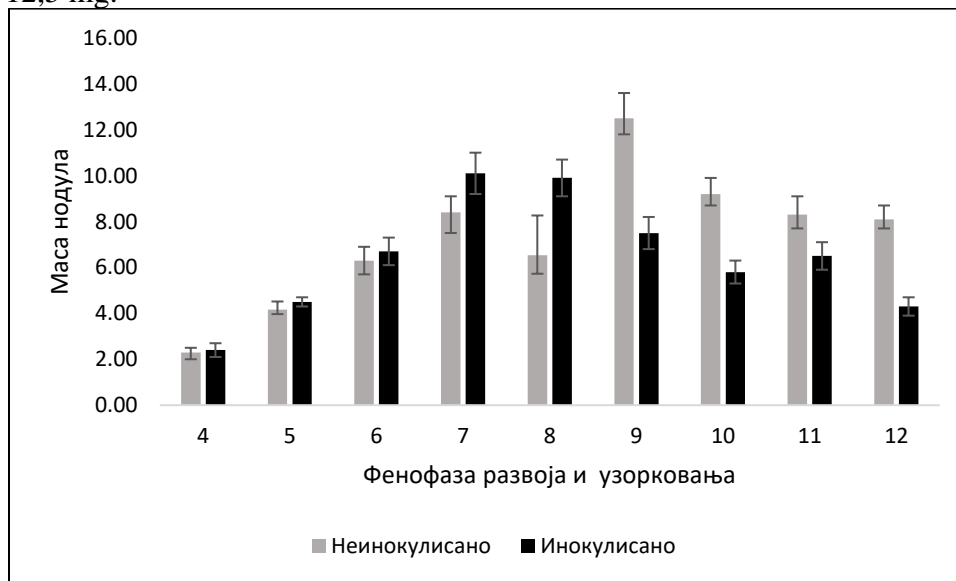
Инокулација је статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Аполо, што је утврђено у петом, шестом, седмом и дванаестом узорковања, у фенофази R2, R2.5, R3 и R7.



Графикон 16. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Аполо по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

Сорта Горштак

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулирано семе), сорте Горштак, измерена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 12,5 mg.



Графикон 17. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Горштак по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за биљке из контроле сорте Горштак, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 2,3 mg (Прилог 2., Табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Горштак, утврђена је у седмом узорковању у фенофази R3, и износи 10,1 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за биљке из третмана сорте соје Горштак, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 2,4 mg (Графикон 17.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Горштак, утврђене су деветом, десетом, једанаестом и дванаестом узорковању, у фенофази R5, R5.5, R6 и R7.

Инокулација није статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Горштак.

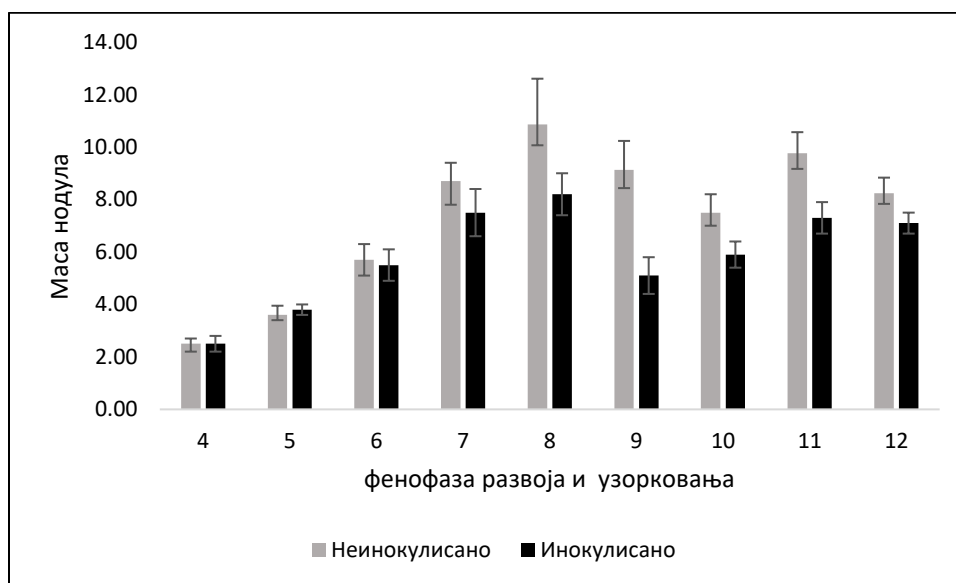
Сорта Тријумф

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Тријумф, измерена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи 10,87 mg. Најнижа вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, најнижа вредност за биљке из контроле сорте Тријумф, забележена је у четвртом узорковању, у фенофази почетак цветања и износи 2,5 mg. (Прилог 2., Табела IV).

За морфолошки параметар маса нодула на корену соје, највиша вредност за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Тријумф, утврђена је у осмом узорковању у фенофази R4, и износи 8,2 mg. Најнижа вредност морфолошког параметра маса нодула на корену соје за биљке из третмана сорте Тријумф, измерена је у четвртом узорковању у фенофази почетак цветања, и износи 2,5 mg (Графикон 18.).

Статистички значајне разлике за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, за сорту Тријумф, утврђене су осмом, деветом, десетом и једанаестом узорковању, у фенофази R4, R5, R5.5, R6 .

Инокулација није статистички значајно утицала на масу нодула на корену соје сорте Тријумф.



Графикон 18. Средње вредности, стандардне девијације за масу нодула сорте Тријумф по фенофазама развоја и узорковања R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mg)

5.4.4. Анализа варијансе масе нодула на корену соје за све анализиране сорте

Резултати анализе варијансе за морфолошки параметар број нодула на корену соје, приказани су у Прилогу 2., Табела IV.

Највишу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, код биљке из контроле (неинокулисано семе), имала је сорта Галина, и то у три од девет узорковања, у петом (8,00 mg), шестом (14,13 mg) и десетом (18,30 mg) узорковању. Биљке сорте Галина из контроле, имале су у свим наведеним узорковањима, статистички значајно вишу вредност масе нодула у односу на све остале биљке соје из контроле (неинокулисано семе), у огледу, осим од сорте Дана, у десетом узорковању. Највишу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје показале су сорте Сава, у четвртном (6,00 mg) и осмом (16,90 mg), и сорта Дана, у једанаестом (17,07 mg) и дванаестом (15,07 mg) узорковању. Сорта Сава је у четвртном (6,00 mg) и осмом (16,90 mg) узорковању имала статистички значајно вишу вредност у односу на све остале сорте биљака из контроле у огледу. Такође су и биљке из контроле сорта Дана имале статистички значајно вишу вредност масе нодула у једанаестом (17,07 mg) и дванаестом (15,07 mg) узорковању у односу на све остале биљке из контроле у огледу.

Најнижу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје код биљака из контроле (неинокулисано семе), имала је сорта Принцепа, у три од девет узорковања, у петом (1,50 mg), једанаестом (7,27 mg) и дванаестом (5,80 mg) узорковању. Другу најнижу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје имале су сорте Тријумф и Аполо. Сорта Тријумф имала је најнижу вредност у деветом (9,13 mg) и десетом (7,50 mg) узорковању, а сорта Аполо у петом (3,70 mg) и шестом (4,60 mg) узорковању.

Највишу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, код за биљке из третмана (инокулисано семе), имала је сорта Сава. Од девет узорковања, сорта Сава имала је највишу вредност у четири узорковања, у шестом (5,00 mg), седмом (14,70 mg), осмом (21,10 mg) и десетом (12,40 mg) узорковању. У седмом и осмом узорковању, сорта Сава имала је статистички значајно вишу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје у односу на све остале биљке из третмана (инокулисано семе), у огледу. После сорте Сава, највишу вредност за морфолошку особину маса нодула на корену соје, показала је сорта Дукаат у два узорковања, тј. у деветом (15,30 mg) и дванаестом (10,50 mg). Сорта Дукаат је у дванаестом узорковању, имала статистички значајно вишу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, у односу на све остале биљке из третмана (инокулисано семе), у огледу.

Најнижу вредност за морфолошки параметар маса нодула на корену соје код за биљака из третмана (инокулисано семе), имала је сорта Горштак у четири од девет узорковања, у четвртном (2,40 mg), десетом (5,80 mg), једанаестом (6,50 mg) и дванаестом (4,30 mg) узорковању. После сорте Горштак, најнижу вредност показала је сорта Тријумф, која је имала најнижу вредност у три од девет узорковања, у петом (3,80 mg), шестом (5,50 mg) и деветом (5,10 mg) узорковању.

Прегледом резултата мерења за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, јасно се уочава тенденција пораста вредности почев од првог узорковања и фенофаза V3 па све до завршних фенофаза вегетације и код инокулисаних и код неинокулисаних сорти соје. Максималне вредности масе нодула на корену соје, забележене су за време генеративних фаза развоја од седмог до дванаестог узорковања, од фенофаза R3, до фенофаза R7. Поредом резултате масе нодула, инокулисаних и неинокулисаних биљака, увиђа се извесна уједначеност у погледу вредности масе нодула. Чињеница је да су код неких сорти соје веће вредности за параметар „маса нодула“ испољиле инокулисане биљке, док је маса нодула током вегетације биљака променљива и нису уочене статистички значајне разлике између инокулисаних и неинокулисаних јединки. Ово

истраживање је показало да инокулација нема значајан утицај на повећање масе нодула, за разлику од неколико других истраживања, која сувршена на земљиштима где није раније гајена соја или у стерилном супстрату.

Сличне резултате нашем истраживању, забележили су Bekere и Hailemariam (2012), у Етиопији на производном пољу непознате историје гајења соје. Фактори су били инокулација и различите дозе фосфорних ђубрива, с тим да је рађена инокулација само семена, затим само земљишта, онда инокулација семена и земљишта заједно и контрола без инокулације. Узорковање нодула вршено је током фенофазе пуног цветања. Резултати су показали да између масе нодуле неинокулисане контроле и масе нодула инокулисаног семена, семена и земљишта заједно, и само инокулисаног земљишта, нема статистички значајне разлике при одсуству примене фосфорних ђубрива. Статистички значајне разлике забележене су код примене виших доза фосфорних ђубрива, и при интеракцији два фактора, фосфорног ђубрива и инокулације, док сама инокулација није допринела статистички значајним разликама у маси нодула. Резултати претходног огледа су у складу са нашим истраживањем које је показало да само инокулација, без ефеката фертилизације или других примењених агротехничких мера, не доприноси повећању масе нодула.

Двогодишње истраживање Getachew и Dagnaw (2020), извршено је у области западне Етиопије, са једном врстом соје на две различите локације, где су фактори били инокулација и различите дозе азотних ђубрива. Оглед је показао да су инокулисане биљке на обе локације, у свим варијантама ђубрења, дале нодуле са сататистички значајно вишом вредношћу масе у поређењу са неинокулисаном контролом, што се разликује од резултата нашег истраживања, где се само у мањем броју фенофаза јавила значајна разлика у поређењу масе нодула инокулисаних сорти. Слично резултатима претходног огледа, а различито од нашег истраживања, показали су резултати огледу Mathenage et. al. (2019) у Кенији, извршеном у два стакленичка и једном теренском испитивању, где је испитиван је утицај инокулације, затим раличите количине и различитих комбинација минералних хранива, на масу нодула и компоненте приноса. Земљиште за стакленичке огледе узето са 60 различитих локација у Кенији. Нису коришћени стерилни супстрати, већ је земљиште узимано са производних поља. Нодуле су узорковане у фенофази 50 % махуна достигло пуну дужину. У оба стакленичка и једном теренском огледу, забележена је статистички значајно виша вредност масе нодула инокулисаних биљака у односу на нодуле неинкулисаних биљака, што је супротно резултатима нашег огледа, где је само сорта Сава у фенофази 50 % махуна достигло пуну дужину, постигла вишу вредност масе нодула инокулисаних биљака, за разлику од преосталих осам сорти соје.

Различите резултате од наших, показало је истраживање Zhang et al. (2003), у Канади, где је испитиван утицај 39 различитих сојева бактерија на масу нодула и компоненте приноса у условима ниских земљишних температура током кратког вегетационог периода, што је карактеристично за подручје Канаде. Фактори су били сорта и инокулација. Нодуле су узорковане у фенофазама V3, R1, R3, R8. Забележена је статистички значајна разлика код свих примењених бактеријских сојева, у погледу више вредности вредности масе нодула у поређењу са неинокулисаном контролом, што се једним делом разликује од резултата нашег огледа, јер су значајно више вредности масе нодула у фенофази R3, постигле четири од девет сорти соје (Аполо, Галеб, Сава, и Принцеза), а у фенофази R1, значајно више вредности постигле су три од девет сорти соје (Дукат, Принцеза и Дана). Сличне резултате претходном, показао је експеримент Shiri и Ebadi-Segherloo (2016), извршен на соји, у Ирану, где су фактори били азотна ђубрива и инокулација. Испитиван је утицај фактора на масу нодула и компоненте приноса. Узорковање биљака за анализу вршено је у фази физиолошке зрелости биљака соје. Вредност масе нодула инокулисаних биљака била је статистички значајно виша у свим варијантама огледа у поређењу са неинокулисаном контролом, што је супротно резултатима овог огледа. Различите резултате

нашим, забележени су у истраживању Albareda et al. (2009), на две локације у Шпанији, где раније није гајена соје, самим тим није била заступљена инокулација бактеријама азотофиксаторима. Испитиван је је утицај различитих нивоа концентрације бактерија *Bradyrhizobium japonicum*, по семену соје (10^{-4} - 10^{-7} g/земље) и азотних ђубрива, на масу нодула и компоненте приноса. Узорковање биљака за потребе мерења масе нодула на корену соје, рађено је 60 дана после сетве. Вредности масе нодула свих примењених доза инокулације биле су статистички значајно више у поређењу са неинокулисаним контролом. Слично претходном огледу, двогодишње истраживање Merkeb et al. (2016), вршено је на две локације у Кенији. Испитиван је утицај различитих сојева азотофиксирајућих бактерија и различитих доза азотних ђубрива на масу нодула и компоненте приноса. Од четири различита бактеријска соја из рода *Rhizobium*, којима је третирано семе соје, код два соја су нодуле формиране на корену имале статистички значајно вишу вредност масе у односу на неинокулисану контролу, док код два соја нису, па би се ови резултати, могли описати сличним као и резултати овог огледа.

Супротно резултатима нашег истраживања, истраживање Yoseph и Worku (2014), у Етиопији вршено је на земљишту где раније није гајена соја. Фактори су били инокулација и различите количине азотних и фосфорних ђубрива. Маса нодула инокулисаних биљака имала је статистички значајно вишу вредност у односу на неинокулисану контролу. Препоставка је да разлог томе што раније нису путем инокулације семена пред сетву у земљиште уношене бактерије. У огледу Argaw (2014), рађеном је у Етиопији, испитивано је шест сорти соје различитих група зрења у стакленику у контролираним условима и две сорте на отвореном пољу. Узорковање нодула вршено је у фенофази касног цветања. Код свих сорти соје и у стакленику и на отвореном пољу, маса нодула инокулисаних биљака била је статистички значајно виша у односу на неинокулисану контролу, што се већином супротно од резултат нашег огледа, где су само три од девет сорти соје (Аполо, Сава и Дукат), постигли значајно више вредности масе нодула у фенофази касног цветања. Сличне резултате претходном огледу, забележени су у огледу Ahiabor (2014), где је испитиван утицај инокулације и различитих доза фосфорних ђубрива на масу нодула и компоненте приноса. Узорковање нодула са корена соје, вршено је фенофази R4, а оглед је изведен у Гани. Забележена је статистички значајно виша вредност масе нодула инокулисаних биљака у поређењу са неинокулисаним контролом у свим варијантама што је различито од резултат овог огледа, где су само три од девет сорти соје (Аполо, Сава и Галина), постигле значајно више вредности масе нодула инокулисаних сорти у фенофази R4. Сличне резултате нашем истраживању, показало је истраживање Amani et al. (2020), у Обали Слоноваче, у стакленицима на соју у стерилним супстратима, рађено је са 17 различитих бактеријских сојева на три сорте соје, са применом азотних ђубрива и контролом без примене азотних ђубрива и инокулације. Узорковање нодула за мерење масе, рађено је 45 дана након сетве. Истраживање је показало да су сви инокулисани сојеви допринели стварању нодула на корену три сорте соје, док неинокулисана контрола, тј. биљке соје које нису третиране бактеријама, нису формирале нити једну нодулу. Такође неинокулисане биљке прихрањене азотним ђубривом, нису формирале нити једну нодулу на корену. Сорте соје, третиране са 17 различитих бактеријских сојева, дале су међусобно различит број формираних нодула, где је било статистички значајних разлика у броју формираних нодула у односу на примењен бактеријски сој. Претпоставка за неформирање нодула на нетретираним биљкама је што је семе без инокулације сејано у стерилан супстрат, где за разлику од отвореног поља, не постоје природне популације азотофиксирајућих бактерија, које би у зависности од концентрације у земљишту, могле допринети формирању одређеног броја нодула.

5.5 Анатомске карактеристике нодула

5.5.1. Површина ризобијум поља

Просечне вредности са стандардним одступањима, за анатомски параметар, површина ризобијума поља нодуле, приказане су у Прилогу 2., у Табели I.

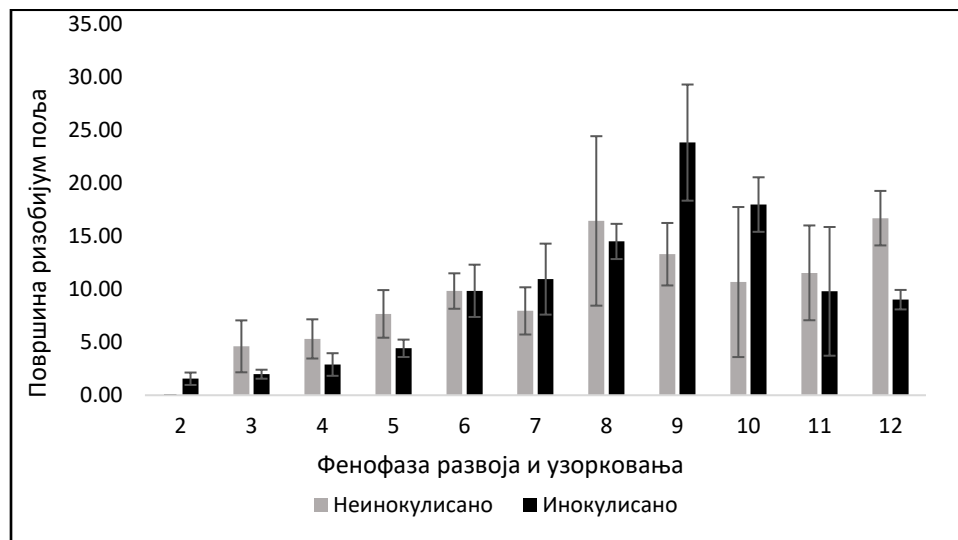
Сорта Галина

За анатомски параметар површина ризобијум поља, највиша вредност за биљке сорте Галина из контроле забележена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 16,71 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља код ових биљака измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 4,62 mm² (Прилог 2., Табела I).

У односу на анатомски параметар површина ризобијум поља за биљке сорте Галина из третмана, највиша вредност забележена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 23,84 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља код ових биљака, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 1,56 mm² (Графикон 19.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Галина из контроле и третмана утврђене су у деветом и дванаестом узорковању, односно у фенофази R5, односно R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља, што је утврђено у деветој недељи узорковања, у фенофази R5.



Графикон 19. Средње вредности и стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Галина по фенофазама развоја и узорковања: V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Сорта Дана

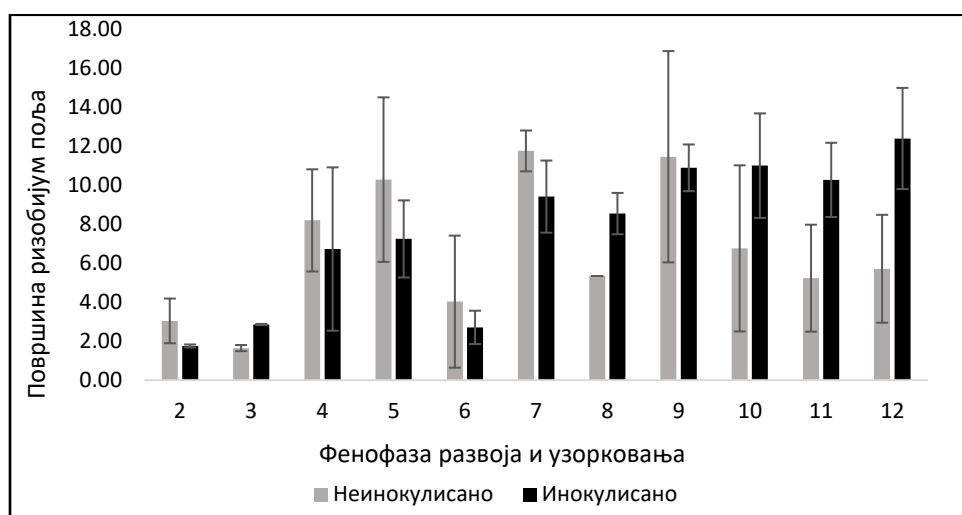
За анатомски параметар површина ризобијум поља, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Дана забележена је у седмом узорковању, у фенофази R3,

и износи 11,76 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле сорте Дана, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 1,65 mm² (Прилог 2., Табела I).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дана, забележена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 12,4 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дана, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 1,76 mm² (Графикон 20.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Дана из контроле и третмана, утврђене су у трећем узорковања, у фенофази V4.

Инокулација није статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Дана.



Графикон 20. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Дана по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

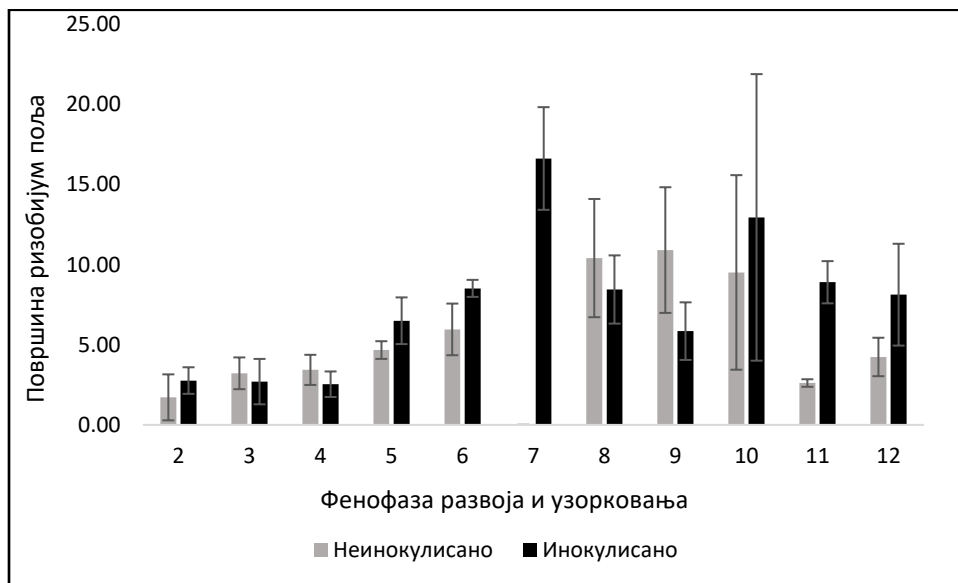
Сорта Принцеца

За анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Принцеца утврђена је у деветом узорковању, у фенофази 30 % махуна у пуној дужини, и износи 10,91 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле сорте Принцеца, измерена је у другом узорковању, у фенофази четири тролиста, и износи 1,72 mm² (Прилог 2., Табела I).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Принцеца, забележена је у седмом узорковању, у фенофази R3, и износи 16,63 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Принцеца, измерена је у четвртном узорковању, у фенофази R1, и износи 2,54 mm² (Графикон 21.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Принцеца из контроле и третмана, утврђене су у једанаестом узорковању, односно у фенофази R6.

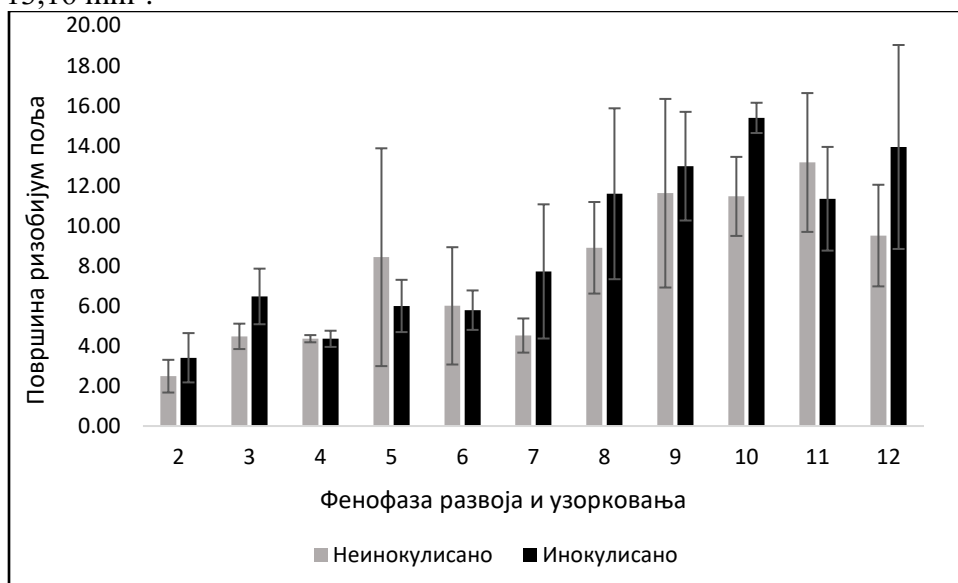
Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Принцеза, што је утврђено у једанаестом узорковању, у фенофази R6.



Графикон 21. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека ризобијум поља нодула сорте Принцеза по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Сорта Дукат

За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Дукат, утврђена је у једанаестом узорковању, у фенофази R6, и износи 13,16 mm².



Графикон 22. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Дукат по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле сорте Дукат, измерена је у другом узорковања, у фенофази четири тролиста, и износи 2,49 mm² (Прилог 2., Табела I).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дукат, забележена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и износи 15,39 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана семена сорте Дукат, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 3,41 mm² (Графикон 22.).

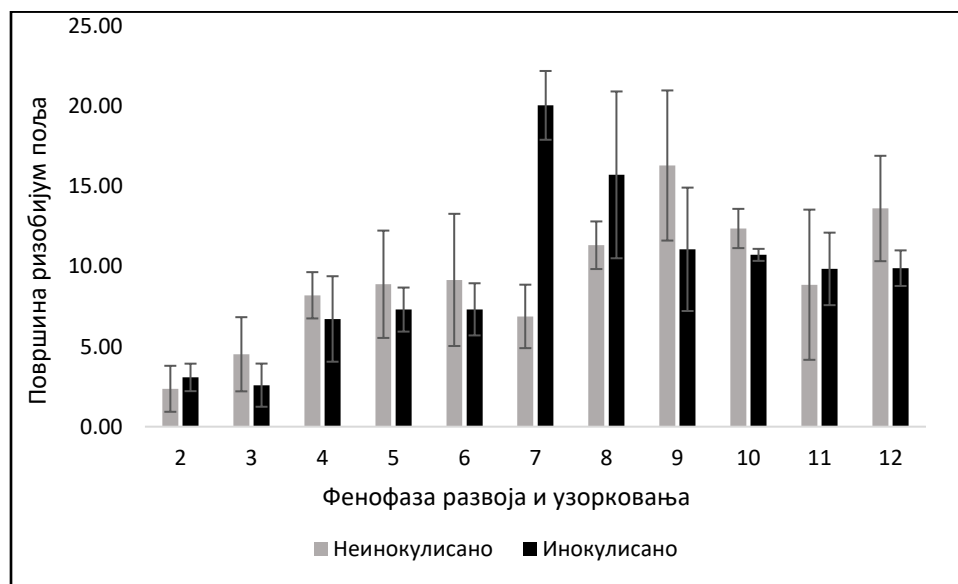
Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке сорте Дукат из контроле и третмана, утврђене су у десетом узорковању, односно у фенофази R5.5.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Дукат, што је утврђено у десетом узорковању, у фенофази R5.5.

Сорта Сава

За анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Сава, утврђена је у деветом узорковању, у фенофази 30% махуна достигло пуну дужину, и износи 16,3 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле сорте Дукат, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 2,36 mm² (Графикон 23.).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Сава, забележена је у седмом узорковању, у фенофази R3, и износи 20,06 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Сава, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 2,59 mm² (Прилог 2., Табела I).



Графикон 23. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Сава по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Сава из контроле и третмана, утврђене су у седмом узорковању, односно у фенофази R3.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Сава, што је утврђено у седмом узорковању, у фенофази R3.

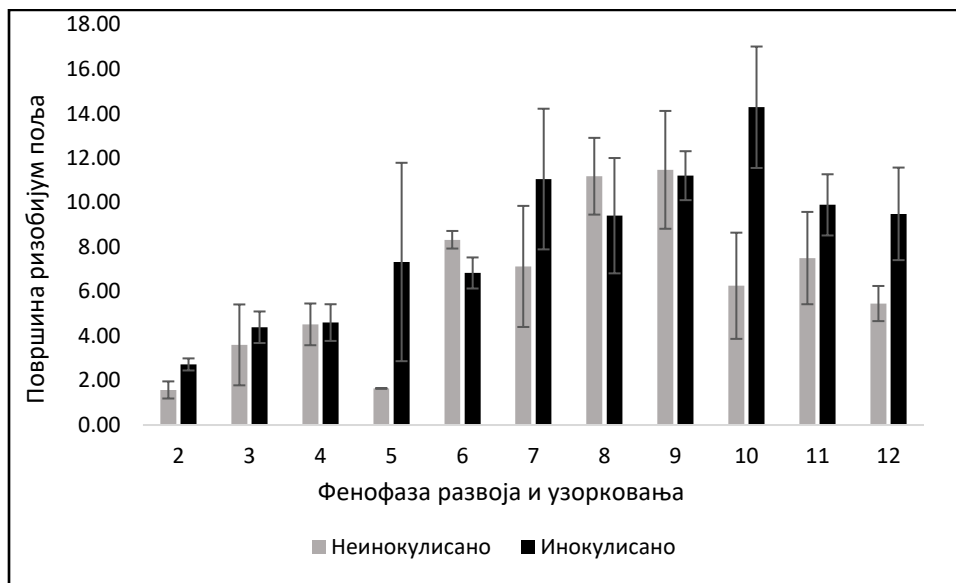
Сорта Галеб

За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галеб, утврђена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 11,47 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галеб, измерена је у друго узорковању, у фенофази V4, и износи 1,58 mm² (Прилог 2., Табела I).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галеб, забележена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и износи 14,28 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Галеб, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 2,72 mm² (Графикон 24.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Галеб из контроле и третмана, утврђене су у другом, шестом, десетом и дванаестом узорковању, односно у фенофази V4, R2.5, R5.5, и R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Галеб, што је утврђено у другом и десетом узорковању, у фенофази V4, и R5.5.



Графикон 24. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Галеб по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

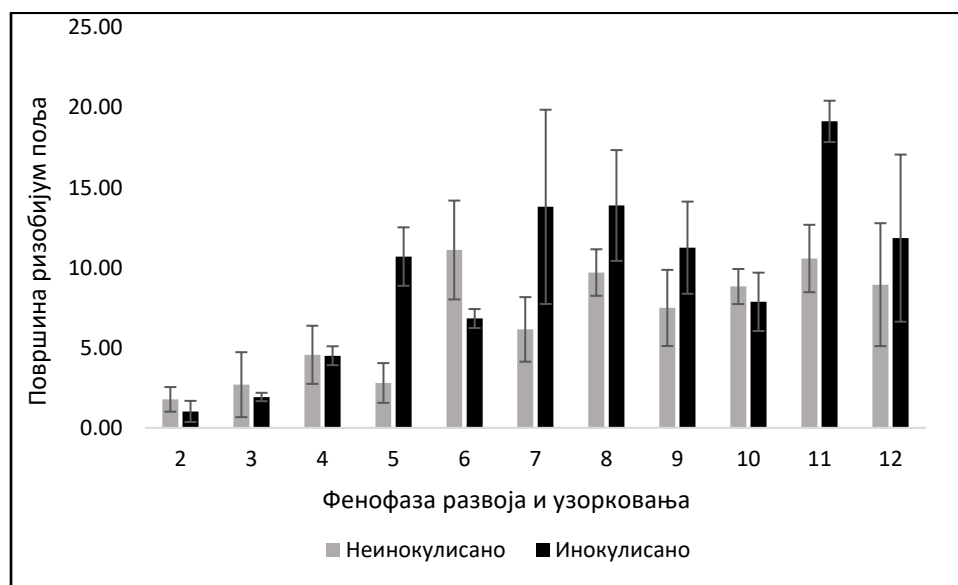
Сорта Аполо

За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Аполо, утврђена је у шестом узорковању, у фенофази завршно цветање, и износи 11,1 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља код биљака соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Аполо, измерена је у другом узорковања, у фенофази V4, и износи 1,78 mm² (Прилог 2., Табела I).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје из третмана (инокулисано семе), сорте Аполо, забележена је у једанаестом узорковања, у фенофази R6, и износи 19,13 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Аполо, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 1,02 mm² (Графикон 25.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Аполо из контроле и третмана, утврђене су у петом и једанаестом узорковању, односно у фенофази R2, односно R6.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Аполо, што је утврђено у петом и једанаестом узорковања, у фенофази R2, односно R6.



Графикон 25. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Аполо по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у осу су у mm²)

Сорта Горштак

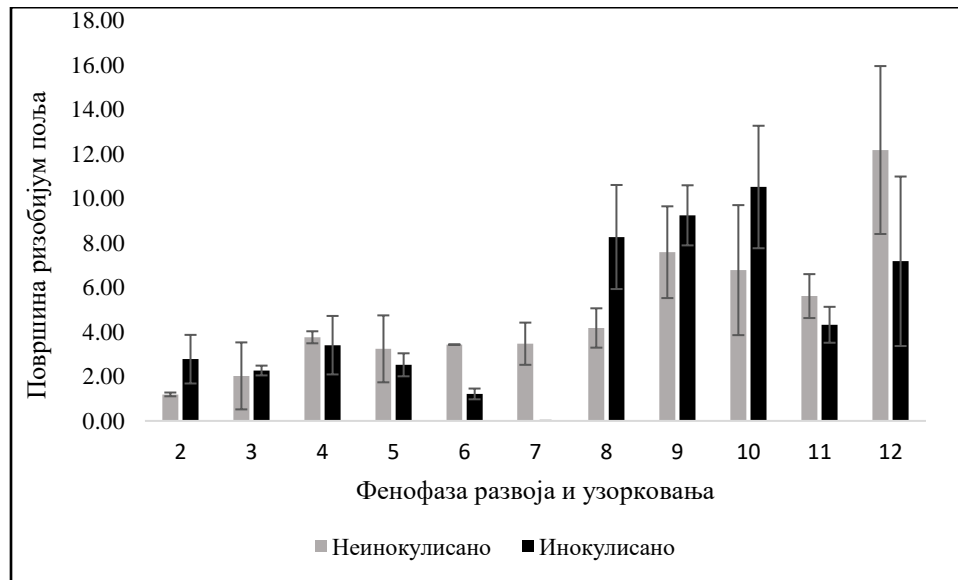
За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Горштак, утврђена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 12,18 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из контроле семена сорте Горштак, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 1,19 mm² (Графикон 26.).

Највиша вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Горштак, забележена је у десетом узорковању, у фенофази

R5.5, и износи $10,51 \text{ mm}^2$. Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из третмана сорте Горштак, измерена је у шестом узорковању, у фенофази R2.5 и износи $1,21 \text{ mm}^2$ (Прилог 2., Табела I).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Горштак из контроле и третмана, утврђене су у шестом и осмом узорковања, односно у фенофази R2.5 и R4.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Горштак, што је утврђено у осмом узорковању, у фенофази R4.



Графикон 26. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Горштак по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm^2)

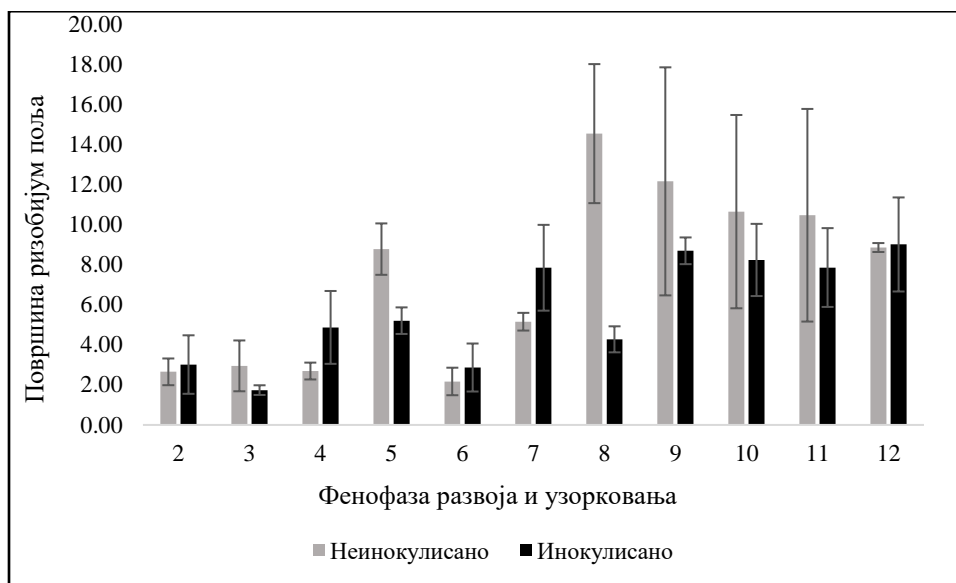
Сорта Тријумф

За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Тријумф, утврђена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи $14,55 \text{ mm}^2$. Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из контроле сорте Тријумф, измерена је у шестом узорковању, у фенофази R2.5, и износи $2,17 \text{ mm}^2$ (Графикон 27.).

За анатомски параметар површина ризобијум поља, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Тријумф, највиша вредност забележена је у дванаестом узорковања, у фенофази R7 и износи $9,01 \text{ mm}^2$. Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Тријумф, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи $1,74 \text{ mm}^2$ (Прилог 2., Табела I).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Тријумф из контроле и третмана, утврђене су у петом и осмом узорковању, односно у фенофази R2 и R4.

Инокулација није статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Тријумф.



Графикон 27. Средње вредности, стандардне девијације за површину ризобијум поља нодула сорте Тријумф по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

5.5.2. Анализа варијансе површине ризобијум поља за све анализиране сорте

Резултати анализе варијансе за анатомски параметар површина ризобијум поља, приказани су у Прилогу 2., Табела I.

За анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле на корену соје код биљака соје из контроле, највишу вредност показале су сорте Сава, Галина и Дана. Све наведене сорте су имале највишу вредност у три од једанаест узорковања. Сорта Сава постигла је највишу вредност у четвртој (8,21 mm²), деветом (16,30 mm²) и десетом (12,37 mm²) узорковању, сорта Галина постигла је највишу вредност у трећем (4,62 mm²), осмом (16,45 mm²) и дванаестом (16,71 mm²) узорковању, и сорта Дана која је постигла је највишу вредност у другом (3,04 mm²), петом (10,29 mm²) и седмом (11,76 mm²) узорковању. Сорта Сава постигла је статистички значајно вишу вредност у односу на све остале испитиване сорте, изузев сорте Дана, у четвртој недељи узорковања. Сорта Дана постигла је статистички значајно вишу вредност у седмом узорковању у односу на све остале неинокулисане сорте у огледу. Сорта Галина је у дванаестом узорковању постигла статистички значајно вишу вредност у односу на остале неинокулисане сорте у огледу, осим сорти Сава и Горштак.

Најнижа вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле на корену код биљака соје из контроле, забележен је код сорте Горштак, која је имала најнижу вредност у три узорковања, и то у другом, седмом и осмом узорковања. У два узорковања су најниже вредности постигле сорте Принцеза, у једанаестом (2,61 mm²) и дванаестом (4,24 mm²) узорковању, сорта Тријумф у другом (2,65 mm²) и четвртој (2,69 mm²) узорковању, сорта Галеб у четвртој (1,64 mm²) и десетом (6,26 mm²) узорковању.

Највишу вредност површине ризобијум поља нодула на корену соје код биљака из третмана (инокулисано семе), у огледу, забележиле су сорте Галина и Дукаат, које су имале по три пута

највишу вредност, а поред њих сорте Сава и Аполо постигле су по два пута највишу вредност површине ризобијума поља. Сорте Галина постигла је највишу вредност у шестом ($9,85 \text{ mm}^2$), деветом ($23,84 \text{ mm}^2$) и десетом ($18,00 \text{ mm}^2$) узорковању, а статистички значајно вишу вредност површине ризобијум поља у односу на све остале биљке из третмана у огледу, постигла је у деветом узорковању, и у шестом узорковању, осим од сорте Принцеца. Сорте Дукат постигла статистички значајно вишу вредност у односу на све остале инокулисаних биљке у огледу у трећем узорковању. Најнижу вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле на корену соје код биљака из третмана у огледу, постигла је сорта Горштак, која је у четири од једанаест узорковања имала најнижу вредност. Најнижу вредност сорте Горштак постигла је у петом ($2,52 \text{ mm}^2$), шестом ($1,21 \text{ mm}^2$), једанаестом ($4,32 \text{ mm}^2$) и дванаестом ($7,18 \text{ mm}^2$) узорковању. Поред сорте Горштак, најнижу вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле на корену соје, постигле су сорте Тријумф, Аполо и Принцеца, све наведене сорте у по два узорковања имале најнижу вредност наведеног параметра.

Анализом резултата мерења за анатомски параметар површина ризобијум поља нодула и површина попречног пресека нодула, уочава се јасна тенденција пораста површина почев од првог узорковања, од вегетативних фаза развоја па све до каснијих генеративних фаза, до последњег дванаестог узорковања. Примећује се инверзност у погледу измерених површина у почетним вегетативним и каснијим генеративним фазама развоја, у поређењу инокулисаних и неинокулисаних биљака. Тачније, неинокулисаних биљке имају више вредности мерених површина у раним, вегетативним фазама развоја биљака, да би у каснијим генеративним фазама, инокулисаних биљке имале више вредности за мерење површине. Максималне вредности површина ризобијум поља јасно се уочавају у генеративној фази развоја биљке, зависно од сорте, од седмог до дванаестог узорковања, од фенофазе R3, до фенофазе R7. Прегледом резултата, уочава се да сорте нулте групе зрења, Галина и Дана, и сорте прве групе зрења Сава и Аполо, имају више вредности у поређењу са сортама друге групе зрења, Горштак и Тријумф, чије су вредности најниже од испитиваних сорти. Може се претпоставити да је утицај изразито високих температура и одсуства падавина у току вегетационе сезоне, утицао изражено на развој сорти друге групе зрења, које имају дужи вегетациони период и касније завршавају развој у односу на групе зрења „0“ и „1“. Може се уочити да је инокулација деловала значајно у одређеним фазама развоја, али да су укупни, просечни резултати уједначени.

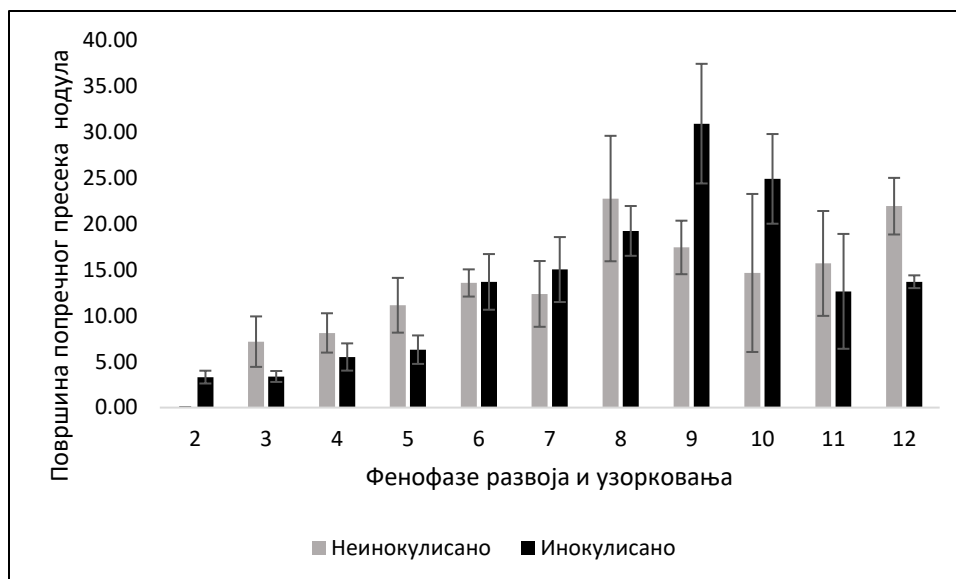
5.5.3. Површина попречног пресека нодула

Сорта Галина

Просечне вредности са стандардним одступањима, за анатомски параметар, површина попречног пресека нодула, приказане су у Прилогу 2., у Табели II.

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Галина, забележена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи $22,77 \text{ mm}^2$. Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке из контроле сорте Галина, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи $7,18 \text{ mm}^2$.

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галина, највиша вредност забележена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи $30,93 \text{ mm}^2$. Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодула за биљке из третмана сорте Галина, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи $3,32 \text{ mm}^2$ (Графикон 28.).



Графикон 28. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Галина по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у осу су у mm²)

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Галина из контроле и третмана, утврђене су у деветом и дванаестом узорковању, односно у фенофази R5, односно R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља, што је утврђено у деветом узорковању, у фенофази R5.

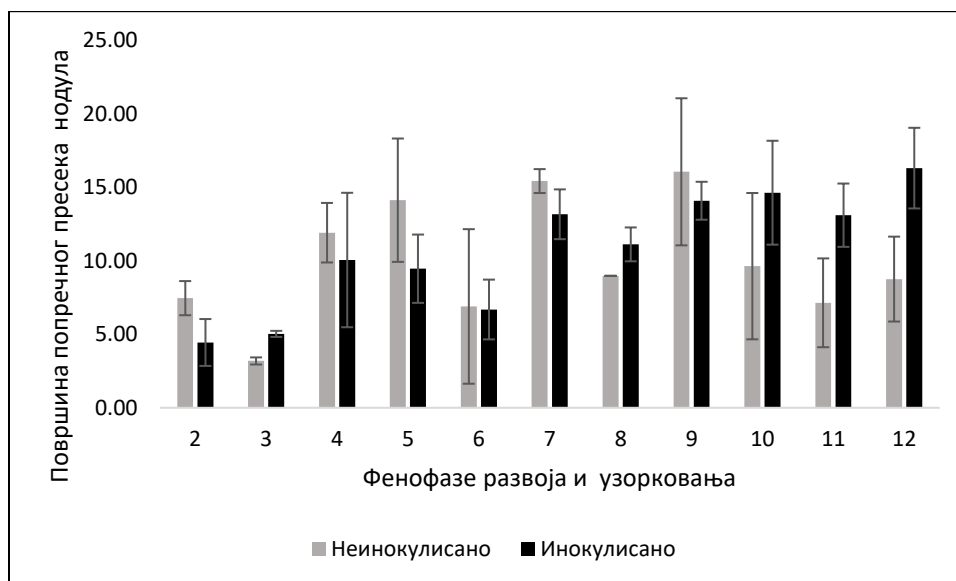
Сорта Дана

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Дана, забележена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 16,06 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке соје из контроле сорте Дана, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 3,19 mm² (Прилог 2., Табела II).

Највиша вредност за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дана, забележена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 16,31 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Дана, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 4,45 mm² (Графикон 29).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина ризобијум поља нодуле, за биљке соје сорте Дана из контроле и третмана, утврђене су у трећем узорковању, односно у фенофази V6.

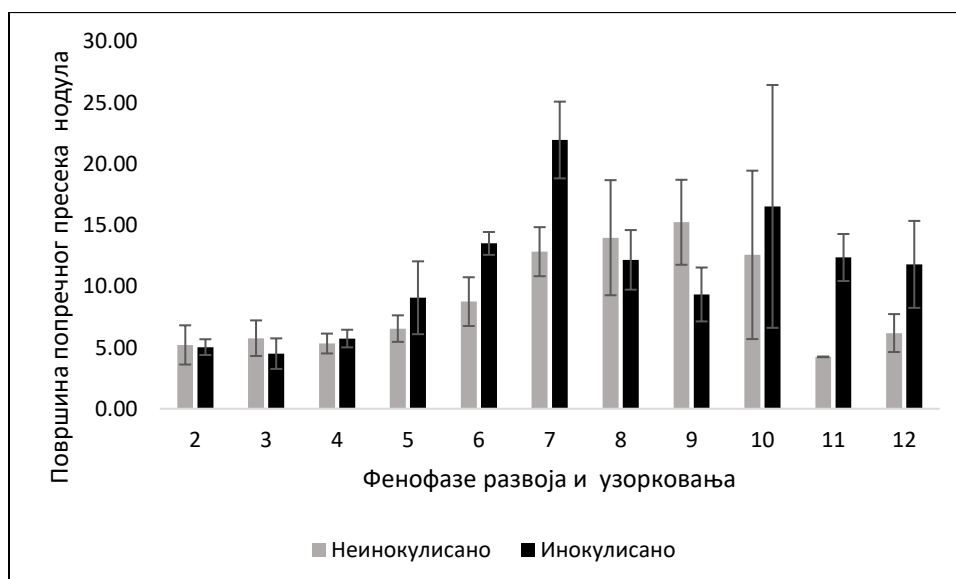
Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина попречног пресека нодула сорте Дана, што је установљено у трећем узорковању, у фенофази V6.



Графикон 29. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Дана по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Сорта Принцеза

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Принцеза утврђена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 15,23 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодула за биљке из контроле сорте Принцеза, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 5,21 mm² (Прилог 2., Табела II).



Графикон 30. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Принцеза по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Принцеза, највиша вредност забележена је у седмом узорковању, у фенофази R3, и износи 21,95 mm².

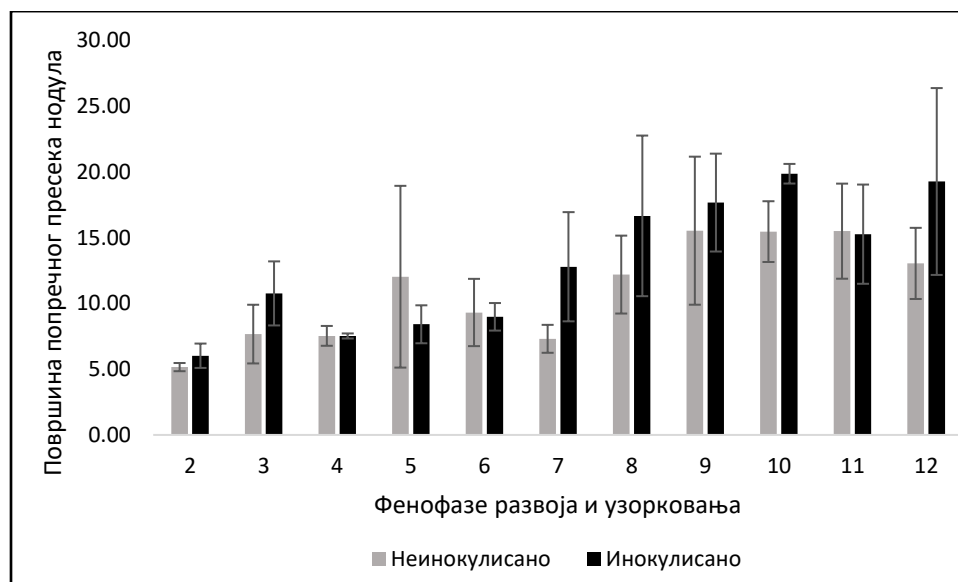
Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке из третмана сорте Принцеза, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 4,5 mm². (Графикон 30).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Принцеза из контроле и третмана, утврђене су у шестом, седмом и једанаестом узорковању, односно у фенофази R2.5, R3 и R6.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Принцеза, што је утврђено у шестом, седмом и једанаестом узорковању, односно у фенофази R2.5, R3 и R6.

Сорта Дукат

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Дукат, утврђена је у деветом узорковању, R5, и износи 15,53 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из контроле сорте Дукат, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 5,16 mm² (Прилог 2., Табела II).



Графикон 31. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Дукат по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

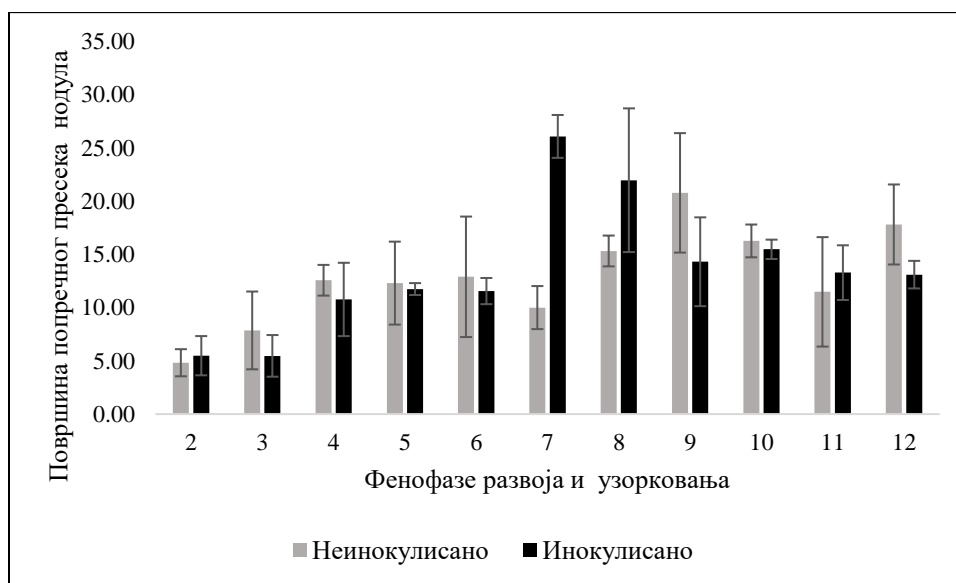
За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Дукат, највиша вредност забележена је у десетом узорковању, у фенофази R5, и износи 19,86 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке из третмана сорте Дукат, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 6,02 mm² (Графикон 31.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Дукат из контроле и третмана, утврђене су у десетом узорковању, односно у фенофази R5.5.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина попречног пресека нодуле код сорте Дукат, што је утврђено у десетом узорковању, у фенофази R5.5.

Сорта Сава

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Сава, утврђена је у деветом узорковању, у фенофази R5, и износи 20,78 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодула за биљке соје из контроле сорте Дукат, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 4,82 mm² (Прилог 2., Табела II).



Графикон 32. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Сава по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Сава, највиша вредност забележена је у седмом узорковању, у фенофази R3, и износи 26,08 mm².

Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке из третмана сорте Сава, измерена је у трећем узорковању, у фенофази V6, и износи 5,47 mm² (Графикон 32.).

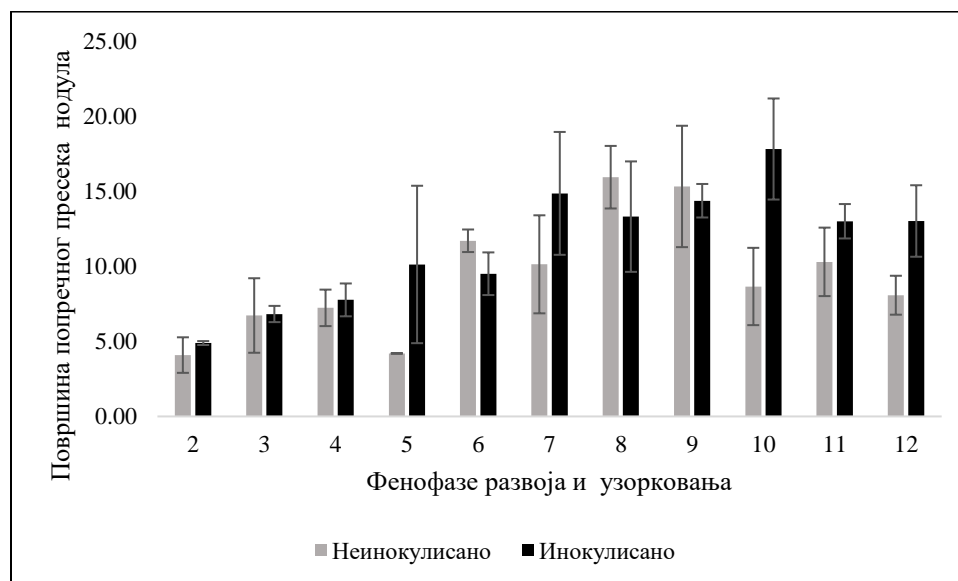
Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Сава из контроле и третмана, утврђене су у седмом узорковању, односно у фенофази R3.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина попречног пресека нодуле код сорте Сава, што је утврђено у седмом узорковању, у фенофази R3.

Сорта Галеб

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Галеб, утврђена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи 15,93 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из контроле сорте Галеб, измерена је у другом узорковању, у фенофази V4, и износи 4,08 mm² (Прилог 2., Табела II).

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Галеб, највиша вредност забележена је у десетом узорковању, у фенофази R5.5, и износи 17,8 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодуле за биљке из третмана сорте Галеб, измерена је у другом узорковању, у фенофази четири тролита, и износи 4,88 mm² (Графикон 33.).



Графикон 33. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Галеб по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Галеб из контроле и третмана, утврђене су у десетом и дванаестом узорковању, односно у фенофази R5.5 и R7.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина попречног пресека нодула сорте Галеб, што је утврђено у десетом и дванаестом узорковања, у фенофази R5.5 и R7.

Сорта Аполо

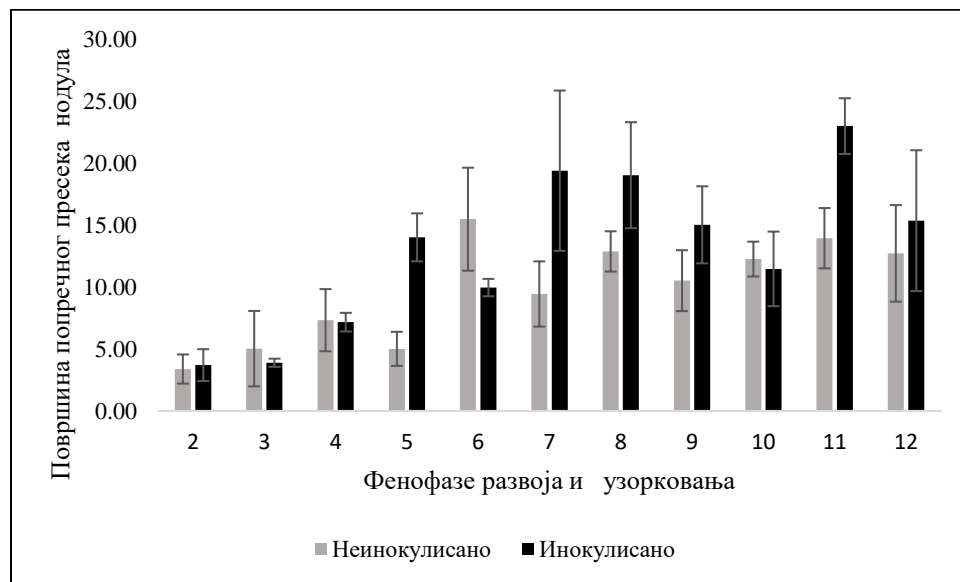
За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке из контроле (неинокулисано семе), сорте Аполо, утврђена је у шестом узорковању, у фенофази завршно цветање, и износи 15,47 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина

попречног пресека нодуле за биљке из контроле сорте Аполо, измерена је у другом узорковању, у фенофази четири тролиста, и износи 3,38 mm². (Графикон 34).

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Аполо, највиша вредност забележена је у једанаестом узорковању, у фенофази R6, и износи 22,98 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека нодула за биљке из третмана сорте Аполо, измерена је у другом узорковања, у фенофази V4, и износи 3,69 mm² (Прилог 2., Табела II).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Аполо из контроле и третмана, утврђене су у петом и једанаестом узорковања, односно у фенофази R2, односно R6.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Аполо, што је утврђено у петом и једанаестом узорковању, у фенофази R2, односно R6.



Графикон 34. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Аполо по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у осу су у mm²)

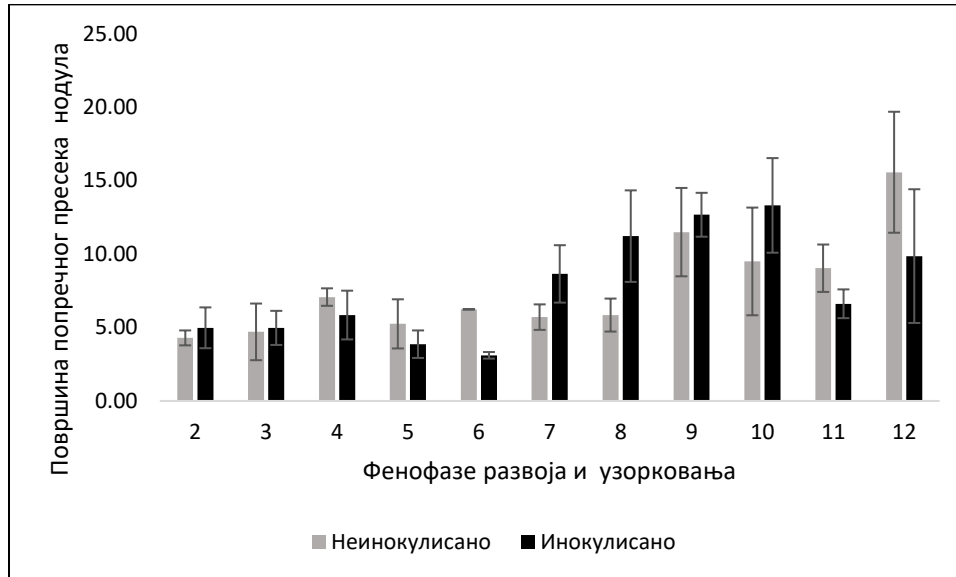
Сорта Горштак

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Горштак, утврђена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 15,57 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из контроле сорте Горштак, измерена је у другом узорковању, у фенофази четири тролиста, и износи 4,29 mm². (Прилог 2., Табела II).

За на анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Горштак, највиша вредност забележена је у десетом недељи узорковању, у фенофази R5.5, и износи 13,31 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке из третмана сорте Горштак, измерена је у шестом узорковању, у фенофази R2.5, и износи 3,11 mm² (Графикон 35.).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Горштак из контроле и третмана, утврђене су у шестом и осмом узорковању, односно у фенофази R2.5 и R4.

Инокулација је статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Горштак, што је утврђено у осмом узорковању, у фенофази R4.



Графикон 35. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Горштак по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

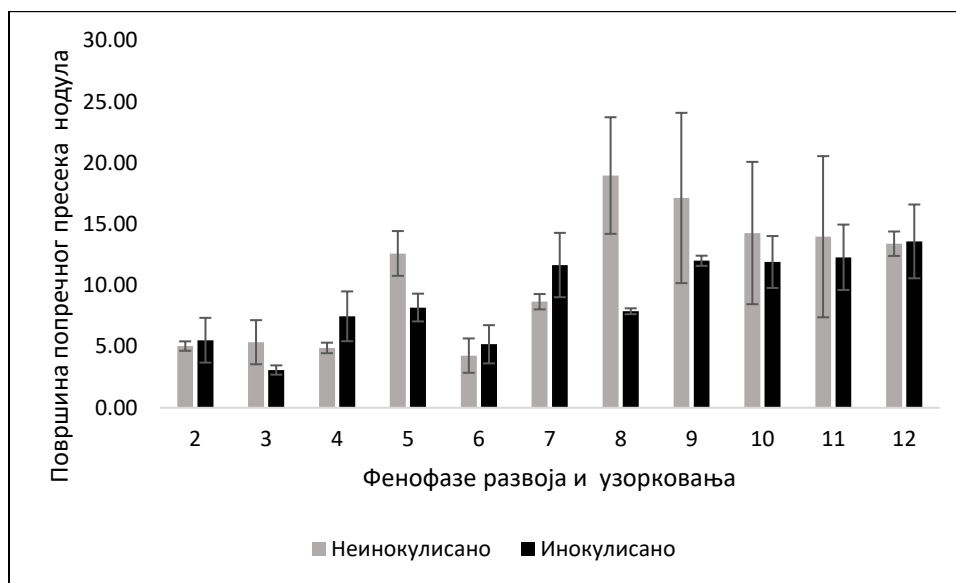
Сорта Тријумф

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, највиша вредност за биљке соје из контроле (неинокулисано семе), сорте Тријумф, утврђена је у осмом узорковању, у фенофази R4, и износи 18,97 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина ризобијум поља за биљке соје из контроле сорте Тријумф, измерена је у шестом узорковању, у фенофази R2.5, и износи 4,26 mm² (Прилог 2., Табела II).

За анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке из третмана (инокулисано семе), сорте Тријумф, највиша вредност забележена је у дванаестом узорковању, у фенофази R7, и износи 13,59 mm². Најнижа вредност анатомског параметра површина попречног пресека за биљке из третмана сорте Тријумф, измерена је у трећем узорковању, у фенофази шести трolist, и износи 3,09 mm². (Графикон 36).

Статистички значајне разлике за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле, за биљке соје сорте Тријумф из контроле и третмана, утврђене су у петом и осмом узорковању, односно у фенофази R2 и R4.

Инокулација није статистички значајно утицала на анатомски параметар површина ризобијум поља сорте Тријумф.



Графикон 36. Средње вредности, стандардне девијације за површину попречног пресека нодула сорте Тријумф по фенофазама развоја и узорковања V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12) (вредности на у оси су у mm²)

5.5.4. Анализа варијансе површине попречног пресека нодула за све анализиране сорте

Резултати анализе варијансе за анатомски параметар површина попречног пресека нодула, приказани су у Прилогу 2., Табела II.

За анатомски параметар површина попречног пресека нодула на корену соје, за биљке из контроле (неинокулисано семе), највишу вредност показала је сорта Сава у четири од једанаест узорковања, у трећем (7,86 mm²), четвртном (12,57 mm²), деветом (20,78 mm²) и десетом (16,27 mm²) узорковању. Статистички значајно вишу вредност површине нодула, у односу на све остале сорте биљака из контроле у огледу, осим од сорте Дана, сорта Сава постигла је у четвртном узорковању. Другу највишу вредност попречног пресека нодула на корену соје постигла је сорта Галина, у три од једанаест узорковања, у осмом (22,77 mm²), једанаестом (15,7 mm²) и дванаестом (21,93 mm²). Сорта Галина постигла је статистички значајно вишу вредност површине попречног пресека нодула у осмом узорковању, у односу на све остале сорте биљки соје из контроле у огледу, осим од сорте Тријумф. Сорта Дана постигла је два пута највишу вредност попречног пресека нодула на корену соје биљака из контроле у огледу, а сорта Аполо једном.

Најнижу вредност за анатомски параметар површина попречног пресека нодуле на корену соје, за биљке из контроле у огледу, у по два од једанаест узорковања, постигле су сорте Тријумф, Горштак, Аполо, Галеб, Принцеза и једанпут је најнижу вредност постигла је сорта Дана.

За анатомски параметар површина попречног пресека нодула на корену соје, за биљке из третмана (инокулисано семе), највишу вредност показале су сорте сорте Сава, Галина и Дукат. Све наведене сорте имале су у по три три узорковања забележиле највишу вредност за анатомски параметар површина ризобијум поља нодула на корену соје. Сорта Сава постигла је највишу вредност у четвртном (10,77 mm²), седмом (26,08 mm²) и осмом (21,97 mm²) узорковању, сорта Галина у шестом (13,69 mm²), деветом (30,93 mm²) и десетом (24,91 mm²), а сорта Дукат у другом (6,02 mm²), трећем (10,76 mm²) и дванаестом (19,27 mm²) узорковању. Статистички значајно вишу

вредност површине попречног пресека нодула на корену соје, сорта Сава забележила је у седмом узорковању, у односу на све инокулисане сорте соје у огледу, осим сорте Принцепа. Сорта Галина имала је статистички значајно вишу вредност попречног пресека нодула у односу на све сорте соје биљака из третмана у огледу, у деветом узорковању, док је сорта Дукат забележила статистички значајно вишу вредност попречног пресека нодуле у односу на све остале инокулисане сорте у огледу, у трећем узорковању.

За анатомски параметар површина попречног пресека нодула на корену соје, најнижу вредност забележила је сорта Горштак, у пет од једанаест недеља узорковања, у петом ($3,87 \text{ mm}^2$), шестом ($3,11 \text{ mm}^2$), седмом ($8,65 \text{ mm}^2$), једанаестом ($6,62 \text{ mm}^2$) и дванаестом ($9,86 \text{ mm}^2$) узорковању. Сорте соје Тријумф и Галина имале су најнижу вредност за анатомски параметар попречни пресек нодула соје на корену соје код биљака из третмана у огледу, по два пута, док су сорте Аполо и Принцепа по једанпут имале најнижу вредност за наведени параметар.

Прегледом резултата мерења за анатомски параметар површина попречног пресека нодула, јасно се запажа тренд раста површина почев од првог узорковања, од вегетативних фаза развоја па све до каснијих генеративних фаза, до последњег дванаестог узорковања. Приметна је инверзност у погледу измерених површина у почетним вегетативним и каснијим генеративним фазама развоја, у поређењу инокулисаних и неинокулисаних биљака. Резултати показују да неинокулисане биљке имају више вредности мерених површина у почетним, вегетативним фазама развоја, да би у каснијим генеративним фазама, инокулисане биљке дале више вредности за мерене површине. Може се уочити да је инокулација деловала значајно у одређеним фазама развоја, али да су укупни, просечни резултати уједначени. Максималне вредности површина ризобијум поља јасно се уочавају у генеративној фази развоја биљке, зависно од сорте, од седмог до дванаестог узорковања, од фенофазе R3 до фенофазе R7. Прегледом резултата, уочава се да сорте нулте групе зрења, Галина и Дана, и сорте прве групе зрења, Сава и Аполо, имају више вредности у поређењу са сортама друге групе зрења, Горштак и Тријумф, чије су вредности најниже од испитиваних сорти. Може се претпоставити да је утицај изражене суше у току вегетационе сезоне, утицао изражено на развој сорти друге групе зрења, које имају дужи вегетациони период и касније завршавају развој у односу на групе зрења „0“ и „1“. Може се уочити да је инокулација деловала значајно у одређеним фазама развоја, али да су укупни, просечни резултати уједначени.

5.5.5. Дебљина унутрашње коре

Просечне вредности за анатомски параметар дебљина унутрашње коре приказане су у Табели 18.

За анатомски параметар дебљина унутрашње коре попречног пресека нодула, највише вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су код сорте Принцепа, у другом узорковању, у фенофази V4, у износу од $147,7 \text{ }\mu\text{m}$, затим код сорте Дукат, у фенофази V4, у другом узорковању у износу од $138,4 \text{ }\mu\text{m}$. Трећа по вредности дебљине унутрашње коре попречног пресека коре, била је сорта Галеб, са измереном вредношћу од $124,9 \text{ }\mu\text{m}$ у фенофази „четири тролиста“, у другом узорковању.

За анатомски параметар дебљина унутрашње коре попречног пресека нодула, најниже вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су за сорту Дукат, у износу од $50,5 \text{ }\mu\text{m}$, у фенофази R6, у једанаестом узорковању. Друга по вредност измерена је код сорте Дана у износу од $57,2 \text{ }\mu\text{m}$ у фенофази R6, у једанаестом узорковању, а затим следи трећа по вредности,

сорта Горштак са вредношћу дебљине унутрашње коре од 60,7 μm , измерено у фенофази R7, у дванаестом узорковању.

За анатомски параметар дебљина унутрашње коре попречног пресека нодула, за биљке из третмана (инокулисано семе), највише вредности измерене су за сорту Дукат, у износу од 169.3 μm , у фенофази V3, у првој недељи узорковања. Друга по вредности је сорта Галеб са износом од 147.3 μm , измерена у фенофази V3, у првом узорковању, трећа по вредности је сорта Принцеза са измереном вредношћу од 123,1 μm , измерено у фенофази V3, у првом узорковању.

За анатомски параметар дебљина унутрашње коре попречног пресека нодула, за биљке из третмана (инокулисано семе), најниже вредности измерене су за сорту Галеб, у износу 52,6 μm , у фенофази R5.5, у десетом узорковању. Другу најнижу вредност за анатомски параметар дебљина унутрашње коре попречног пресека плуте имала је сорта Принцеза, у износу од 58,2 μm , у фенофази R2, у петом узорковању. Трећа најнижа вредност за наведени параметар забележена је код сорте Галина, у износу од 61,6 μm , у фенофази R6, у једанаестом узорковању.

Статистички значајне разлике за вредност дебљине унутрашње коре за биљке третмана и контроле сорте Галина, забележени су у шестом узорковању, у фенофази R2.5. Код преосталих нодула, узоркованих у преосталим фенофазама, нису забележене статистички значајне разлике. Инокулација није статистички значајно утицала на вредност анатомског параметра дебљина кора за сорту Галина.

Прегледом резултата мерења за анатомски параметар дебљина унутрашње коре, јасно се уочава блага тенденција опадања вредности почев од првог узорковања, од фенофазе V3, па све до последњег, дванаестог узорковања, до фенофазе R7. Код свих сорти соје, инокулисаних и неинокулисаних биљака, вредност дељине унутрашње коре има вишу вредност у прве две фенофазе, у поређењу са последње две фенофазе, осим код неинокулисаних сорти Принцеза и Тријумф.

Табела 18. Средње вредности дебљине коре [μm] по сортама, инокулацији и фенофази развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

| СОРТА | ИНОКУЛАЦИЈА | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
| Галина | Не | | - | 83.4 | 104.6 | 81.2 | 84.2 | 124.9 | 95.6 | 72.9 | 88.7 | 75.0 | 82.8 |
| | Да | 94.0 | 108.4 | 82.4 | 99.4 | 78.1 | 68.6 | 83.9 | 91.0 | 88.4 | 103.5 | 61.6 | 83.0 |
| Дана | Не | 93.6 | 108.5 | 87.4 | 89.7 | 118.9 | 89.0 | 82.0 | - | 86.9 | 80.6 | 57.2 | 67.0 |
| | Да | 93.6 | 101.6 | 89.0 | 99.7 | 66.0 | 107.7 | 104.0 | 73.0 | 74.3 | 95.9 | 64.2 | 72.7 |
| Принцеза | Не | 66.7 | 147.7 | 87.7 | 94.8 | 72.6 | 83.7 | - | 79.0 | 86.6 | 73.7 | 81.3 | 72.6 |
| | Да | 123.1 | 104.0 | 78.7 | 89.1 | 58.2 | 88.0 | 84.6 | 98.8 | 80.4 | 71.3 | 78.8 | 83.7 |
| Дукат | Не | 114.0 | 138.4 | 104.8 | 110.9 | 87.9 | 106.1 | 106.0 | 84.3 | 93.7 | 94.6 | 50.5 | 81.5 |
| | Да | 169.2 | 113.6 | 119.3 | 111.0 | 84.3 | 98.2 | 114.5 | 95.8 | 91.9 | 80.8 | 69.0 | 73.5 |
| Сава | Не | 115.9 | 117.7 | 93.7 | 116.7 | 88.1 | 82.0 | 95.5 | 103.1 | 89.4 | 68.6 | 64.6 | 67.3 |
| | Да | 79.7 | 84.3 | 107.7 | 119.0 | 100.9 | 90.4 | 104.1 | 120.7 | 76.0 | 107.1 | 75.0 | 65.0 |
| Галеб | Не | 109.6 | 124.9 | 104.0 | 103.7 | - | 91.7 | 91.7 | 95.8 | 75.1 | 76.8 | 76.7 | 66.7 |
| | Да | 147.3 | 101.5 | 91.5 | 94.3 | 93.3 | 72.8 | 89.7 | 91.8 | 83.9 | 52.6 | 80.4 | 73.9 |
| Аполо | Не | 122.6 | 105.6 | 98.0 | 95.8 | 96.8 | 95.3 | 93.0 | 93.6 | 81.9 | 87.7 | 78.4 | 70.3 |
| | Да | 107.0 | 106.8 | 95.7 | 92.2 | 74.0 | 83.1 | 100.9 | 90.9 | 75.5 | 87.3 | 71.8 | 72.5 |
| Горштак | Не | 97.3 | 102.1 | 84.4 | 100.0 | 87.6 | 100.2 | 95.8 | 66.7 | 79.4 | 69.3 | 66.1 | 60.7 |
| | Да | - | 95.9 | 119.9 | 92.8 | 64.2 | 93.9 | - | 79.1 | 63.6 | 71.1 | 64.9 | 73.4 |
| Тријумф | Не | 100.3 | 105.0 | 113.4 | 77.4 | 101.1 | 111.9 | 95.5 | 78.7 | 94.1 | 71.2 | 75.8 | 113.9 |
| | Да | 113.3 | 95.4 | 89.5 | 91.7 | 83.1 | 87.6 | 102.9 | 101.4 | 97.9 | 80.9 | 81.0 | 90.9 |

5.5.6. Дебљина плуте

Просечне вредности за анатомски параметар дебљина плуте, приказане су у Табели 19.

За анатомски параметар дебљина плуте попречног пресека нодула, највиша вредност за за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су код сорте Тријумф, у дванаестом узорковања у фенофази R7, у износу од 108,4 μm , затим следи сорта Принцеца, која је у другом узорковању, у фенофази V4, имала вредност од 106,2 μm . Трећа по вредности дебљине плуте попречног пресека нодула на корену неинокулисаних сорти у огледу, јесте сорта Тријумф, у другом узорковања, у фенофази V4, имала је вредност од 105 μm .

Табела 19. Средње вредности дебљине плуте [μm] по сортама, инокулацији и недељи V3 (1), V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

| СОРТА | ИНОКУЛАЦИЈА | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
| Галина | Не | - | - | 44,9 | 77,7 | 84,3 | 95,8 | 99,0 | 99,6 | 91,3 | 99,1 | 68,5 | 92,9 |
| | Да | 55,0 | 70,2 | 47,4 | 88,0 | 53,3 | 88,2 | 92,4 | 83,9 | 102,2 | 92,2 | 60,4 | 82,3 |
| Дана | Не | 65,0 | 76,9 | 57,2 | 81,8 | 84,4 | 73,9 | 73,4 | - | 85,1 | 65,2 | 47,2 | 62,8 |
| | Да | 60,0 | 58,9 | 64,4 | 80,9 | 53,5 | 80,8 | 98,1 | 51,8 | 65,2 | 55,4 | 57,1 | 67,5 |
| Принцеца | Не | 41,6 | 106,2 | 74,6 | 64,6 | 59,8 | 83,3 | - | 70,1 | 84,5 | 67,8 | 77,8 | 63,5 |
| | Да | 83,4 | 63,4 | 84,5 | 81,5 | 47,2 | 94,9 | 80,9 | 89,2 | 77,9 | 63,2 | 58,2 | 87,6 |
| Дукат | Не | 80,6 | 68,0 | 69,0 | 82,6 | 58,7 | 86,2 | 77,1 | 67,1 | 70,5 | 80,4 | 43,6 | 68,2 |
| | Да | 84,2 | 57,6 | 79,8 | 83,8 | 59,6 | 75,8 | 83,6 | 100,7 | 66,1 | 80,8 | 59,8 | 88,4 |
| Сава | Не | 73,5 | 79,7 | 77,6 | 87,5 | 76,9 | 72,8 | 65,5 | 82,6 | 78,0 | 62,8 | 47,7 | 63,5 |
| | Да | 49,9 | 59,4 | 84,5 | 93,8 | 82,8 | 75,8 | 99,6 | 110,9 | 62,9 | 79,9 | 66,3 | 67,8 |
| Галеб | Не | 76,7 | 63,1 | 68,4 | 76,9 | - | 77,7 | 67,6 | 92,8 | 66,4 | 57,1 | 55,5 | 60,9 |
| | Да | 97,4 | 62,1 | 60,1 | 79,1 | 58,1 | 60,1 | 69,7 | 93,7 | 63,6 | 46,4 | 53,1 | 65,7 |
| Аполо | Не | 101,5 | 59,0 | 57,1 | 97,6 | 62,8 | 74,5 | 79,2 | 83,5 | 77,5 | 85,2 | 50,2 | 64,4 |
| | Да | 70,1 | 57,4 | 66,8 | 71,0 | 65,7 | 74,7 | 90,5 | 82,9 | 71,4 | 73,4 | 56,9 | 58,6 |
| Горштак | Не | 62,9 | 65,4 | 65,2 | 85,8 | 66,1 | 82,5 | 85,8 | 56,8 | 79,8 | 71,3 | 57,2 | 89,2 |
| | Да | - | 68,5 | 103,5 | 75,7 | 49,1 | 57,6 | - | 71,8 | 74,8 | 59,6 | 49,7 | 64,4 |
| Тријумф | Не | 69,3 | 105,0 | 59,3 | 64,9 | 84,5 | 84,2 | 79,3 | 75,7 | 76,1 | 80,7 | 78,5 | 108,4 |
| | Да | 66,2 | 64,1 | 57,1 | 75,7 | 70,8 | 82,4 | 90,6 | 67,3 | 83,6 | 86,8 | 67,7 | 106,3 |

За анатомски параметар дебљина плуте попречног пресека нодула на корену соје, најниже вредности за неинокулисане сорте за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су за сорту Принцеца, у износу од 41,6 μm , у фенофази V3, у првом узорковању. Следећа вредност измерена је код сорте Дукат, у износу од 43,6 μm , у фенофази R6, у једанаестом узорковању, а затим следи сорта Галина са вредношћу дебљине плуте од 44,9 μm , измерено у фенофази V6, у трећем узорковању. У односу на анатомски параметар дебљина плуте попречног пресека нодула за биљке из третмана (инокулисано семе), највише вредности измерене су за сорту Сава у осмом узорковању, у фенофази R4 и износи 110,9 μm . Другу вредност има сорта Тријумф у износу од

106,3 μm , измерена у у фенофази R7, у дванаестом узорковању. Трећа по вредности је сорта Галина, која у деветом узорковању, у фенофази R5.

За анатомски параметар дебљина плуте за биљке из третмана (инокулисано семе), најниже вредности измерене су за сорту Принцеза, у петом узорковању, у фенофази R2, у износу од 47,2 μm . Другу најнижу вредност наведеног параметра, забележила је сорта Галеб, у десетом узорковању, у фенофази R5.5, у износу од 46,4 μm . Трећу најнижу вредност за анатомски параметар дебљина плуте попречног пресека нодула на корену инокулисаних сорти соје у огледу, имала је сорта Галина, са вредношћу 47,4 μm , у фенофази V6, у трећем узорковању.

Прегледом резултата мерења за анатомски параметар дебљина плуте нодула, може се приметити да су просечне вредности за посматрани параметар ниже на почетку развоја биљке, да би у каснијим фенофазама биле прилично уједначене, без великих осцилација у вредностима. Поредићи инокулисане и неинокулисане биљке, може се уочити уједначеност у вредностима без великих разлика.

5.5.7. Дебљина спољашње коре (склеренхима)

Просечне вредности за анатомски параметар дебљина спољашње коре, приказане су у Табели 20.

За анатомски параметар дебљина спољашње коре, највише вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су код сорте Принцеза, у другом узорковања, у фенофази V4, у износу од 80,2 μm , затим код сорте Сава, у фенофази R7, у дванаестом узорковању у износу од 72 μm . Трећа по вредности дебљине спољашње коре попречног пресека коре, била је сорта Горштак, са измереном вредношћу од 73,6 μm у фенофази R3, у седмом узорковању.

Табела 20. Средње вредности дебљине склеренхима [μm] по сортама инокулацији и фенофази развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

| СОРТА | ИНОКУЛАЦИЈА | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
| Галина | Не | - | - | 52.7 | 49.6 | 56.6 | 58.7 | 68.1 | 63.7 | 61.1 | 51.4 | 61.8 | 55.4 |
| | Да | 41.7 | 46.0 | 42.2 | 55.3 | 63.2 | 55.7 | 58.0 | 56.1 | 68.7 | 61.1 | 53.2 | 64.6 |
| Дана | Не | 31.5 | 60.2 | 52.2 | 61.4 | 65.8 | 56.5 | 57.7 | - | 63.1 | 51.1 | 49.9 | 55.4 |
| | Да | 36.8 | 46.2 | 52.7 | 58.4 | 52.1 | 55.2 | 57.2 | 58.5 | 62.7 | 53.3 | 51.5 | 59.7 |
| Принцеза | Не | 48.0 | 80.2 | 59.6 | 54.6 | 55.3 | 54.5 | - | 61.8 | 63.0 | 55.3 | 55.2 | 54.8 |
| | Да | 47.2 | 51.7 | 59.2 | 66.7 | 49.4 | 63.5 | 54.9 | 62.7 | 58.6 | 57.3 | 65.9 | 63.3 |
| Дукат | Не | 44.8 | 51.5 | 56.9 | 52.5 | 49.1 | 60.1 | 55.5 | 57.5 | 57.8 | 57.2 | 49.8 | 59.7 |
| | Да | 64.8 | 48.4 | 56.4 | 55.4 | 64.0 | 52.0 | 54.6 | 61.3 | 57.9 | 56.6 | 58.8 | 58.1 |
| Сава | Не | 38.7 | 51.1 | 57.3 | 52.1 | 56.5 | 49.1 | 53.9 | 54.2 | 64.0 | 58.4 | 52.7 | 72.0 |
| | Да | 44.4 | 52.9 | 59.2 | 63.5 | 58.4 | 52.2 | 67.3 | 68.7 | 68.6 | 62.4 | 64.9 | 67.1 |
| Галеб | Не | 36.5 | 52.1 | 53.5 | 57.9 | - | 58.6 | 50.6 | 53.7 | 59.6 | 52.5 | 53.4 | 66.1 |
| | Да | 58.9 | 50.9 | 52.0 | 51.8 | 55.1 | 48.2 | 56.0 | 65.6 | 57.1 | 43.1 | 58.1 | 70.6 |
| Аполо | Не | 37.8 | 54.6 | 55.9 | 55.9 | 53.1 | 63.2 | 64.4 | 62.9 | 60.3 | 62.5 | 65.7 | 66.4 |
| | Да | 45.4 | 53.9 | 49.8 | 63.3 | 55.4 | 55.8 | 71.9 | 71.4 | 66.2 | 60.7 | 59.8 | 69.9 |
| Горштак | Не | 45.1 | 55.3 | 52.9 | 64.9 | 51.7 | 71.1 | 73.6 | 48.8 | 68.2 | 63.3 | 59.3 | 62.4 |
| | Да | - | 50.4 | 67.0 | 63.0 | 43.7 | 54.8 | - | 59.7 | 63.3 | 55.2 | 63.5 | 68.3 |
| Тријумф | Не | 47.1 | 54.7 | 59.0 | 62.3 | 60.0 | 71.5 | 62.2 | 52.5 | 64.5 | 61.1 | 56.0 | 65.0 |
| | Да | 53.5 | 51.8 | 51.6 | 52.1 | 58.2 | 53.6 | 61.7 | 65.0 | 59.6 | 59.0 | 63.7 | 65.6 |

За анатомски параметар дебљина спољашње коре, најниже вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су за сорту Дана, у износу од 31,5 μm , у фенофази V3, у првом узорковању. Следећа вредност измерена је код сорте Галеб у износу од 36,5 μm у фенофази V3, у првом узорковању, а затим следи сорта Аполо са вредношћу дебљине спољашње коре од 37,8 μm , измерено у фенофази V3, у првом узорковању.

За анатомски параметар дебљина спољашње коре нодула за биљке из третмана (инокулисано семе), највише вредности измерене су за сорту Аполо, у износу од 71,9 μm , у фенофази R3, у седмом узорковању. Затим поново следи сорта Аполо, са вредношћу од 71.4 μm , измерена у фенофази R4, у осмом узорковању, трећа по вредности је сорта Галеб са измереном вредношћу од 70,6 μm , измерено у фенофази R2.5, у шестом узорковању.

За анатомски параметар дебљина спољашње коре за биљке из третмана (инокулисано семе), најниже вредности измерене су за сорту Дана, у износу 36,8 μm , у фенофази V3, у првом узорковању. Друга најнижа вредност за анатомски параметар дебљина спољашње коре, имала је сорта Галина, у износу од 41,7 μm , у фенофази V3, у првом узорковању. Трећа најнижа вредност за наведени параметар забележена је код сорте Сава, у износу од 44,4 μm , у фенофази V3, у првом узорковања.

Анализом резултата мерења за анатомски параметар дебљина спољашње коре попречног пресека нодула, може се приметити да су просечне вредности за наведени параметар, веома уједначене, с тим да постоји ниска тенденција раста просечних вредности у завршним фенофазама развића у поређењу са почетним фенофазама. Однос просечних вредности инокулисаних и неинокулисаних биљака је без већих осцилација, веома уједначен.

5.5.8. Број проводних снопића нодула

Просечне вредности за анатомски број проводних снопића, приказане су у Табели 21.

За анатомски параметар број проводних снопића попречног пресека нодула, највише вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су код сорте Тријумф, у једанаестом узорковању, у фенофази R6, у вредности од 21,5 проводних снопића, затим такође код сорте Тријумф, у фенофази R2, у петом узорковању у вредности од 20,5 проводних снопића. Трећа по вредности броја проводних снопића попречног пресека нодула, била је сорта Принцеза, са избројаном вредношћу од 20.3 проводних снопића у фенофази R4, у осмом узорковању. За анатомски параметар број проводних снопића попречног пресека нодула, најниже вредности за биљке из контроле (неинокулисано семе), измерене су за сорту Дана, у вредности од 4 проводна снопића, у фенофази V3, у првом узорковању. Следећа вредност измерена је код сорте Тријумф у вредности од 7 проводних снопића, у фенофази V3, у првом узорковању, а затим следи сорта Аполо са вредношћу 9 проводних снопића попречног пресека нодула, измерено у фенофази R3, у седмом узорковању.

За анатомски параметар број проводних снопића попречног пресека нодула за биљке из третмана (инокулисано семе), највише вредности измерене су за сорту Дана, у вредности од 22,3 проводна снопића, у фенофази R6, у једанаестом узорковању. Затим следи сорта Дукат са вредношћу од 21 проводног снопића, избројана у фенофази R4, у осмом узорковању, такође друга по вредности је сорта Сава са избројаном вредношћу од 21 проводна снопића, избројана у фенофази R5, у деветом узорковању.

За анатомски параметар број проводних снопића попречног пресека нодула за биљке из третмана (инокулисано семе), најниже вредности измерене су за сорту Галина, у вредности од 6,7

проводних снопића, у фенофази V6, у трећем узорковању. Друга најнижа вредност за анатомски параметар број проводних снопића попречног пресека нодула имала је сорта Галеб, у вредности од 7 проводних снопића, у фенофази „три тролиста“, у првом узорковању. Трећа најнижа вредност за наведени параметар забележена је код сорте Тријумф, у вредности 8 проводних снопића, у фенофази R2.5, у шестом узорковању.

Табела 21. Средње вредности броја проводних снопића по сортама, инокулацији и фенофази развоја и узорковања V3 (1), V4 (2), V6 (3), R1 (4), R2 (5), R2.5 (6), R3 (7), R4 (8), R5 (9), R5.5 (10), R6 (11), R7 (12)

| СОРТА | ИНОКУЛАЦИЈА | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
| Галина | Не | 12,0 | - | 13,3 | 10,7 | 11,0 | 12,0 | 10,7 | 14,7 | 15,7 | 16,3 | 12,3 | 17,3 |
| | Да | - | 9,5 | 6,7 | 13,0 | 13,0 | 11,3 | 13,0 | 12,0 | 13,5 | 18,7 | 18,0 | 15,7 |
| Дана | Не | 4,0 | | 13,0 | 13,5 | 18,0 | 9,7 | 17,3 | - | 19,7 | 16,0 | 17,3 | 13,5 |
| | Да | 17,3 | 11,3 | 13,5 | 9,3 | 19,3 | 15,7 | 14,3 | 10,7 | 13,0 | 15,3 | 22,3 | 22,5 |
| Принцеза | Не | - | 10,5 | 10,7 | 12,7 | 15,7 | 10,3 | - | 20,3 | 14,3 | 15,7 | 9,3 | 11,7 |
| | Да | 10,0 | 16,0 | 11,0 | 12,7 | 16,0 | 14,5 | 19,0 | 12,7 | 14,7 | 16,7 | 15,3 | 14,3 |
| Дукат | Не | - | 15,5 | 19,0 | 12,3 | 14,3 | 12,3 | 11,0 | 10,0 | 15,3 | 18,3 | 18,7 | 14,3 |
| | Да | 10,0 | 17,7 | 13,0 | 12,7 | 13,3 | 18,0 | 13,0 | 21,0 | 13,7 | 15,0 | 15,5 | 16,0 |
| Сава | Не | 14,3 | 12,7 | 12,7 | 11,7 | 14,5 | 19,0 | 13,0 | 9,7 | 17,7 | 19,0 | 15,0 | 21,0 |
| | Да | 8,3 | 14,0 | 12,7 | 11,3 | 15,0 | 17,7 | 14,7 | 15,3 | 21,0 | 14,5 | 16,7 | 18,7 |
| Галеб | Не | 10,0 | 9,7 | 18,5 | 11,3 | - | 13,3 | 13,0 | 16,3 | 12,7 | 13,7 | 13,7 | 14,7 |
| | Да | 7,0 | 9,7 | 15,0 | 14,3 | 11,3 | 15,7 | 14,3 | 16,7 | 16,3 | 20,3 | 17,0 | 19,0 |
| Аполо | Не | 14,7 | 15,0 | 14,7 | 13,5 | 10,3 | 18,7 | 9,0 | 10,7 | 11,3 | 18,7 | 16,0 | 16,0 |
| | Да | 9,5 | 9,7 | 12,0 | 13,0 | 18,0 | 12,3 | 17,0 | 17,3 | 17,3 | 13,3 | 14,0 | 15,7 |
| Горштак | Не | 12,0 | 12,0 | 13,3 | 14,0 | 14,0 | 11,0 | 10,0 | 15,7 | 11,7 | 14,3 | 11,0 | 13,7 |
| | Да | - | 14,7 | 10,3 | 13,0 | 13,7 | 10,3 | - | 12,0 | 11,5 | 15,3 | 13,0 | 18,0 |
| Тријумф | Не | 7,0 | 16,0 | 11,0 | 12,7 | 20,5 | 12,3 | 12,3 | 17,3 | 17,7 | 13,3 | 21,5 | 13,3 |
| | Да | 10,0 | 14,3 | 17,3 | 19,7 | 10,7 | 8,0 | 18,3 | 13,3 | 9,0 | 16,7 | 21,7 | 17,7 |

Анализом добијених резултата за анатомски параметар број проводних снопића поречног пресека нодула, примећује се тенденција раста броја снопића током развоја соје у каснијим фенофазама развића у односу на почетне фенофазе раста и развоја. Тако да је уочљиво да је број проводних снопића у прве две фенофазе у просеку има нижу просечну вредност, поредећи ту вредност са просечним бројем проводних снопића у каснијим фазама развоја. Може се рећи да је инверзна је вредност броја проводних снопића, поредећи инокулисане и неинокулисане биљке соје, тј. неинокулисане биљке у почетку имају већи број проводних снопића, да би каснијим и завршним фенофазама развића, инокулисане биљке дале просечно више вредности броја проводних снопића.

5.6 Полифеноли у семену соје и ефекти на нодулацију

Полифеноли представљају групу секундарних метаболита биљака. Неке од главних група ових биомолекула представљају: фенолне киселине, флавоноиди, стилбени и лигнани (Spencer et al., 2008). Биљке из фамилије *Fabaceae*, а изразито соја, одликују се присуством флавоноида изофлавоана. Флавоноиди чине велику групу једињења, и до сада их је идентификовано више од девет хиљада (Ferrer et al., 2008). На основу хемијског састава, флавоноиди се деле у више подгрупа и то су: изофлавоани, флавоноли, флавоани, флаванони, флавананоли, флаваноли, антоцијанини и халкони (Panche et al., 2016). Флавоноиди имају значајну улогу у биолошким процесима у биљци, утичу на мирис и боју цветова, клијање семена, привлачење опрашивача (Griesbach, 2005), повећавају отпорност према мразу, суши, омогућавају аклиматизацију биљке на температуру (Samantha et al., 2011), штите биљку од ултраљубичастог зрачења, и од стреса насталог утицајем биотичких фактора (Takahashi и Ohnishi, 2004). За фамилију *Fabaceae*, најзначајнија група једињења су изофлавоани, из разлога што првенствено утичу на остваривање контакта и симбиозе између микроорганизама и корена биљке (Sugiyama, 2019). Изофлавоани које махунарке излучују у ризосферу, покрећу нод гене микроорганизама и директно утичу на процес нодулације (Subramanian et al., 2006). Од свих биљака из фамилије *Fabaceae*, највећу количину изофлавоана производи соја (Kraszewska et al., 2007).

Анализом хемијског састава почетног семена соје на садржај секундарних метаболита у нашем огледу, утврђено је присуство изфлавоана из групе гликозида (даидзин и генистин), затим изофлавоани из групе ацетилглукозида (ацетилдаидзин, ацетилгенистин и ацетилглицитин), затим изофлавоана из групе малонилглукозида (малонилгенистин) (Табела 22).

Поред ових једињења, у почетном семену соје утврђено је присуство других флавоноида, и то: из групе флаванона - нарингенин хексозид (у облику два деривата); затим из групе флавоана: лутеолин-хексозид и лутеолин-рамнозид-хексозид; из групе флаванона: еродиктиол-хексозид; из групе флаван-3-ола: галокатехин; из групе дихидрокалкона: флоретин-хексозид и из групе флавонола: кемпферол-пентозид-хексозид. Поред ових једињења, утврђено је присуство деривата фенолних киселина (Табела 23). Најзаступљенији полифеноли, поред изофлавоана, у семену испитиваних сорти соје били су деривати *trans-p*-кумарне киселине (1,1 – 70,4 µg/g, појединачне вредности) и нарингенина (28,7 – 65,3 µg/g, појединачне вредности).

Просечан укупни садржај свих анализираних полифенола у девет посматраних сорти износи 6403,5 µg/g, од тога највишу вредност чине изофлавоани са просечном вредношћу 6242 µg/g или 97,5 %, а сва преостала једињења имају удео од 2,5 %. Највиши просечни садржај изофлавоана у девет анализираних сорти чине ацетилглукозиди са 60 %, глукозиди са 33,5 % и генистеин-хексозид са 1,1 %, затим и малонилглукозиди са 4,8 %.

Од свих анализираних изофлавоана у семену испитиваних сорти соје, највиша вредност забележена је за садржај ацетилгенистина (Табела 22) за све сорте, осим за сорту Горштак која је имала приближно исти однос ацетилгенистина и даидзина (2628,1 и 2639,5 µg/g). Највишу вредност ацетилгенистина имала је сорта Галеб (2741,4 µg/g), статистички значајно више у односу на све испитиване сорте (и до 43,5 % у односу на сорту Галина) осим у односу на сорте Аполо, Горштак и Дукат чија је вредност за дати параметар била 0,9; 1,04 и 1,07 пута нижа, респективно. Највишу вредност даидзина имала је сорта Горштак, 6,2 % више од сорте Галеб која се једина није статистички значајно разликовала у односу на сорту Горштак, за разлику од осталих испитиваних сорти, нарочито сорте Принцеза са 67,4 % нижом вредношћу за дати параметар. Сорта Горштак имала је и навећи садржај генистеин-хексозида (1,11-8,7 пута више у односу на остале сорте).

Највећи садржај генистина и малонилгенистина забележен у семену сорти Тријумф и Галеб (213,3 и 721,9 µg/g, респективно), док је највећи садржај деривата глицитина

(ацетилглицитин) забележен у семену сорте Гроштак (1-6 пута више у односу на остале сорте) (Табела 22).

У нашем истраживању вршили смо анализу садржаја секундарних метаболита соје и интензитета нодулације. Висок садржај детектованих изофлавона у семену соје из третмана, кореспондирао је са високом просечном вредношћу броја нодула, за цео вегетациони период код већег броја сорти, али не код свих. Сорте соје из третмана са највишом просечном вредношћу броја нодула за цео вегетациони период биле су Дукат (10,15), Галеб (9,85), и Сава (9,36) (Прилог 2, Табела V). Наведене сорте имале су и висок садржај изофлавона. Сорта Галеб је друга по вредности садржаја укупних изофлавона са 7534,9 $\mu\text{g/g}$ (Табела 22), сорта Сава је трећа по вредности са 7161,6 $\mu\text{g/g}$, а сорта Дукат је четврта са 7078,5 $\mu\text{g/g}$. Највишу вредност садржаја изофлавона у семену, имала је сорта Горштак са 8117,7 $\mu\text{g/g}$, али је вредност просечног броја нодула за цео вегетациони период биљака из третмана износио 7,09 (Прилог 2, Табела V), што је ставља на осмо место од девет анализираних сорти из третмана. Сорта Горштак припада II групи зрења, за разлику од сорти Дукат (која припада 0 група зрења) и Сава, и Галеб (I група зрења). Вегетациону сезону током експеримента, карактерисале су високе температуре и одсуство падавина. Претпоставка је да агроклиматски услови нису погодовали сортама II групе зрења, које имају дужи вегетациони периоду односу на сорте 0 и I групе зрења, нарочито у условима суше, који нису погодни за развој нодула. Закључак је да код већине сорти из огледа, интензитет нодулације био сразмеран садржају изофлавона у семену, с тим да агроклиматски услови у испитиваној вегетационој сезони, у условима високих температура и одсуства падавина, нису погодовали развоју нодула, што се нарочито одrazilo на сорте II групе зрења.

Сличне резултате у погледу заступљености изофлавона (анализираним HPLC методом) у узорцима ферментисаног семена соје, добили су Duenas et al. (2012), где је удео изофлавона износио 96 % у односу на све анализирани полифеноле у семену. Од укупне количине изофлавона, према истраживањима аутора у свету, најмањи садржај чине деривати глицитина, у просеку (5 - 10 % укупне количине изофлавона) (Jung et al, 2008), што је приближно нашим резултатима. Према сличним истраживањима различитих аутора (Sun et al. 2011; Riedl et al. 2007), у семену соје детектовано је 12 деривата изофлавона и, за разлику од наших резултата, најзаступљенија група били су малонилглукозиди, са 63 %.

У истраживању Subramanian et al. (2006), вршено је испитивање у интензитета нодулације и броја формираних нодула на корену соје услед смањене експресије ензима изофлавон синтетазе, помоћу РНК интерференције. Ензим изофлавон синтетаза има кључну улогу у биосинтези изофлавона, а смањена активност ензима изразито је утицала на смањење броја нодула на корену соје. Просечан број нодула на корену соје са смањеном експресијом изофлавон синтетазе износио је 2 нодуле, док је код нетретираних биљака, просечан број нодула износио 14. Из наведених огледа јасно се уочава узајмана повезаност високог интензитета нодулације са високим садржајем изофлавона. Оваква тенденција је запажена и код већег броја сорти из нашег огледа, с тим да су агроклиматски услови неповољно утицали на интензитет нодулације.

Према истраживању Abd-Alla (2011), вршено је егзогено додавање даидзеина, генистеина, глицитеина и куместерола у инокулум, а затим су инокулисане три сорте пасуља, што је произвело вишу вредност створеног броја нодула (11,8 %, 21 %, 28 %) на корену пасуља третираних биљака, у поређењу са нетретираним, за све три сорте појединачно. Такође, у огледу је вршено калемљење корена хипернодулирајуће сорте соје (NOD1-3) на три различите сорте нормално нодулирајућег пасуља. Соја је третирана бактеријама *Bradyrhizobium japonicum*, док је пасуљ инокулисан бактеријама *Rhizobium leguminosarum*. Некалемљене сорте пасуља имале су просечно 13, 8 и 6 нодула на корену, да би калемљене биљке имале 390, 350 и 340 нодула на корену, респективно. Сорта NOD1-3 имала је 446 нодула на корену. Анализа садржаја изофлавона у корену хипернодулирајуће сорте соје, показала је вишу вредност садржаја изофлавона (4-7,5

пута) у односу на корен пасуља, чиме се може претпоставити разлог за високе вредности броја нодула на корену соје и калемљеног пасуља. Из претходног истраживања можемо запазити како високе концентрације изофлавонона у корену, утичу на високе вредности броја формираних нодула. Ова истраживања се разликују од нашег огледа, јер нисмо анализирали садржај изофлавонона у корену, већ у полазном семену, с тим да у нашем истраживању нису забележене веома високе разлике у броју формираних нодула на корену биљака различитих сората соје чије је семе третирано инокулумом *Bradyrhizobium japonicum* у односу на садржај укупних и појединачних изофлавонона у почетном семену. Ова појава се може објаснити могућим негативним утицајем водног дефицита на процес нодулације, али и чињенице да је оглед изведен на парцелама на којима се годинама гајила соја, те разлике у ефектима инокулације на праћене особине нису могле бити драстичне.

Стварање нодула на корену соје јесте последица бактеријске инфекције корена биљке, чему претходи специфична размена сигнала између биљке и микроорганизама (Ferguson, 2010). Биљка врши ексудацију изофлавонона из корена у ризосферу, што привлачи бактерије из рода *Bradyrhizobium japonicum*, и покреће Nod фактор код микроорганизама (Abdel-Lateif et al., 2012; Compton et al., 2020; Ahmad et al., 2021). Престанак могућности лучења изофлавонона и немогућност покретања Nod фактора, доводи до одсуства процеса нодулације (Subramanian et al., 2006). Први идентификовани изофлавонони које биљка соје излучује и доводи до покретања нодулације од стране бактерија *Bradyrhizobium japonicum*, су агликони генистеин и даидзеин (Kosslak et al. 1987). Најзначајнији изофлавонони које биљка излучује у земљиште и који врше примарну улогу у покретању Nod фактора бактерије и вршењу процеса нодулације су лутеолин, генистеин и даидзеин (Gibson et al., 2008).

Према нашем истраживању највећи утицај на процес нодулације код сорти у огледу произвео је флавоноид лутеолин рамнозид хексозид. Забележено је пет позитивних статистичких корелација ($p \leq 0,05$), између изофлавонона лутеолин рамнозид хексозида и следећих параметара параметара: просечна маса нодула биљака из третмана, максимална појединачна маса нодула биљака из третмана, просечна укупна маса нодула биљака из контроле, просечна укупна маса нодула биљака из третмана, просечна укупна површина ризобијум поља биљака из третмана. (Прилог 2., Табела XII)

Флавоноид лутеолин јесте први идентификовани покретач Nod гена код бактерија, налази се у многим биљкама у различитим фамилијама, није својствен само махунаркама (Liu et al., 2016). Лутеолин није специфично одређен за једну врсту бактерија, већ покреће Nod фактор код више родова као што су *Rhizobium galegae*, *Sinorhizobium meliloti* и више типова *Rhizobium leguminosarum* (Suominen et al., 2003).

У експерименту Dolatabadian et al. (2012), у контролисаним условима, испитиван је утицај стреса соли и егзогено додатог изофлавонона генистеина у медијум културе *Bradyrhizobium japonicum* на интензитет нодулације. Показало се да додате количине генистеина у односу на нетретирану контролу, доводе до статистички значајно виших вредности броја и масе нодула. У сваком случају, утицаји сигналних молекула на испољавање различитих аспеката нодулације (број, маса, структура нодула, грађа и вијабилност нодуле, активност ензима нитрогеназе, ефикасност саме нодуле) и на њен укупни капацитет су веома сложени и зависни од већег броја чинилаца.

Табела 22. Садржај изофлавоноа у почетном семену соје ($\mu\text{g/g}$). Резултати означени различитим латиничним словима значајно се разликују за ниво значајности $p < 0.05$ (Данканов тест).

| Сорта | Галина | Дана | Принцеза | Дукат | Сава | Галеб | Аполо | Горштак | Тријумф |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Изофлавоно | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se |
| Даидзин | 1277.3 \pm 55.4 d | 1414.2 \pm 65.0 d | 859.5 \pm 35.0 e | 2181.8 \pm 79.8 bc | 2242.1 \pm 109.0 bc | 2475.3 \pm 119.6 ab | 2219.6 \pm 118.2 bc | 2639.5 \pm 53.5 a | 2002.7 \pm 74.0 c |
| Ацетилдаидзин | 1056.0 \pm 66.6 d | 822.4 \pm 49.2 e | 478.1 \pm 22.5 f | 1304.5 \pm 47.1 bc | 1760.7 \pm 120.0 a | 1114.8 \pm 68.2 cd | 1421.2 \pm 69.1 b | 1695.3 \pm 62.9 a | 1395.6 \pm 89.3 b |
| Генистин | 107.7 \pm 6.7 c | 111.8 \pm 4.2 c | 122.3 \pm 5.1 c | 194.0 \pm 10.5 ab | 194.7 \pm 14.6 ab | 167.5 \pm 8.8 b | 208.0 \pm 10.9 a | 207.8 \pm 5.1 a | 213.3 \pm 10.4 a |
| генистеин-хексозид | 19.8 \pm 0.5 e | 22.9 \pm 0.6 e | 48.1 \pm 2.4 d | 155.8 \pm 9.2 b | 36.0 \pm 4.3 d | 92.9 \pm 8.0 c | 37.2 \pm 2.7 d | 173.4 \pm 10.2 a | 34.7 \pm 2.4 d |
| Ацетилгенистин | 1576.2 \pm 60.5 d | 1885.5 \pm 63.3 c | 1899.4 \pm 51.6 c | 2555.9 \pm 58.4 a | 2370.4 \pm 64.3 b | 2741.4 \pm 74.2 a | 2637.9 \pm 69.7 a | 2628.1 \pm 30.6 a | 2452.0 \pm 53.1 b |
| Малонилгенистин | 165.0 \pm 6.9 d | 221.2 \pm 9.7 d | 172.4 \pm 6.3 d | 250.2 \pm 15.6 c | 268.8 \pm 19.0 c | 721.9 \pm 50.2 a | 323.2 \pm 22.9 b | 322.9 \pm 9.6 b | 251.4 \pm 12.9 c |
| Ацетилглицитин | 101.9 \pm 4.9 d | 74.9 \pm 0.9 d | 389.8 \pm 21.4 a | 436.3 \pm 19.8 a | 289.7 \pm 32.7 b | 221.1 \pm 22.1 c | 175.1 \pm 9.3 c | 450.7 \pm 33.9 a | 78.0 \pm 8.4 d |

Табела 23. Садржај осталих полифенолних једињења у почетном семену соје ($\mu\text{g/g}$). Резултати означени различитим латиничним словима значајно се разликују за ниво значајности $p < 0.05$ (Данканов тест).

| Сорта | Галина | Дана | Принцеза | Дукат | Сава | Галеб | Аполо | Горштак | Тријумф |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se | X \pm Se |
| (-)-галокатехин | 2.8 \pm 0.3 b | 1.9 \pm 0.0 c | 1.7 \pm 0.1 c | 3.0 \pm 0.3 ab | 3.2 \pm 0.4 ab | 3.3 \pm 0.3 ab | 3.8 \pm 0.3 a | 3.9 \pm 0.3 a | 2.5 \pm 0.4 bc |
| дериват кафене киселине | 0.8 \pm 0.0 d | 1.5 \pm 0.1 ab | 1.4 \pm 0.1 b | 1.7 \pm 0.1 a | 1.1 \pm 0.1 c | 1.8 \pm 0.2 a | 1.1 \pm 0.1 c | 1.8 \pm 0.1 a | 0.7 \pm 0.1 d |
| ериодиктиол-хексозид | 17.0 \pm 0.6 d | 11.5 \pm 0.0 d | 18.2 \pm 1.0 d | 30.5 \pm 2.8 c | 17.4 \pm 3.0 d | 38.0 \pm 3.7 b | 16.2 \pm 1.2 d | 47.7 \pm 2.9 a | 25.2 \pm 2.4 c |
| дериват <i>trans-p</i> -кумарне киселине | 1.1 \pm 0.1 c | 7.1 \pm 2.1 c | 55.3 \pm 2.7 a | 70.4 \pm 3.7 a | 9.7 \pm 4.1 c | 8.7 \pm 0.2 c | 4.2 \pm 0.3 c | 70.4 \pm 1.4 a | 29.7 \pm 7.2 b |
| нарингенин-хексозид 1 | 6.5 \pm 0.2 c | 18.0 \pm 0.5 b | 26.8 \pm 1.0 a | 19.0 \pm 2.0 b | 22.8 \pm 2.6 a | 19.5 \pm 1.6 b | 15.3 \pm 1.0 b | 26.3 \pm 1.7 a | 9.9 \pm 0.8 c |
| нарингенин-хексозид 2 | 22.2 \pm 1.4 c | 23.6 \pm 1.1 c | 35.4 \pm 1.9 a | 41.1 \pm 2.8 a | 35.0 \pm 4.7 a | 30.8 \pm 1.0 b | 29.7 \pm 2.0 b | 39.0 \pm 1.8 a | 23.2 \pm 2.7 c |
| флоретин-хексозид | 24.4 \pm 1.2 a | 7.5 \pm 0.2 c | 19.2 \pm 1.0 b | 30.6 \pm 3.3 a | 28.9 \pm 4.0 a | 27.9 \pm 2.4 a | 13.0 \pm 0.9 b | 28.5 \pm 1.5 a | 6.2 \pm 0.8 c |
| кемпферол-пентозид-хексозид | 0.065 \pm 0.014 b | 0.303 \pm 0.028 b | 0.037 \pm 0.003 b | 0.054 \pm 0.002 b | 0.024 \pm 0.002 b | 2.375 \pm 0.047 a | 0.039 \pm 0.002 b | 0.037 \pm 0.005 b | 0.021 \pm 0.000 b |
| лутеолин-хексозид | 9.6 \pm 0.7 b | 11.8 \pm 1.9 ab | 9.7 \pm 0.6 b | 15.6 \pm 1.4 ab | 17.4 \pm 2.4 ab | 24.8 \pm 12.8 a | 16.2 \pm 0.1 ab | 18.6 \pm 0.8 ab | 9.5 \pm 0.4 b |
| лутеолин-рамнозид-хексозид | 16.8 \pm 1.2 abc | 14.3 \pm 2.2 c | 19.2 \pm 0.4 abc | 25.5 \pm 2.4 ab | 27.0 \pm 4.8 a | 21.5 \pm 7.1 abc | 19.0 \pm 0.0 abc | 14.6 \pm 1.3 c | 16.1 \pm 1.0 b |

6. Упоредна анализа резултата

У нашем експерименту праћен је утицај сорте и инокулације (третмана), као и могућих ефеката садржаја изофлавона на динамику, капацитет (број и маса нодула) и карактеристике нодулације (на нивоу анатомских промена нодула током вегетационог периода) на морфолошке особине, принос и квалитет семена соје.

По истраживању Zhang et.al., (2014) концентрација укупних изофлавона је у позитивној корелацији са висином биљке, родним гранама, бројем махуна по биљци, количином семена по биљци, количином линолне и линолеинске киселине, док су значајне негативне корелације са садржајем олеинске киселине и уља, што указује на то да се концентрација изофлавона може претпоставити као фактор који утиче на различите пожељне карактеристике семена соје. Према нашем истраживању, сорте са високим садржајем укупних изофлавона Галеб (7534,9 $\mu\text{g/g}$), Сава (7162,3 $\mu\text{g/g}$), Дукат (7078,4 $\mu\text{g/g}$) и Аполо (7022,3 $\mu\text{g/g}$), показале су високе вредности морфо-анатомских параметара. (Дукат: 0 група зрења; Сава, Галеб и Аполо: I група зрења). Наведене сорте забележиле су и високе вредности параметра за биљке соје из третмана, и то за просечан броја нодула, Дукат (10,15), Галеб (9,85), Сава (9,36), Аполо (8,91), (Прилог 2, Табела V), просечну масу нодула, Сава, Дукат и Аполо, (11,31 mg), (9,72 mg), (9,59 mg), (Прилог 2, Табела VI), просечну површину ризобијум поља Сава (9,49 mm^2), Аполо (9,34 mm^2), Дукат (9 mm^2) и Галеб (8,29 mm^2), (Прилог 2, Табела VII), укупну просечну површину ризобијум поља за цео период вегетације Дукат (91,36 mm^2), Сава (88,79 mm^2), Аполо (83,21 mm^2), и Галеб (81,69 mm^2), (Прилог 2, Табела VIII), укупна просечна маса нодула за цео период вегетације Сава (105,76 mg), Дукат (98,45 mg), Аполо (85,53 mg) и Галеб (78,8 mg). Код наведене четири сорте потврдила се хипотеза да висок садржај изофлавона кореспондира са високим интензитетом нодулације и површине ризобијум поља, међутим, такав тренд није забележен код свих сорти у огледу. Такође наведене четири сорте, показале су уједначене, и резултате изнад просечних вредности за већину морфолошких и параметара приноса.

Насупрот овим резултатима, сорта Галина (0 група зрења), је имала низак садржај укупних изофлавона у семену, што је ставља на осмо место од девет сорти у огледу, са (4303,8 $\mu\text{g/g}$), за 43 % нижа вредност у односу на сорту Галеб. Међутим, забележила је највише вредности у односу на све сорте у огледу за параметре просечна маса нодула биљака из контроле (11,04 mg), (Прилог 2, Табела VI), просечна површина ризобијум поља биљака из контроле (10,41 mm^2), (Прилог 2, Табела VII), укупна просечна вредност површине ризобијум поља биљака из третмана за цео период вегетације (96,56 mm^2), (Прилог 2, Табела VII). Сорта Галина имала је другу вредност резултата у огледу, за биљке из третмана, за параметре: просечан број нодула (9,94), (Прилог 2, Табела V), укупна просечна маса нодула за цео период вегетације (99,84 mg), (Прилог 2, Табела XI). Овакви резултати нису у сагласју са претпоставком да низак садржај изофлавона, кореспондира са високим интензитетом нодулације и површине ризобијум поља, као код претходно наведених сорти. Сорта Галина, имала је ниже вредности морфолошких параметара и за биљке у контроли и третману, па можемо рећи да је то у сагласју са ниском вредношћу укупних изофлавона у семену, сама маса и број нодула као фактор, нису имали директан утицај на испољавање одређених морфолошких особина. Сви ови резултати указују на веома комплексан механизам нодулације, који није проста резултанта укупних и/или појединих изофлавона, већ и утицаја многих других сигналних молекула (Liu et al., 2016). Са друге стране, морфолошке особине, компоненте приноса и квалитета семена нису у директној и простој вези са бројем и величином нодула, како се можда могло очекивати. Сорте испољавају због различите генетичке основе, различите адаптивне карактеристике и тиме и различите одговоре на услове спољашње средине.

Потпуно супротан резултат према сорти Галина, у поређењу вредности садржаја укупних изофлавона и интензитета нодулације, забележила је сорта Горштак (II група зрења). Наиме, сорта Горштак имала је убедљиво највишу вредност за садржај укупних изофлавона у семену, од свих сорти у огледу (8117,7 $\mu\text{g/g}$), што је скоро два пута виша вредност садржаја у односу на сорту Галина, али је имала ниске вредности за интензитет нодулација (број и масу нодула) и површину ризобијум поља, и

за биљке у контроли и третману. Просечан број нодула сорте Горштак за биљке из третмана износио је (7,09), што је за 20 % нижа вредност у односу на сорту Галина, а просечна маса нодула сорте Горштак за биљке из третмана (6,41 mg), била је за 36 % нижа у односу на сорту Галина. Наведене вредности параметара, сврставају сорту Горштак на осмо место у огледу, једино је сорта Тријумф (II група зрења), имала ниже вредности ових параметара. Овде запажамо некарактеристичну појаву да висок садржај изофлавона, није резултовао високим вредностима морфо-анатомских параметара азотофиксираних нодула. С друге стране, упоредним прегледом резултата у односу на садржај укупних изофлавона и испитиване морфолошке параметре биљке, уочава се да је сорта Горштак за већину испитиваних морфолошких параметара и компоненте приноса, имала највише вредности у огледу. Овде се може претоставити узајамна повезаност између количине изофлавона у семену соје и морфолошких особина.

Све ово указује на комплексни адаптивни однос између биљке и бактерије у симбиози азотофиксације и значај сигналних молекула, изофлавона у овом процесу. Стога смо и покушали да установимо могуће везе између изофлавона у почетном семену и укупне нодуларности. Управо сложеност овог процеса није резултирала простим корелацијама, али јсу наши резултати потврдили улогу ових секундарних метаболита, и у исто време скренули пажњу и на важност других чинилаца у формирању и активности нодула, као што су фактори спољашње средине, али и биохемијски путеви унутар нодула, посебно активност ензима нитрогеназе.

Детаљним сагледавањем резултата огледа уочава се усаглашеност између вредности морфо-анатомских параметар нодула на корену биљака из третмана и садржаја протеина у семену инокулисаних биљака. Најнижу вредност садржаја протеина у семену третираних биљака, имале су сорте Горштак (40,7 %), Тријумф (40,7 %) и Аполо (39,7 %). Сорте Горштак и Тријумф имале су просечно најниже вредности за број, масу нодула нодула и површину ризобијум поља у односу на све сорте у огледу. Нижа вредност броја, масе нодула и површине ризобијума, подразумева нижу активност ензима нитрогеназе и нижу вредност садржаја легхемоглобина, што за последицу има нижу вредност фиксираних азота, а самим тим и претпоставку за нижу вредност садржаја акумулираног протеина у семену соје.

Највишу вредност приноса забележила је сорта Горштак код инокулисаних биљака (1516.7 kg/ha) и код биљака у контроли (1460 kg/ha). Поред сорте Горштак, статистички значајно вишу вредност приноса у односу на друге сорте у огледу забележиле су сорта Сава у контроли (1452 kg/ha), и сорта Принцеза у контроли са (1438.3 kg/ha). Није било статистички значајних разлика у приносу између третмана у оквиру истих сорти, међутим постоји статистички значајна разлика унутар третмана између различитих сорти..

Карактеристично за наш оглед је да је изведен у условима сувог ратарења, у години коју је карактерисало одсуство падавина и високе просечене температуре ваздуха. Доказано је да услови суше и високе температуре земљишта не погодују развоју нодула на корену соје инокулисане бактеријама (Nafiz et al., 2021). Интензитет фиксације атмосферског азота у нодулама корена соје, веома је заостао од агроколошких услова у којима се биљка гаји. Карактеристично за наш оглед је да су током вегетационог периода температуре било високе уз изражено одсуство падавина, тако да су биљке биле изожене стресу суше. Према огледу Miao et al., (2012), биљке у контроли су наводњавање, док су биљке у третману, биле изложене водном стресу у фенофазама цветања, формирања махуна и пуњења зрна у периоду по десет дана. Услови водног стреса нарочито су утицали на образовање азотофиксираних нодула, вредност броја нодула била је изразито нижа у односу на контролу. Вредност масе суве тежине нодула за једну од укупно две сорте из огледа, била је нижа до 41%, док је друга сорта соје у огледу имала нижу вредност масе сувих нодула у односу на контролу до 21%. Слично претходном огледу, Mangena, (2017), изложио је биљке из третмана водном дефициту, тако што је један број биљака заливан једном у седам дана, а други број биљака, једном у петнаест дана, за разлику од контроле која је свакодневно заливана. Анализа огледа показала је да су нодуле биљака изложене водном дефициту (или да пишем водном стресу) у трајању од 15 дана, потпуно престале да врше фиксацију атмосферског азота, и почеле су да се распадају, док су нодуле биљака изложене

водном стресу седам дана, промениле црвену боју ризобијума у зелену, што је значило да је изражено смањена фиксација атмосферског азота.

Сорте Галина, Дукат, Дана и Принцеца, нулте групе зрења, и сорте Сава, Галеб и Аполо, прва група зрења, са краћим вегетационим периодом, формирале су већи број нодула са вишом вредношћу масе и површине ризобијум поља у односу на сорте II групе зрења, Горштак и Тријумф, које су имале просечно најниже вредности за масу, број нодула и површину ризобијум поља и код инокулисаних биљака и у контроли. Дужи вегетациони период сорте Горштак и каснији улазак у репродуктивни развој биљке, када је највећа активност азотофиксирајућих нодула на корену, у условима изражене суше, претпоставка је резултата нижих вредности броја и масе нодула, али је Горштак забележио највиши принос семена и већине морфолошких параметара, што се може можда довести у везу са највишом заступљеношћу свих испитиваних изофлавона и може се претпоставити да су изофлавони деловали на бихемијске процесе у нодулама, а што је имало ефекта на формирање високог приноса и висине биљке. Са друге стране, они нису произвели израженију нодулацију као код сорти краће вегетационе сезоне, 0 и I групе зрења, што може бити у вези са осетљивошћу механизма нодулације у условима водног дефицита (Miao et al., 2012). Такође високе вредности морфолошких особина и компоненти приноса, јесу генетска одлика сорте Горштак, која се показала и у овим неоптималним условима.

Прегледом резултата на утицај инокулације као фактора на морфолошке особине биљке, компоненте приноса, хемијски састав семена (примарни метаболити) и морфо-анатомске особине азотофиксирајућих нодула, уочава да је инокулације имала највиши утицај на морфо-анатомске карактеристике азотофиксирајућих нодула на корену соје, док је код морфолошких особина биљке, статистички значајно утицала на висину биљке соје из третмана (Галина, 77.20 cm; Дана, 63.67 cm; Принцеца, 69.70 cm), и висину биљке до прве махуне (Галина, 9.27 cm; Горштак 10,66 cm), а анализом на садржај уља, азота и протеина у семену соје, није показан утицај инокулације на вредности наведених параметара. Супротно наведеном, резултати су показали да су биљке из контроле имале више вредности за одређене параметре у поређењу са вредностима за биљке из третмана. Имамо неколико примера, где су забележене вредности биљака из контроле, имале статистички значајно вишу вредност у односу на биљке соје из третмана. Биљке соје сорте Галина из контроле имале су статистички вишу вредност садржаја уља у семену (19,9 %), док су биљке соје сорте Аполо и Горштак из контроле, имале вишу статистички вишу вредност садржаја азота (6,4 %; 6,5%), и протеина у семену (39,7 %; 40,7 %). Супротно овим резултатима, инокулација је статистички значајно утицала на морфо-анатомске особине азотофиксирајућих нодула на корену соје у многим од дванаест фенофазама развоја за сваки од наведених параметара. (Због великог броја фенофаза у којима се показао статистички значајан утицај инокулације на морфо-анатомске параметре, нећемо их овде појединачно наводити).

Такође, високе вредности параметара биљака соје из третмана, постигнуте су и за просечне укупне вредности морфо-анатомских параметара нодула, изачунате за цео вегетациони период развоја биљке. Укупна просечна маса нодула за цео вегетациони период и укупна просечна површина ризобијум поља, имале су вишу вредност код свих девет сорти биљака соје из третмана у поређењу са биљкама соје из контроле за наведене параметре (Прилог 2., Табеле VIII и XI). Такође, упоредном анализом резултата, као што смо раније навели показано је да висок садржај укупних изофлавона у семену биљке кореспондирао са високим вредностима морфо-анатомских карактеристика азотофиксирајућих нодула (сорте из третмана: Сава, Галеб, Дукат, Аполо), али да је код појединих сорти било потпуно супротних резултата (сорте из третмана: Галина и Горштак). С обзиром на то да високе вредности постигнутих морфо-анатомских параметара нодула нису резултирале високим вредностима приноса, морфолошких особина биљака и садржаја примарних метаболита семена (уље, азот, протеини), потребно је преиспитати и друге факторе који су утицали на развој биљке у току вегетационог периода. Земљиште на коме је оглед обављен, садржи одређену количину бактерија азотофиксатора из рода *Bradyrhizobium japonicum*, као последица сејања инокулисаног семена соје деценијама уназад. Поставља се питање, да ли та концентрација постојећих бактерија у земљишту,

оптимална за постизање високих резултата или су климатски услови, високе просечне температуре и одсуство падавина утицале пресудно на смањен интензитет процеса азотофиксације, и на нижу активност азотофиксирајућих нодула на корену инокулисаних биљака. Прегледом резултата, стиче се утисак да је развиће биљака првенствено било условљено неповољним климатским утицајима, и да су биљке на то одговориле у складу са својим генетским предиспозицијама. У том смислу сорте биљака соје из 0 и I, због краћег вегетационог периода, раније су ушле генеративни период развића и претпоставља се да су интензивирале развој нодула, да би избегле касније негативне утицаје високих температура, у условима без падавина. Биљке II групе зрења, биле су изложене највећем утицају неповољних климатски услова у периоду интензивног развића, што се може видети по резултатима морфо-анатомских карактеристика нодула.

Убудуће би требало радити испитивања количине фиксираног азота у нодулама, и у надземном делу биљке, а од изузетног значаја је да се испрати активности ензима нитрогеназе у оптималним условима, условима наводњавања, затим у условима водног дефицита и високих температура. Такође требало би испитати количине укупног легхемоглобина код свежих нодула, ради разумевања дубљег физиолошко-биохемијског процеса саме азотофиксације и њених ефеката на одговарајуће особине биљке која је у симбиози са азотофиксирајућим бактеријама. Истовремено са анализом количине азота у надземном делу биљке, требало би испитивати и количину усвојеног азота, што би за циљ имало потпуно испраћен процес азотофиксације у симбиози бактерије и биљке. Такође, требало би испитати, кроз фазе развоја током целог периода развића, број и однос активних и неактивних азотофиксирајућих нодула на корену биљке.

Наредна истраживања би требало пратити у контролисаним условима у земљишним супстратима са различитом концентracијом азотофиксирајућих бактерија, те анализирати значајност посебно изофлавона, а посебно азотофиксирајућих бактерија на процес нодулације.

Наше истраживање јесте показало статистички значајан утицај инокулације на одређен број анализираних параметара у огледу (висина биљке, висина биљке до прве махуне, број нодула на корену биљке, маса нодула на корену биљке, површина ризобијум поља нодуле), иако је оглед изведен на земљишту где је инокулисана соја гајена у плодореду дуги низ година. Сам процес азотофиксације је од немерљивог значаја за биљку, земљиште и комплетан агроекосистем, јер сам резултат азотофиксације има искључиво позитиван утицај на наведене чиниоце. Стога се инокулација семена непосредно пред сетву може препоручити пољопривредним произвођачима соје, без обзира на заступљеност азотофиксирајућих бактерија у датом земљишту, као и претходну историју гајења усева на тим локацијама.

7. Закључци:

На основу добијених резултата за испитиване морфолошке, анатомске и хемијске параметре (као и статистичку обраду података) код девет домаћих сорти соје, неинокулисаних и инокулисаних азотофиксирајућим бактеријама из рода *Bradyrhizobium japonicum* донети су следећи закључци:

Испитивањем резултата огледа, за одређен број морфолошких особина биљака, морфо-анатомских карактеристика нодула на корену соје и хемијских параметара семена (примарни и секундарни метаболити), уочено је постојање статистички значајних разлика између биљака истих сорти, као и између биљака различитих сорти соје.

Анализом за морфолошке особине, принос и компоненте приноса, забележено је да је инокулација статистички значајно утицала на морфолошке особине висина биљке и висина биљке до прве махуне, док за остале испитиване параметре није било статистички значајног утицаја инокулације. За разлику од фактора инокулација, за фактор сорта, забележене су статистичке значајне разлике између биљака различитих сорти за све морфолошке особине, принос и параметре приноса, што указује на превасходни утицај генотипа (сорт) на испољавање морфолошких особина.

По оствареним резултатима, издвојила се сорта Горштак, са највишим вредностима за биљке из третмана, за следеће анализирани параметре: принос (1516 kg/ha), маса зрна по биљци без махуне (20,39g), маса махуне са семеном (31,11g), број махуна по биљци (78,11), број бочних грана (3,73), висина биљке до прве махуне (10,66cm). Сорта Горштак за биљке из контроле, постигла је највишу вредност у огледу за следеће анализирани параметре: висина биљке (91,17cm), број спратова (15,73).

Прегледом резултата за хемијски састав семена соје, утврђено је да инокулација није статистички значајно утицала на вредност садржаја протеина, уља и азота у инокулисаним биљкама. Статистички вишу вредност, за сва три наведена параметра, забележиле су искључиво биљке сорти из контроле. Неинокулисане биљке сорте Галина за садржај уља у семену, и неинокулисане биљке сорти Аполо и Горштак, за параметре садржаја азота и протеина у семену. Највишу вредност за садржај протеина забележиле су неинокулисане биљке сорте Галеб (45,3%), а најнижу вредност забележиле су инокулисане биљке сорти Горштак и Тријумф, обе 40,7%, што поново указује на кључни ефекат сорте у односу на садржај протеина у семену.

Методом Раманове спектроскопије извршена је анализа квалитативног састава протеина семена соје за шест сорти у огледу: Галина, Дана, Принцеза, Дукат, Сава и Галеб. Резултати анализе интензитета Амидних региона показују да постоје статистички значајне разлике у интензитету трака у Амидном I региону између контроле и третмана код сорти Галина, Дана и Сава. Са друге стране, када је у питању Амидни II регион, статистички значајне разлике у интензитету трака уочене су за сорте Дана, Принцеза, Дукат, Сава и Галеб. Када је у питању интензитет Амидног III региона статистички значајне разлике забележене су код сорти Галина, Принцеза, Дукат и Галеб. Ови резултати указују да постоје разлике у садржају протеина и посебно у њиховом квалитативном саставу, између наведених сорти, на нивоу оба фактора у огледу, сорта и инокулација.

Морфо-анатомска анализа нодула на корену соје извршена је за параметре: број нодула, маса нодула, површина ризобијум поља нодула, површина целог нодула, дебљина плуте, дебљина спољашне коре, дебљина унутрашње коре, број проводних снопића.

За морфолошки параметар број нодула на корену соје, присутан је тренд раста броја нодула, почев од раних вегетативних фенофаза развића до крајњих репродуктивних фенофаза. Највише просечне вредности броја нодула код свих сорти у огледу и у контроли, и у третману, забележене су у репродуктивним фенофазама развића (R2 – R7). Све сорте инокулисаних биљака имале су просечно вишу вредност броја нодула за цео период вегетације, у односу на биљке из контроле. Биљке из третмана сорти Дукат, Галина и Дана, имале су вишу укупну вредност за цео период вегетације, у односу на биљке из контроле за 42 %, 41 %, 40 %, респективно. Највишу просечну вредност броја нодула на корену соје за цео вегетациони период имале су биљке из третмана, сорти 0 групе зрења, Дукат (10,15) и Галина (9,94). Најнижу просечну вредност броја нодула на корену соје за цео

вегетациони период имале имале су биљке из контроле, сорти II групе зрења, Горштак (5,06) и Тријумф (4), што указује на значајан утицај фактора инокулације на наведени параметар.

Прегледом резултата за морфолошки параметар маса нодула на корену соје, јасно се увиђа тренд раста масе нодула почев од првог узорковања, раних вегетативних фенофаза до краја репродуктивних фенофаза. Просечно највише вредности за наведени параметар, забележене су у репродуктивним фенофазама развоја биљке (R3 – R6). Поређењем просечних вредности контрола/третман, по појединим фенофазама и просечно за цео вегетативни период, уочава се да су уједначене, без великих разлика. Просечне вредности биљака из контроле за шест сорти (Галина - 11,04 mg; Дана - 9,51 mg; Дукат - 9,51 mg; Галеб - 8,78 mg ; Горштак - 7,31 mg; Тријумф - 7,33 mg) од девет сорти у огледу, има вишу вредност за цео вегетативни период у поређењу са биљкама из третмана. Међутим, просечне укупне вредности масе нодула за цео вегетативни период (просечна маса \times просечан број нодула за цео вегетациони период) имају вишу вредност код свих сорти у огледу за биљке из третмана. Просечно највишу вредност масе нодула за цео вегетациони период забележиле су биљке сорте Сава из третмана (11,31 mg), сорте Галина из контроле (11,04 mg). Просечно најниже просечне вредности масе нодула на корену соје, за цео вегетативни период, постигле су биљке сорти II групе зрења из третмана, Горштак (6,41 mg) и Тријумф (5,88 mg). Ефекат сорте био је доминантан у испољавању разлика за параметар маса нодула на корену соје.

Анализом резултата за параметар површина ризобијум поља нодула, запажа се тренд раста просечне површине ризобијума, од првог узорковања, раних вегетативних фаза развоја, до последњег дванаестог узорковања, до фенофазе R7. Највише просечне вредности површине ризобијум забележене су у репродуктивним фенофазама развоја (R2.5 - R7). Просечне вредности посматраног параметра за цео период вегетације, имале су вишу вредност за биљке сорти из третмана, код седам од девет сорти у огледу, само су биљке сорти Галина (10,41 mm²), и Тријумф (7,37 mm²), имале вишу вредност површине ризобијума за биљке из контроле. Просечна укупна вредност ризобијум поља за цео вегетативни период (просечна површина ризобијума \times просечан број нодула за цео период вегетације), имала је вишу вредност код свих сорти инокулисаних биљака у поређењу са контролом. Највиша вредност разлике површине ризобијума, забележена је код биљака сорте Дукат, за 50,3 % је била виша вредност површине ризобијума биљака из третмана, док је најнижа разлика (6,3 %), забележена код биљака сорте Сава. Просечно највишу вредност површине ризобијума за цео период вегетације, забележиле су биљке из контроле сорте Галина (10,41 mm²), док су најниже вредности за посматрани параметар, имале инокулисане биљке сорте Горштак из контроле (4,86 mm²). Може се уочити да је инокулација деловала значајно у одређеним фазама развоја, али да су укупни, просечни резултати уједначени. Ефекат сорте био је доминантан у испољавању разлика за параметар површина ризобијум поља нодуле.

Динамика развоја нодула, пратила је динамику развоја ризобијум поља. Прегледом резултата мерења за анатомски параметар површина попречног пресека нодула, јасно се запажа тренд раста површина почев од првог узорковања, од вегетативних фаза развоја па све до каснијих генеративних фаза, до последњег узорковања. Упоредном анализом резултата, запажа се да сорте нулте групе зрења, и сорте прве групе зрења, имају више вредности у поређењу са сортама друге групе зрења, Горштак и Тријумф, чије су вредности најниже од испитиваних сорти. Може се уочити да је инокулација деловала значајно у одређеним фазама развоја, али да су укупни, просечни резултати уједначени.

Анализом резултата за параметар дебљина унутрашње коре, дебљина спољашње коре и плуте, поређењем вредности биљака из контроле и третмана, уочава се да су вредности уједначене без великих осцилација. За параметар дебљина унутрашње коре постоји тенденција опадања вредности, почев од првог узорковања (V3), па до последњег (R7). За параметар дебљина плуте, карактеристичне су ниже вредности у почетним фазама развоја, да би у каснијим репродуктивним фазама биле уједначене, без већих варирања. Карактеристично за параметар дебљина спољашње коре је да постоји тенденција раста просечних вредности у завршним фенофазама развоја. Прегледом резултата за анатомски параметар број проводних снопића нодула, запажа се тенденција раста броја проводних снопића током онтогенезе код биљака свих сорти у огледу. Поређењем вредности инокулисаних и неинокулисаних

биљака за све сорте у огледу, уочава се да су инокулисане биљке имале више вредности броја проводних снопића у почетним вегетативним фенофазама развоја, да би инокулисане биљке, имале више вредности у репродуктивним фенофазама развоја биљака.

Просечан укупни садржај свих анализираних полифенола у девет посматраних сорти износи 6403,5 $\mu\text{g/g}$, од тога највишу вредност чине изофлавоноиди са просечном вредношћу 6242 $\mu\text{g/g}$ или 97,5 %, а сва преостала једињења имају удео од 2,5 %. Највиши просечни садржај изофлавоноида у девет анализираних сорти чине ацетилглюкозиди са 60 %, глюкозиди са 33,5 % и генистеин-хексозид са 1,1 %, затим и малонилглюкозиди са 4,8 %. Највишу вредност садржаја изофлавоноида у семену, имала је сорта Горштак са 8117,7 $\mu\text{g/g}$. Сорта Галеб је друга по вредности садржаја изофлавоноида са 7534,9 $\mu\text{g/g}$, сорта Сава је трећа по вредности са 7161,6 $\mu\text{g/g}$, а сорта Дукат је четврта са 7078,5 $\mu\text{g/g}$. Високе вредности изофлавоноида кореспондирале су са високим вредностима за морфолошке особине, принос и компоненте приноса код сорте Горштак, која је за скоро све претходно наведене параметре имала највише вредности. Висока следљивост између високе вредности изофлавоноида у семену, и високих вредности морфо-анатомских карактеристика нодула, број, маса нодула и површина ризобијум поља, биле су карактеристичне за сорте Дукат, Сава, Галеб и Аполо.

На основу резултата ове докторске дисертације, уочава се значајан утицај инокулације семена соје на морфо-анатомске карактеристике нодула на корену биљке. Због неповољних климатских утицаја током вегетационе сезоне, високе просечне температуре и одсуство падавина, нису постигнуте значајно више вредности приноса и морфолошких параметара код инокулисаних биљака, што оставља простор за даља истраживања у смислу испитивања утицаја инокулације, самим тим процеса азотофиксације у оптималним условима, условима наводњавања и контролираним условима. Међутим, и у овим агроеколошким условима, показало се да је инокулација деловала статистички значајно на низ анализираних параметара, као што су: висина биљке, висина биљке до прве махуне, број нодула на корену соје, маса нодула на корену соје, површина ризобијум поља нодуле, површина нодула. Свакако да инокулација са агрономског гледишта доприноси мањим трошковима производње, у смислу смањених потреба за применом азотних хранива, обogaћује ризосферу, у форми азота које биљке могу да усвајају и користе. Примена инокулације има позитиван аспект и са економског, а и са економског аспекта, и то је препорука за даљу примену.

8. Литература

- Abbasi, M. K., Majeed, A., Sadiq, A., & Khan, S. R. (2008). Application of Bradyrhizobium japonicum and Phosphorus Fertilization Improved Growth, Yield and Nodulation of Soybean in the Sub-humid Hilly Region of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Plant Production Science*, 11(3), 368–376. <https://doi.org/10.1626/ppp.11.368>
- Abera, Y., Masso, C., & Assefa, F. (2019). Inoculation with indigenous rhizobial isolates enhanced nodulation, growth, yield and protein content of soybean (Glycine max L.) at different agro-climatic regions in Ethiopia. *Journal of Plant Nutrition*, 42(16), 1900–1912. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1648684>
- Abd-Alla, M. H. (2011). Nodulation and nitrogen fixation in interspecies grafts of soybean and common bean is controlled by isoflavonoid signal molecules translocated from shoot. *Plant, Soil and Environment*, 57(10), 453–458. <https://doi.org/10.17221/379/2010-PSE>
- Abdel-Lateif, K., Bogusz, D., & Hoche, V. (2012). The role of flavonoids in the establishment of plant roots endosymbioses with arbuscular mycorrhiza fungi, rhizobia and Frankia bacteria. *Plant signaling & behavior*, 7(6), 636–641. <https://doi.org/10.4161/psb.20039>
- AACC International Approved Methods of Analysis. 1978. 11th Ed., St. Paul, MN. AACCI Method 30-25.01 Crude Fat in Wheat, Corn, and Soy Flour, Feeds, and Mixed Feeds
- AOAC, Official Methods of Analysis. 1990. Washington, D.C, 14th ed, AOAC 976.05 Protein (Crude in Animal Feed)
- Ahiabor, B. (2014). Application of Phosphorus Fertilizer on Soybean [(Glycine max L. (Merrill)] Inoculated with Rhizobium and its Economic Implication to Farmers. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(11), 1420–1434. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/10400>
- Ahmad, M. Z., Zhang, Y., Zeng, X., Li, P., Wang, X., Benedito, V. A., & Zhao, J. (2021). Isoflavone malonyl-CoA acyltransferase GmMaT2 is involved in nodulation of soybean by modifying synthesis and secretion of isoflavones. *Journal of experimental botany*, 72(4), 1349–1369. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa511>
- Alam, F., Bhuiyan, M., Alam, S. S., Waghmode, T. R., Kim, P. J., & Lee, Y. B. (2015). Effect of Rhizobium sp. BARIRGm901 inoculation on nodulation, nitrogen fixation and yield of soybean (Glycine max) genotypes in gray terrace soil. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79(10), 1660–1668. <https://doi.org/10.1080/09168451.2015.1044931>
- Albareda, M., Rodríguez-Navarro, D. N., & Temprano, F. J. (2009). Soybean inoculation: Dose, N fertilizer supplementation and rhizobia persistence in soil. *Field Crops Research*, 113(3), 352–356. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.05.013>
- Althabegoiti, M. J., López-García, S. L., Piccinetti, C., Mongiardini, E. J., Pérez-Giménez, J., Quelas, J. I., Peticari, A., & Lodeiro, A. R. (2008) Strain selection for improvement of Bradyrhizobium japonicum competitiveness for nodulation of soybean, *FEMS Microbiology Letters*, 282(1), 115–123. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01114.x>
- Amani, K., Fondio, L., Ibrahim, K., N’Gbesso, D. P. M. F., Maxwell, A. B., Abiba Sanogo, T., Filali-Maltouf, A. (2020) Response of Indigenous Rhizobia to the Inoculation of Soybean [Glycine max (L.) Merrill] Varieties Cultivated under Controlled Conditions in Côte d’Ivoire. *Advances in Microbiology*, 10, 110–122. doi: 10.4236/aim.2020.103010.
- Argaw, A. (2014). Symbiotic effectiveness of inoculation with Bradyrhizobium isolates on soybean [Glycine max (L.) Merrill] genotypes with different maturities. *SpringerPlus*, 3(1), 753. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-753>
- Adeyeye, A. S., Togun, A. O., Olaniyan, A. B., & Akanbi W. B. (2017). Effect of Fertilizer and Rhizobium Inoculation on Growth and Yield of Soybean Variety (Glycine max L. Merrill). *Advances in Crop Science and Technology*, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000255>
- Balesevic-Tubic, S., Djordjevic, V., Miladinovic, J., Djukic, V., & Tatic, M. (2011). Stability of soybean seed composition. *Genetika*, 43(2), 217–227. <https://doi.org/10.2298/GENSR1102217B>

- Bekere, W., & Hailemariam, A. (2012a). Influences of Inoculation Methods and Phosphorus Levels on Nitrogen Fixation Attributes and Yield of Soybean (*Glycine max* L.) At Haru, Western Ethiopia. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*, 2(2), 45–55. <https://doi.org/10.3923/ajpnft.2012.45.55>
- Bekere, W., Kebede, T., & Dawud, J. (2012). Growth and Nodulation Response of Soybean (*Glycine max* L.) to Lime, *Bradyrhizobium japonicum* and Nitrogen Fertilizer in Acid Soil at Melko, South Western Ethiopia. *International Journal of Soil Science*, 8(1), 25–31. <https://doi.org/10.3923/ijss.2013.25.31>
- Bellaloui, N., Bruns, H. A., Gillen, A. M., Abbas, H. K., Zablutowicz, R. M., Mengistu, A., & Paris, R. L. (2010). Soybean seed protein, oil, fatty acids, and mineral composition as influenced by soybean-corn rotation. *Agricultural Sciences*, 01(03), 102–109. <https://doi.org/10.4236/as.2010.13013>
- Belić, B., Nenadić, N., Varga, B. (1987): Racionalizacija proizvodnje soje u Jugoslaviji. Zbornik radova “Hrana i razvoj”, Beograd.
- Biswas, B., & Gresshoff, P. (2014). The Role of Symbiotic Nitrogen Fixation in Sustainable Production of Biofuels. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(5), 7380–7397. <https://doi.org/10.3390/ijms15057380>
- Bumrah, G.S., & Sharma R.M., (2016). Raman spectroscopy – Basic principle, instrumentation and selected applications for the characterization of drugs of abuse. *Egypt J Forensic Sci*;6:209-215. 10.1016/j.ejfs.2015.06.001.
- Campo, R. J., Araujo, R. S., Mostasso, F. L., & Hungria, M. (2010). In-furrow inoculation of soybean as alternative to fungicide and micronutrient seed treatment. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 34(4), 1103–1112. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400010>
- Compton, K. K., Hildreth, S. B., Helm, R. F., and Scharf, B. E. (2020). An updated perspective on *Sinorhizobium meliloti* chemotaxis to alfalfa flavonoids. *Front. Microbiol.* 11:581482. doi: 10.3389/fmicb.2020.581482
- Carciochi, W. D., Rosso, L. H. M., Secchi, M. A., Torres, A. R., Naeve, S., Casteel, S. N., Kovács, P., Davidson, D., Purcell, L. C., Archontoulis, S., & Ciampitti, I. A. (2019). Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Scientific Reports*, 9(1), 19908. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56465-0>
- Carroll, B. J., Hansen, A. P., McNeil, D. L., & Gresshoff, P. M. (1987). Effect of oxygen supply on nitrogenase activity of nitrate-and dark-stressed soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) plants. *Functional Plant Biology*, 14(6), 679–687.
- Carrera, C. S., Reynoso, C. M., Funes, G. J., Martínez, M. J., Dardanelli, J., & Resnik, S. L. (2011). Amino acid composition of soybean seeds as affected by climatic variables. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(12), 1579–1587. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001200001>
- Charpentier, M., & Oldroyd, G. E. D. (2013). Nuclear Calcium Signaling in Plants. *Plant Physiology*, 163(2), 496–503. <https://doi.org/10.1104/pp.113.220863>
- Clemente, T. E., & Cahoon, E. B. (2009). Soybean oil: genetic approaches for modification of functionality and total content. *Plant physiology*, 151(3), 1030–1040. <https://doi.org/10.1104/pp.109.146282>
- De Bruin, J. L., Pedersen, P., Conley, S. P., Gaska, J. M., Naeve, S. L., Kurle, J. E., Elmore, R. W., Giesler, L. J., Abendroth, L. J. (2010). Probability of Yield Response to Inoculants in Fields with a History of Soybean. *Crop Science*, 50(1), 265–272. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.04.0185>
- Deng J., Qin W., Yang C., Iqbal N., Takpah D., Zhang J., Yang W., Liu J. (2019). Seed quality deterioration dynamics for isoflavones biosynthesis in soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds against field mildew stress. *Acta Physiol. Plant.* doi: 10.1007/s11738-019-2845-6.
- De Luca, M. J., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2014). Feasibility of lowering soybean planting density without compromising nitrogen fixation and yield. *American Society of Agronomy*.
- Depciuch, J., Kaznowska, E., Zawlik, I., Wojnarowska, R., Cholewa, M., Heraud, P., & Cebulski, J. (2016) Application of Raman Spectroscopy and Infrared Spectroscopy in the Identification of Breast Cancer. *Applied Spectrosc*;70:251–63. 10.1177/0003702815620127.
- Del Cerro, P., Megías, M., López-Baena, F. J., Gil-Serrano, A., Pérez-Montaña, F., & Ollero, F. J. (2019).

- Osmotic stress activates *nif* and *fix* genes and induces the *Rhizobium tropici* CIAT 899 Nod factor production via NodD2 by up-regulation of the *nodA2* operon and the *nodA3* gene. *PLoS One* 14:e0213298. doi: 10.1371/journal.pone.0213298
- Dolatabadian, A., Sanavy, S. A. M. M., Ghanati, F., & Gresshoff, P. M. (2012). Morphological and physiological response of soybean treated with the microsymbiont *Bradyrhizobium japonicum* pre-incubated with genistein. *South African Journal of Botany*, 79, 9-18.
- Duenas, M., Hernandez, T., Robredo, S., Lamparski, G., Estrella, I., & Munoz, R. (2012). Bioactive Phenolic Compounds of Soybean (*Glycine max* cv. Merit): Modifications by Different Microbiological Fermentations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62(4), 241–250. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0060-x>
- Dupont, L., Alloing, G., Pierre, O., El, S., Hopkins, J., Hrouart, D., & Frendo, P. (2012). The Legume Root Nodule: From Symbiotic Nitrogen Fixation to Senescence. *Senescence*. <https://doi.org/10.5772/34438>
- Egamberdiyeva, D., Qarshieva, D., & Davranov, K. (2004). Growth and yield of soybean varieties inoculated with *Bradyrhizobium* spp in N-deficient calcareous soils. *Biology and Fertility of Soils*, 40(2), 144–146. <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0755-1metoda>
- Enger, H., H. Riehm. (1958): Die Ammoniumlaktatessigsäure-Methode zur Bestimmung der leichtlöslichen Phosphorsäure in Karbonathaltigen Boden (In German). *Agrchimica.*, 3(1): 49-65.
- Ezekiel–Adewoyin, D. T., Ewusi-Mensah, N., Oluwafemi, O. A., Ogunleti, D., Adekunle, A., & Kayode, C. (2017). Nodulation, growth and yield response of soybean [(*Glycine max* l. (merril)] to inoculum (*Bradyrhizobium japonicum*) under phosphorus levels and compost amendment in Northern Ghana. *Net Journal of Agricultural Science*, 5(4), 141–150. <https://doi.org/10.30918/NJAS.54.17.056>
- Fenta, B., Beebe, S., Kunert, K., Burrige, J., Barlow, K., Lynch, J., & Foyer, C. (2014). Field Phenotyping of Soybean Roots for Drought Stress Tolerance. *Agronomy*, 4(3), 418–435. <https://doi.org/10.3390/agronomy4030418>
- Fehr, W.R., Caviness, C.E., (1977) Stages of soybean development. Iowa Agric. and Home Econ. Stn. Spec. Rep. 87. <https://lib.dr.iastate.edu/specialreports/87>
- Ferguson, B.J., Indrasumunar, A., Hayashi, S., Lin, M.H., Lin, Y.H., Reid, DE., & Gresshoff, P.M., (2010). Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. *J Integr Plant Biol*. 52(1):61-76. doi: 10.1111/j.1744-7909.2010.00899.x.
- Ferguson, B. J., Mens, C., Hastwell, A. H., Zhang, M. B., Su, H., Jones, C. H., et al. (2018). Legume nodulation: the host controls the party. *Plant Cell Environ*. 42, 41–51. doi: 10.1111/pce.13348
- Fernandez-Göbel, T. F., Deanna, R., Muñoz, N. B., Robert, G., Asurmendi, S., & Lascano, R. (2019). Redox systemic signaling and induced tolerance responses during soybean–*Bradyrhizobium japonicum* interaction: involvement of nod factor receptor and autoregulation of nodulation. *Frontiers in plant science*, 10, 141.
- Ferreira, M. C., de S. Andrade, D., de O. Chueire, L. M., Takemura, S. M., & Hungria, M. (2000). Tillage method and crop rotation effects on the population sizes and diversity of bradyrhizobia nodulating soybean. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(5), 627–637. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(99\)00189-3](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(99)00189-3)
- Ferrer, J. L., Austin, M. B., Stewart Jr, C., & Noel, J. P. (2008). Structure and function of enzymes involved in the biosynthesis of phenylpropanoids. *Plant Physiology and Biochemistry*, 46(3), 356-370.
- Fujikake, H., Yamazaki, A., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Matsushashi, S., Ito, T., ... & Ohshima, T. (2003). Quick and reversible inhibition of soybean root nodule growth by nitrate involves a decrease in sucrose supply to nodules. *Journal of Experimental Botany*, 54(386), 1379-1388.
- Flajsman, M., Santavec, I., Kolmanic, A., Kosmelj, K., & Kocjan-Acko, D. (2019). Agronomic performance and stability of seed, protein and oil yields of seven soybean cultivars determined in field experiments in Slovenia. *Genetika*, 51(1), 31–46. <https://doi.org/10.2298/GENSR1901031F>
- Franzen, D., Gerwing, J. (1997) Effectiveness of using low rates of plant nutrients. North Dakota State University <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/effectiveness-of-using-low-rates-of-plant-nutrients>

- Fuskhah, E., & Darmawati, A. (2019). Inoculation of rhizobium bacteria and nutrient of seawater to increase soybean production and quality as food. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 292, 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/292/1/012058>
- Gage, D. J. (2004). Infection and Invasion of Roots by Symbiotic, Nitrogen-Fixing Rhizobia during Nodulation of Temperate Legumes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68(2), 280–300. <https://doi.org/10.1128/MMBR.68.2.280-300.2004>
- Gayler, K. R., & Sykes, G. E. (1985). Effects of Nutritional Stress on the Storage Proteins of Soybeans. *Plant Physiology*, 78(3), 582–585. <https://doi.org/10.1104/pp.78.3.582>
- Getachew, Z., Abera, G., & Beyene, S. (2017). Rhizobium inoculation and sulphur fertilizer improved yield, nutrients uptake and protein quality of soybean (*Glycine max* L.) varieties on Nitisols of Assosa area, Western Ethiopia. *African Journal of Plant Science*, 11(5), 123-132. <https://doi.org/10.5897/AJPS2017.1519>
- Getachew Gebrehana, Z., & Abeble Dagnaw, L. (2020). Response of soybean to Rhizobial inoculation and starter N fertilizer on Nitisols of Assosa and Begi areas, Western Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s40068-020-00174-5>
- Getu, A., Gashu, K., Kerebih, B., Wale, S., Getaneh, D. (2019) Response of soybean to inoculation with Bradyrhizobia spp. strains: effect on root nodulation, yield and residual soil nitrogen *World Scientific News*, 124(2) 94-106.
- Gitonga, M., Gatheri, G., Cheruiyot, R., Gitonga, N., & Maingi, J. (2011). Nodulation and nitrogen fixation in promiscuous and non promiscuous soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties in Eastern Kenya. *Journal of Tropical Microbiology and Biotechnology*, 6(1). <https://doi.org/10.4314/jtmb.v6i1.63744>
- Gibson, K. E., Kobayashi, H., & Walker, G. C. (2008). Molecular determinants of a symbiotic chronic infection. *Annual review of genetics*, 42, 413–441. <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.42.110807.091427>
- Gogorcena, Y., Gordon, A. J., Escuredo, P. R., Minchin, F. R., Witty, J. F., Moran, J. F., et al. (1997). N₂ fixation, carbon metabolism, and oxidative damage in nodules of dark-stressed common bean plants. *Plant Physiol.* 113, 1193–1201. doi: 10.1104/pp.113.4.1193
- Gordon, A. J., Skøt, L., James, C. L., & Minchin, F. R. (2002). Short-term metabolic response of soybean root nodules to nitrate. *J. Exp. Bot.* 53, 423–428. doi: 10.1093/jexbot/53.368.423
- Guinel, F.C. (2009). Getting around the legume nodule: II. Molecular biology of its peripheral zone and approaches to study its vasculature. *Botany*. 87(12): 1139-1166. <https://doi.org/10.1139/B09-075>
- Gliński, J., & Lipiec, J. (1990). *Soil Physical Conditions and Plant Roots* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351076708>
- Glamočlija Dj., Specijalno ratarstvo. Beograd. (2004)
- Griesbach, R. J. (2005). Biochemistry and genetics of flower color. *Plant Breed Rev*, 25, 89-114.
- Hartwig, E.E. (1973) Varietal development. *In: Caldwell, B.E. (ed.) Soybeans: Improvement, production, and uses*. *Agron. J.* 16: 187–207.
- Hafiz, M. H. R., Salehin, A., Adachi, F., Omichi, M., Saeki, Y., Yamamoto, A., ... & Itoh, K. (2021). Latitudinal Characteristic Nodule Composition of Soybean-Nodulating Bradyrhizobia: Temperature-Dependent Proliferation in Soil or Infection?. *Horticulturae*, 7(2), 22.
- Herridge, D. F., Peoples, M. B., & Boddey, R. M. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*, 311(1–2), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9668-3>
- Hymowitz, T. (1988) Soybeans: The success story. *u: National Symposium (First), New Crops: Research, Development, Economics, Indianapolis, Indiana, Proceedings*, 159-163
- International organization for standardization, ISO – methods, *ISO 24557:2009 Mahunjače — Određivanje sadržaja vlage — Metoda sa primenom sušnice*
- Janagard, M. S., & Ebadi-Segherloo, A. (2016). Inoculated soybean response to starter nitrogen in conventional cropping system in Moghan. *Journal of Agronomy*, 15(1), 26.
- Jung, S., Murphy, P. A., & Sala, I. (2008). Isoflavone profiles of soymilk as affected by high-pressure

- treatments of soymilk and soybeans. *Food Chemistry*, 111(3), 592-598. [10.1016/j.foodchem.2008.04.025](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.025)
- Jones, K. M., Kobayashi, H., Davies, B. W., Taga, M. E., & Walker, G. C. (2007). How rhizobial symbionts invade plants: the *Sinorhizobium-Medicago* model. *Nature reviews. Microbiology*, 5(8), 619–633. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1705>
- Kanu, S.A., & Dakora, F.D. (2017) Symbiotic functioning, structural adaptation, and subcellular organization of root nodules from *Psoralea pinnata* (L.) plants grown naturally under wetland and upland conditions in the Cape Fynbos of South Africa. *Protoplasma*. 254(1):137-145. doi: 10.1007/s00709-015-0922-2.
- Kapoor, A. C., & Gupta, Y. P. (1977). Effect of phosphorus fertilization on phosphorus constituents in soybeans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(3), 670–673. <https://doi.org/10.1021/jf60211a052>
- Kaspar T.C. (1985) growth and development of soybean root system. In Shibles, R. (ed). World soybean research conference III: Proceedings, Westview Press, Boulder, CO., 841-847
- Kondorosi, E., Mergaert, P., & Kereszt, A. (2013). A Paradigm for Endosymbiotic Life: Cell Differentiation of *Rhizobium* Bacteria Provoked by Host Plant Factors. *Annual Review of Microbiology*, 67(1), 611–628. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-092412-155630>
- Kolaric, L.J., Glamočlija, Živanovic, Đ. Srebric, L.J. M. Peric V. (2009): The effect of different amounts of nitrogen on soybean yield and quality of selected varieties. *Proceedings of Research Papers*, 15: 73-80.
- Kosslak, R.M., Bookland, R., Barkei, J., Paaren, H.E., & Appelbaum, E.R., (1987). Induction of *Bradyrhizobium japonicum* common nod genes by isoflavones isolated from *Glycine max*. *Proc Natl Acad Sci USA* 84:7428–7432
- Kraszewska, O., Nynca, A., Kaminska, B., & Ciereszko, R. (2007). Fitoestrogeny. 1. Występowanie, metabolizm i znaczenie biologiczne u samic. *Postępy Biol. Komórki* 1, 189–205.
- Krishnan, H. B., Natarajan, S. S., Mahmoud, A. A., & Nelson, R. L. (2007). Identification of Glycinin and β -Conglycinin Subunits that Contribute to the Increased Protein Content of High-Protein Soybean Lines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(5), 1839–1845. <https://doi.org/10.1021/jf062497n>
- Lamprey, S., Ahiabor, B. D. K., Yeboah, S., & Osei, D. (2014). Effect of *Rhizobium* Inoculants and Reproductive Growth Stages on Shoot Biomass and Yield of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Agricultural Science*, 6(5). <https://doi.org/10.5539/jas.v6n5p44>
- Laws, M. T., & Graves, W. R. (2005). Nitrogen inhibits nodulation and reversibly suppresses nitrogen fixation in nodules of *Alnus maritima*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(4), 496-499.
- Lewis, G., Schrire, B., Mackinder, B., & Lock, M. 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, Surrey, UK.
- Liu, C.-W., & Murray, J. (2016). The Role of Flavonoids in Nodulation Host-Range Specificity: An Update. *Plants*, 5(3), 33. <https://doi.org/10.3390/plants5030033>
- Lofton J, Arnall B (2017) Understanding Soybean Nodulation and Inoculation. Stillwater: Oklahoma Cooperative Extension Service PSS 2169. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/understanding-soybean-nodulation-and-inoculation.html>
- Lopez, M. J., & Mohiuddin, S. S. (2021). Biochemistry, Essential Amino Acids. StatPearls [Internet]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/>
- Manurung, D. S., Hasanah, Y., & Sipayung, R. (2019). Growth Response and Production of Soybean (*Glycine max* (L.) on Application of Phosphorous Fertilizer and *Rhizobium* Inoculation. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 1(3), 289–294. <https://doi.org/10.32734/injar.v1i3.469>
- Mangena. P., (2018). Water Stress: Morphological and Anatomical Changes in Soybean (*Glycine max* L.) Plants, *Plant, Abiotic Stress and Responses to Climate Change*, Violeta Andjelkovic, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.72899. Available from: https://www.intechopen.com/chapters/58553?fbclid=IwAR3F9QwsNEhLpsHSmOzWiTbCiw2IJMpnCD5NooOZAQEj-svLkH_BRILdv8s
- Marinković, J., Mrkovački, N., Aćimović, R., Đorđević, V. (2010) Uticaj primene NS-nitragina na prinos i

- komponente prinosa kod soje. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 47. 545-548.
- Mason, W. K., Taylor, H. M., Bennie, A. T. P., Rowse, H. R., Reicosky, D. C., Jung, Y. S., Righes, A. A., Yang, R. L., Kaspar, T. C., & Stone, J. A. (1980). Soybean growth, development, water relations and mineral uptake as affected by row spacing and soil water supply. *Adv. in Agric. Technol.* NCR-5, USDA, Peoria, IL.
- Masuda, T. & Goldsmith, P.D. (2009) World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-Term Projections. *International Food and Agribusiness Management Review*, 12, 143-163.
- Mathenge, C., Thuita, M., Masso, C., Gweyi-Onyango, J., & Vanlauwe, B. (2019). Variability of soybean response to rhizobia inoculant, vermicompost, and a legume-specific fertilizer blend in Siaya County of Kenya. *Soil and Tillage Research*, 194, 104290. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.06.007>
- Merkeb, F., Redi, M., Gebremedhin, W., (2016). Evaluation of different commercial rhizobial strains on soybean (*Glycine max* L.) yield at pawe district, northwestern ethiopia Ethiopian Institute of Agricultural Research, Pawe Agricultural Research Center, Pawe, Ethiopia vol 55, 15-26
- Mergaert, P., Uchiumi, T., Alunni, B., Evanno, G., Cheron, A., Catrice, O., Mausset, A. E., Barloy-Hubler, F., Galibert, F., Kondorosi, A. & Kondorosi, E. (2006). Eukaryotic control on bacterial cell cycle and differentiation in the Rhizobium-legumesymbiosis. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103(13), 5230-5235. [10.1073/pnas.0600912103](https://doi.org/10.1073/pnas.0600912103).
- Miao, S., Shi, H., Jin, J., Liu, J., Liu, X., & Wang, G. (2012). Effects of short-term drought and flooding on soybean nodulation and yield at key nodulation stage under pot culture. *J Food Agric Environ*, 10, 819-824.
- Miladinović J., Hrustić Milica, Vidić M. (2008): Soja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sojaprotein, Bečej, 35-36.
- Minchin, F. R., Minguez, M. I., Sheehy, J. E., Witty, J. F., & Skøt, L. (1986). Relationships between nitrate and oxygen supply in symbiotic nitrogen fixation by white clover. *Journal of Experimental Botany*, 37(8), 1103-1113.
- Moretti, L. G., Lazarini, E., Bossolani, J. W., Parente, T. L., Caioni, S., Araujo, R. S., & Hungria, M. (2018). Can Additional Inoculations Increase Soybean Nodulation and Grain Yield? *Agronomy Journal*, 110(2), 715–721. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.09.0540>
- Morse, W. J., Cartter, J. L., Williams, L. F. (1949): Soybeans: culture and varieties, U.S. Government Printing Office.
- Ntambo, M, S., Chilinda, I.S. Taurvinga, A, Hafez, S., Anwar, T. Sharif, R. Cchambi, C. Kies L. (2017): The effect of rhizobium inoculation with nitrogen fertilizer on growth and yield of soybeans (*Glycine max* L.). *Int. J. Biosci.*, 10(3): 163-172. DOI:10.12692/ijb/10.3.163-172
- Ohyama, T., Fujikake, H., Yashima, H., Tanabata, S., Ishikawa, S., Sato, T., et al. (2012). Effect of Nitrate on Nodulation and Nitrogen Fixation of Soybean. Available at: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/22777.pdf>
- Oldroyd, G. E., Murray, J. D., Poole, P. S., & Downie, J. A. (2011). The rules of engagement in the legume-rhizobial symbiosis. *Annual review of genetics*, 45, 119-144.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Nadziejka, M., Kelly, S., Stougaard, J., & Reid, D. (2018). Epidermal auxin biosynthesis facilitates rhizobial infection in *Lotus japonicus*. *Plant J.* 95, 101–111. doi: 10.1111/tpj.13934
- Pantora, N., Mushtaq, T., Tahir, T., & Islam, T. (2018): Farm yard manure and dalweed improve the growth and yield in soybean (*Glycine max* (L.)). *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 7(2): 1532-1537.
- Pérez-Pizá, M. C., Cejas, E., Zilli, C., Prevosto, L., Mancinelli, B., Santa-Cruz, D., Yannarelli, G., & Balestrasse, K. (2020). Enhancement of soybean nodulation by seed treatment with non-thermal plasmas. *Scientific Reports*, 10(1), 4917. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61913-3>
- Popovic, V., Miladinovic, J, Vidić, M. Vuckovic, S., Drazic, G. Iikanovic, J. Djekic, V. & Filipovic V. (2015): Determining genetic potential and quality components of NS soybean cultivars under different agroecological conditions. *Rom Agric Res.*, 32, 35-42 DOI:10.13140/RG.2.1.2027.3364
- Popović Vera, Vidić M., Vučković S., Dolijanović Ž., Đukić V., Čobanović L., Veselić J. (2016): Potencijal

- rodnosti ns sorti soje - Glycine max u proizvodnom rejonu Srbije. Zbornik radova Instituta PKB Agroekonomik, Padinska Skela, Beograd; 12-22.
- Pochon J, Tardieux P. 1962: Tehnikues d,analyse en microbiologique du Soil edit de la tourel, Paris
- Rahim, N., Kaleem Abbasi, M., & Hameed, S. (2015). Soybean Seed Quality Characteristics in Response to Indigenous Bradyrhizobium Inoculation and N Fertilization in Kashmir–Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(8), 1165–1174. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2682-8>
- Rahim, N., Kaleem Abbasi, M., & Hameed, S. (2016) Nodulation, nutrient accumulation and yield of rainfed soybean in response to indigenous soybean-nodulating Bradyrhizobia in the Himalayan region of Kashmir-Pakistan 10.22069/IJPP.2016.3045
- Riedl, K. M., Lee, J. H., Renita, M., St Martin, S. K., Schwartz, S. J., & Vodovotz, Y. (2007). Isoflavone profiles, phenol content, and antioxidant activity of soybean seeds as influenced by cultivar and growing location in Ohio. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7), 1197–1206. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2795>
- Rose, I. (1988). Effects of moisture stress on the oil and protein components of soybean seeds. *Australian Journal of Agricultural Research*, 39(2), 163. <https://doi.org/10.1071/AR9880163>
- Rostagno, M. A., Palma, M., & Barroso, C. G. (2004). Pressurized liquid extraction of isoflavones from soybeans. *Analytica Chimica Acta*, 522(2), 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.05.078>
- Ruiz Diaz, D. A., Pedersen, P., & Sawyer, J. E. (2009). Soybean Response to Inoculation and Nitrogen Application Following Long-Term Grass Pasture. *Crop Science*, 49(3), 1058–1062. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.08.0510>
- Ruzin S.E., & Brandizzi, F. (1999) Plant microtechnique and microscopy. 322 pp. Oxford, New York: Oxford University Press. *Annals of Botany*, 86(3), 708. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1231>
- Samudin, S., & Kuswantoro, H. (2018). Effect of Rhizobium inoculation to nodulation and growth of soybean [Glycine max (L.) Merrill] Germplasm. *Legume Research - An International Journal*, (41), 303-310. <https://doi.org/10.18805/LR-385>
- Saito, A., Tanabata, S., Tanabata, T., Tajima, S., Ueno, M., Ishikawa, S., ... & Ohyama, T. (2014). Effect of nitrate on nodule and root growth of soybean (Glycine max (L.) Merr.). *International journal of molecular sciences*, 15(3), 4464-4480.
- Sarić Z. Praktikum iz mikrobiologije. Belgrade, Serbia: Naučna knjiga; 1989. 199 p. Serbian.
- Schulz, H., & Baranska, M. (2007). Identification and quantification of valuable plant substances by IR and Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 43(1), 13–25. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2006.06.001>
- Schwender, J., Ohlrogge, J. B., & Shachar-Hill, Y. (2003). A Flux Model of Glycolysis and the Oxidative Pentosephosphate Pathway in Developing Brassica napus Embryos. *Journal of Biological Chemistry*, 278(32), 29442–29453. <https://doi.org/10.1074/jbc.M303432200>
- Samanta, A., Das, G., & Das, S. K. (2011). Roles of flavonoids in plants. *Carbon*, 100(6), 12-35.
- Scott, W.O. and Aldrich, S.R. (Ed.). 1983. *Modern Soybean Production*, 2nd ed. S & A Publications, Champaign, IL.
- Seguin, P., Zheng, W., Smith, D. L., & Deng, W. (2004). Isoflavone content of soybean cultivars grown in eastern Canada. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(11), 1327–1332. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1825>
- Suominen, L., Luukkainen, R., Roos, C., & Lindström, K. (2003). Activation of the nodA promoter by the nodD genes of Rhizobium galegae induced by synthetic flavonoids or Galega orientalis root exudate. *FEMS microbiology letters*, 219(2), 225–232. [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(02\)01206-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(02)01206-5)
- Shahid, M.F., Saleem, M.F. Khan, H.Z. & Anjum S.A. (2009): Performance of soybean (Glycine max L.) under different phosphorus levels and inoculation. *Pak. J. Agric. Sci.*, 46: 237-241
- Singh S., & Varma A. (2017) Structure, Function, and Estimation of Leghemoglobin. In: Hansen A., Choudhary D., Agrawal P., Varma A. (eds) *Rhizobium Biology and Biotechnology*. Soil Biology, vol 50. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64982-5_15
- Skorupska A., Kidaj D., & Wielbo J. (2017) Flavonoids and Nod Factors: Importance in Legume-Microbe

- Interactions and Legume Improvement. In: Zaidi A., Khan M., Musarrat J. (eds) *Microbes for Legume Improvement*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59174-2_3
- Sogut, T. (2006). Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycine max*) cultivars better than fertiliser. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(2), 115–120. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514395>
- Solomon, T., Pant, L. M., & Angaw, T. (2012). Effects of Inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* Strains on Nodulation, Nitrogen Fixation, and Yield of Soybean (*Glycine max* L. Merrill) Varieties on Nitisols of Bako, Western Ethiopia. *ISRN Agronomy*, 1–8. <https://doi.org/10.5402/2012/261475>
- Specht, J. E., Diers, B. W., Nelson, R. L., de Toledo, J. F. F., Torrion, J. A., & Grassini, P. (2014). Soybean. Yield gains in major US field crops, 33, 311–355. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub33.c12>
- Spencer, J. P., Abd El Mohsen, M. M., Minihaane, A. M., & Mathers, J. C. (2008). Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. *The British journal of nutrition*, 99(1), 12–22. <https://doi.org/10.1017/S000711450779893>
- Stevanovic, P., Popovic, V. Ikanovic, J. Sikora, V., Filipovic, V. Ugrenovic, V. Kolaric, LJ. & Tabakovic, M., (2016): Effect of localities, nitrogen fertilization and seed inoculation NS nitragin biofertilizer the productivity of yield components of soybean (*Glycine max*). *Journal of Institute of PKB Agroekonomik.*, 22(1-2): 85-95.
- Subramanian, S., Stacey, G., & Yu, O. (2006). Endogenous isoflavones are essential for the establishment of symbiosis between soybean and *Bradyrhizobium japonicum*. *The Plant Journal*, 48(2), 261–273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02874.x>
- Sugiyama, A., Shitan, N., & Yazaki, K. (2007). Involvement of a Soybean ATP-Binding Cassette-Type Transporter in the Secretion of Genistein, a Signal Flavonoid in Legume- Rhizobium Symbiosis. *Plant Physiology*, 144(4), 2000–2008. <https://doi.org/10.1104/pp.107.096727>
- Sugiyama A., & Yazaki K. (2012) Root Exudates of Legume Plants and Their Involvement in Interactions with Soil Microbes. In: Vivanco J., Baluška F. (eds) *Secretions and Exudates in Biological Systems. Signaling and Communication in Plants*, vol 12. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23047-9_2
- Sugiyama, A. (2019). The soybean rhizosphere: metabolites, microbes, and beyond—a review. *J. Adv. Res.* 19, 67–73. doi: 10.1016/j.jare.2019.03.005
- Sun, J., Sun, B., Han, F., Yan, S., Yang, H., & Akio, K. (2011). Rapid HPLC Method for Determination of 12 Isoflavone Components in Soybean Seeds. *Agricultural Sciences in China*, 10, 70-77. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60308-8](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60308-8)
- Tairo, V., Ndakidemi, P. (2013) Yields and economic benefits of soybean (*Glycine max* L.) as affected by *Bradyrhizobium japonicum* inoculation and phosphorus supplementation. *American Journal of Research Communication*, 1(11), 159-172. www.usa-journals.com, ISSN: 2325-4076.
- Tahir, M. M., Abbasi, M. K., Rahim, N., Khaliq, A., & Kazmi, M. H. (2009). Effect of Rhizobium inoculation and NP fertilization on growth, yield and nodulation of soybean (*Glycine max* L.) in the sub-humid hilly region of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 8(22), 6191-6200.
- Takahashi, A., & Ohnishi, T. (2004). The significance of the study about the biological effects of solar ultraviolet radiation using the exposed facility on the international space station. *Biological Sciences in Space*, 18(4), 255-260.
- Tatić M., Balešević-Tubić S., Crnobarac J., Miladinović J., Petrović Z., (2002) Uticaj međurednog razmaka na prinos soje. *Zbornik radova naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo*, sveska 36, 125-132.
- Taylor, R. S., Weaver, D. B., Wood, C. W., & van Santen, E. (2005). Nitrogen application increases yield and early dry matter accumulation in late-planted soybean. *Crop science*, 45(3), 854-858.
- Thanh, V. H., & Shibasaki, K. (1978). Major proteins of soybean seeds. Subunit structure of .beta.-conglycinin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(3), 692–695. <https://doi.org/10.1021/jf60217a026>
- Turman, P. C., Wiebold, W. J., Wrather, J. A., & Tracy, P. W. (1995). Effect of planting date and tillage

- system on soybean root growth. *Journal of Plant Nutrition*, 18(12), 2579–2594. <https://doi.org/10.1080/01904169509365086>
- Ulzen, J., Abaidoo, R. C., Mensah, N. E., Masso, C., & AbdelGadir, A. H. (2016). Bradyrhizobium Inoculants Enhance Grain Yields of Soybean and Cowpea in Northern Ghana. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01770>
- (USDA,2021) <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
- Vessey, J. K., Pawlowski, K. and Bergman, B. (2005). Root-based N₂-fixing symbioses: legumes, actinorhizal plants, Parasponia sp. and cycads. *Plant Soil* 274, 51–78
- Vojinovic, Z., Prsa, M., Petrovic, V., Saric, Z., Todorovic, M. Određivanje fizioloških grupa mikroorganizama i biološke sposobnosti zemljišta. In: Tesic Z, Todorovic M, editors, Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga II, Mikrobiološke metode ispitivanja zemljišta i voda. Belgrade, Yugoslavia: Yugoslav Society of Soil Science;1966. p. 32-41. Serbian.
- Vyn, T. J., Yin, X., Bruulsema, T. W., Jackson, C.-J. C., Rajcan, I., & Brouder, S. M. (2002). Potassium Fertilization Effects on Isoflavone Concentrations in Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3501–3506. <https://doi.org/10.1021/jf0200671>
- Wang, H., Boraey, MA., Williams, L., Lechuga Ballesteros, D., & Vehring, R. (2014). Low-frequency shift dispersive Raman spectroscopy for the analysis of respirable dosage forms. *Int J Pharm*; 469:197-205. [10.1016/j.ijpharm.2014.04.058](https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.04.058)
- Wang, Q., GE, X., Tian, X., Zhang, Y., Zhang, J., & Zhang, P. (2013). Soy isoflavone: The multipurpose phytochemical (Review). *Biomedical Reports*, 1(5), 697–701. <https://doi.org/10.3892/br.2013.129>
- Wang, S.Y., Zheng, W. and Galletta, G.J., (2002). Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(22), pp.6534-6542.
- Weselake, R. J., Taylor, D. C., Rahman, M. H., Shah, S., Laroche, A., McVetty, P. B. E., & Harwood, J. L. (2009). Increasing the flow of carbon into seed oil. *Biotechnology Advances*, 27(6), 866–878. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.07.001>
- Wilcox, J. R., & Shibles, R. M. (2001). Interrelationships among Seed Quality Attributes in Soybean. *Crop Science*, 41(1), 11–14. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.41111x>
- Yoshiki, M., Sachie, H., Toshihide, M., & Motoki, K. (2013). Soybean as a Nitrogen Supplier. In *A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships*. InTech. <https://doi.org/10.5772/51017>
- Yoseph, T., W. Worku (2014): Effect of NP Fertilizer Rate and Bradyrhizobium Inoculation on Nodulation, N-Uptake and Crude Protein Content of Soybean [*Glycine Max* (L.) Merrill], At Jinka, Southern Ethiopia. *JBAH.*, 4(6):49-54.
- Yousaf, S., Zohaib, A., Anjum, S. A., Tabassum, T., Abbas, T., Irshad, S., Javed, U., & Farooq, N. (2019). Effect of Seed Inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Quality of Soybean. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(1). <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2019/32.1.177.184>
- Zamioudis, C., & Pieterse, C. M. J. (2012). Modulation of host immunity by beneficial microbes. *MPMI* 25, 139–150. doi: 10.1094/MPMI-06-11-0179
- Zaworska-Zakrzewska, A., Kasproicz-Potocka, M., Twarużek, M., Kosicki, R., Grajewski, J., Wiśniewska, Z., & Rutkowski, A. (2020). A Comparison of the Composition and Contamination of Soybean Cultivated in Europe and Limitation of Raw Soy Seed Content in Weaned Pigs' Diets. *Animals*, 10(11), 1972. <https://doi.org/10.3390/ani10111972>
- Zhang, H., Prithviraj, B., Charles, T. C., Driscoll, B. T., & Smith, D. L. (2003). Low temperature tolerant Bradyrhizobium japonicum strains allowing improved nodulation and nitrogen fixation of soybean in a short season (cool spring) area. *European Journal of Agronomy*, 19(2), 205–213. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00038-2](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00038-2)
- 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. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(6), 1019–1028. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2440-3>

Zhu, X., Xu, T., Lin, Q., & Duan, Y. (2014). Technical development of raman spectroscopy: From instrumental to advanced combined technologies. *Appl Spectrosc Rev* 49:64–82. 10.1080/05704928.2013.798801.

Zimmer, S., Messmer, M., Haase, T., Piepho, H.-P., Mindermann, A., Schulz, H., Habekuß, A., Ordon, F., Wilbois, K.-P., & Heß, J. (2016). Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy*, 72, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.008>

Интернет страница:

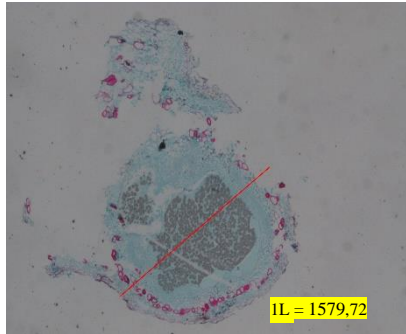
<https://extensionentomology.tamu.edu/resources/management-guides/managing-soybean-insects-in-texas>

<https://www.stat.gov.rs/sr-cyrl/publikacije/?d=2&r=>

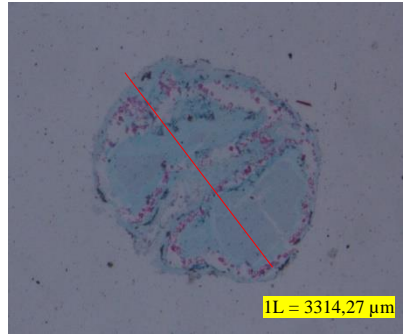
Биографија аутора

Владимир (Остоја) Миладиновић. Рођен је 14.01.1980. године у Београду, Република Србија. Основну и средњу Електротехничку школу “Никола Тесла” завршио је у Београду. Дипломирао је на Пољопривредном факултету у Београду, на смеру Ратарство и повртарство, као редован студент. Школске 2010/11 уписао је мастер академске студије на Пољопривредном факултету у Земуну, на студијском програму Заштита животне средине у пољопривреди. Мастер академске студије завршио је 28.12.2011. године са просечном оценом 9,85(девет и 85/100) и оценом 10(десет) на мастер раду. Докторске студије, модул Ратарство са повртарством на студијском програму Пољопривредне науке, Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, уписао је у школској 2012/2013. године. Током докторских студија у периоду 2013-2015 године, ради у Институту Тамиш Панчево, на позицији саветодавца и сарадника педолошке и семенске лабораторије Института Тамиш. Звање истраживача приправника стиче 2016. године.

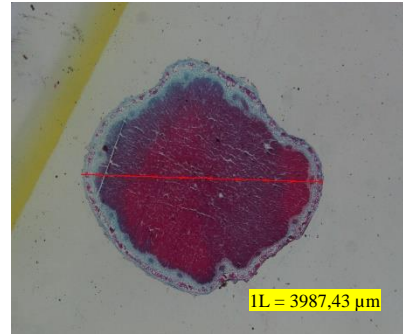
ПРИЛОЗИ



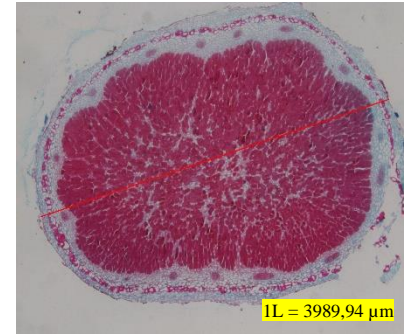
Слика НИ1.1 (ФФР - V3)



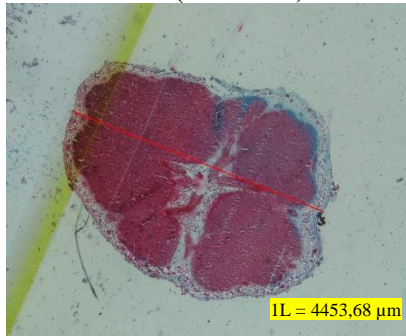
Слика НИ1.2 (ФФР - V4)



Слика НИ1.3 (ФФР - V6)



Слика НИ1.4 (ФФР - R1)



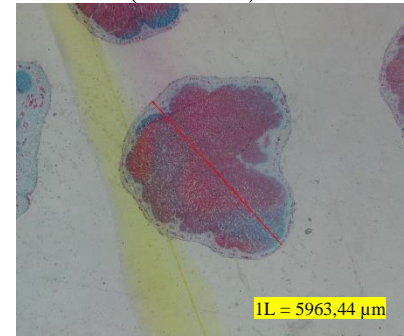
Слика - НИ1.5 (ФФР - R2)



Слика НИ1.6 (ФФР - R2.5)



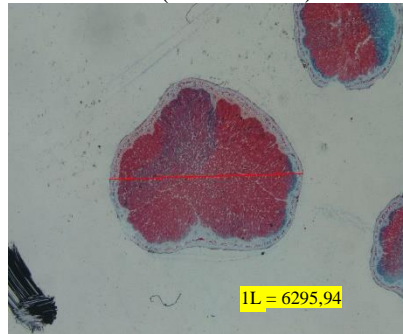
Слика НИ1.7 (ФФР - R3)



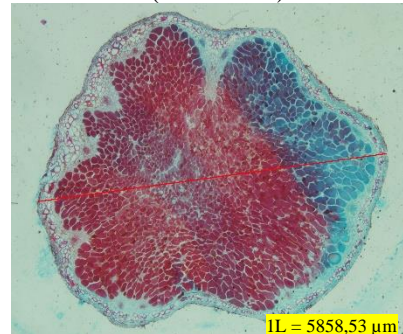
Слика НИ1.8 (ФФР - R4)



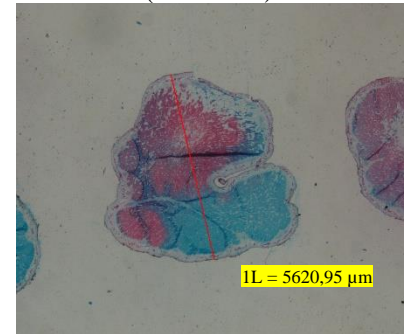
Слика НИ1.9 (ФФР - R5)



Слика НИ1.10 (ФФР - R5.5)

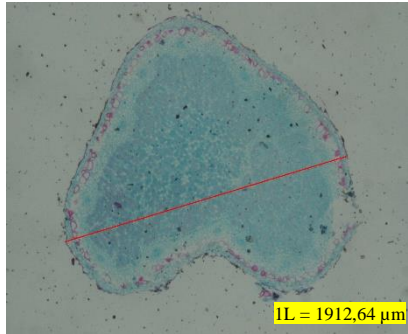


Слика НИ1.11 (ФФР - R6)

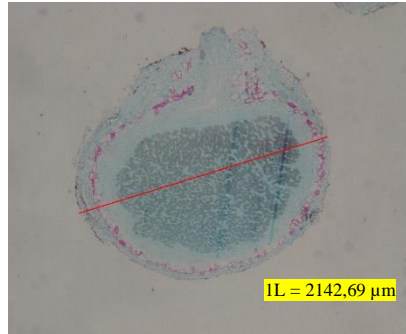


Слика НИ1.12 (ФФР - R7)

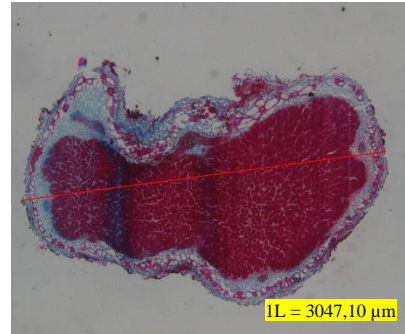
ПРИЛОГ 1 Сорта Галина, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



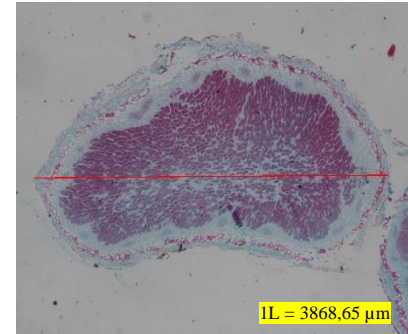
Слика И1.1 (ФФР - V3)



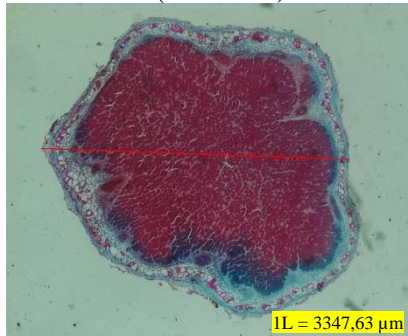
Слика И1.2 (ФФР - V4)



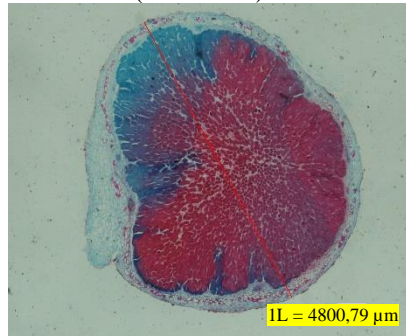
Слика И1.3 (ФФР - V6)



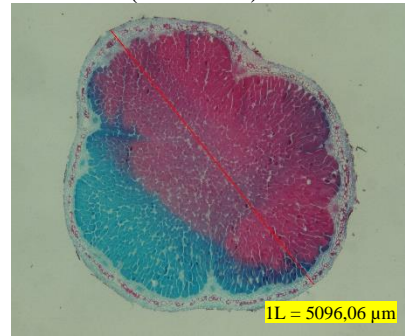
Слика И1.4 (ФФР - R1)



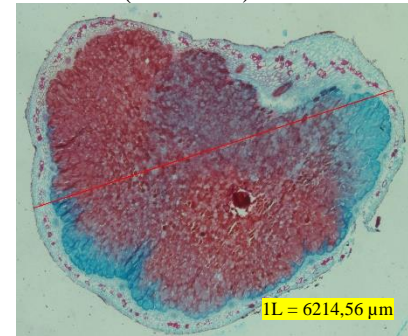
Слика И1.5 (ФФР - R2)



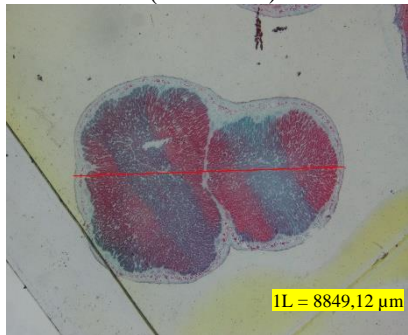
Слика И1.6 (ФФР - R2.5)



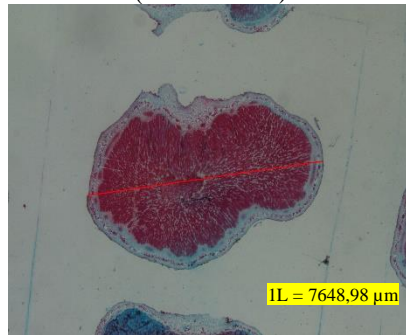
Слика И1.7 (ФФР - R3)



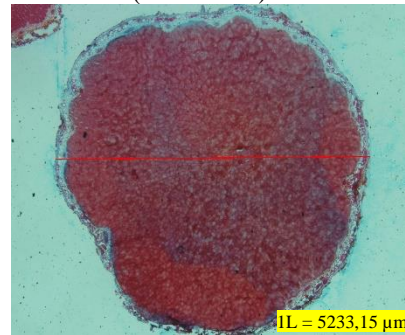
Слика И1.8 (ФФР - R4)



Слика И1.9 (ФФР - R5)



Слика И1.10 (ФФР - R5.5)

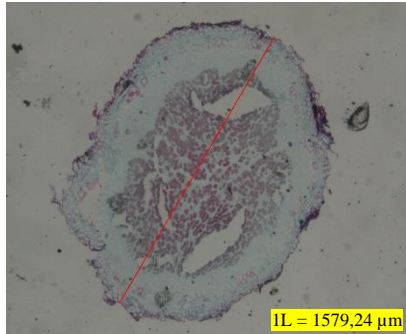


Слика И1.11 (ФФР - R6)

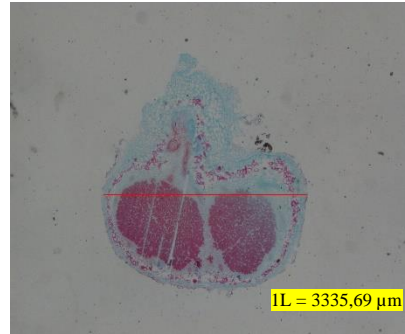


Слика И1.12 (ФФР - R7)

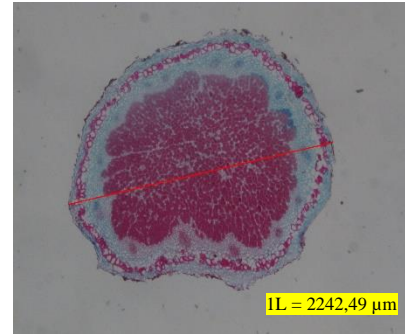
ПРИЛОГ 1 Сорта Галина, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



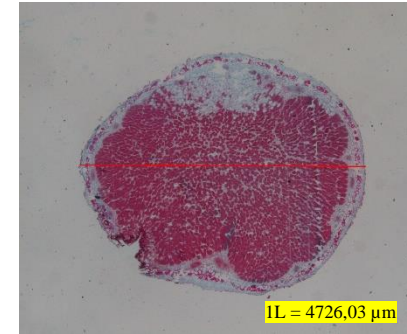
Слика НИ2.1 (ФФР - V3)



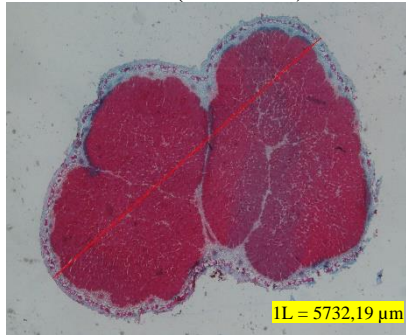
Слика НИ2.2 (ФФР - V4)



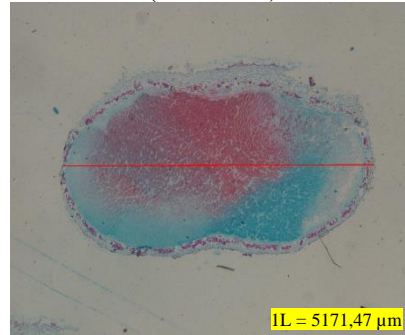
Слика НИ2.3 (ФФР - V6)



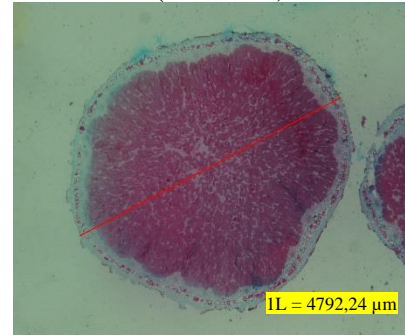
Слика НИ2.4 (ФФР - R1)



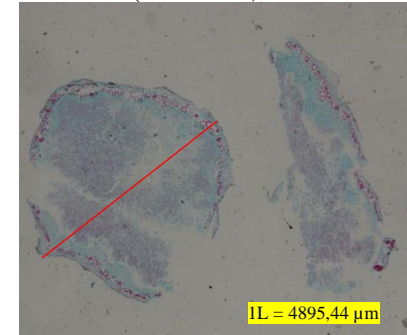
Слика НИ2.5 (ФФР - R2)



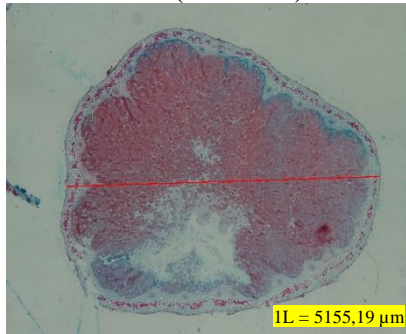
Слика НИ2.6 (ФФР - R2.5)



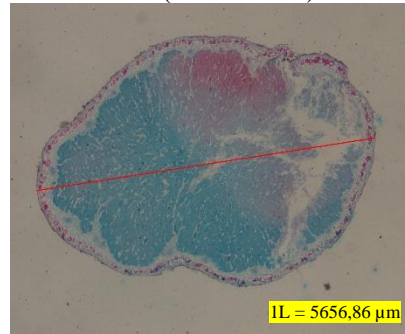
Слика НИ2.7 (ФФР - R3)



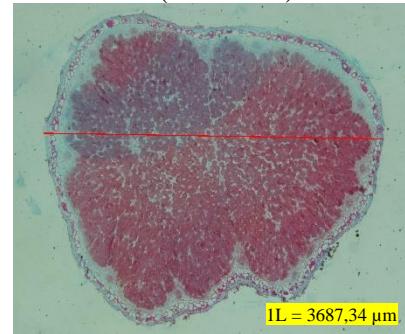
Слика НИ2.8 (ФФР - R4)



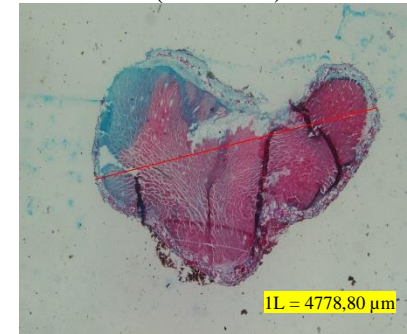
Слика НИ2.9 (ФФР - R5)



Слика НИ2.10 (ФФР - R5.5)

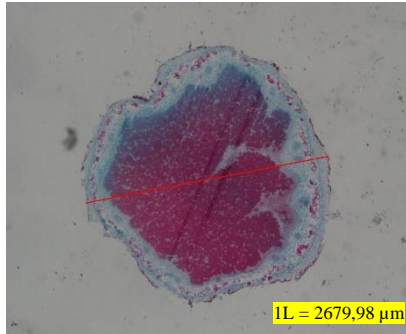


Слика НИ2.11 (ФФР - R6)



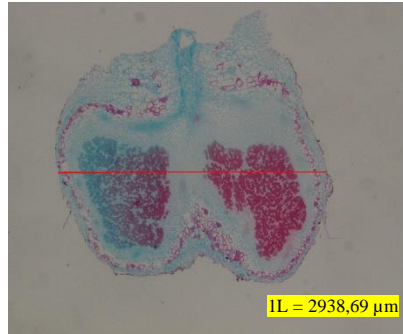
Слика НИ2.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Дана, неинкулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



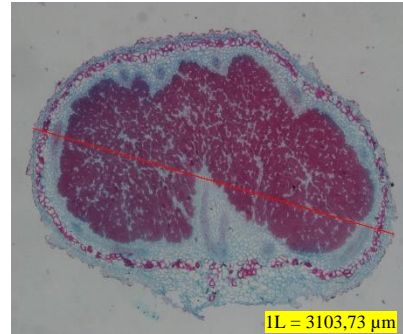
IL = 2679,98 μm

Слика И2.1 (ФФР - V3)



IL = 2938,69 μm

Слика И2.2 (ФФР - V4)



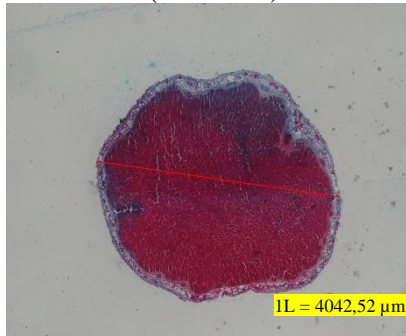
IL = 3103,73 μm

Слика И2.3 (ФФР - V6)



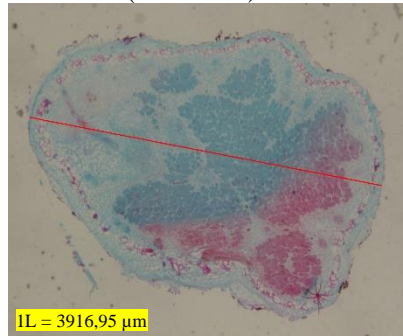
IL = 5355,07 μm

Слика И2.4 (ФФР - R1)



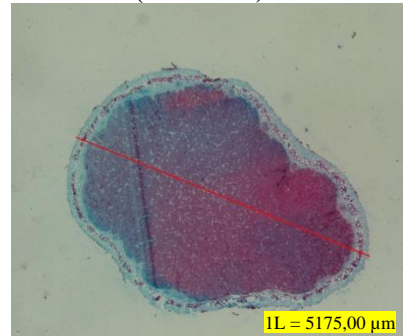
IL = 4042,52 μm

Слика И2.5 (ФФР - R2)



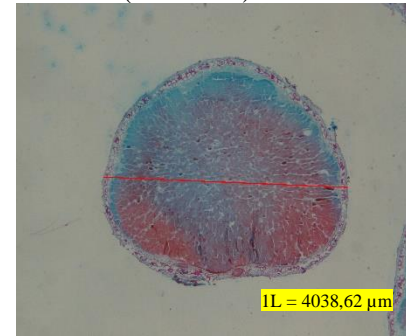
IL = 3916,95 μm

Слика И2.6 (ФФР - R2.5)



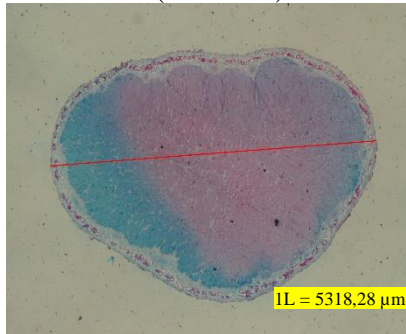
IL = 5175,00 μm

Слика И2.7 (ФФР - R3)



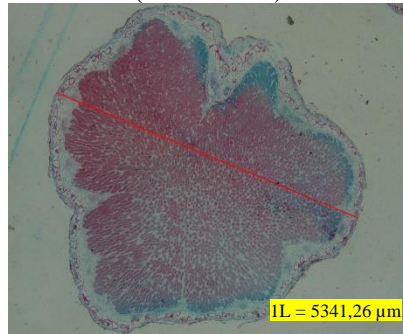
IL = 4038,62 μm

Слика И2.8 (ФФР - R4)



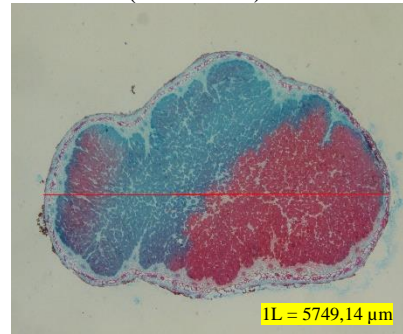
IL = 5318,28 μm

Слика И2.9 (ФФР - R5)



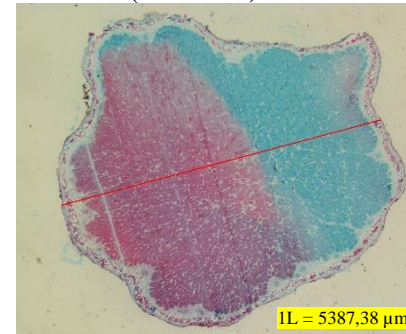
IL = 5341,26 μm

Слика И2.10 (ФФР - R5.5)



IL = 5749,14 μm

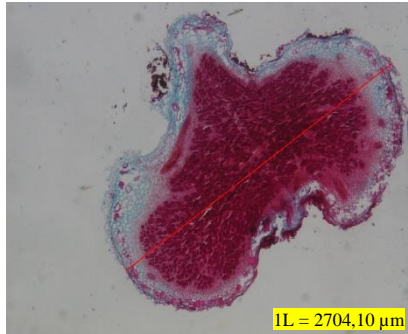
Слика И2.11 (ФФР - R6)



IL = 5387,38 μm

Слика И2.12 (ФФР - R7)

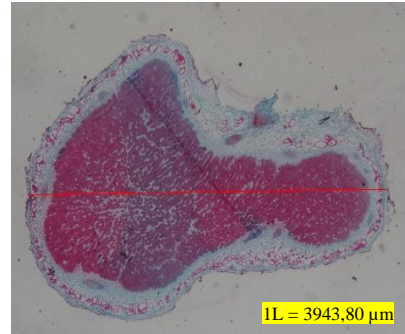
ПРИЛОГ 1 Сорта Дана, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



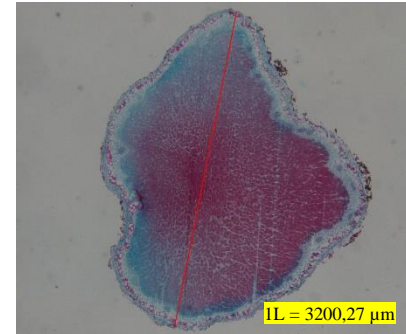
Слика НИЗ.1 (ФФР - V3)



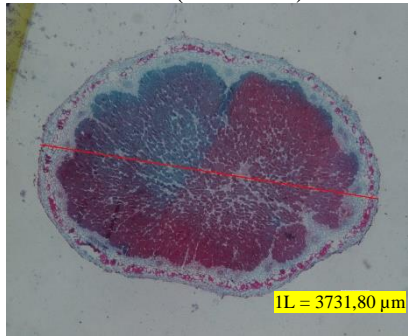
Слика НИЗ.2 (ФФР - V4)



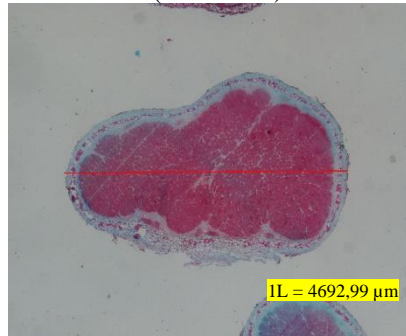
Слика НИЗ.3 (ФФР - V6)



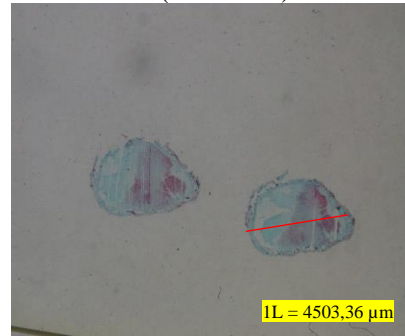
Слика НИЗ.4 (ФФР - R1)



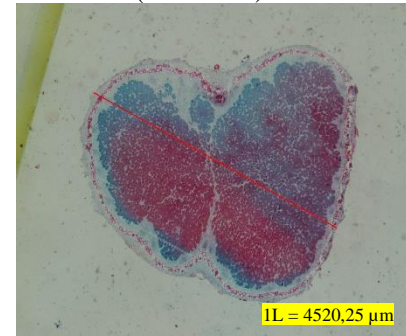
Слика НИЗ.5 (ФФР - R2)



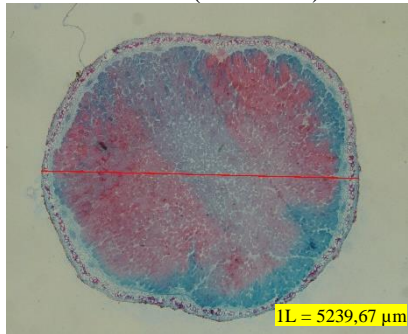
Слика НИЗ.6 (ФФР - R2.5)



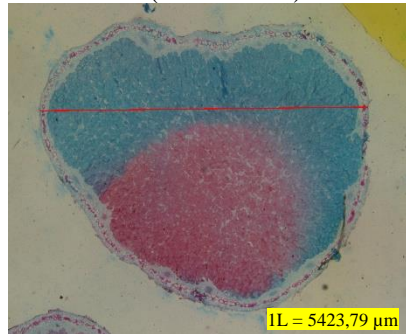
Слика НИЗ.7 (ФФР - R3)



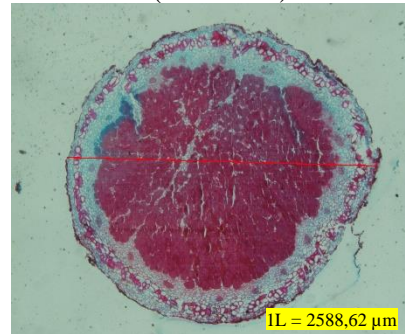
Слика НИЗ.8 (ФФР - R4)



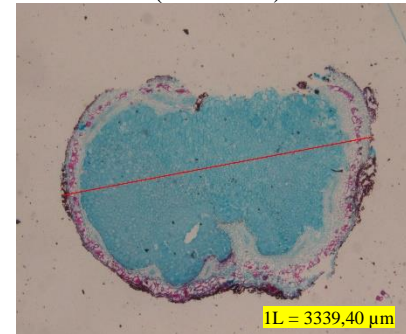
Слика НИЗ.9 (ФФР - R5)



Слика НИЗ.10 (ФФР - R5.5)

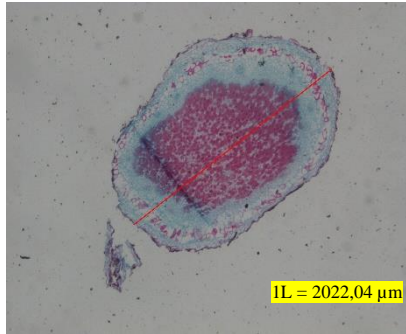


Слика НИЗ.11 (ФФР - R6)



Слика НИЗ.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Принцеца, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



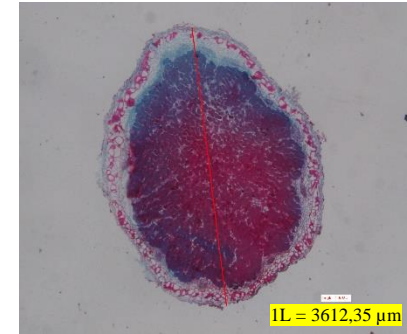
Слика – И3.1 (ФФР - V3)



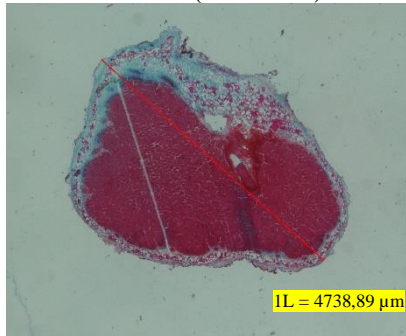
Слика И3.2 (ФФР - V4)



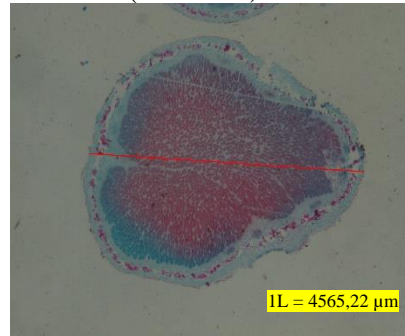
Слика И3.3 (ФФР - V6)



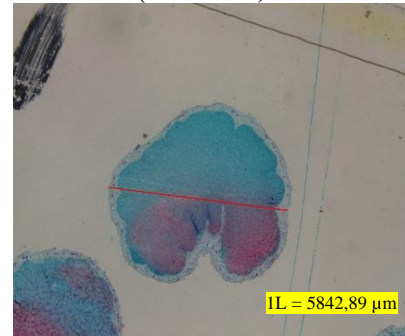
Слика И3.4 (ФФР - R1)



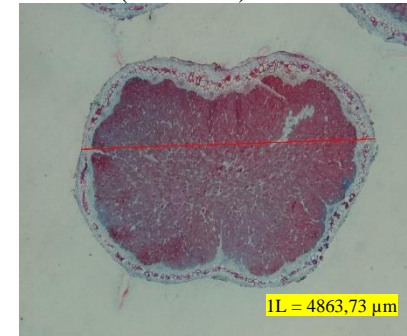
Слика - И3.5 (ФФР - R2)



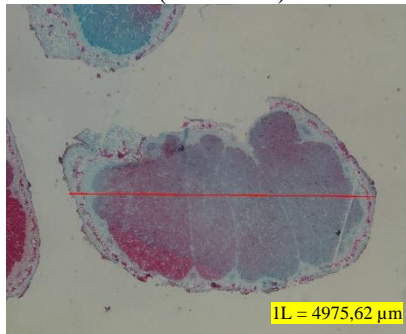
Слика И3.6 (ФФР - R2.5)



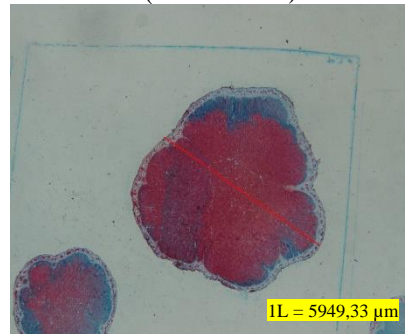
Слика И3.7 (ФФР - R3)



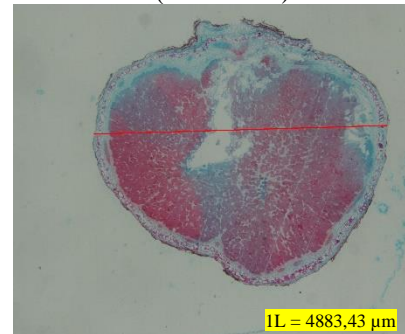
Слика И3.8 (ФФР - R4)



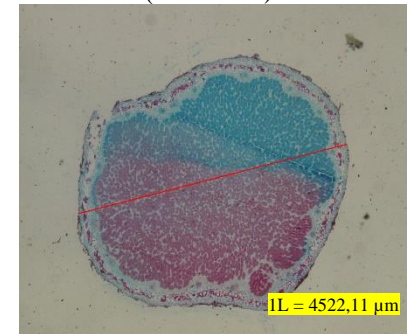
Слика И3.9 (ФФР - R5)



Слика И3.10 (ФФР - R5.5)

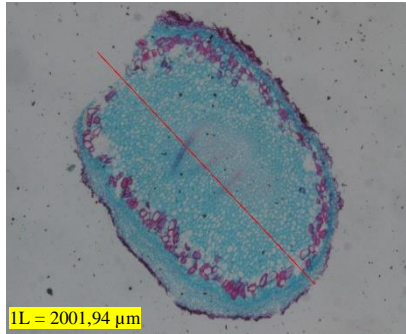


Слика И3.11 (ФФР - R6)

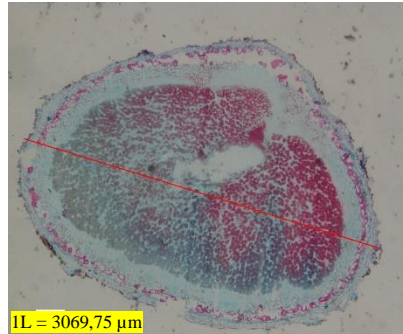


Слика И3.12 (ФФР - R7)

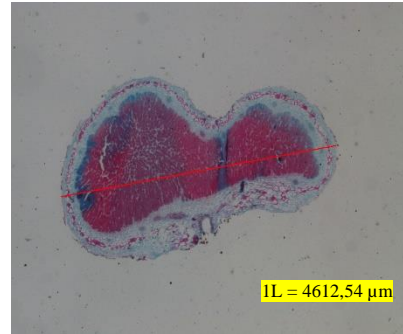
ПРИЛОГ 1 Сорта Принцеза, инокулисана. Приказ ризибијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



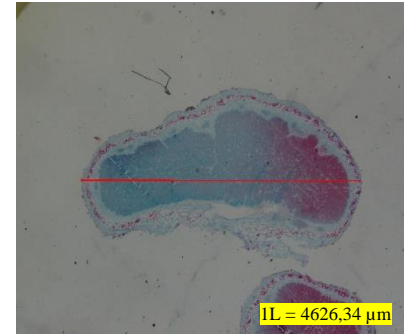
Слика НИ4.1 (ФФР - V3)



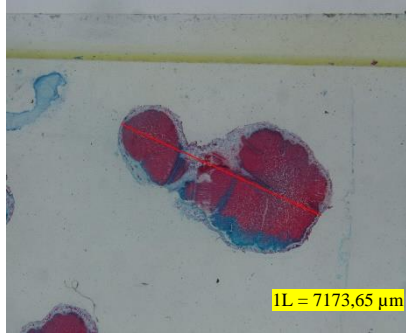
Слика НИ4.2 (ФФР - V4)



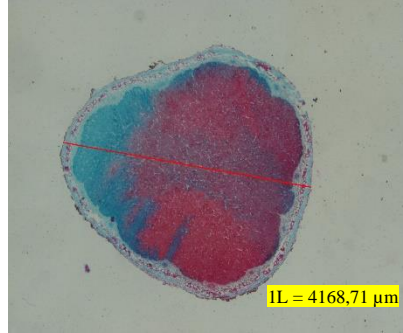
Слика НИ4.3 (ФФР - V6)



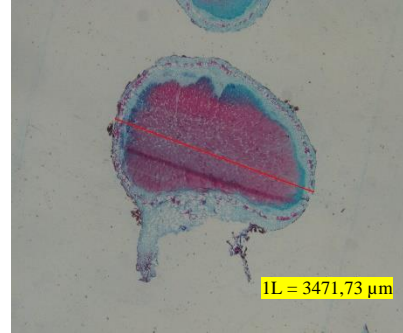
Слика НИ4.4 (ФФР - R1)



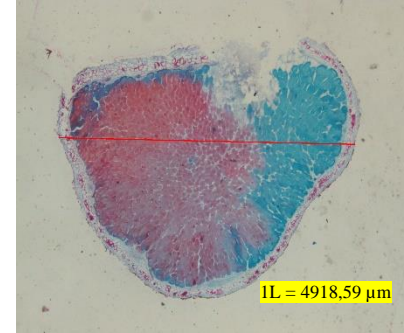
Слика НИ4.5 (ФФР - R2)



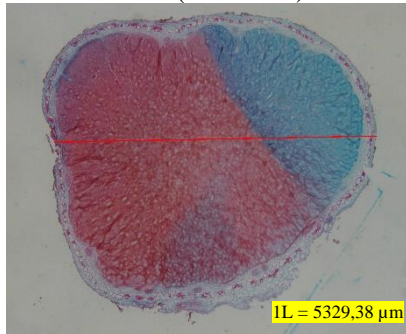
Слика НИ4.6 (ФФР - R2.5)



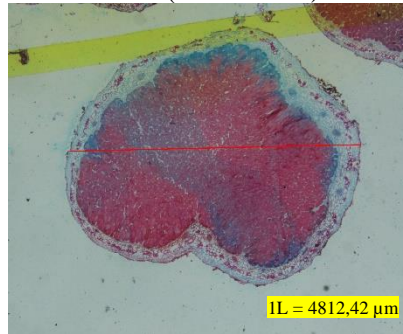
Слика НИ4.7 (ФФР - R3)



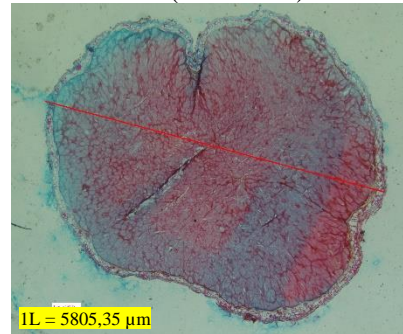
Слика НИ4.8 (ФФР - R4)



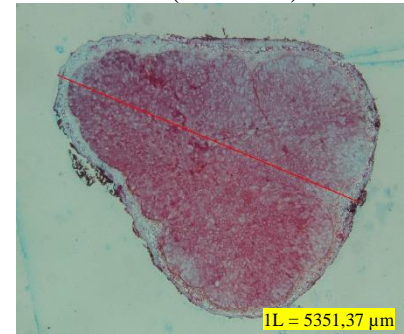
Слика НИ4.9 (ФФР - R5)



Слика НИ4.10 (ФФР - R5.5)

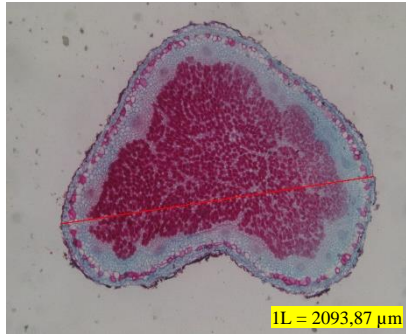


Слика НИ4.11 (ФФР - R6)

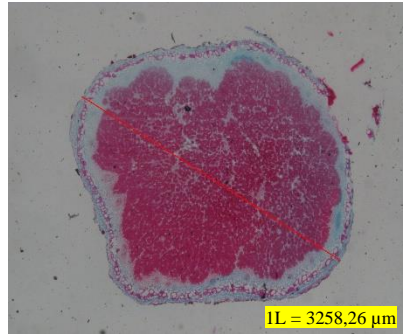


Слика НИ4.12 (ФФР - R7)

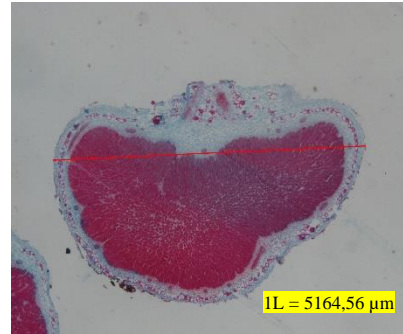
ПРИЛОГ 1 Сорта Дукат, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



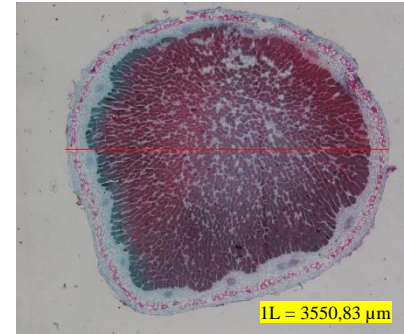
Слика И4.1 (ФФР - V3)



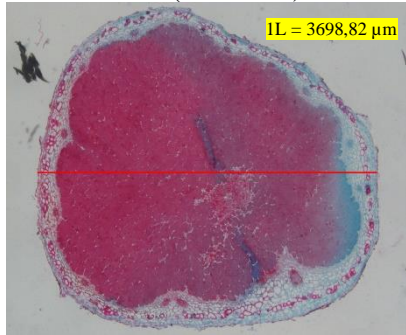
Слика И4.2 (ФФР - V4)



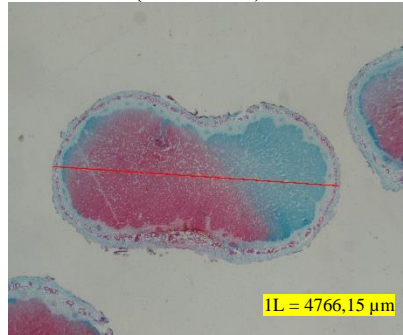
Слика И4.3 (ФФР - V6)



Слика И4.4 (ФФР - R1)



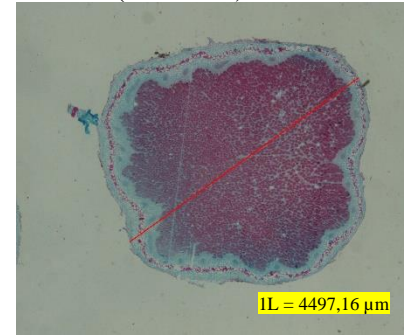
Слика И4.5 (ФФР - R2)



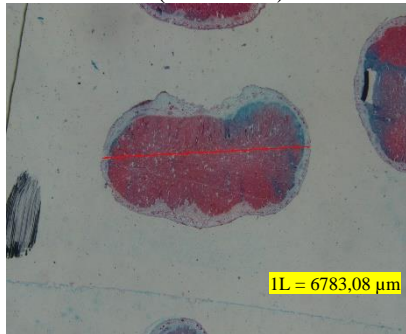
Слика И4.6 (ФФР - R2.5)



Слика И4.7 (ФФР - R3)



Слика И4.8 (ФФР - R4)



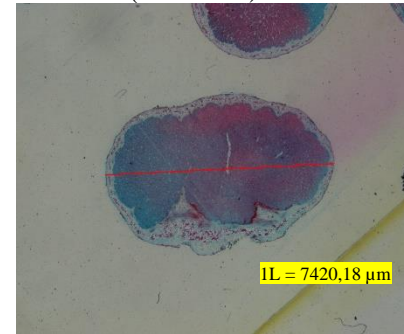
Слика И4.9 (ФФР - R5)



Слика И4.10 (ФФР - R5.5)

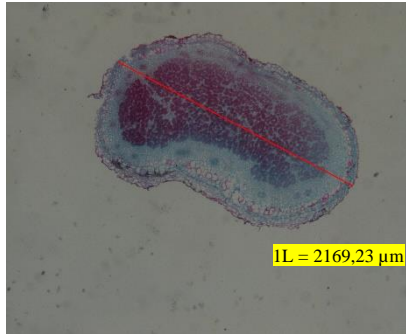


Слика И4.11 (ФФР - R6)

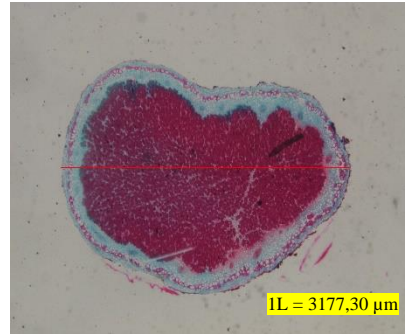


Слика И4.12 (ФФР - R7)

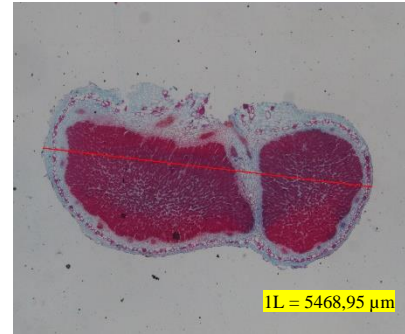
ПРИЛОГ 1 Сорта Дукат, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



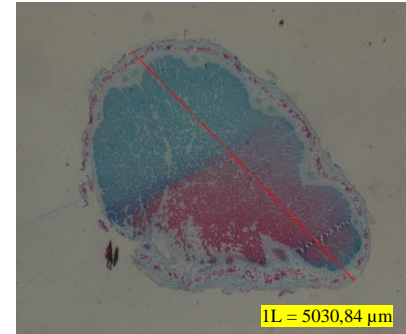
Слика НИ5.1 (ФФР - V3)



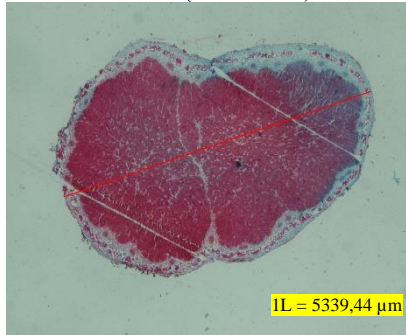
Слика НИ5.2 (ФФР - V4)



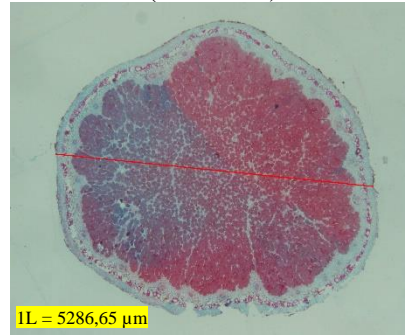
Слика НИ5.3 (ФФР - V6)



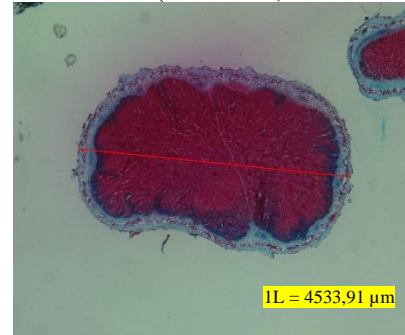
Слика НИ5.4 (ФФР - R1)



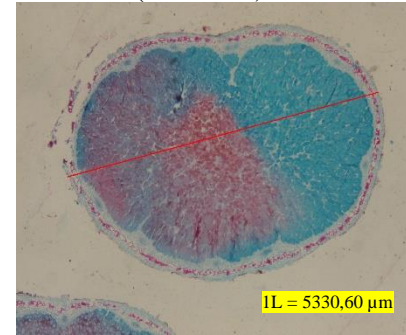
Слика НИ5.5 (ФФР - R2)



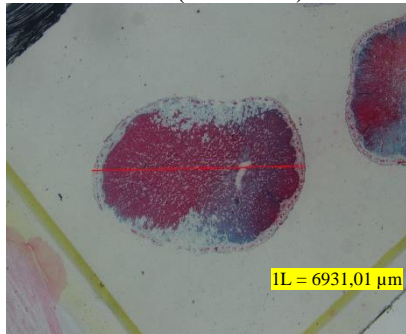
Слика НИ5.6 (ФФР - R2.5)



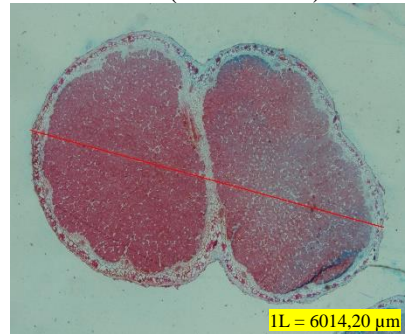
Слика НИ5.7 (ФФР - R3)



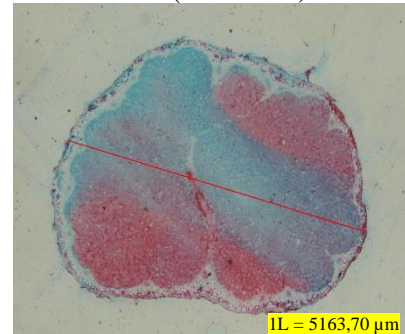
Слика НИ5.8 (ФФР - R4)



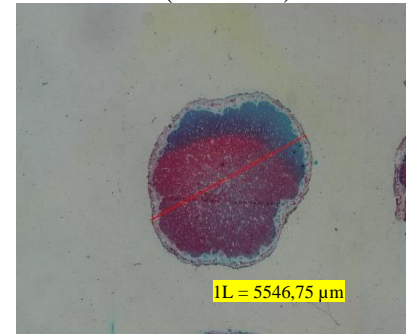
Слика НИ5.9 (ФФР - R5)



Слика НИ5.10 (ФФР - R5.5)



Слика НИ5.11 (ФФР - R6)

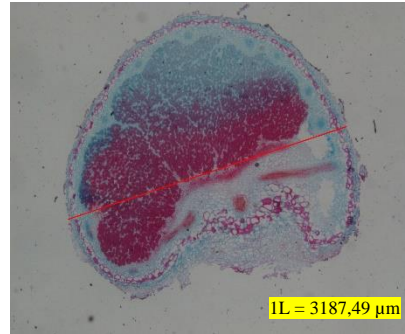


Слика НИ5.12 (ФФР - R7)

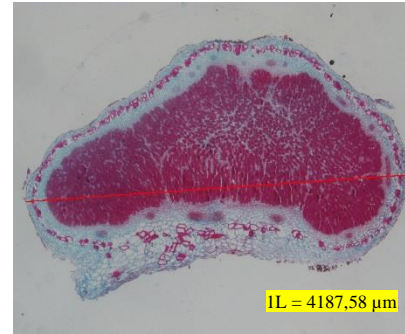
ПРИЛОГ 1 Сорта Сава, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



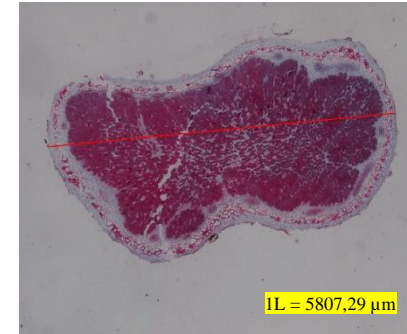
Слика И5.1 (ФФР - V3)



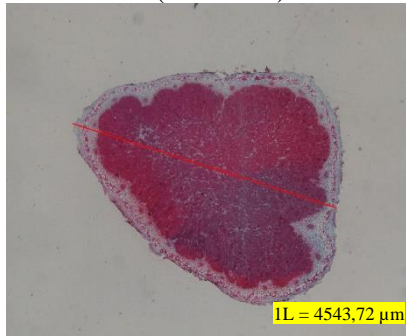
Слика И5.2 (ФФР - V4)



Слика И5.3 (ФФР - V6)



Слика И5.4 (ФФР - R1)



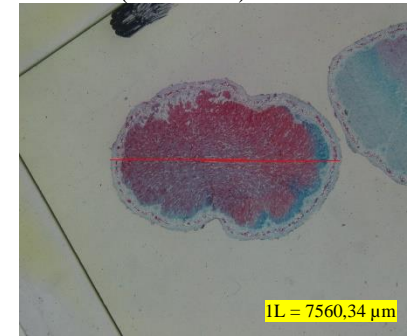
Слика И5.5 (ФФР - R2)



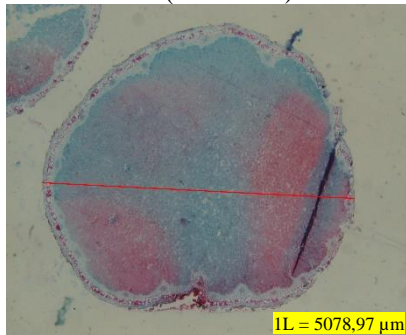
Слика И5.6 (ФФР - R2.5)



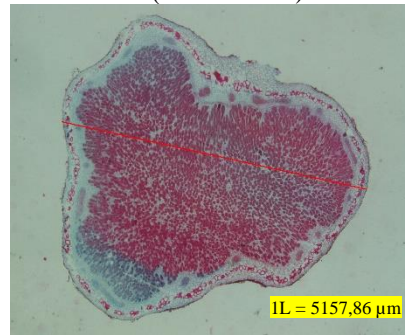
Слика И5.7 (ФФР - R3)



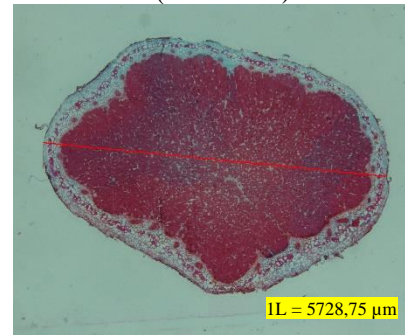
Слика И5.8 (ФФР - R4)



Слика И5.9 (ФФР - R5)



Слика И5.10 (ФФР - R5.5)

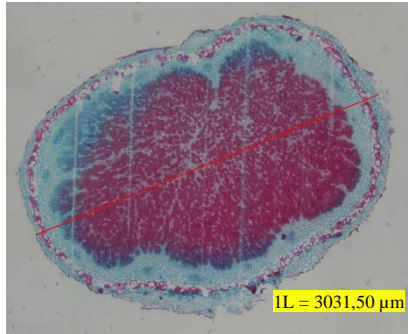


Слика И5.11 (ФФР - R6)

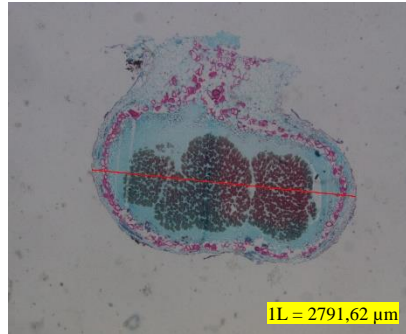


Слика И5.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Сава, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



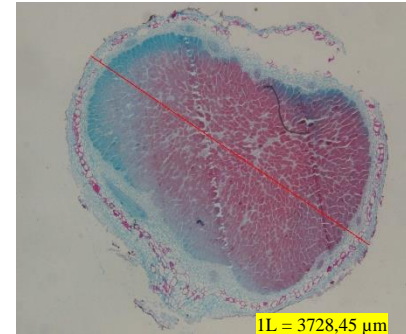
Слика НИ6.1 (ФФР - V3)



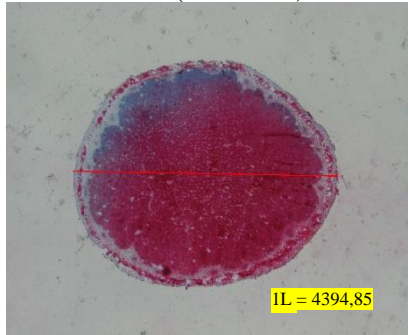
Слика НИ6.2 (ФФР - V4)



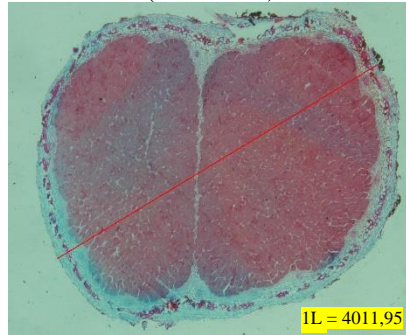
Слика НИ6.3 (ФФР - V6)



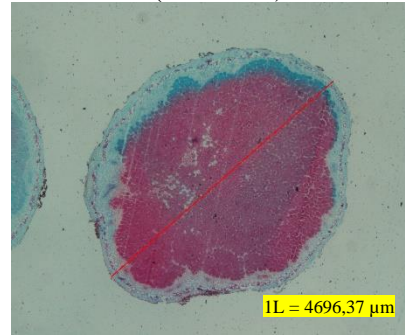
Слика НИ6.4 (ФФР - R1)



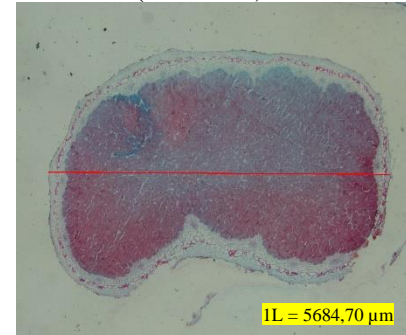
Слика НИ6.5 (ФФР - R2)



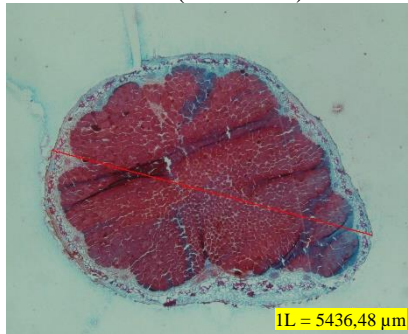
Слика НИ6.6 (ФФР - R2.5)



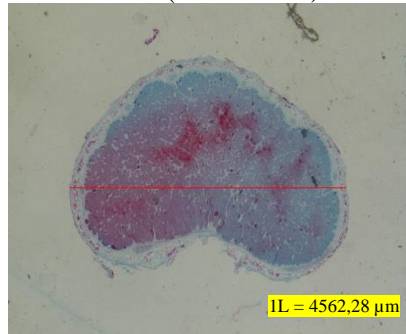
Слика НИ6.7 (ФФР - R3)



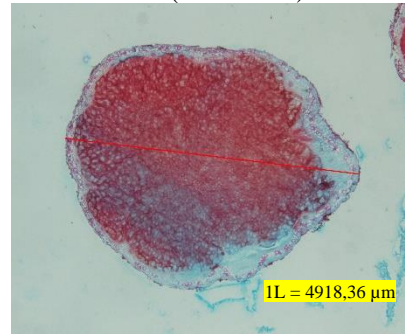
Слика НИ6.8 (ФФР - R4)



Слика НИ6.9 (ФФР - R5)



Слика НИ6.10 (ФФР - R5.5)

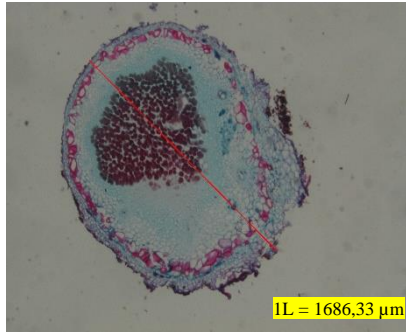


Слика НИ6.11 (ФФР - R6)

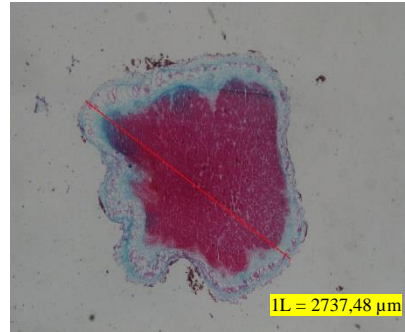


Слика НИ6.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Галеб, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



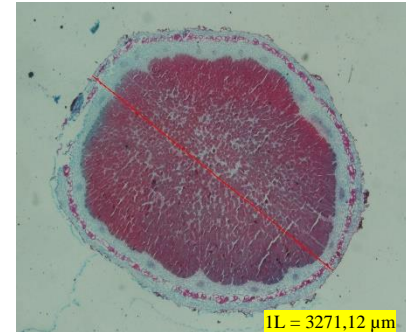
Слика И6.1 (ФФР - V3)



Слика И6.2 (ФФР - V4)



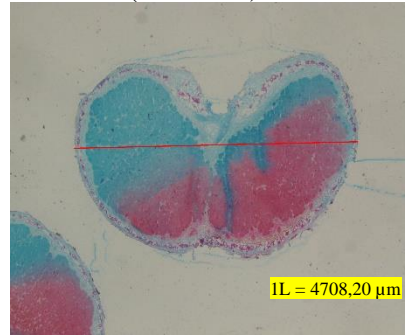
Слика И6.3 (ФФР - V6)



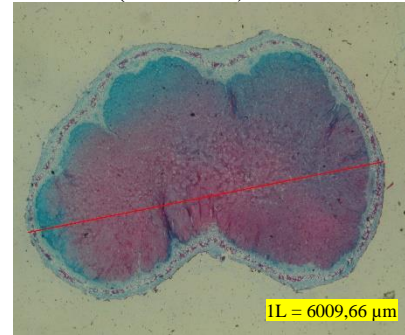
Слика И6.4 (ФФР - R1)



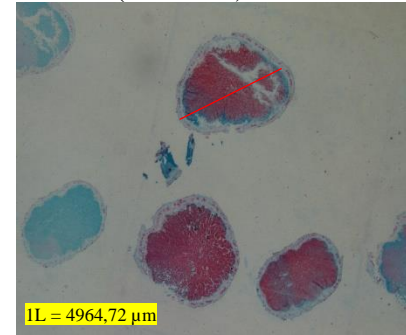
Слика И6.5 (ФФР - R2)



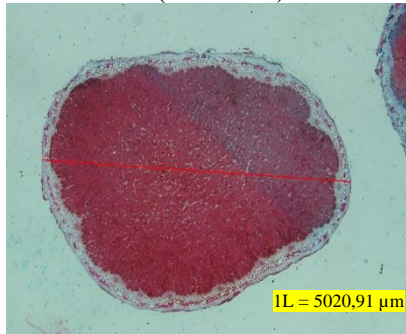
Слика И6.6 (ФФР - R2.5)



Слика И6.7 (ФФР - R3)



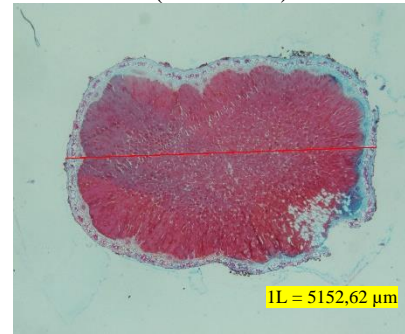
Слика И6.8 (ФФР - R4)



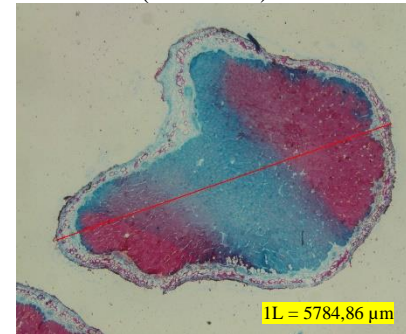
Слика И6.9 (ФФР - R5)



Слика И6.10 (ФФР - R5.5)



Слика И6.11 (ФФР - R6)

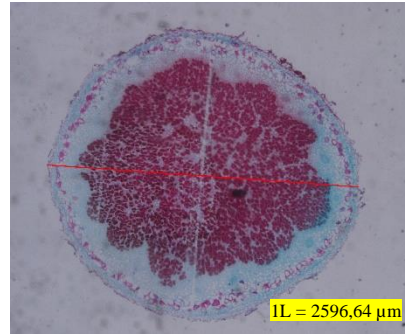


Слика И6.12 (ФФР - R7)

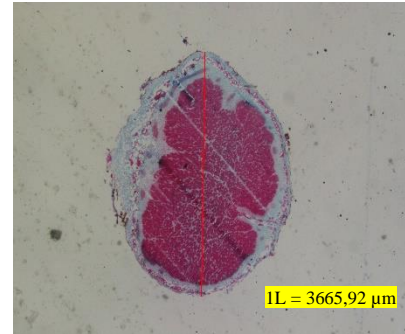
ПРИЛОГ 1 Сорта Галеб, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



Слика НИ7.1 (ФФР - V3)



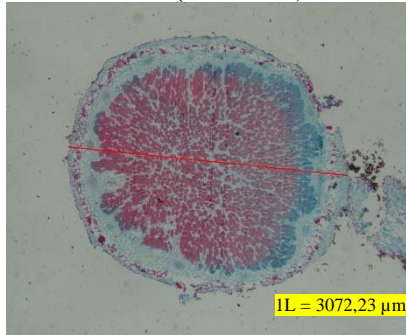
Слика НИ7.2 (ФФР - V4)



Слика НИ7.3 (ФФР - V6)



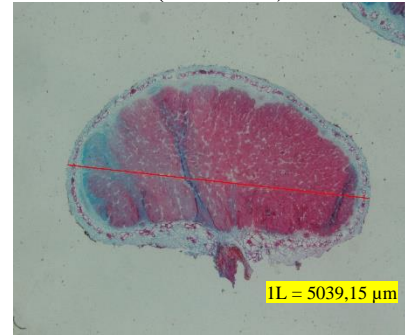
Слика НИ7.4 (ФФР - R1)



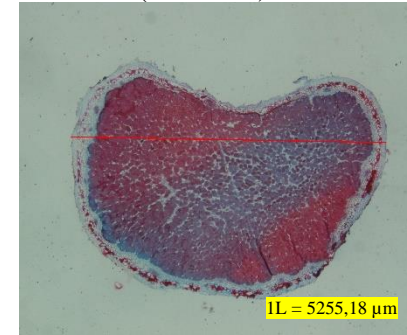
Слика НИ7.5 (ФФР - R2)



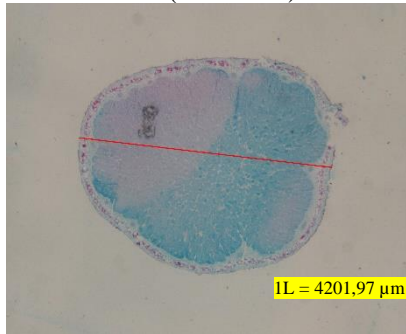
Слика НИ7.6 (ФФР - R2.5)



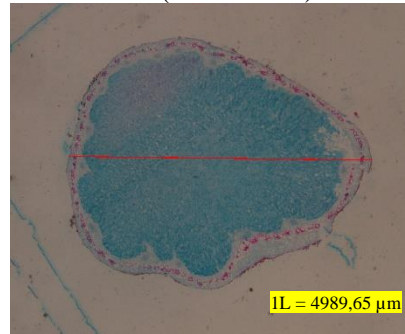
Слика НИ7.7 (ФФР - R3)



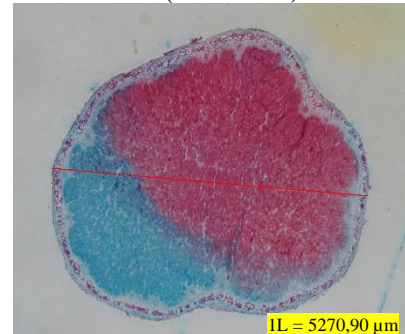
Слика НИ7.8 (ФФР - R4)



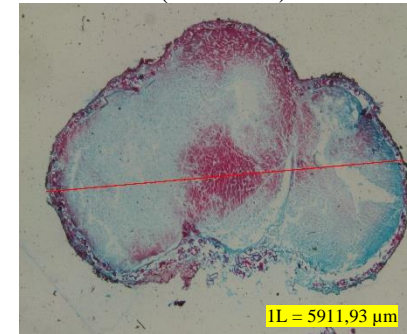
Слика НИ7.9 (ФФР - R5)



Слика НИ7.10 (ФФР - R5.5)

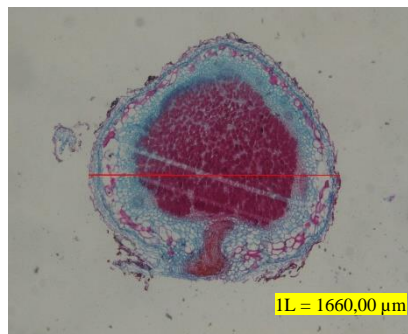


Слика НИ7.11 (ФФР - R6)



Слика НИ7.12 (ФФР - R7)

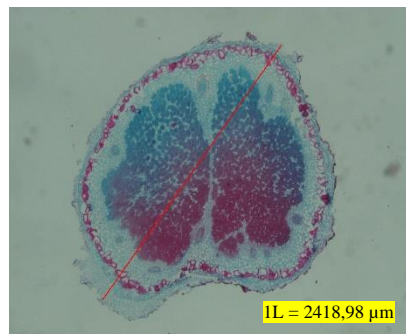
ПРИЛОГ 1 Сорта Аполо, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



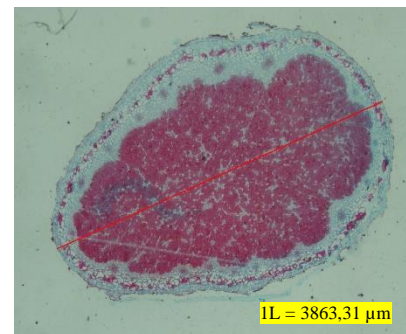
Слика И7.1 (ФФР - V3)



Слика И7.2 (ФФР - V4)



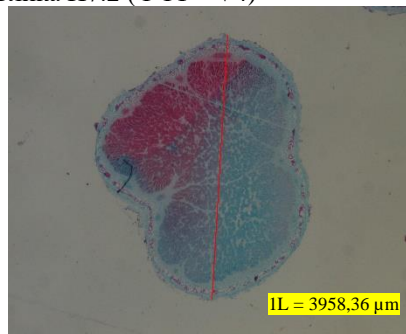
Слика И7.3 (ФФР - V6)



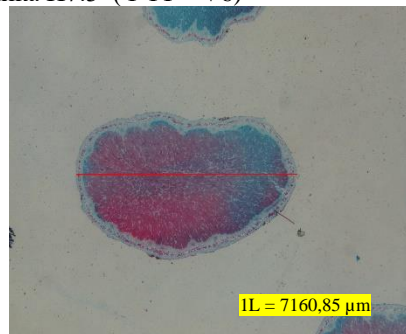
Слика И7.4 (ФФР - R1)



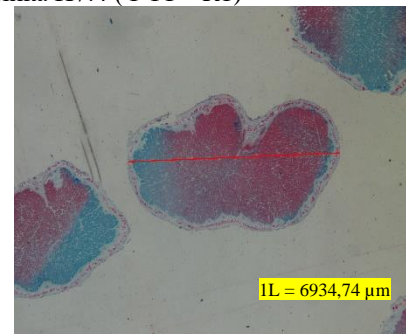
Слика И7.5 (ФФР - R2)



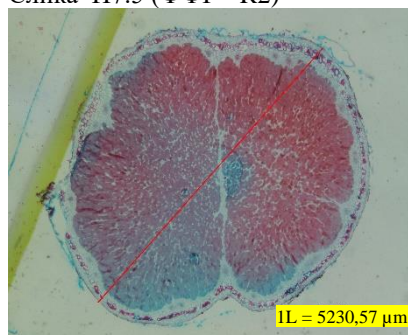
Слика И7.6 (ФФР - R2.5)



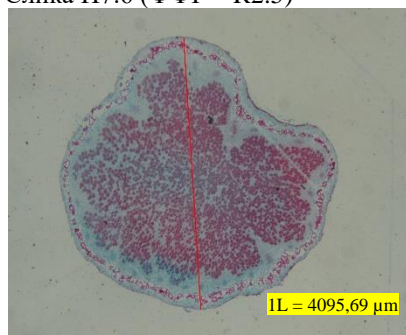
Слика И7.7 (ФФР - R3)



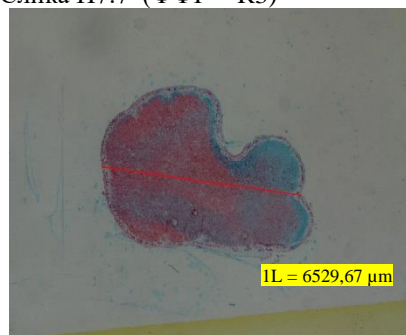
Слика И7.8 (ФФР - R4)



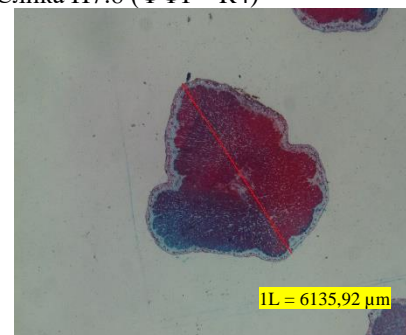
Слика И7.9 (ФФР - R5)



Слика И7.10 (ФФР - R5.5)

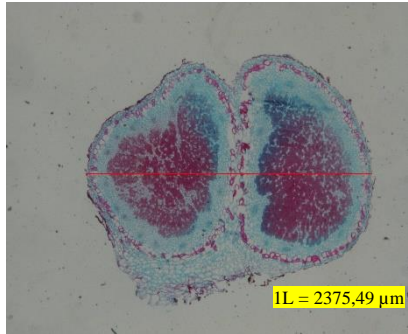


Слика И7.11 (ФФР - R6)

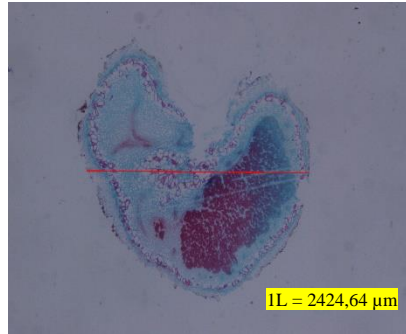


Слика И7.12 (ФФР - R7)

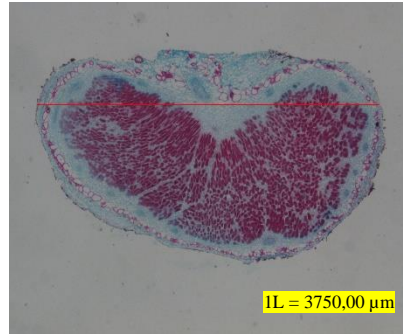
ПРИЛОГ 1 Сорта Аполо, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



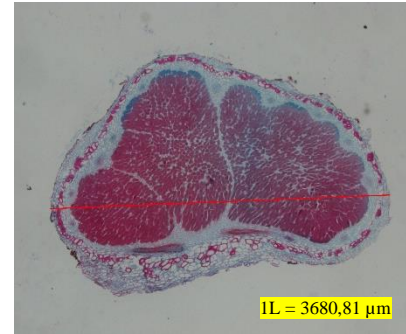
Слика НИ8.1 (ФФР - V3)



Слика НИ8.2 (ФФР - V4)



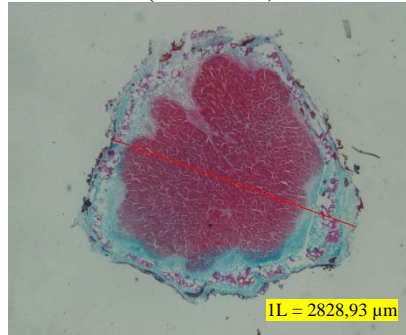
Слика НИ8.3 (ФФР - V6)



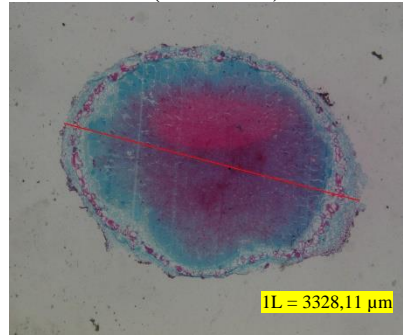
Слика НИ8.4 (ФФР - R1)



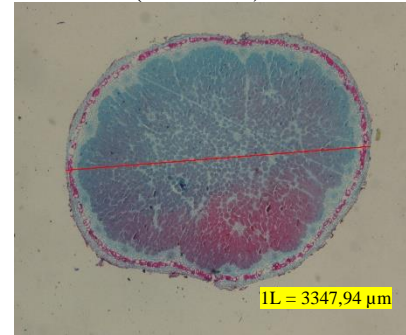
Слика НИ8.5 (ФФР - R2)



Слика НИ8.6 (ФФР - R2.5)



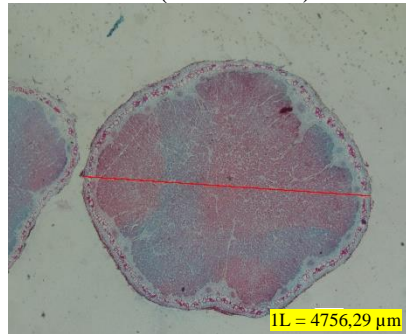
Слика НИ8.7 (ФФР - R3)



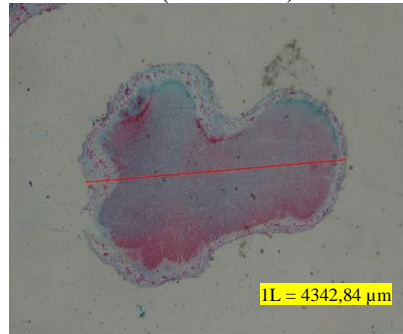
Слика НИ8.8 (ФФР - R4)



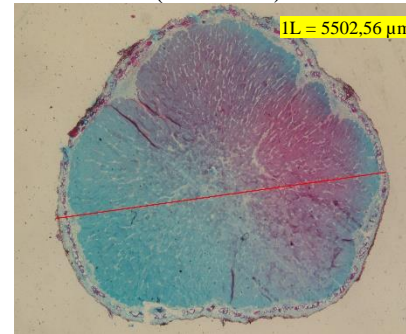
Слика НИ8.9 (ФФР - R5)



Слика НИ8.10 (ФФР - R5.5)

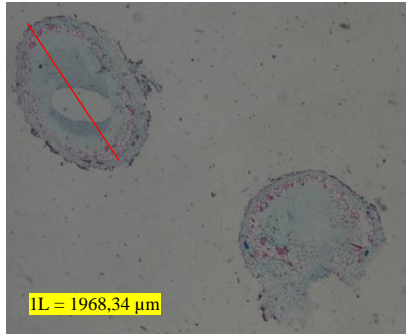


Слика НИ8.11 (ФФР - R6)

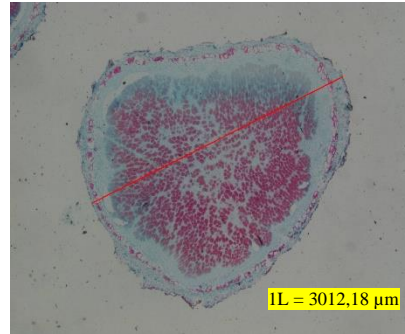


Слика НИ8.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Горштак, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



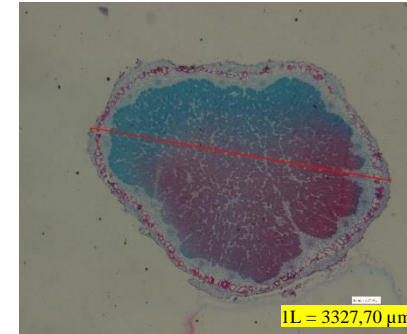
Слика И8.1 (ФФР - V3)



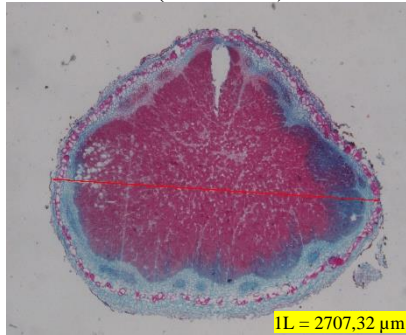
Слика И8.2 (ФФР - V4)



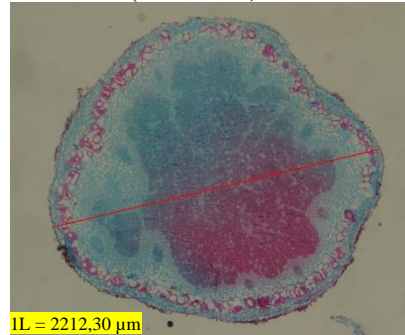
Слика И8.3 (ФФР - V6)



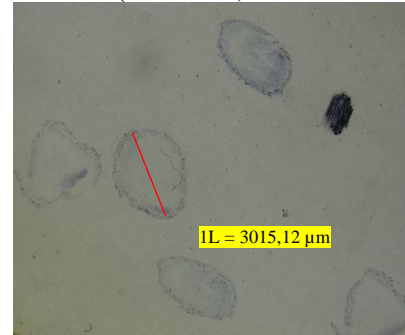
Слика И8.4 (ФФР - R1)



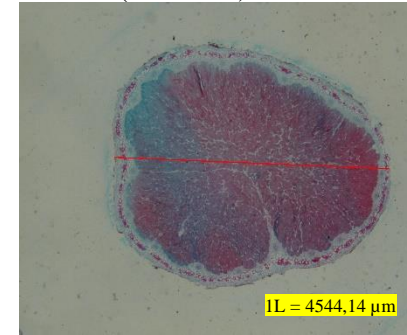
Слика И8.5 (ФФР - R2)



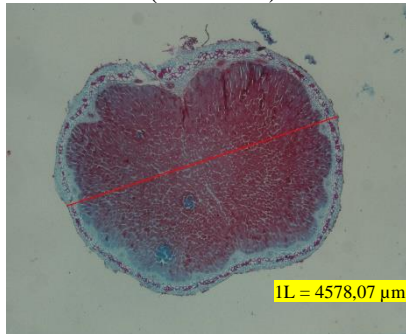
Слика И8.6 (ФФР - R2.5)



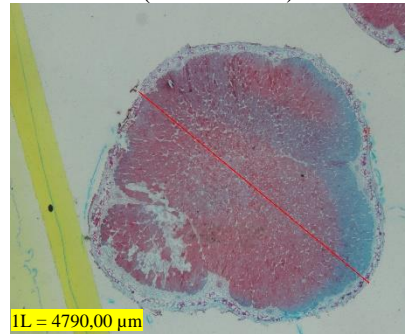
Слика И8.7 (ФФР - R3)



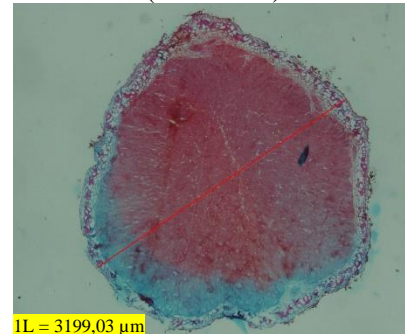
Слика И8.8 (ФФР - R4)



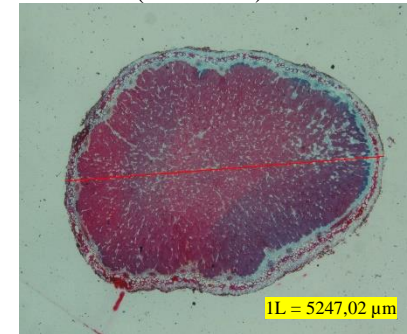
Слика И8.9 (ФФР - R5)



Слика И8.10 (ФФР - R5.5)



Слика И8.11 (ФФР - R6)

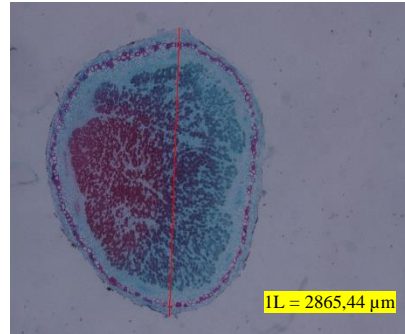


Слика И8.12 (ФФР - R7)

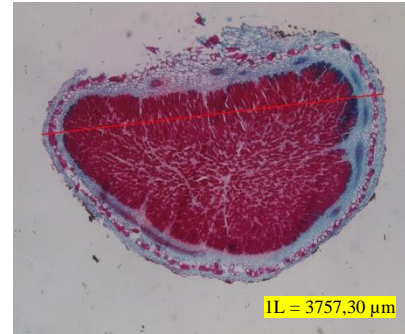
ПРИЛОГ 1 Сорта Горштак, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



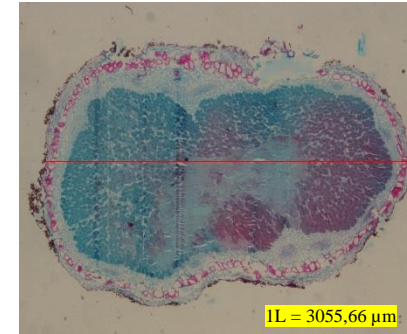
Слика НИ9.1 (ФФР - V3)



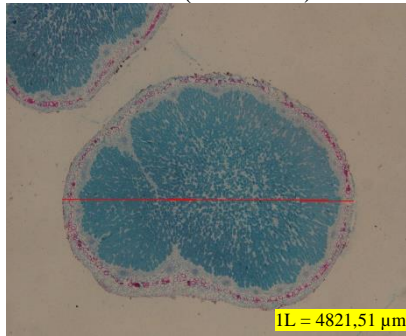
Слика НИ9.2 (ФФР - V4)



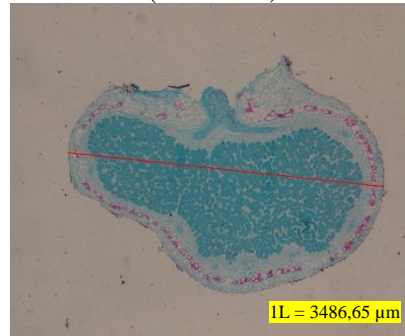
Слика НИ9.3 (ФФР - V6)



Слика НИ9.4 (ФФР - R1)



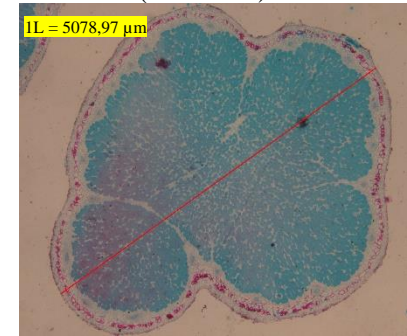
Слика НИ9.5 (ФФР - R2)



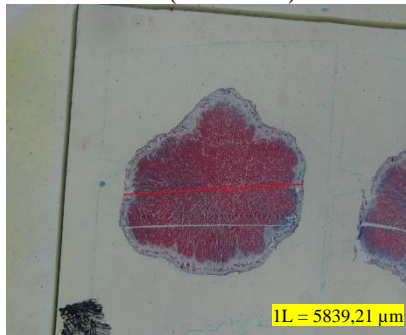
Слика НИ9.6 (ФФР - R2.5)



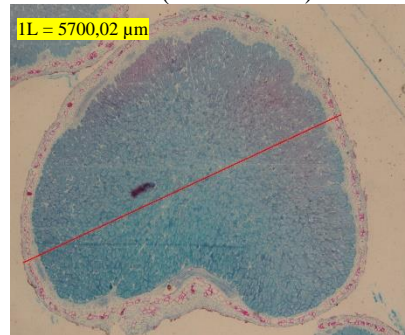
Слика НИ9.7 (ФФР - R3)



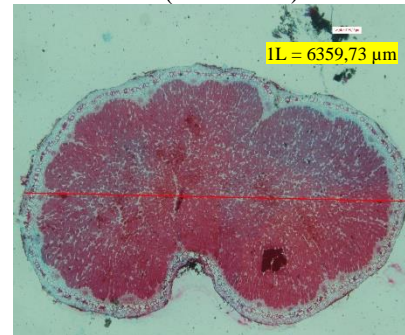
Слика НИ9.8 (ФФР - R4)



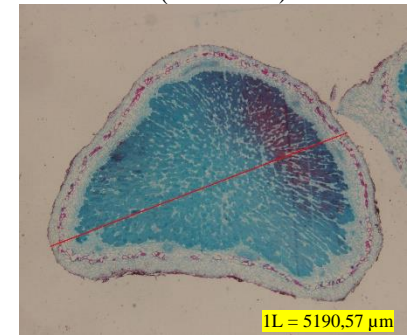
Слика НИ9.9 (ФФР - R5)



Слика НИ9.10 (ФФР - R5.5)

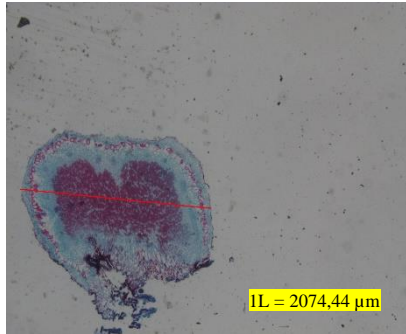


Слика НИ9.11 (ФФР - R6)

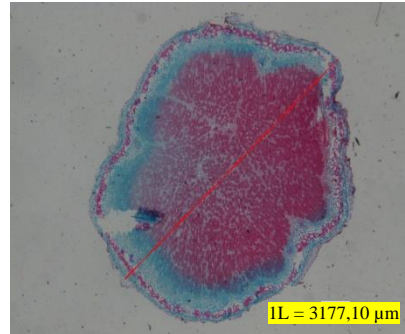


Слика НИ9.12 (ФФР - R7)

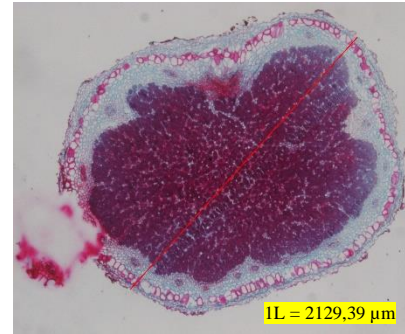
ПРИЛОГ 1 Сорта Тријумф, неинокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7



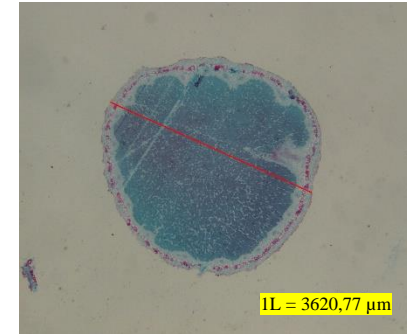
Слика И9.1 (ФФР - V3)



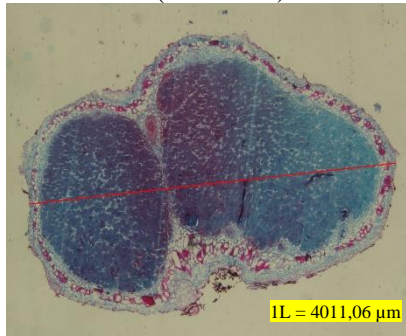
Слика И9.2 (ФФР - V4)



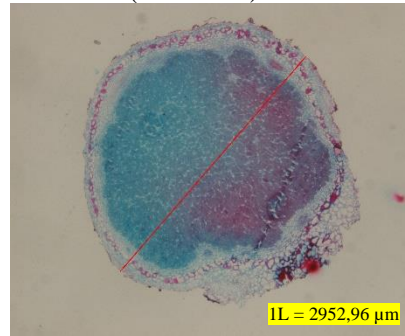
Слика И9.3 (ФФР - V6)



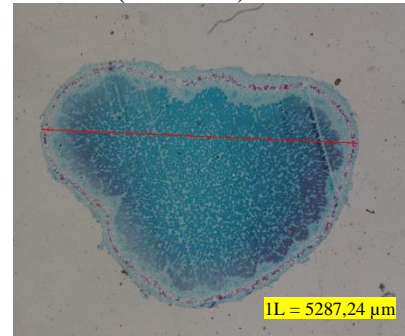
Слика И9.4 (ФФР - R1)



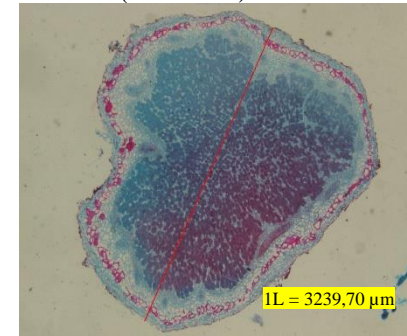
Слика И9.5 (ФФР - R2)



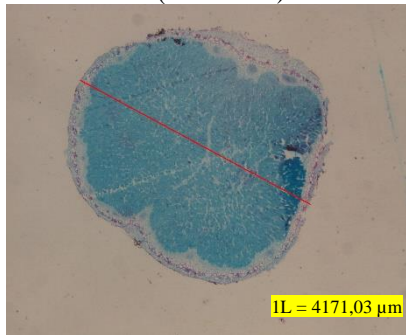
Слика И9.6 (ФФР - R2.5)



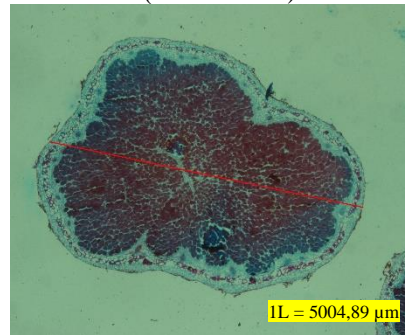
Слика И9.7 (ФФР - R3)



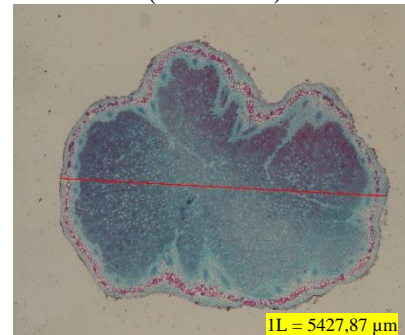
Слика И9.8 (ФФР - R4)



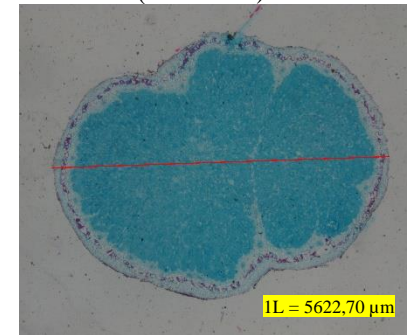
Слика И9.9 (ФФР - R5)



Слика И9.10 (ФФР - R5.5)



Слика И9.11 (ФФР - R6)



Слика И9.12 (ФФР - R7)

ПРИЛОГ 1 Сорта Тријумф, инокулисана. Приказ ризобијум поља нодуле, по фенофазама развоја (ФФР): V3; V4;V6; R1; R2 ;R2.5 ;R3 ;R4; R5 ;R5.5; R6 ;R7

ПРИЛОГ 2.

Табела I Анализа варијансе површине ризобијум поља нодуле (mm²). Подаци су средња вредност ± стандардна девијација током сазревања.

Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно (p<0.05). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно (p<0.05).

| Третман | Сорте | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА БИЉКЕ И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | V4 (2) | V6 (3) | R1 (4) | R2 (5) | R2.5 (6) | R3 (7) | R4 (8) | R5 (9) | R5.5 (10) | R6 (11) | 12 R7 (12) |
| Неинокулисано | Галина | - | 4,62±2,45 ^{aA} | 5,32±1,85 ^{aA} | 7,68±2,25 ^{aBC} | 9,83±1,67 ^{aC} | 7,96±2,23 ^{aC} | 16,45±8,00 ^{aD} | 13,31±2,95 ^{aAB} | 10,68±7,08 ^{aA} | 11,55±4,47 ^{aBC} | 16,71±2,57 ^{aD} |
| | Дана | 3,04±1,15 ^{aA} | 1,65±0,16 ^{aA} | 8,20±2,62 ^{aB} | 10,29±4,22 ^{aC} | 4,03±3,39 ^{aAB} | 11,76±1,05 ^{aD} | 5,35±0,00 ^{aAB} | 11,46±5,42 ^{aAB} | 6,76±4,26 ^{aA} | 5,23±2,75 ^{aAB} | 5,72±2,77 ^{aAB} |
| | Принцеза | 1,72±1,44 ^{aA} | 3,22±0,99 ^{aA} | 3,43±0,94 ^{aA} | 4,67±0,55 ^{aABC} | 5,96±1,61 ^{aABC} | 0,00±0,00 ^a | 10,41±3,69 ^{aABCD} | 10,91±3,92 ^{aAB} | 9,52±6,07 ^{aA} | 2,61±0,24 ^{aA} | 4,24±1,20 ^{aA} |
| | Дукат | 2,49±0,82 ^{aA} | 4,48±0,63 ^{aA} | 4,36±0,18 ^{aA} | 8,43±5,44 ^{aBC} | 6,00±2,93 ^{aABC} | 4,52±0,85 ^{aAB} | 8,90±2,29 ^{aABC} | 11,63±4,71 ^{aAB} | 11,47±1,97 ^{aA} | 13,16±3,47 ^{aC} | 9,51±2,54 ^{aBC} |
| | Сава | 2,36±1,44 ^{aA} | 4,52±2,32 ^{aA} | 8,21±1,44 ^{aB} | 8,89±3,35 ^{aBC} | 9,16±4,13 ^{aC} | 6,88±1,98 ^{aBC} | 11,33±1,49 ^{aBCD} | 16,30±4,69 ^{aB} | 12,37±1,23 ^{aA} | 8,86±4,69 ^{aABC} | 13,62±3,29 ^{aCD} |
| | Галерб | 1,58±0,39 ^{aA} | 3,60±1,82 ^{aA} | 4,52±0,94 ^{aA} | 1,64±0,00 ^{aA} | 8,33±0,40 ^{aBC} | 7,13±2,72 ^{aBC} | 11,18±1,72 ^{aBCD} | 11,47±2,65 ^{aAB} | 6,26±2,39 ^{aA} | 7,50±2,07 ^{aABC} | 5,46±0,79 ^{aAB} |
| | Аполо | 1,78±0,77 ^{aA} | 2,69±2,03 ^{aA} | 4,56±1,81 ^{aA} | 2,80±1,24 ^{aAB} | 11,10±3,09 ^{aC} | 6,15±2,01 ^{aABC} | 9,69±1,45 ^{aABCD} | 7,48±2,38 ^{aA} | 8,82±1,09 ^{aA} | 10,57±2,10 ^{aBC} | 8,94±3,84 ^{aABC} |
| | Горштак | 1,19±0,08 ^{aA} | 2,02±1,51 ^{aA} | 3,76±0,27 ^{aA} | 3,24±1,50 ^{aAB} | 3,43±0,00 ^{aAB} | 3,47±0,95 ^{aA} | 4,18±0,88 ^{aA} | 7,58±2,06 ^{aA} | 6,78±2,92 ^{aA} | 5,61±0,99 ^{aAB} | 12,18±3,77 ^{aCD} |
| | Тријумф | 2,65±0,67 ^{aA} | 2,95±1,27 ^{aA} | 2,69±0,42 ^{aA} | 8,78±1,28 ^{aBC} | 2,17±0,69 ^{aA} | 5,16±0,44 ^{aABC} | 14,55±3,47 ^{aCD} | 12,16±5,69 ^{aAB} | 10,65±4,83 ^{aA} | 10,47±5,31 ^{aBC} | 8,86±0,22 ^{aABC} |
| Инокулисано | Галина | 1,56±0,59 ^{aAB} | 1,99±0,42 ^{aA} | 2,90±1,07 ^{aAB} | 4,43±0,82 ^{aAB} | 9,85±2,47 ^{aD} | 10,96±3,35 ^{aAB} | 14,51±1,66 ^{aCD} | 23,84±5,48 ^{bc} | 18,00±2,57 ^{aC} | 9,80±6,07 ^{aAB} | 9,02±0,92 ^{bAB} |
| | Дана | 1,76±0,08 ^{aABC} | 2,86±0,03 ^{bAB} | 6,73±4,19 ^{aB} | 7,25±1,98 ^{aBC} | 2,71±0,86 ^{aA} | 9,42±1,85 ^{aA} | 8,55±1,06 ^{aAB} | 10,90±1,20 ^{aAB} | 11,01±2,68 ^{aABC} | 10,28±1,90 ^{aB} | 12,40±2,59 ^{aAB} |
| | Принцеза | 2,77±0,83 ^{aABC} | 2,70±1,42 ^{aAB} | 2,54±0,80 ^{aA} | 6,50±1,46 ^{aB} | 8,52±0,53 ^{aCD} | 16,63±3,20 ^{aBC} | 8,45±2,13 ^{aAB} | 5,85±1,80 ^{aA} | 12,95±8,95 ^{aABC} | 8,91±1,32 ^{bAB} | 8,13±3,18 ^{aAB} |
| | Дукат | 3,41±1,23 ^{aC} | 6,47±1,39 ^{aC} | 4,36±0,40 ^{aAB} | 6,00±1,31 ^{aAB} | 5,79±0,98 ^{aB} | 7,72±3,35 ^{aA} | 11,60±4,27 ^{aBCD} | 12,98±2,71 ^{aB} | 15,39±0,76 ^{bBC} | 11,35±2,59 ^{aB} | 13,94±5,09 ^{aAB} |
| | Сава | 3,08±0,86 ^{aBC} | 2,59±1,35 ^{aA} | 6,72±2,67 ^{aB} | 7,31±1,38 ^{aBC} | 7,32±1,63 ^{aBC} | 20,06±2,15 ^{bC} | 15,72±5,21 ^{aD} | 11,07±3,85 ^{aAB} | 10,73±0,37 ^{aABC} | 9,85±2,26 ^{aAB} | 9,89±1,11 ^{aB} |
| | Галерб | 2,72±0,27 ^{bABC} | 4,39±0,71 ^{aB} | 4,60±0,83 ^{aAB} | 7,33±4,46 ^{aBC} | 6,83±0,70 ^{bBC} | 11,06±3,16 ^{aBC} | 9,41±2,59 ^{aABC} | 11,21±1,10 ^{aAB} | 14,28±2,73 ^{bABC} | 9,90±1,38 ^{aAB} | 9,49±2,08 ^{bAB} |
| | Аполо | 1,02±0,66 ^{aA} | 1,93±0,26 ^{aA} | 4,50±0,59 ^{aAB} | 10,69±1,83 ^{bC} | 6,82±0,59 ^{aBC} | 13,80±6,06 ^{aBC} | 13,88±3,46 ^{aBCD} | 11,25±2,88 ^{aAB} | 7,87±1,82 ^{aA} | 19,13±1,29 ^{bC} | 11,84±5,22 ^{aAB} |
| | Горштак | 2,77±1,09 ^{aABC} | 2,26±0,22 ^{aA} | 3,40±1,31 ^{aAB} | 2,52±0,52 ^{aA} | 1,21±0,24 ^{aA} | 0,00±0,00 ^a | 8,27±2,34 ^{bAB} | 9,24±1,35 ^{aAB} | 10,51±2,75 ^{aAB} | 4,32±0,81 ^{aA} | 7,18±3,81 ^{aA} |
| | Тријумф | 3,02±1,46 ^{aBC} | 1,74±0,24 ^{aA} | 4,87±1,82 ^{aAB} | 5,21±0,66 ^{bAB} | 2,87±1,20 ^{aA} | 7,85±2,14 ^{aA} | 4,28±0,65 ^{bA} | 8,70±0,67 ^{aAB} | 8,24±1,80 ^{aAB} | 7,86±1,97 ^{aAB} | 9,01±2,35 ^{aAB} |

ПРИЛОГ 2.

Табела II Анализа варијансе површине попречног пресека нодуле (mm²). Подаци су средња вредност ± стандардна девијација током сазревања

Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно (p<0.05). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно (p<0.05).

| Третман | Сорте | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА БИЉКЕ И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | V4 (2) | V6 (3) | R1 (4) | R2 (5) | R2.5 (6) | R3 (7) | R4 (8) | R5 (9) | R5.5 (10) | R6 (11) | R7 (12) |
| Неинкулисано | Галина | 0,00±0.00 ^a | 7,18±2.75 ^{aA} | 8,13±2.14 ^{aAB} | 11,14±2.98 ^{aABCDE} | 13,57±1.48 ^{aCD} | 12,38±3.58 ^{aCD} | 22,77±6.83 ^{ad} | 17,44±2.91 ^{aAB} | 14,66±8.61 ^{aA} | 15,70±5.71 ^{aC} | 21,93±3.08 ^{aD} |
| | Дана | 7,46±1.16 ^{aB} | 3,19±0.24 ^{aA} | 11,92±2.03 ^{aC} | 14,13±4.20 ^{aE} | 6,90±5.26 ^{aBC} | 15,43±0.81 ^{aD} | 8,98±0.00 ^{aAB} | 16,06±5.01 ^{aAB} | 9,64±4.98 ^{aA} | 7,15±3.02 ^{aAB} | 8,76±2.89 ^{aAB} |
| | Принцеза | 5,21±1.60 ^{aA} | 5,76±1.45 ^{aA} | 5,33±0.81 ^{aAB} | 6,54±1.08 ^{aBCD} | 8,75±1.99 ^{aBCD} | 12,83±2.00 ^{aCD} | 13,97±4.70 ^{aBC} | 15,23±3.47 ^{aAB} | 12,57±6.88 ^{aA} | 4,24±0.03 ^{aA} | 6,18±1.55 ^{aA} |
| | Дукат | 5,16±0.31 ^{aA} | 7,67±2.23 ^{aA} | 7,53±0.75 ^{aAB} | 12,03±6.91 ^{aBCDE} | 9,31±2.56 ^{aBCD} | 7,31±1.06 ^{aAB} | 12,19±2.96 ^{aABC} | 15,53±5.63 ^{aAB} | 15,46±2.31 ^{aA} | 15,50±3.62 ^{aC} | 13,04±2.71 ^{aBC} |
| | Сава | 4,82±1.27 ^{aA} | 7,86±3.65 ^{aA} | 12,57±1.44 ^{aC} | 12,30±3.90 ^{aCDE} | 12,89±5.66 ^{aBCD} | 10,00±2.02 ^{aBC} | 15,32±1.45 ^{aBC} | 20,78±5.61 ^{aB} | 16,27±1.54 ^{aA} | 11,48±5.14 ^{aABC} | 17,81±3.76 ^{aCD} |
| | Галеб | 4,08±1.18 ^{aA} | 6,72±2.48 ^{aA} | 7,23±1.21 ^{aAB} | 4,19±0.00 ^{aA} | 11,69±0.75 ^{aBCD} | 10,13±3.26 ^{aBC} | 15,93±2.08 ^{aBC} | 15,31±4.04 ^{aAB} | 8,65±2.57 ^{aA} | 10,29±2.28 ^{aABC} | 8,07±1.30 ^{aAB} |
| | Аполо | 3,38±1.18 ^{aA} | 5,02±3.04 ^{aA} | 7,32±2.51 ^{aAB} | 5,01±1.38 ^{aAB} | 15,47±4.16 ^{aD} | 9,43±2.63 ^{aABC} | 12,87±1.63 ^{aBC} | 10,51±2.46 ^{aA} | 12,25±1.41 ^{aA} | 13,94±2.43 ^{aBC} | 12,71±3.90 ^{aBC} |
| | Горштак | 4,29±0.51 ^{aA} | 4,70±1.93 ^{aA} | 7,07±0.59 ^{aAB} | 5,25±1.67 ^{aABC} | 6,24±0.00 ^{aAB} | 5,71±0.87 ^{aA} | 5,85±1.12 ^{aA} | 11,49±3.01 ^{aA} | 9,50±3.67 ^{aA} | 9,04±1.61 ^{aABC} | 15,57±4.12 ^{aC} |
| Тријумф | 5,04±0.38 ^{aA} | 5,36±1.80 ^{aA} | 4,89±0.43 ^{aA} | 12,61±1.83 ^{aDE} | 4,26±1.40 ^{aA} | 8,66±0.63 ^{aABC} | 18,97±4.76 ^{aCD} | 17,14±6.96 ^{aAB} | 14,27±5.81 ^{aA} | 13,97±6.58 ^{aBC} | 13,40±1.00 ^{aBC} | |
| Инкулисано | Галина | 3,32±0.70 ^{aA} | 3,39±0.60 ^{aA} | 5,51±1.48 ^{aA} | 6,31±1.55 ^{aAB} | 13,69±3.03 ^{aE} | 15,03±3.54 ^{aAB} | 19,24±2.71 ^{aCD} | 30,93±6.51 ^{aBC} | 24,91±4.88 ^{aB} | 12,66±6.25 ^{aAB} | 13,71±0.70 ^{aA} |
| | Дана | 4,45±1.60 ^{aAB} | 5,03±0.21 ^{aAB} | 10,06±4.58 ^{aAB} | 9,47±2.32 ^{aBC} | 6,69±2.03 ^{aBC} | 13,17±1.69 ^{aAB} | 11,12±1.15 ^{aAB} | 14,09±1.29 ^{aAB} | 14,64±3.54 ^{aA} | 13,11±2.15 ^{aB} | 16,31±2.74 ^{aB} |
| | Принцеза | 5,03±0.64 ^{aAB} | 4,50±1.25 ^{aAB} | 5,73±0.72 ^{aA} | 9,06±2.98 ^{aBC} | 13,50±0.93 ^{aE} | 21,95±3.13 ^{aBCD} | 12,16±2.43 ^{aABC} | 9,33±2.20 ^{aA} | 16,52±9.92 ^{aAB} | 12,35±1.92 ^{aAB} | 11,79±3.55 ^{aAB} |
| | Дукат | 6,02±0.93 ^{aB} | 10,76±2.44 ^{aC} | 7,53±0.19 ^{aAB} | 8,41±1.44 ^{aBC} | 8,98±1.05 ^{aCD} | 12,79±4.15 ^{aAB} | 16,66±6.11 ^{aBCD} | 17,67±3.72 ^{aB} | 19,86±0.75 ^{aAB} | 15,27±3.77 ^{aB} | 19,27±7.11 ^{aAB} |
| | Сава | 5,48±1.84 ^{aAB} | 5,47±1.96 ^{aAB} | 10,77±3.44 ^{aB} | 11,74±0.56 ^{aCD} | 11,56±1.23 ^{aDE} | 26,08±2.01 ^{aD} | 21,97±6.75 ^{aD} | 14,31±4.17 ^{aAB} | 15,48±0.91 ^{aA} | 13,29±2.57 ^{aB} | 13,10±1.30 ^{aAB} |
| | Галеб | 4,88±0.13 ^{aAB} | 6,82±0.54 ^{aB} | 7,76±1.09 ^{aAB} | 10,12±5.24 ^{aBCD} | 9,50±1.42 ^{aD} | 14,85±4.09 ^{aAB} | 13,30±3.68 ^{aABC} | 14,36±1.12 ^{aAB} | 17,80±3.36 ^{aAB} | 12,99±1.15 ^{aB} | 13,01±2.38 ^{aAB} |
| | Аполо | 3,69±1.28 ^{aAB} | 3,89±0.33 ^{aA} | 7,16±0.75 ^{aAB} | 14,01±1.93 ^{aD} | 9,95±0.70 ^{aD} | 19,38±6.47 ^{aBC} | 19,02±4.28 ^{aCD} | 15,01±3.11 ^{aAB} | 11,46±3.01 ^{aA} | 22,98±2.25 ^{aBC} | 15,35±5.68 ^{aAB} |
| | Горштак | 4,98±1.39 ^{aAB} | 4,97±1.16 ^{aAB} | 5,85±1.66 ^{aA} | 3,87±0.94 ^{aA} | 3,11±0.22 ^{aB} | 8,65±1.95 ^{aA} | 11,22±3.11 ^{aBAB} | 12,67±1.49 ^{aAB} | 13,31±3.22 ^{aA} | 6,62±0.98 ^{aA} | 9,86±4.55 ^{aAB} |
| Тријумф | 5,52±1.83 ^{aAB} | 3,09±0.38 ^{aA} | 7,47±2.03 ^{aAB} | 8,19±1.13 ^{aABC} | 5,19±1.56 ^{aAB} | 11,66±2.63 ^{aA} | 7,89±0.24 ^{aA} | 12,01±0.41 ^{aAB} | 11,91±2.12 ^{aA} | 12,29±2.67 ^{aAB} | 13,59±3.02 ^{aAB} | |

ПРИЛОГ 2.

Табела III Анализа варијансе броја нодула на корену соје. Подаци су средња вредност ± стандардна девијација током сазревања

Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Третман | Сорте | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | V3 (1) | V4 (2) | R1 (4) | R2 (5) | R2.5 (6) | R3 (7) | R4 (8) | R5 (9) | R5.5 (10) | R6 (11) | R7 (12) |
| Неинкулисано | Галина | 2,67±1,15 ^{abc} | 4,00±0,00 ^{aA} | 3,00±2,00 ^{aA} | 8,00±5,20 ^{aA} | 5,00±3,00 ^{aAB} | 6,33±2,89 ^{aA} | 7,33±4,16 ^{aA} | 4,33±2,31 ^{aAB} | 6,00±3,00 ^{aA} | 7,33±2,52 ^{aA} | 10,33±7,23 ^{aA} |
| | Дана | 3,00±0,00 ^{abc} | 3,33±3,51 ^{aA} | 5,00±1,73 ^{aAB} | 10,33±8,08 ^{aA} | 4,33±0,58 ^{aAB} | 3,67±2,08 ^{aA} | 5,33±2,08 ^{aA} | 5,33±3,06 ^{aAB} | 4,33±2,52 ^{aA} | 7,00±7,00 ^{aA} | 5,00±1,73 ^{aA} |
| | Принцеза | 5,00±1,73 ^{ad} | 5,00±1,73 ^{aA} | 5,33±2,08 ^{aAB} | 7,67±6,43 ^{aA} | 6,00±3,46 ^{aAB} | 4,67±1,53 ^{aA} | 7,67±2,08 ^{aA} | 5,33±2,08 ^{aAB} | 9,33±5,13 ^{aA} | 6,67±4,51 ^{aA} | 6,67±1,53 ^{aA} |
| | Дукат | 4,00±1,00 ^{abc} | 4,67±5,51 ^{aA} | 3,67±1,53 ^{aAB} | 6,33±4,04 ^{aA} | 3,33±3,21 ^{aAB} | 3,33±1,53 ^{aA} | 9,00±10,58 ^{aA} | 5,00±0,00 ^{aAB} | 9,00±1,73 ^{aA} | 7,00±2,00 ^{aA} | 9,33±4,93 ^{aA} |
| | Сава | 9,00±1,00 ^{ae} | 5,67±5,51 ^{aA} | 9,33±5,13 ^{aB} | 4,00±1,00 ^{aA} | 10,00±7,94 ^{aB} | 6,00±4,36 ^{aA} | 16,33±12,34 ^{aA} | 9,00±3,61 ^{aB} | 10,33±9,24 ^{aA} | 10,33±5,13 ^{aA} | 8,33±6,03 ^{aA} |
| | Галеб | 4,33±1,15 ^{abc} | 4,67±1,53 ^{aA} | 7,67±4,93 ^{aAB} | 3±1,73 ^{aA} | 6,33±3,79 ^{aAB} | 5,67±0,58 ^{aA} | 10,33±2,52 ^{aA} | 3,67±1,53 ^{aA} | 13,67±5,86 ^{aA} | 14,33±11,15 ^{aA} | 6,67±2,52 ^{aA} |
| | Аполо | 5,00±0,00 ^{ad} | 3,67±3,06 ^{aA} | 8,00±2,65 ^{aAB} | 10,67±10,69 ^{aA} | 7,33±2,52 ^{aAB} | 5,67±4,04 ^{aA} | 11,33±6,66 ^{aA} | 4,67±3,06 ^{aAB} | 15,00±13,08 ^{aA} | 6,00±3,00 ^{aA} | 7,00±5,00 ^{aA} |
| | Горштак | 1,67±0,58 ^{ab} | 4,33±2,52 ^{aA} | 2,33±2,52 ^{aA} | 2,67±0,58 ^{aA} | 3,67±1,53 ^{aAB} | 2,67±1,53 ^{aA} | 5,00±7,81 ^{aA} | 4,00±3,46 ^{aA} | 10,33±6,81 ^{aA} | 10,00±6,08 ^{aA} | 9,00±1,73 ^{aA} |
| Тријумф | 0,00±0,00 ^{aA} | 2,33±2,52 ^{aA} | 4,00±0,00 ^{aAB} | 2,33±2,08 ^{aA} | 1,33±2,31 ^{aA} | 2,33±1,15 ^{aA} | 5,67±1,53 ^{aA} | 2,67±1,53 ^{aA} | 14,33±17,04 ^{aA} | 4,00±3,61 ^{aA} | 5,00±0,00 ^{aA} | |
| Инокулисано | Галина | 8,67±4,04 ^{bab} | 11,33±7,23 ^{aA} | 5,67±4,04 ^{aA} | 8,00±5,00 ^{aA} | 8,67±2,31 ^{ab} | 10,67±3,79 ^{aA} | 9,00±5,57 ^{abc} | 4,67±0,58 ^{aA} | 23,00±6,56 ^{ba} | 8,67±5,51 ^{aA} | 11,00±5,29 ^{aA} |
| | Дана | 6,67±3,51 ^{ab} | 7,33±4,51 ^{aA} | 7,67±4,04 ^{aA} | 13,33±5,86 ^{aA} | 4,67±1,15 ^{aAB} | 5,33±0,58 ^{aA} | 5,33±2,08 ^{aAB} | 5,00±2,65 ^{aA} | 7,67±2,89 ^{aA} | 14,00±7,55 ^{aA} | 17,67±7,51 ^{ba} |
| | Принцеза | 3,67±3,79 ^{aA} | 9,33±4,93 ^{aA} | 10,33±3,06 ^{aA} | 7,00±1,73 ^{aA} | 6,67±3,79 ^{aAB} | 11,33±16,20 ^{aA} | 17,00±12,17 ^{abc} | 5,00±4,00 ^{aA} | 11,33±6,43 ^{aA} | 7,00±2,65 ^{aA} | 7,33±2,31 ^{aA} |
| | Дукат | 4,00±2,00 ^{aA} | 8,00±2,00 ^{aA} | 9,00±6,93 ^{aA} | 10,67±4,93 ^{aA} | 6,00±2,00 ^{aAB} | 5,33±4,16 ^{aA} | 20,00±13,75 ^{abc} | 7,33±4,51 ^{aA} | 16,67±2,52 ^{ba} | 12±6,24 ^{aA} | 12,67±6,43 ^{aA} |
| | Сава | 5,00±3,61 ^{ab} | 4,33±0,58 ^{aA} | 13,67±7,23 ^{aA} | 11,33±6,03 ^{aA} | 4,67±1,53 ^{aAB} | 8,33±6,81 ^{aA} | 23,33±10,97 ^{bc} | 6,33±1,53 ^{aA} | 13,00±6,08 ^{aA} | 5,67±2,52 ^{aA} | 7,33±3,51 ^{aA} |
| | Галеб | 7,67±4,04 ^{ab} | 7,67±2,52 ^{aA} | 8,67±1,53 ^{aA} | 8,67±5,69 ^{aA} | 7,33±2,52 ^{aAB} | 7,00±1,00 ^{aA} | 14,33±2,52 ^{aABC} | 9,00±4,58 ^{aA} | 16,33±10,41 ^{aA} | 11,33±4,51 ^{aA} | 10,33±1,53 ^{aA} |
| | Аполо | 6,67±2,52 ^{ab} | 5,00±1,73 ^{aA} | 7,33±5,86 ^{aA} | 13,33±10,07 ^{aA} | 5,67±2,52 ^{aAB} | 7,00±3,46 ^{aA} | 13,00±4,58 ^{aABC} | 9,33±6,43 ^{aA} | 12,00±3,61 ^{aA} | 11,67±3,79 ^{aA} | 7,00±3,00 ^{aA} |
| | Горштак | 10,67±4,73 ^{bb} | 7,67±4,16 ^{aA} | 8,00±6,24 ^{aA} | 3,33±2,89 ^{aA} | 3,33±0,58 ^{aA} | 8,00±7,21 ^{aA} | 4,67±0,58 ^{aA} | 3,00±2,00 ^{aA} | 13,33±3,21 ^{aA} | 10,00±3,61 ^{aA} | 6,00±1,00 ^{aA} |
| Тријумф | 3,33±1,15 ^{ba} | 4,00±1,73 ^{aA} | 6,33±2,52 ^{aA} | 6,33±4,93 ^{aA} | 3,33±0,58 ^{aA} | 10,00±0,00 ^{ba} | 7,00±2,65 ^{aAB} | 4,33±2,31 ^{aA} | 9,00±2,00 ^{aA} | 7,33±0,58 ^{aA} | 5,33±0,58 ^{aA} | |

ПРИЛОГ 2.

Табела IV Анализа варијансе масе нодула (mg) на корену соје. Подаци су средња вредност ± стандардна девијација током сазревања

Просечне вредности означене истим малим латиничним словима, између истих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$). Просечне вредности означене истим великим латиничним словима, између свих сорти, у оквиру исте колоне, не разликују се статистички значајно ($p < 0.05$).

| Третман | Сорте | ФЕНОФАЗА РАЗВОЈА И УЗОРКОВАЊА | | | | | | | | |
|--------------|----------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | R1 (4) | R2 (5) | R2.5 (6) | R3 (7) | R4 (8) | R5 (9) | R5.5 (10) | R6 (11) | R7 (12) |
| Неинкулисано | Галина | 3.30±0.30 ^{aB} | 8.00±0.80 ^{aG} | 14.13±1.15 ^{aE} | 12.30±1.20 ^{aD} | 11.87±1.00 ^{aB} | 15.80±1.40 ^{aC} | 18.30±1.70 ^{aE} | 7.53±0.65 ^{aA} | 8.10±0.90 ^{aAB} |
| | Дана | 2.10±0.10 ^{aA} | 5.40±0.50 ^{aE} | 6.50±0.60 ^{aC} | 10.83±0.58 ^{aC} | 7.27±0.75 ^{aA} | 14.50±1.30 ^{aBC} | 17.50±0.50 ^{aE} | 17.07±3.00 ^{aC} | 15.07±5.00 ^{aC} |
| | Принцеза | 2.10±0.20 ^{aA} | 1.50±0.10 ^{aA} | 9.70±0.80 ^{aD} | 6.20±0.60 ^{aA} | 13.53±1.25 ^{aB} | 15.30±1.30 ^{aC} | 13.10±1.20 ^{aD} | 7.27±0.75 ^{aA} | 5.80±0.50 ^{aA} |
| | Дукат | 3.70±0.30 ^{aBC} | 4.60±0.40 ^{aCD} | 5.00±0.50 ^{aA} | 12.40±1.20 ^{aD} | 12.00±1.00 ^{aB} | 12.50±0.50 ^{aB} | 12.00±1.00 ^{aD} | 10.10±0.90 ^{aB} | 10.00±1.00 ^{aB} |
| | Сава | 6.00±0.50 ^{aD} | 6.50±0.50 ^{aF} | 7.00±0.50 ^{aC} | 8.80±0.70 ^{aB} | 16.90±1.60 ^{aC} | 13.70±1.30 ^{aBC} | 10.10±0.90 ^{aB} | 7.50±0.70 ^{aA} | 10.20±0.80 ^{aB} |
| | Галеб | 4.13±0.35 ^{aC} | 5.10±0.40 ^{aDE} | 5.70±0.50 ^{aAB} | 6.30±0.60 ^{aA} | 10.70±0.60 ^{aB} | 10.82±1.80 ^{aD} | 10.60±0.90 ^{aB} | 9.70±0.80 ^{aB} | 8.60±0.80 ^{aAB} |
| | Аполо | 3.43±0.31 ^{aB} | 3.70±0.20 ^{aB} | 4.60±0.40 ^{aA} | 5.90±0.50 ^{aB} | 11.80±1.00 ^{aB} | 9.90±0.90 ^{aA} | 9.87±0.90 ^{aB} | 10.33±0.25 ^{aB} | 8.00±0.20 ^{aAB} |
| | Горштак | 2.30±0.20 ^{aA} | 4.17±0.35 ^{aBC} | 6.30±0.60 ^{aBC} | 8.40±0.70 ^{aB} | 6.53±1.74 ^{aA} | 12.50±1.10 ^{aB} | 9.20±0.70 ^{aB} | 8.30±0.80 ^{aA} | 8.10±0.60 ^{aAB} |
| Инокулисано | Тријумф | 2.50±0.20 ^{aA} | 3.60±0.30 ^{aB} | 5.70±0.50 ^{aAB} | 8.70±0.30 ^{aB} | 10.87±0.78 ^{aB} | 9.13±0.15 ^{aA} | 7.50±0.30 ^{aA} | 9.77±0.15 ^{aB} | 8.23±0.35 ^{aAB} |
| | Галина | 3.63±0.15 ^{aB} | 8.13±0.75 ^{aD} | 9.50±1.00 ^{aC} | 12.20±1.20 ^{aC} | 17.20±1.60 ^{aF} | 12.30±1.20 ^{aE} | 9.50±0.90 ^{aBC} | 9.10±0.80 ^{aC} | 8.33±0.80 ^{aBC} |
| | Дана | 5.10±0.40 ^{aC} | 5.50±0.50 ^{aB} | 6.10±0.60 ^{aAB} | 7.00±0.70 ^{aA} | 7.30±0.70 ^{aA} | 9.10±0.90 ^{aBC} | 11.43±0.49 ^{aC} | 10.47±0.46 ^{aD} | 9.90±0.80 ^{aD} |
| | Принцеза | 3.20±0.30 ^{aB} | 4.50±0.40 ^{aA} | 7.33±0.80 ^{aB} | 9.87±0.80 ^{aB} | 12.70±1.20 ^{aDE} | 11.00±1.00 ^{aBDE} | 10.33±0.95 ^{aC} | 9.07±0.85 ^{aC} | 8.00±0.80 ^{aBC} |
| | Дукат | 4.87±0.31 ^{aC} | 6.40±0.20 ^{aC} | 7.20±0.70 ^{aB} | 10.10±0.90 ^{aB} | 11.00±1.00 ^{aCD} | 15.30±1.50 ^{aF} | 11.50±1.10 ^{aC} | 10.60±0.90 ^{aD} | 10.50±0.90 ^{aD} |
| | Сава | 5.00±0.50 ^{aC} | 6.33±0.70 ^{aC} | 10.60±0.90 ^{aBC} | 14.70±1.30 ^{aD} | 21.10±1.90 ^{aG} | 11.50±1.00 ^{aDE} | 12.40±1.20 ^{aC} | 10.73±0.75 ^{aD} | 9.40±0.80 ^{aCD} |
| | Галеб | 3.60±0.40 ^{aB} | 4.20±0.40 ^{aA} | 6.30±0.60 ^{aAB} | 12.00±1.00 ^{aC} | 12.50±1.00 ^{aDE} | 9.90±0.80 ^{aCD} | 6.62±4.83 ^{aAB} | 8.40±0.70 ^{aBC} | 8.10±0.80 ^{aBC} |
| | Аполо | 3.70±0.20 ^{aB} | 5.43±0.25 ^{aB} | 10.50±1.00 ^{aBC} | 11.50±1.00 ^{aBC} | 13.70±1.30 ^{aE} | 10.50±1.00 ^{aCDE} | 9.10±0.70 ^{aABC} | 11.80±1.00 ^{aD} | 10.10±0.80 ^{aD} |
| Тријумф | Горштак | 2.40±0.30 ^{aA} | 4.50±0.20 ^{aA} | 6.70±0.60 ^{aAB} | 10.10±0.90 ^{aB} | 9.90±0.80 ^{aBC} | 7.50±0.70 ^{aB} | 5.80±0.50 ^{aA} | 6.50±0.60 ^{aA} | 4.30±0.40 ^{aA} |
| | Тријумф | 2.50±0.20 ^{aA} | 3.80±0.30 ^{aA} | 5.50±0.50 ^{aA} | 7.50±0.70 ^{aA} | 8.20±0.80 ^{aAB} | 5.10±0.50 ^{aA} | 5.90±0.50 ^{aA} | 7.30±0.70 ^{aAB} | 7.10±0.70 ^{aB} |

ПРИЛОГ 2

Табела V Просечан појединачан број нодула за цео период вегетације

| Сорта Инокулација | Галина | | Дана | | Принцепа | | Дукат | | Сава | | Галеб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА |
| V3 (1) | 2,67 | 8,67 | 3,00 | 6,67 | 5,00 | 3,67 | 4,00 | 4,00 | 9,00 | 5,00 | 4,33 | 7,67 | 5,00 | 6,67 | 1,67 | 10,67 | 0,00 | 3,33 |
| V4 (2) | 4,00 | 11,33 | 3,33 | 7,33 | 5,00 | 9,33 | 4,67 | 8,00 | 5,67 | 4,33 | 4,67 | 7,67 | 3,67 | 5,00 | 4,33 | 7,67 | 2,33 | 4,00 |
| R1 (4) | 3,00 | 5,67 | 5,00 | 7,67 | 5,33 | 10,33 | 3,67 | 9,00 | 9,33 | 13,67 | 7,67 | 8,67 | 8,00 | 7,33 | 2,33 | 8,00 | 4,00 | 6,33 |
| R2 (5) | 8,00 | 8,00 | 10,33 | 13,33 | 7,67 | 7,00 | 6,33 | 10,67 | 4,00 | 11,33 | 3,00 | 8,67 | 10,67 | 13,33 | 2,67 | 3,33 | 2,33 | 6,33 |
| R2.5 (6) | 5,00 | 8,67 | 4,33 | 4,67 | 6,00 | 6,67 | 3,33 | 6,00 | 10,00 | 4,67 | 6,33 | 7,33 | 7,33 | 5,67 | 3,67 | 3,33 | 1,33 | 3,33 |
| R3 (7) | 6,33 | 10,67 | 3,67 | 5,33 | 4,67 | 11,33 | 3,33 | 5,33 | 6,00 | 8,33 | 5,67 | 7,00 | 5,67 | 7,00 | 2,67 | 8,00 | 2,33 | 10,00 |
| R4 (8) | 7,33 | 9,00 | 5,33 | 5,33 | 7,67 | 17,00 | 9,00 | 20,00 | 16,33 | 23,33 | 10,33 | 14,33 | 11,33 | 13,00 | 5,00 | 4,67 | 5,67 | 7,00 |
| R5 (9) | 4,33 | 4,67 | 5,33 | 5,00 | 5,33 | 5,00 | 5,00 | 7,33 | 9,00 | 6,33 | 3,67 | 9,00 | 4,67 | 9,33 | 4,00 | 3,00 | 2,67 | 4,33 |
| R5.5 (10) | 6,00 | 23,00 | 4,33 | 7,67 | 9,33 | 11,33 | 9,00 | 16,67 | 10,33 | 13,00 | 13,67 | 16,33 | 15,00 | 12,00 | 10,33 | 13,33 | 14,33 | 9,00 |
| R6 (11) | 7,33 | 8,67 | 7,00 | 14,00 | 6,67 | 7,00 | 7,00 | 12,00 | 10,33 | 5,67 | 14,33 | 11,33 | 6,00 | 11,67 | 10,00 | 10,00 | 4,00 | 7,33 |
| R7 (12) | 10,33 | 11,00 | 5,00 | 17,67 | 6,67 | 7,33 | 9,33 | 12,67 | 8,33 | 7,33 | 6,67 | 10,33 | 7,00 | 7,00 | 9,00 | 6,00 | 5,00 | 5,33 |
| Просек | 5,85 | 9,94 | 5,15 | 8,61 | 6,30 | 8,73 | 5,88 | 10,15 | 8,94 | 9,36 | 7,30 | 9,85 | 7,67 | 8,91 | 5,06 | 7,09 | 4,00 | 6,03 |

Фенофаза развоја и узорковања: V3 (1); V4 (2); R1 (4); R2 (5); R2.5 (6); R3 (7); R4 (8); R5 (9); R5.5 (10); R6 (11); R7 (12);

Табела VI Просечна појединачна маса нодула за цео период вегетације (mg)

| Сорта Инокулација | Галина | | Дана | | Принцепа | | Дукат | | Сава | | Галеб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА |
| R1 (4) | 3,30 | 3,63 | 2,10 | 5,10 | 2,10 | 3,20 | 3,70 | 4,87 | 6,00 | 5,00 | 4,13 | 3,60 | 3,43 | 3,70 | 2,30 | 2,40 | 2,50 | 2,50 |
| R2 (5) | 8,00 | 8,13 | 5,40 | 5,50 | 1,50 | 4,50 | 4,60 | 6,40 | 6,50 | 6,33 | 5,10 | 4,20 | 3,70 | 5,43 | 4,17 | 4,50 | 3,60 | 3,80 |
| R2.5 (6) | 14,13 | 9,50 | 6,50 | 6,10 | 9,70 | 7,33 | 5,00 | 7,20 | 7,00 | 10,60 | 5,70 | 6,30 | 4,60 | 10,50 | 6,30 | 6,70 | 5,70 | 5,50 |
| R3 (7) | 12,30 | 12,20 | 10,83 | 7,00 | 6,20 | 9,87 | 12,40 | 10,10 | 8,80 | 14,70 | 6,30 | 12,00 | 5,90 | 11,50 | 8,40 | 10,10 | 8,70 | 7,50 |
| R4 (8) | 11,87 | 17,20 | 7,27 | 7,30 | 13,53 | 12,70 | 12,00 | 11,00 | 16,90 | 21,10 | 10,70 | 12,50 | 11,80 | 13,70 | 6,53 | 9,90 | 10,87 | 8,20 |
| R5 (9) | 15,80 | 12,30 | 14,50 | 9,10 | 15,30 | 11,00 | 12,50 | 15,30 | 13,70 | 11,50 | 18,20 | 9,90 | 9,90 | 10,50 | 12,50 | 7,50 | 9,13 | 5,10 |
| R5.5 (10) | 18,30 | 9,50 | 17,50 | 11,43 | 13,10 | 10,33 | 12,00 | 11,50 | 10,10 | 12,40 | 10,60 | 6,62 | 9,87 | 9,10 | 9,20 | 5,80 | 7,50 | 5,90 |
| R6 (11) | 7,53 | 9,10 | 11,00 | 10,47 | 7,27 | 9,07 | 10,10 | 10,60 | 7,50 | 10,73 | 9,70 | 8,40 | 10,33 | 11,80 | 8,30 | 6,50 | 9,77 | 7,30 |
| R7 (12) | 8,10 | 8,33 | 10,50 | 9,90 | 5,80 | 8,00 | 10,00 | 10,50 | 10,20 | 9,40 | 8,60 | 8,10 | 8,00 | 10,10 | 8,10 | 4,30 | 8,23 | 7,10 |
| Просек | 11,04 | 9,99 | 9,51 | 7,99 | 8,28 | 8,44 | 9,14 | 9,72 | 9,63 | 11,31 | 8,78 | 7,96 | 7,50 | 9,59 | 7,31 | 6,41 | 7,33 | 5,88 |

Фенофаза развоја и узорковања: R1 (4); R2 (5); R2.5 (6); R3 (7); R4 (8); R5 (9); R5.5 (10); R6 (11); R7 (12);

ПРИЛОГ 2

Табела VII Просечна површина ризобијум поља за цео период вегетације (mm²).

| Сорта Инокулација | Галина | | Дана | | Принцеца | | Дукат | | Сава | | Галеб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА |
| V4 (2) | / | 1.56 | 3.04 | 1.76 | 1.72 | 2.77 | 2.49 | 3.41 | 2.36 | 3.08 | 1.58 | 2.72 | 1.78 | 1.02 | 1.19 | 2.77 | 2.65 | 3.02 |
| V6 (3) | 4.62 | 1.99 | 1.65 | 2.86 | 3.22 | 2.70 | 4.48 | 6.47 | 4.52 | 2.59 | 3.60 | 4.39 | 2.69 | 1.93 | 2.02 | 2.26 | 2.95 | 1.74 |
| R1 (4) | 5.32 | 2.90 | 8.20 | 6.73 | 3.43 | 2.54 | 4.36 | 4.36 | 8.20 | 6.72 | 4.52 | 4.60 | 4.56 | 4.50 | 3.76 | 3.40 | 2.69 | 4.87 |
| R2 (5) | 7.68 | 4.43 | 10.29 | 7.25 | 4.67 | 6.50 | 8.43 | 6.00 | 8.89 | 7.31 | 1.64 | 7.33 | 2.80 | 10.69 | 3.24 | 2.52 | 8.78 | 5.21 |
| R2.5 (6) | 9.83 | 9.85 | 4.03 | 2.71 | 5.96 | 8.52 | 6.00 | 5.79 | 9.16 | 7.32 | 8.33 | 6.83 | 11.10 | 6.82 | 3.43 | 1.21 | 2.17 | 2.87 |
| R3 (7) | 7.96 | 10.96 | 11.76 | 9.42 | 0.00 | 16.63 | 4.52 | 7.72 | 6.88 | 20.06 | 7.13 | 11.06 | 6.15 | 13.80 | 3.47 | 0.00 | 5.16 | 7.85 |
| R4 (8) | 16.45 | 14.51 | 5.35 | 8.55 | 10.41 | 8.45 | 8.90 | 11.60 | 11.33 | 15.72 | 11.18 | 9.41 | 9.69 | 13.88 | 4.18 | 8.27 | 14.55 | 4.28 |
| R5 (9) | 13.31 | 23.84 | 11.46 | 10.90 | 10.91 | 5.85 | 11.63 | 12.98 | 16.30 | 11.07 | 11.47 | 11.21 | 7.48 | 11.25 | 7.58 | 9.24 | 12.16 | 8.70 |
| R5.5 (10) | 10.68 | 18.00 | 6.76 | 11.01 | 9.52 | 12.95 | 11.47 | 15.39 | 12.37 | 10.73 | 6.26 | 14.28 | 8.82 | 7.87 | 6.78 | 10.51 | 10.65 | 8.24 |
| R6 (11) | 11.55 | 9.80 | 5.23 | 10.28 | 2.61 | 8.91 | 13.16 | 11.35 | 8.86 | 9.85 | 7.50 | 9.90 | 10.57 | 19.13 | 5.61 | 4.32 | 10.47 | 7.86 |
| R7 (12) | 16.71 | 9.02 | 5.72 | 12.40 | 4.24 | 8.13 | 9.51 | 13.94 | 13.62 | 9.89 | 5.46 | 9.49 | 8.94 | 11.84 | 12.18 | 7.18 | 8.86 | 9.01 |
| Просек | 10.41 | 9.71 | 6.68 | 7.62 | 5.67 | 7.63 | 7.72 | 9.00 | 9.32 | 9.49 | 6.24 | 8.29 | 6.78 | 9.34 | 4.86 | 5.17 | 7.37 | 5.79 |

Фенофаза развоја и узорковања: V4 (2); V6 (3); R1 (4); R2 (5); R2.5 (6); R3 (7); R4 (8); R5 (9); R5.5 (10); R6 (11); R7 (12);

Табела VIII Просечна укупна површина ризобијума за цео период вегетације (mm²).

| Сорта | Галина | | Дана | | Принцеца | | Дукат | | Сава | | Галеб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да |
| ИН | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да |
| ППР | 10,41 | 9,71 | 6,68 | 7,62 | 5,67 | 7,63 | 7,72 | 9,00 | 9,32 | 9,49 | 6,24 | 8,29 | 6,78 | 9,34 | 4,86 | 5,17 | 7,37 | 5,79 |
| ПБН | 5,85 | 9,94 | 5,15 | 8,61 | 6,30 | 8,73 | 5,88 | 10,15 | 8,94 | 9,36 | 7,30 | 9,85 | 7,67 | 8,91 | 5,06 | 7,19 | 4,00 | 6,03 |
| УПР | 60,90 | 96,56 | 34,41 | 65,63 | 35,72 | 66,63 | 45,42 | 91,36 | 83,31 | 88,79 | 45,58 | 81,69 | 52,01 | 83,21 | 24,58 | 37,17 | 29,49 | 34,88 |

ИН – Инокулација; ППР – Просечна површина ризобијума; ПБН – Просечан број нодула; УПР – Укупна просечна површина ризобијума

Табела IX Максимална укупна површина ризобијума за сваку сорту (mm²).

| Сорта | Галина | | Дана | | Принцеца | | Дукат | | Сава | | Галеб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да |
| ИН | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да |
| МПР | 16,70 | 23,80 | 11,80 | 12,40 | 10,90 | 16,60 | 13,20 | 13,90 | 16,30 | 20,10 | 11,50 | 14,30 | 11,10 | 19,10 | 12,20 | 10,50 | 14,50 | 9,00 |
| МБН | 10,33 | 23,00 | 10,33 | 17,67 | 10,33 | 17,00 | 9,33 | 20,00 | 16,33 | 23,33 | 14,33 | 14,33 | 15,00 | 13,33 | 10,33 | 13,33 | 14,33 | 10,00 |
| МУПР | 172,51 | 547,4 | 121,90 | 219,18 | 112,59 | 282,20 | 123,15 | 278,00 | 266,18 | 468,93 | 164,79 | 204,92 | 166,50 | 254,60 | 126,02 | 139,96 | 207,78 | 90,00 |

ИН – Инокулација; МПР – Максимална површина ризобијума; МБН – Максималан број нодула; МУПР – Максимална укупна површина ризобијума

ПРИЛОГ 2

Табела X Максимална укупна маса нодула за сваку сорту за цео вегетациони период (mg)

| Сорта | Галина | | Дана | | Принцеза | | Дукат | | Сава | | Галѐб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да | Не | Да |
| ИН | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ММН | 18,30 | 17,20 | 17,50 | 11,43 | 15,30 | 12,70 | 12,50 | 15,30 | 16,90 | 21,10 | 18,20 | 12,50 | 11,80 | 13,70 | 12,50 | 10,10 | 9,77 | 8,20 |
| МБН | 10,33 | 23,00 | 10,33 | 17,67 | 9,33 | 17,00 | 9,33 | 20,00 | 16,33 | 23,33 | 14,33 | 14,33 | 15,00 | 13,33 | 10,33 | 13,33 | 14,33 | 10,00 |
| МУМН | 189,04 | 395,60 | 180,78 | 201,97 | 142,75 | 215,90 | 116,63 | 306,00 | 275,98 | 492,26 | 260,81 | 179,13 | 177,00 | 182,62 | 129,13 | 134,63 | 140,00 | 82,00 |

ИН – Инокулација; ММН – Максимална маса нодула; МБН – Максималан број нодула; УПМН – Укупна максимална маса нодула

Табела бр. XI Просечана укупна маса нодула за цео вегетациони период (mg)

| Сорта | Галина | | Дана | | Принцеза | | Дукат | | Сава | | Галѐб | | Аполо | | Горштак | | Тријумф | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА | НЕ | ДА |
| ПМН | 11,00 | 10,00 | 9,50 | 8,00 | 8,30 | 8,40 | 9,10 | 9,70 | 9,60 | 11,30 | 8,80 | 8,00 | 7,50 | 9,60 | 7,30 | 6,40 | 7,30 | 5,90 |
| ПБН | 5,85 | 9,94 | 5,15 | 8,61 | 6,30 | 8,73 | 5,88 | 10,15 | 8,94 | 9,36 | 7,30 | 9,85 | 7,67 | 8,91 | 5,06 | 7,19 | 4,00 | 6,03 |
| УПМН | 64,35 | 99,40 | 48,92 | 68,88 | 52,29 | 73,32 | 53,50 | 98,45 | 85,82 | 105,76 | 64,24 | 78,80 | 57,52 | 85,53 | 36,93 | 46,06 | 29,20 | 35,57 |

ИН – Инокулација; ПМН – Просечна маса нодула; ПБН – Просечан број нодула; УПМН – Укупна просечна маса нодула

ПРИЛОГ 2

Табела XII Вредности коефицијената корелације између различитих полифенола и анатомских и морфолошких параметара соје

| Variables | Маса нодула НЕ | Маса нодула ДА | максимална појединачна маса нодула-НЕ | максимална појединачна маса нодула-ДА | Максимална број нодула-НЕ | Максимална број нодула-ДА | Просечна укупна маса нодула-НЕ | Просечна укупна маса нодула-ДА | Просечна површина ризобијум поља-НЕ | Просечна површина ризобијум поља-ДА | Максимална појединачна површина ризобијум поља-НЕ | Максимална појединачна површина ризобијум поља-ДА | Максимална укупна површина ризобијум поља-НЕ | Максимална укупна површина ризобијум поља-ДА | Просечна укупна површина ризобијум поља-НЕ | Просечна укупна површина ризобијум поља-ДА |
|--|----------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---|--|--|--|--|
| (-) галакатехин | -0.266 | 0.127 | -0.244 | 0.175 | 0.411 | -0.133 | 0.176 | 0.125 | -0.040 | 0.074 | 0.044 | 0.105 | 0.276 | -0.013 | 0.231 | 0.100 |
| дериват кафеине киселине | -0.132 | -0.146 | 0.188 | -0.165 | -0.397 | -0.052 | -0.037 | -0.016 | -0.641 | -0.193 | -0.629 | -0.361 | -0.610 | -0.327 | -0.342 | -0.025 |
| ериодиктнол хексоид | -0.430 | -0.501 | -0.262 | -0.370 | -0.102 | -0.402 | -0.341 | -0.397 | -0.500 | -0.544 | -0.207 | -0.518 | -0.196 | -0.481 | -0.422 | -0.399 |
| дериват <i>trans-p</i> -кумарне киселине | -0.425 | -0.343 | -0.505 | -0.310 | -0.575 | -0.180 | -0.489 | -0.317 | -0.504 | -0.513 | -0.276 | -0.503 | -0.521 | -0.396 | -0.526 | -0.407 |
| нарингенин-хексоид 1 | -0.332 | -0.032 | 0.037 | 0.004 | -0.160 | -0.013 | 0.088 | -0.056 | -0.636 | -0.265 | -0.506 | -0.253 | -0.310 | -0.227 | -0.146 | -0.188 |
| нарингенин-хексоид 2 | -0.272 | 0.166 | -0.221 | 0.191 | -0.194 | 0.110 | 0.120 | 0.179 | -0.375 | -0.055 | -0.271 | -0.137 | -0.238 | -0.091 | 0.003 | 0.050 |
| флоретин-хексоид | 0.305 | 0.421 | 0.302 | 0.549 | -0.115 | 0.501 | 0.503 | 0.514 | 0.143 | 0.286 | 0.214 | 0.298 | 0.038 | 0.409 | 0.392 | 0.436 |
| геистенин хексоид | -0.331 | -0.258 | -0.315 | -0.203 | -0.352 | -0.170 | -0.277 | -0.159 | -0.475 | -0.364 | -0.282 | -0.454 | -0.403 | -0.377 | -0.371 | -0.204 |
| Дандзин | -0.410 | -0.132 | -0.338 | -0.051 | 0.499 | -0.325 | 0.003 | -0.118 | -0.202 | -0.183 | -0.031 | -0.331 | 0.328 | -0.353 | 0.044 | -0.144 |
| Ацетилглицидин | -0.251 | 0.079 | -0.191 | 0.124 | -0.352 | 0.111 | 0.030 | 0.101 | -0.405 | -0.146 | -0.261 | -0.131 | -0.347 | -0.073 | -0.098 | -0.027 |
| Ацетилгенистин | -0.654 | -0.223 | -0.507 | -0.219 | 0.486 | -0.533 | -0.115 | -0.209 | -0.438 | -0.234 | -0.330 | -0.454 | 0.166 | -0.563 | -0.118 | -0.211 |
| Ацетилдандзин | -0.244 | 0.076 | -0.386 | 0.210 | 0.552 | -0.066 | 0.109 | -0.010 | 0.164 | -0.087 | 0.396 | -0.082 | 0.614 | -0.035 | 0.305 | -0.116 |
| Геистенин | -0.671* | -0.181 | -0.743* | -0.138 | 0.533 | -0.470 | -0.190 | -0.256 | -0.206 | -0.278 | -0.008 | -0.382 | 0.386 | -0.444 | -0.024 | -0.318 |
| Малонилгенистин | -0.199 | -0.181 | 0.201 | -0.153 | 0.431 | -0.351 | 0.157 | -0.050 | -0.327 | -0.024 | -0.346 | -0.204 | 0.088 | -0.324 | -0.027 | 0.057 |
| кемферол-пентозид-хексоид | 0.054 | -0.145 | 0.453 | -0.125 | 0.255 | -0.195 | 0.205 | 0.025 | -0.221 | 0.065 | -0.307 | -0.118 | -0.017 | -0.192 | -0.028 | 0.163 |
| лутеолин-хексоид | -0.165 | 0.062 | 0.173 | 0.111 | 0.396 | -0.120 | 0.334 | 0.152 | -0.298 | 0.068 | -0.280 | -0.103 | 0.120 | -0.172 | 0.156 | 0.165 |
| лутеолин-рамнозид-хексоид | 0.254 | 0.701* | 0.130 | 0.720* | 0.337 | 0.505 | 0.705* | 0.708* | 0.359 | 0.605 | 0.244 | 0.344 | 0.407 | 0.408 | 0.692* | 0.628 |

НЕ – Неинокулисано

ДА – Инокулисано

*корелације су статистички значајне ($p < 0.05$)

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Владимир Миладиновић

Број индекса: РА12/45

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Утицај формирања азотофиксирајућих нодула на морфолошке особине, принос и квалитет семена 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 аутора

У Београду, 28.12.2021

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Владимир Миладиновић

Број индекса: РА12/45

Студијски програм: Пољопривредне науке, Ратарство и повртарство

Наслов рада: Утицај формирања азотофиксирајућих нодула на морфолошке особине, принос и квалитет семена соје

Ментор: Др Зора Дајић-Стевановић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањења 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 аутора

У Београду, 28.12.2021

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Утицај формирања азотофиксирајућих нодула на морфолошке особине, принос и квалитет семена соје

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла 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 одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 28.12.2021
