

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

На шестој редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одржаној 14. 04. 2026. године, на основу молбе ментора, др Соње Вељовић Јовановић, научног саветника Универзитета у Београду - Института за мултидисциплинарна истраживања (у даљем тексту ИМСИ) и др Филис Морине, научног саветника Института за молекуларну биологију биљака, чешке академија наука из Чешких Буђејовица, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације **Ане С. Седларевић Зорић**, стручног сарадника, ИМСИ под насловом: „**Секундарни метаболизам и антиоксидативни статус жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током формирања гала изазваних жишком (*Rhinusa pilosa* Gyllenhal)**“, у саставу:

1. др Анета Сабовљевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Биолошки факултет
2. др Тијана Цветић Антић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Биолошки факултет
3. др Веле Тешевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Хемијски факултет
4. др Иво Тошевски, научни саветник у пензији, Институт за заштиту биља и животну средину,
5. др Јелена Савић, научни саветник, Универзитет у Београду – Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Институт од националног значаја за Републику Србију

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију кандидаткиње и Наставно-научном већу Универзитета у Београду- Биолошког факултета подноси следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**Општи подаци о докторској дисертацији**

Докторска дисертација **Ане С. Седларевић Зорић** под насловом: „**Секундарни метаболизам и антиоксидативни статус жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током формирања гала изазваних жишком (*Rhinusa pilosa* Gyllenhal)**“ представља оригинално научно истраживање чији је експериментални део реализован на Одсеку за науке о живим системима у Групи за одговор биљака на стрес, Универзитета у Београду – Института за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Института од националног значаја за Републику Србију.

Докторска дисертација је написана на укупно 150 страна и састоји се од следећих поглавља: УВОД (41 страна), ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА (1 страна), МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ (24 стране), РЕЗУЛТАТИ (25 страна), ДИСКУСИЈА (18 страна), ЗАКЉУЧЦИ (2 стране), ЛИТЕРАТУРА (34 стране) и ПРИЛОЗИ (5 страна). Докторска дисертација садржи укупно 47 слика (15 у поглављу Увод, 8 у поглављу Материјал и методе, 23 у поглављу Резултати, 1 у поглављу Дискусија) и 7 табела (1 у поглављу Материјал и методе, 4 у поглављу Резултати и 2 у поглављу Прилози). Поглавље Литература садржи 619 библиографских јединица. Поред наведеног, докторска дисертација садржи и насловну страну на српском и енглеском језику, податке о менторима и члановима комисије, захвалницу, сажетак дисертације на српском и енглеском језику са кључним речима, листу скраћеница и садржај. На крају дисертације су приложени следећи документи: Биографија аутора, Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу (5 страна).

Ова докторска дисертација је урађена на Институту за мултидисциплинарна истраживања, Одсек за науке о живим системима, Универзитета у Београду - Института од националног значаја за Републику Србију, и на Институту за заштиту биља и животну средину, Одсек за штеточине биља. Истраживања ове докторске дисертације су реализована у оквиру пројеката финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије: „Модификације антиоксидативног метаболизма биљака са циљем повећања толеранције на абиотски стрес и идентификација нових биомаркера са применом у ремедијацији и биомониторингу деградираних станишта“, руководиоца др Соња Вељовић Јовановић (ИИИ 43010, 2011-2019. године)

## **Анализа докторске дисертације**

Докторска дисертација Ане Седларевић Зорић припада ужој научној области физиологије и молекуларне биологије биљака.

Предмет истраживања ове докторске дисертације јесте испитивање комплексних промена у антиоксидативном, примарном и секундарном метаболизму жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током његове интеракције са галиколним жишком (*Rhynusa pilosa* Gyll.) и специфичног процеса биохемијског репрограмирања биљних ткива при формирању гала (при галогенези).

**Уводно поглавље** садржи шест тематских целина у којима је изнет преглед досадашњих сазнања из литературе која су у складу са предметом истраживања проблематике ове докторске дисертације. У оквиру прве тематске целине разматран је биотички стрес код биљака, са посебним фокусом на хербиворију и специфичан процес формирања, развића и адаптивног значаја гала. У овом делу се истиче да биотички стрес изазивају патогени или паразитски организми, попут бактерија, гљива, вируса и инсеката, који директно нарушавају метаболичку хомеостазу биљке. Инсекти представљају један од најзначајнијих фактора биотичког стреса, јер се скоро половина познатих врста храни биљним ткивима, активирајући при томе сложене сигналне мреже и одбрамбене механизме биљке путем специфичних хемијских сигнала (елицитора). Гале се дефинишу као јединствене биљне структуре настале хипертрофијом (увећањем ћелија) и хиперплазијом (убрзаним деобама), које инсекти индукују како би преузели развојне програме биљке и

створили себи заштићено микроокружење богато нутријентима за своје јувенилне облике. Посебно се наглашава коеволуција биљака и инсеката, где специјализоване интеракције, попут оних код галиколних врста, доводе до тога да биљка чак и диференцирана ткива преводи у меристемско стање ради формирања гала. У оквиру друге тематске целине разматран је оксидативни стрес и антиоксидативни систем у одговору на хербиворију и галогенезу. И хербиворија и галогенеза значајно нарушавају редокс равнотежу, активирајући одбрамбене и сигналне механизме. Ензими (супероксид- дисмутазе, пероксидазе, ензими аскорбат-глутатион циклуса) и неензимски антиоксиданти (аскорбат, глутатион, феноли) одржавају равнотежу и спречавају оштећења током биотичког стреса. У оквиру треће тематске целине разматран је антиоксидативни одговор биљке на хербиворију и индукцију гала. Овај део дисертације детаљно описује антиоксидативни систем као високо координисану мрежу која одржава редокс-хомеостазу кроз баланс између стварања и неутрализације реактивних кисеоничних врста (РОС-а). У оквиру четврте тематске целине разматране су измене примарног метаболизма биљака као одговор на биотички стрес, са нагласком на промене у фотосинтези и метаболизму угљених хидрата и аминокиселина. Објашњено је да биљке на биотички стрес одговарају сложеним репрограмирањем које обухвата мобилизацију угљеника и азота, као и модулацију фотосинтетске активности ради усмеравања ресурса ка одбрани или формирању гала. Гале су фотосинтетски дефицитарна ткива која делују као снажни потрошачи (увир ткива). Посебно је наглашена улога трехалозе и трехалоза-6-фосфата (Т6Р) у регулацији метаболизма угљених хидрата и њиховом усмеравању ка ткиву гале. Гале акумулирају значајно веће концентрације слободних аминокиселина, делујући као нутритивни резервоари азота за развиће ларви, што потврђује хипотезу о нутријентима. У оквиру пете тематске целине разматран је секундарни метаболизам и структурна одбрана у одговору на биотички стрес, са посебним освртом на фенолна једињења и лигнификацију. У оквиру шесте тематске целине разматран је компромис између раста и одбране биљке, односно начин на који биљке прилагођавају свој опстанак у променљивом окружењу балансирајући између улагања у примарни метаболизам и активације одбрамбених стратегија. Објашњен је концепт преласка биљних ткива из улоге произвођача асимилата (извор ткива) у улогу потрошача ресурса (увир ткива). Овај процес је посебно изражен код формирања гала, које губе свој ауотрофни карактер и постају приоритетна места за акумулацију енергије на рачун остатка биљке.

У поглављу **Циљеви истраживања** јасно су дефинисани следећи специфични циљеви:

- Анализа редокс равнотеже и улога аскорбат-глутатион циклуса: праћење активности антиоксидативних система током различитих фаза развића гале ради разјашњавања њихове улоге у одбрани биљке или у спречавању некрозе ткива, чиме се омогућава несметано развиће гале;
- Специфичност одговора по органима (лист и стабло): упоређивање метаболичких и сигналних одговора у листовима и стаблу током хербиворије и овипозиција, уз праћење садржаја слободних аминокиселина као показатеља нутритивне прерасподеле и орган-специфичне адаптације током галогенезе;
- Испитивање динамике репрограмирања примарног метаболизма: истраживање како галиколни инсекти модификују физиолошку дистрибуцију хранљивих материја, претварајући ткиво домаћина из извора у увире нутритијената, са посебним фокусом на

улогу Т6Р у раној фази индукције и на инхибицију фотосинтезе у инфестираним биљним органима;

- Разграничавање фаза у којима пероксидазе класе III доприносе „лабављењу“ ћелијског зида ради хипертрофије гале од фаза у којима подстичу лигнификацију као одговор на хербиворију.

У поглављу **Материјал и методе** кандидаткиња је детаљно описала експерименталне протоколе и методе које су коришћене током израде докторске дисертације. Детаљно је описан дизајн експеримента који је обухватио следеће кључне фазе и поступке: узгој и припрема модел организама биљке жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.). Паралелно је одржавана узгојна колонија жишка *Rhinusa pilosa* Gyll., при чему је праћен специфичан процес овипозиције у апикални меристем стабла *L. vulgaris*. Овај део истраживања је урађен на Институту за заштиту биља и животну средину, Одсеку за штеточине биља. Експериментални дизајн је обухватио три основне групе биљака ради прецизног разграничења ефеката: контролне неинфестираних биљке, биљке изложене искључиво хербиворији (исхрани инсеката *R. pilosa*) и биљке са галама у пет различитих фаза развића (од 24 сата до 10 дана након овипозиције). Посебна пажња посвећена је сепарацији биљних органа, па су за анализе одвојено прикупљани делови стабла и листови. Сви узорци су одмах замрзавани у течном азоту и чувани на -80 °C ради очувања стабилности метаболита. Кандидаткиња је детаљно описала протоколе за екстракцију растворних угљених хидрата, слободних аминокиселина и фенолних једињења, као и њихову анализу и квантификацију. Детаљно је описан поступак екстракције аскорбата и глутатиона, и одређивање њихове концентрације спектрофотометријски и помоћу течне хроматографије високих перформанси (енг. *high-performance liquid chromatography*, HPLC). У експерименталном раду је примењен широк спектар метода: спектрофотометрија и HPLC (за квантификацију аскорбата, глутатиона, растворних угљених хидрата и слободних аминокиселина); UHPLC-MS/MS Orbitrap (за структурну карактеризацију и идентификацију специфичних фенолних једињења у цецидогену и стаблу); OJIP тест (за анализу брзе кинетичке флуоресценције хлорофила ради процене ефикасности фотосистема II у реалном времену); електрофоретске технике: примењено је изоелектрично фокусирање (IEF) за раздвајање изоформи пероксидаза, као и SDS-PAGE и Western blot метода за детекцију изоформи супероксид-дисмутазе (SOD). На крају овог поглавља наведени су статистички тестови који су примењени у анализи података, као и софтверски пакет који је коришћен. Поузданост добијених резултата потврђена је применом Tukey HSD post hoc теста за поређење средњих вредности и Mann-Whitney U теста, коришћењем програма IBM SPSS Statistics.

У оквиру поглавља **Резултати**, кандидаткиња је у оквиру седам тематских целина (поглавља 4.1. Иницијација и развиће галозног ткива (галогенеза) на стаблу *L. vulgaris*; 4.2. Промене у фотосинтетском апарату при галогенези; 4.3. Садржај растворних и нерастворних угљених хидрата у ткиву *L. vulgaris* под утицајем галогенезе; 4.4. Промена садржаја слободних аминокиселина у стаблу *L. vulgaris* под утицајем галогенезе и хербиворије; 4.5. Улога секундарних метаболита фенолпропаноидног биосинтетског пута у интеракцији ланилиста и *R. pilosa*; 4.6. Концентрација лигнина; 4.7. Ефекат хербиворије и развића гала на антиоксидативни метаболизам *L. vulgaris*. Резултати су представљени у виду графика и табела са јасним објашњењима у легендама, поткрепљеним статистичким подацима.

У оквиру првог потпоглавља резултата налазе се резултати иницијације и развића галозног ткива (галогенезе) на стаблу *L. vulgaris*. Праћењем биљака након овипозиције (полагања јаја) утврђено је да се прве морфолошке промене у виду бубрења стабла јављају након 48 сати, али да у тој фази још увек нема значајног повећања масе ткива. Значајан пораст масе галозног ткива забележен је седам дана након овипозиције, готово дупло више у односу на контролно стабло. Примећено је да одрасле јединке жишка *R. pilosa* изазивају видљива оштећења на стаблу услед исхране већ у првих 24 часа након постављања на биљку. Потпуно формиране гале су описане као глобуларне, округле или дугуљасте структуре смештене у апикалној зони стабла, са просечним димензијама од око  $18,7 \times 9,1$   $\mu\text{m}$ . Ово потпоглавље описује временски оквир (од 24 сата до 10 дана након овипозиције) за све даље биохемијске анализе примарног и секундарног метаболизма приказане у дисертацији.

У оквиру другог потпоглавља Резултата налазе се подаци који описују промене у фотосинтетском апарату при галогенези. Ово истраживање обухватило је анализу фотосинтетских пигмената и ефикасности фотосинтезе применом ОЈР теста. У потпуно формираним галама (седам дана након овипозиције) утврђен је драстичан пад концентрације пигмената у односу на контролно стабло. Такође је забележен и значајно нижи ниво каротеноида у галозном ткиву. Формирање гале на стаблу није довело до промена у садржају хлорофила у листовима исте биљке, мада је уочен благи пад садржаја каротеноида у односу на контролне листове. ОЈР анализа флуоресценције показала је да је примарна фотохемија у реакционим центрима PSII остала стабилна, јер вредности максималног квантног приноса ( $F_v/F_m$ ) код гала нису значајно одступале од вредности у контролном стаблу. Ово сугерише да не долази до директног фотоинхибиторног оштећења у самом центру фотосистема. Иако су реакциони центри стабилни, у галама је уочена значајна инхибиција даљег протока електрона. Забележен је смањен квантни принос транспорта електрона од примарног ( $Q_A$ ) ка секундарном ( $Q_B$ ) акцептору, као и значајно смањење протока електрона ка фотосистему I. Ови подаци су потврђени кроз параметре RE10 и ET20 који су били статистички значајно нижи у галозном ткиву. Резултати су потврдили да формирање гала на стаблу не нарушава фотосинтетске перформансе листова, јер сви мерени ЈР параметри у листовима инфицираних биљака нису показивали разлике у односу на контролу. Ови резултати јасно показују да током галогенезе долази до локализованог пропадања фотосинтетског апарата у ткиву стабла, чиме се оно трансформише из аутотрофног у хетеротрофно увир ткиво, потпуно зависно од асимилата који пристижу из функционалних листова.

У оквиру трећег потпоглавља Резултата налазе се резултати садржаја растворних и нерастворних угљених хидрата у ткиву *L. vulgaris* под утицајем галогенезе. Ово истраживање је пружио кључне податке о томе како индукција гала мења енергетски метаболизам биљке. Најдраматичнија промена забележена је у раној фази иницијације гала (фаза G1S, 24 сата након овипозиције), где је садржај трехалозе у стаблу порастао чак 14 пута у односу на контролне вредности. Овај пораст је пролазног карактера, јер се у каснијим фазама развића гале ниво трехалозе значајно смањује. Утврђен је значајан пораст сигналног молекула Т6Р како при хербиворији, тако и током ране фазе формирања гала на стаблу. Занимљиво је да листови показују супротан тренд – ниво Т6Р у њима опада током развића гала на стаблу. Како се гала развија (фаза G4S), долази до накупљања глукозе, фруктозе и туранозе. Док хербиворија (исхрана инсекта) доводи до значајног пада садржаја скроба услед његове разградње у малтозу, у самом ткиву гала није уочена значајна разлика у нивоу

скроба у поређењу са контролом. Са друге стране, садржај укупних нерастворних угљених хидрата (ТС) се постепено повећавао са развићем гале. Смањење растворних угљених хидрата у листовима инфестираних биљака, уз истовремени пораст у стаблу са галом, потврђује да гале делују као снажни метаболички понори који активно повлаче ресурсе из остатка биљке. Ови резултати указују на то да инсект *R. pilosa* мења сигналне путеве угљених хидрата (нарочито преко Т6Р и трехалозе) како би репрограмирао метаболизам биљке-домаћина у своју корист.

У оквиру четвртог потпоглавља Резултата налазе се резултати промена садржаја слободних аминокиселина у стаблу *L. vulgaris* под утицајем галогенезе и хербиворије. Утврђено је да се садржај укупних слободних аминокиселина значајно разликује у зависности од тога да ли је биљка изложена механичком оштећењу при исхрани инсекта (хербиворија) или биохемијској модулацији током развића гале. Највећа акумулација аминокиселина забележена је у стабу након хербиворије, где је садржај био 10 пута већи у односу на контролно стабло и око два пута већи у односу на стабло са галом. Посебно се издваја екстремни скок аспаргина (Asn), чији је ниво порастао чак 128 пута. Глутамин (Gln) је најзаступљенији и код хербиворије и у галама, чинећи око 40–45% укупног садржаја аминокиселина. Код хербиворије је забележен пораст глутамина од око 25 пута, док је у галама тај пораст износио између 9 и 11 пута у односу на контролу. Развиће гале карактеришу специфичне фазе накупљања аминокиселина: у фази од седам дана (G4S) долази до повећања нивоа глутаминске киселине, глицина, лизина и серина; у фази од десет дана (G5S) јавља се „други талас“ акумулације, са значајним порастом аспаргинске киселине, валина, аргинина, леуцина, фенилаланина и триптофана. Ово указује да гале служе као нутритивни резервоар који обезбеђује ресурсе за завршне фазе развића ларве. Док су неке аминокиселине драматично порасле, друге су смањиле свој удео у укупним резервама, попут серина, глутаминске и аспаргинске киселине. Ови резултати потврђују хипотезу о нутријентима, показујући да инсект манипулише метаболизмом азота у биљци како би трансформисао ткиво стабла у ресурс богат храњивим материјама неопходним за опстанак и развиће ларви.

У оквиру петог потпоглавља Резултата налазе се резултати улоге секундарних метаболита фенилпропаноидног биосинтетског пута у интеракцији ланилиста и жишка *R. pilosa*. Ово истраживање доноси кључне увиде у хемијску комуникацију између инсекта и биљке, са посебним фокусом на идентификацију сигнала за индукцију гала. По први пут је описан хемијски састав овипозиционе течности (цецидогена) жишка *R. pilosa*. Применом UHPLC–MS/MS OrbiTrap анализе идентификовано је укупно 43 једињења у цецидогену, док је у стаблу ланилиста нађено 49 једињења. Утврђено је да цецидоген садржи три специфична фенолна једињења која одсуствују у интактном биљном ткиву: протокатехуинску киселину, диосметин-*O*-ацетилрутинозид и неидентификовано једињење (гликозид). Сматра се да ови метаболити, које инсект највероватније модификује током исхране и акумулира у својим жлездама, представљају примарни стимулус за превођење диференцираног биљног ткива у меристемско стање. Компаративна анализа је показала да је садржај растворних фенолних једињења и флавоноида у ткиву развијене гале значајно нижи у односу на контролно стабло. Ово указује на то да инсект успешно потискује одбрамбене механизме биљке како би ткиво гале учинио нутритивно погоднијим за исхрану ларви. Док је у галама ниво фенола низак, у листовима инфестираних биљака забележен је значајан пораст хидроксициметних киселина (HCAs), што представља системски одговор биљке и јачање њене индиректне одбране. Највећа концентрација HCAs везаних за ћелијски

зид забележена је у раној фази развића гале (старост 48 часова), што је двоструко више у односу на старије гале. Ова акумулација у почетним фазама вероватно је повезана са раним процесима морфогенезе и структурног преобликовања ткива. Ови резултати потврђују да жижак *R. pilosa* врши преусмеравање метаболизма биљке-домаћина, користећи специфичне хемијске сигнале за иницијацију галогенезе уз истовремено слабљење хемијске одбране биљке у зони исхране ларви.

У оквиру шестог потпоглавља Резултата налазе се резултати концентрације лигнина у биљном ткиву *L. vulgaris* под утицајем хербиворије и процеса галогенезе. Истраживање је показало да је концентрација лигнина значајно већа у узорцима стабла на којима су се хранили одрасли инсекти у односу на контролу. Ово потврђује да биљка на механичко оштећење и исхрану хербивора одговара појачаном лигнификацијом, чиме се ћелијски зид учвршћује и ствара физичка баријера даљем нападу. За разлику од хербиворије, у стаблу са галама старим седам дана (G4S) измерена је најмања концентрација лигнина, која је била на нивоу контролних вредности. Овакав резултат сугерише да је за почетне фазе развића гале неопходно одсуство јаке лигнификације како би се одржала еластичност и флексибилност ткива. То омогућава несметану хипертрофију ћелија и брзу експанзију галозне структуре коју инсект индукује. Ови резултати јасно разграничавају одбрамбену стратегију биљке током хербиворије (јачање ткива) од специфичног метаболичког стања унутар саме гале, где се лигнификација супримира ради физичког раста нове структуре.

У оквиру седмог потпоглавља Резултата налазе се резултати ефекта хербиворије и развића гала на антиоксидативни метаболизам *L. vulgaris*. Ово истраживање је пружило детаљан увид у то како различити типови биотичког стреса мењају редокс хомеостазу биљке кроз промене у неензимским и ензимским компонентама заштите. У стаблу развијених гала (фазе G3 и G4) укупни садржај аскорбата (Asc + DHA) био је двоструко већи у поређењу са контролним стаблом, али је истовремено забележен пад редокс стања (% RsA), што указује на интензивну потрошњу овог антиоксиданта током галогенезе. Утврђено је да хербиворија подстиче акумулацију редукованог глутатиона (GSH) у стаблу. Насупрот томе, развиће гала доводи до трошења GSH у листовима и драматичне акумулације оксидованог облика (GSSG) у стаблу, који је код формираних гала био чак 6 пута већи него у контроли. Специфична активност пероксидаза (solPOD) била је највећа у стаблу након хербиворије. Посебно значајан резултат је детекција две специфичне изоформе solPOD које су присутне искључиво у ткиву гала, што потврђује постојање високо специјализованог сигналног пута којим инсект усмерава развиће биљке домаћина. Забележен је значајан пад активности аскорбат пероксидазе (APX) у ткиву гала (за око 40–46%), што омогућава локалну акумулацију РОС-а неопходних за репрограмирање ткива. Код хербиворије је уочен пораст активности ензима дехидроаскорбат редуктазе (DHAR), док је активност монодехидроаскорбат редуктазе (MDAR) била значајно нижа у односу на контролу. Western blot анализом су детектовне изоформе Cu/ZnSOD и MnSOD у свим узорцима. Хербиворија је индуковала умерено повећање Cu/ZnSOD изоформи, док је присуство више изоформи MnSOD у галама указало на специфичне адаптације на оксидативни стрес изазван процесом галогенезе. Ови резултати јасно разграничавају антиоксидативни одговор биљке: док хербиворија мобилише систем за одбрану и ојачавање ткива, током галогенезе инсект успешно мења ове механизме како би спречио некрозу и усмерио РОС ка морфогенези нове структуре.

Ослањајући се на литературне податке, кандидаткиња је у оквиру поглавља **Дискусија** дала критички осврт на резултате докторске дисертације. У оквиру три тематске

целине кандидаткиња је систематично обрадила и дискутовала све добијене резултате. Дискутован је одговор биљке *Linaria vulgaris* на хербиворију. Утврђено је да исхрана инсекта покреће системске промене које обухватају акумулацију сигналног молекула Т6Р, разградњу скроба и накупљање малтозе, што указује на брзу ремобилизацију енергије за одбрану. Забележен је драстичан пораст укупних аминокиселина (10 пута), при чему је скок аспаргина од 128 пута идентификован као кључни механизам за транспорт азота и системски одговор на стрес. У домену секундарног метаболизма, хербиворија подстиче синтезу фенола и лигнификацију стабла, док антиоксидативни систем реагује на оксидативни стрес повећањем садржаја глутатиона и активацијом Cu/ZnSOD и DHAR ензима ради одржавања редокс равнотеже. У делу где су описане метаболичке промене током галогенезе, дат је први опис хемијског профила цецидогена (овипозиционе течности), где су протокатехуинска киселина, диосметин-*O*-ацетилрутинозид и специфичан гликозид идентификовани као примарни стимули за „биохемијску отмицу“ биљног ткива и његово превођење у меристемско стање. Гале су потврђене као снажна потрошачка ткива (увири) која користе пролазни скок трехалозе (14 пута увећану) за рану диференцијацију, док у зрелој фази развића гале акумулирају хексозе и аминокиселине (фенилаланин, триптофан), формирајући нутритивни резервоар за ларву. Посебно је истакнута улога антиоксидативног метаболизма где пад активности APX ензима омогућава локалну акумулацију РОС-а неопходних за морфогенезу, док специфичне изоформе пероксидаза, присутне искључиво у галама, регулишу „лабављење“ ћелијског зида ради хипертрофије. Интеракција у модел систему *R. pilosa* – *L. vulgaris* је дискутована као пример коеволуције у којој инсект преузима развојне путеве домаћина, омогућавајући формирање гале која функционише као структура налик плоду. Дискусија пружа снажну подршку за три основне адаптивне хипотезе: хипотезу о нутријентима (акумулација ресурса), хипотезу о заштити (лигнификовани спољашњи слојеви галозне структуре) и хипотезу о микроокружењу (одржавање хомеостазе гасова и заштита од исушивања). Наглашено је да је за овај процес неопходан континуирани молекуларни дијалог, јер у случају угинућа ларве- развиће гале престаје, што указује на сталну супресију одбрамбених одговора биљке од стране инсекта.

У поглављу **Закључци** кандидаткиња је дала више концизних закључака који су произашли из анализе резултата њене докторске дисертације. Полазећи од постављених циљева истраживања изведен је закључак да интеракција између жутог ланилиста (*L. vulgaris*) и жишка *R. pilosa* представља високо специјализован процес у којем инсект биохемијски репрограмира биљни метаболизам ради развића својих јувенилних фаза унутар гале. На основу добијених резултата, кандидаткиња је извела следеће кључне закључке:

- По први пут је утврђен састав цецидогена (овипозиционе течности) инсекта, који садржи специфична фенолна једињења (протокатехуинску киселину и диосметин-*O*-ацетилрутинозид) која одсуствују у неинфестираном ткиву и делују као примарни сигнали за почетак развића гале;
- Трансформација у потрошачко (увир) ткиво: утврђено је да гале постају снажни метаболички понори који активно повлаче ресурсе из остатка биљке. Рану фазу карактерише екстремни скок трехалозе и трехалоза-6-фосфата, док развијене гале акумулирају хексозе и губе фотосинтетски капацитет, чиме ткиво постаје потпуно хетеротрофно;
- Док хербиворија подстиче скок слободних аминокиселина, нарочито аспаргина, за системску одбрану, гале делују као нутритивни резервоари са доминацијом глутамина и

„другим таласом“ акумулације специфичних аминокиселина у завршним фазама развића ларве;

- Уместо јачања одбране, у галама долази до супресије аскорбат пероксидазе, што омогућава накупљање реактивних кисеоничних врста неопходних за „лабављење“ ћелијског зида и растење ткива. Истовремено, детекција специфичних изоформи пероксидаза које се јављају искључиво у галама потврђује постојање јединственог сигналног пута којим инсект манипулише биљком;

- Разграничење одговора: Прецизно је раздвојена стратегија одбране током хербиворије (лигнификација и јачање ткива) од стратегије коју инсект намеће током галогенезе (смањење нивоа фенола и одржавање флексибилности ткива ради хипертрофије);

- Резултати пружају свеобухватне доказе за хипотезе о нутријентима, заштити и микроокружењу, док истовремено наглашавају да је за овај процес неопходан континуирани молекуларни дијалог између биљке и инсекта.

У поглављу **Литература** наведено је 619 библиографских јединица које су на адекватан начин цитиране при писању дисертације. Ове референце су коришћене за постављање теоријског оквира, поткрепљивање резултата, интерпретацију дискусије и формулисање закључака. Навођење литературе је изведено јасно, конзистентно и примерено, како по садржају, тако и по месту цитирања у тексту.

У поглављу **Прилози** налазе се додатне табеле.

## Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације

Б1. Радови у часописима међународног значаја:

1. Sedlarević, A., Morina, F., Toševski, I., Gašić, U., Natić, M., Jović, J., ... & Veljović Jovanović, S. (2016). Comparative analysis of phenolic profiles of ovipositional fluid of *Rhinusa pilosa* (Mecynini, Curculionidae) and its host plant *Linaria vulgaris* (Plantaginaceae). *Arthropod-Plant Interactions*, 10(4), 311-322. <https://doi.org/10.1007/s11829-016-9435-y> (M21)
2. Sedlarević Zorić, A., Morina, F., Toševski, I., Tosti, T., Jović, J., Krstić, O., & Veljović Jovanović, S. (2019). Resource allocation in response to herbivory and gall formation in *Linaria vulgaris*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 135, 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.11.032> (M21a)

Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја:

1. Sedlarević A., Morina F., Toševski I., Jović J., Gašić U. & Veljović Jovanović, S. (2015). Comparison of phenolic profiles of *Rhinusa pilosa* and *Linaria vulgaris*. Changes in phenolics and peroxidase activity during gall formation. 2<sup>nd</sup> International Conference on Plant Biology 21<sup>st</sup> Symposium of the Serbian Plant Society, Petnica, Serbia, 186 (M34)

## Провера оригиналности докторске дисертације

Докторска дисертација „**Секундарни метаболизам и антиоксидативни статус жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током формирања гала изазваних жишком (*Rhinusa pilosa* Gyllenhal)**“, кандидаткиње **Ане С. Седларевић Зорић**, број индекса Б3020/2013, послата је 11.05.2026. на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор је добио дана 11.05.2026. (у даљем тексту: Извештај).

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (у даљем тексту Правилник) и налаза у извештају из програма *iThenticate* којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације констатујемо да утврђено подударање текста износи 14%. Овај степен подударности условљен је преклапањем личних имена и општих научних термина, навођења научних звања и афилијација чланова комисије, коришћења стручних израза и скраћеница карактеристичних за научну област из које је докторска дисертација, што је у складу са чланом 9.

Узимајући у обзир наведено, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, Извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидаткиње **Ане С. Седларевић Зорић**, под насловом „**Секундарни метаболизам и антиоксидативни статус жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током формирања гала изазваних жишком (*Rhinusa pilosa* Gyllenhal)**“, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

## Мишљење и предлог Комисије

Увидом у докторску дисертацију **Ане С. Седларевић Зорић**, као и у научне публикације проистекле из резултата ове докторске дисертације, Комисија закључује да ова докторска дисертација представља оригинални и значајан научни допринос у области физиологије и молекуларне биологије биљака. Добијени резултати представљају значајан допринос фундаменталним и примењеним научним сазнањима у области физиологије биљака и интеракција између биљака и инсеката. Кандидаткиња је показала висок степен познавања научне проблематике, компетентност за самостални експериментални рад и критичку анализу добијених резултата.

На основу свега наведеног, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом **„Секундарни метаболизам и антиоксидативни статус жутог ланилиста (*Linaria vulgaris* Mill.) током формирања гала изазваних жишком (*Rhinusa pilosa* Gyllenhal)“** и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Биолошког факултета да овај извештај прихвати и одобри **Ани С. Седларевић Зорић** јавну одбрану докторске дисертације.

У Београду, 13.05.2026.године

**Комисија:**

---

др Анета Сабовљевић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Тијана Цветић Антић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Веле Тешевић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

др Иво Тошевски, научни саветник у пензији  
Институт за заштиту биља и животну средину

---

др Јелена Савић, научни саветник  
Универзитет у Београду – Институт за биолошка  
истраживања „Синиша Станковић“, Институт од  
националног значаја за Републику Србију