

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

На II редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одржаној 15. 11. 2019. године, на основу дописа ментора, др Слободана Макарова, редовног професора Универзитета у Београду - Биолошког факултета и др Луке Лучића, редовног професора Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације Звездане С. Јовановић, истраживача сарадника Универзитета у Београду - Биолошког факултета, под насловом: “Онтогенетска, хистолошка, семиохемијска и етолошка истраживања врсте *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881), (Diplopoda, Julida, Julidae)”, у саставу:

1. Др Слободан Макаров, редовни професор Универзитета у Београду – Биолошког факултета, ментор;
2. Др Лука Лучић, редовни професор Универзитета у Београду – Биолошког факултета, ментор;
3. Др Александра Кораћ, редовни професор Универзитета у Београду – Биолошког факултета, члан;
4. Др Софија Павковић-Лучић, редовни професор Универзитета у Београду – Биолошког факултета, члан;
5. Др Љубодраг Вујисић, доцент Универзитета у Београду – Хемијског факултета, члан.

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију Звездане С. Јовановић и Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Биолошког факултета подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација Звездане С. Јовановић написана је на 141 страници и садржи 28 слика и 11 табела. Текст докторске дисертације је подељен на 7 поглавља: 1. Увод (27 страна), 2. Циљеви рада (1 страна), 3. Материјал и методе (13 страна), 4. Резултати (32 стране), 5. Дискусија (18 страна), 6. Закључци (3 стране) и 7. Литература (30 страна). Такође, дисертација садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о менторима и члановима Комисије, Захвалницу, Резиме на српском и енглеском језику, Садржај, Биографију кандидата, Изјаву о ауторству, Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

Експериментални део ове докторске дисертације је урађен у Институту за Зоологију и Институту за ботанику Универзитета у Београду - Биолошког факултета и Катедри за неорганску хемију Универзитета у Београду – Хемијског факултета.

### Анализа докторске дисертације

У поглављу **Увод** дат је кратак преглед основних карактеристика класе *Diplopoda*. Након тога су објашњени типови анаморфозе који су до сада регистровани и описани код ових зглавкара, типови одбрамбених механизма и начин хемијске одбране, као и оскудни подаци о хистолошкој грађи одбрамбених жлезда. Такође, дат је преглед досадашњег познавања репродуктивног понашања код диплопода.

У поглављу **Циљеви** кандидат је јасно истакао главне задатке и циљеве који су постављени у овој тези: утврђивање типа анаморфозе, одређивање типа одбрамбених жлезда и њихове морфолошке и хистолошке грађе, утврђивање типа секреције, анализа састава одрабеног секрета, тестирање антибактеријског и антифунгалног дејства

одбрамбеног секрета, анализа репродуктивног понашања и утврђивање повезаности морфолошке варијабилности и успеха у парењу код испитиваног таксона.

Мултидисциплинарни приступ у анализи различитих аспеката биологије одабраног модел-система захтевао је коришћење разноврсних метода. Кандидат је у поглављу **Материјал и методе** исцрпно објаснио коришћене методе, као и начин прикупљања и гајења јединки у лабораторјским условима. За утврђивање типа анаморфозе и дефинисање стадијума касне постембриогенезе коришћено је осам морфолошких особина, које су поред линеарних мера укључивале и бројеве сегмената, оцела и редова оцела. Утврђивање грађе одбрамбених жлезда је захтевало припрему ткива, бојење толуидином, третирање млечном киселином, прављење ултратанких пресека, а након тога снимање и анализа на светлосном, трансмисионом електронском микроскопу и скенирајућем електронском микроскопу. За утврђивање састава одбрамбеног секрета коришћен је гасни хроматограф повезан на масено-селективи детектор и пламено-јонизациони детектор. За претрагу масених спектра добијених електронском јонизацијом коришћена је библиотека Универзитета у Београду – Хемијског факултета, као и комерцијално доступне библиотеке са великим бројем масених спектра. Антибактеријска активност одбрамбеног секрета одабране врсте је тестирана на осам бактеријских сојева дифузионом методом у бунарићима и микродилуционом методом. За испитивање антифунгалне активности на осам врста гљива коришћена је модификована верзија микродилуционе технике. Репродуктивно понашање испитиване врсте је анализирано тестирањем у ``арени за парење``, тесту избора мужјака и тесту избора женки, при чему је дефинисано и квантификовано неколико секвенци понашања. Добијене вредности су анализирани у релевантним статистичким програмима.

У поглављу **Резултати** представљени су детаљни описи резултата добијених у овој докторској дисертацији. У прикупљеном узорку регистровано је шест стадијума постембриогенезе. Анализирани су и описани регистровани стадијуми код оба пола коришћењем квантитативних и квалитативних, претходно дефинисаних, карактера. Установљено је да се полни диморфизам јавља на седмом стадијуму. Табеларно су приказане вредности анализираних морфолошких особина током касне постембриогенезе испитиваног таксона, као и све сегментне формуле које карактеришу касну постембриогенезу. Описане су морфолошке и хистолошке одлике озадена, односно три

дефинисане целине ових жлезда: резервоар, субканални регион кутикуларних навоја и изводни канал који се затвара чепом. Утврђено је да је у зиду резервоара најразвијенији секреторни слој, у чијим се ћелијама, поред осталих органела, налазе многобројне грануле различите електронске густине. Сматра се да описани и регистровани типови гранула представљају ступњеве кроз које секрет постепено сазрева. Кандидат је регистровао да се у базалном делу секреторних ћелија појављују ситни канали или тубуле, при чему од једне ћелије може полазити већи број канала којима се секрет допрема у веће сабирне канале, одакле се излучује у лумен жлезде. У одбрамбеном секрету анализирани врсте је регистровано 44 једињења која су сврстана у хиноне (12 једињења) и пентил и хексил естре засићених и незасићених масних киселина дугог низа (32 једињења). Доминантна једињења код оба пола су 2-метил-1,4-бензохинон и 2-метокси-3-метил-1,4-бензохинон. Од интереса је истаћи да су по први пут код јуломорфних стонога утврђене мале квалитативне разлике у хемопрофилу мужјака и женки. Нехинонски део секрета се састоји од изомера 10 различитих естара. Одбрамбени секрет се показао као потентни антимикуробни агенс у односу на све тестиране микроорганизме. Међутим, дефинисањем минималних инхибиторних концентрација и минималних бактерицидних концентрација, установљено је да се тестиране бактерије разликују у својој сензитивности на дејство екстракта. Даље, резултати тестирања су показали да одбрамбени секрет испитиване врсте испољава и јак антифунгални ефекат, при чему је установљено да је раст фитопатогених гљива инхибиран ниским концентрацијама у сличном опсегу за све тестиране гљиве. Серијом експеримената је показано да постоје секвенце репродуктивног понашања које су илустроване серијом фотографија. Тестови избора мужјака и женки су показали да су претходни партнери били значајно успешнији у поређењу са новим партнером у оба типа теста. Анализа линеарних мера одабраних морфолошких особина код испитиване врсте није показала значајне разлике у средњој вредности између спарених и неспарених женки и мужјака. Међутим, утврђено је да облик ногу мужјака значајно варира само између спарених и неспарених мужјака.

У поглављу **Дискусија**, резултати који су добијени током израде ове докторске дисертације су разматрани и упоређени са расположивим досадашњим студијама. Установљено је да је код *P. hungaricus* тип постембрионалног развића еуанаморфоза који је карактеристичан за већину до сада анализираних јулиформних стонога. Касна

постембриогенеза обухвата четири или пет стадијума до достизање полне зрелости, при чему се рудименти гонопода јављају на осмом стадијуму, а вулви на седмом стадијуму. Утврђено је да је за дистинкцију постембрионалних стадијума особина са највећим информационим значајем број низова оцела, док је показано да већина осталих карактера, укључујући и линеарне мере, нема релевантност у раздвајању стадијума, како се до сада сматрало за већину јулидних диплопода. Присуство варијабилности у броју сегментних формула је анализирано у филогенетском контексту. Хистолошка грађа озадана упућује да код анализираних врста постоји мерокрини начин секреције. Ултраструктурне анализе ћелија озадана су показале разлику у односу на досадашње резултате, при чему треба имати у виду да је до сада анализирано само пар врста, те сходно томе ова студија је пионирски рад у хистолошким анализама репугнаторног система диплопода. Поређени су хемопрофили анализираних врста са до сада расположивим подацима; хистонска компонента је до сада присутна у већини таксона, али се не може говорити о универзалној присутности хинона, односно о хинонској конзистенцији. Хемопрофил код *P. hungaricus* је специфичан за врсту и разликује се од свих до сада описаних профила јулиформних стонога. Филогенетски важан сигнал код анализираних таксона је одсуство фенола, што указује да је хинонски профил апоморфан карактер, који је еволуирао касније, након одвајања јулиформних стонога од заједничког претка. Један од важних резултата ове тезе је утврђивање дејства одбрамбеног секрета на инхибицију раста тестираних гљива и бактерија. До сада се овим истраживањима није посветила пажња, а добијени резултати указују на неопходност да се интензивирају анализе биолошке активности одбрамбених секрета код свих група диплопода. Кандидат је компарирао податке о копулаторном понашању *P. hungaricus* са до сада описаним таксонима, при чему је истакао да су одређене понашајне секвенце заједничке за јулиформне стоноге, као и да постоје одређене специфичности за сваки таксон понаособ.

У поглављу **Закључци** на концизан начин су сумиране релевантне информације до којих се дошло током израде ове докторске дисертације, а које су наведене и тумачене у поглављима Резултати и Дискусија.

У поглављу **Литература** дата је листа од 238 библиографских јединица. Наведене референце се односе на области истраживања које су од значаја за дисертацију и адекватно су цитиране, тако да доприносе објашњењу добијених резултата.

## **Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације**

### **Б1. Радови у часописима међународног значаја**

1. Stanković S., Dimkić I., Vujisić Lj., Pavković-Lučić S., **Jovanović Z.**, Stević T., Sofrenić I., Mitić M. B. & Tomić V. (2016). Chemical defense in a millipede: evaluation and characterization of antimicrobial activity of the defensive secretion from *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881) (Diplopoda, Julida, Julidae). *PloS ONE*, 11(12): e0167249. **(M21)**  
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0167249>
2. **Jovanović Z.**, Pavković-Lučić S., Ilić B., Vujić V., Dudić B., Makarov S., Lučić L. & Tomić T. (2017). Mating behaviour and its relationship with morphological features in the millipede *Pachyiulus hungaricus* (Karsh, 1881) (Myriapoda, Diplopoda, Julida). *Turkish Journal of Zoology*, 41(6): 1010–1023. **(M22)**  
<https://journals.tubitak.gov.tr/zoology/abstract.htm?id=21567>

### **Б3. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја**

1. **Jovanović, Z.**, Aleksić M., Lazarević A., Bogdanović M., Golić I., Lučić L., Makarov S. & Korać A. (2018). Morphology and ultrastructure of defensive glands of a millipede *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881) (Myriapoda: Diplopoda: Julida). 13<sup>th</sup> Croatian Biological Congress with International Participation, 19-23.9.2018. Poreč, Croatia, Book of Abstracts, p. 222. **(M34)**
2. **Jovanović, Z.**, Aleksić M., Golić I., Lučić L., Makarov S. & Korać, A. (2019). Study of defensive glands of *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881) (Diplopoda, Julida): morphology and ultrastructure. 18<sup>th</sup> International Congress of Myriapodology, 25-/31.8.2019. Budapest, Hungary, Program and Abstracts, p. 37. **(M34)**

## Провера оригиналности докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата Звездане С. Јовановић (Б3008/2013) послата је дана 24. 10. 2019. на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментори су добили 24. 10. 2019.

Утврђени степен подударности је износио 5%. Степен подударности је последица коришћења латинских назива врста, имена хемијских једињења, цитата, претходно публикованих радова и општих фраза и појмова.

Када се све изнето узме у обзир, Извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидата Звездане С. Јовановић под насловом “Онтогенетска, хистолошка, семиохемијска и етолошка истраживања врсте *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881), (Diploroda, Julida, Julidae)”, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

## Мишљење и предлог Комисије

Докторска дисертација Звездане С. Јовановић под насловом “Онтогенетска, хистолошка, семиохемијска и етолошка истраживања врсте *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881), (Diplopoda, Julida, Julidae)” написана је у складу са образложењем у пријави теме и садржи све релевантне елементе неопходне за овакву врсту рада. Приказани резултати јасно потврђују успешну реализацију постављених циљева истраживања. Ова докторска теза је оригинални научни допринос у области онтогеније, семиохемије, хистологије и етологије јулидних диплопода. На основу свега изложеног Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Биолошког факултета да прихвати овај извештај и одобри кандидату Звездани С. Јовановић јавну одбрану докторске дисертације под насловом “Онтогенетска, хистолошка, семиохемијска и етолошка истраживања врсте *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881), (Diplopoda, Julida, Julidae)”.

## КОМИСИЈА:

У Београду, 15. 11. 2019. године

---

др Слободан Макаров, редовни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Лука Лучић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Александра Кораћ, редовни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Софија Павковић-Лучић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Биолошки факултет

---

др Љубодраг Вујисић, доцент  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет