

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
КАНДИДАТА МАРКА РОДИЋА

I	ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
	<p>1. Датум и орган који је именовео комисију: Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на 39. седници одржаној 17.9.2015.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none">• Др Љиљана Јовановић, редовни професор, уже научне области: Физичка хемија и Аналитичка хемија (16.10.1997.), Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, председник• Др Вукадин Леовац, професор емеритус, уже научна област: Неорганска хемија (12.2.2015), Универзитет у Новом Саду, ментор• Др Горан Богдановић, научни саветник, уже научна област: Хемијска кристалографија и структурна хемија (11.7.2007), Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду, ментор• Др Каталин Месарош Сечењи, редовни професор, уже научна област: Аналитичка хемија (1.4.2004.), Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан• Др Љиљана Војиновић Јешић, ванредни професор, уже научна област: Неорганска хемија (9.11.2012.), Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан• Др Милан Јоксовић, ванредни професор, уже научна област: Органска хемија (16.1.2014), Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу, члан
II	ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
	<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Марко, Владо, Родић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 24.6.1987., Сремска Митровица, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије, Мастер хемичар</p>

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:
2011., Докторске академске студије хемије
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: —
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: —

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Комплекси Co(III), Ni(II) и Cu(II) са хидразонима неких 2-пиридил-кетона

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација припада научној области Неорганске хемије. Предмет истраживања ове докторске дисертације је синтеза, физичко-хемијска, структурна и биолошка карактеризација комплексних једињења кобалта(III), никла(II) и бакра(II) са хидразонима неких 2-пиридил-кетона.

Написана је на српском језику (латиница), а извод је дат на српском и енглеском језику. Докторска дисертација је обима 149 странице куцаног текста и садржи 7 поглавља, 19 табела, 53 слике, 18 шема, 2 прилога и 190 библиографских јединица. Чине је следећих седам поглавља: (1) Увод, (2) Теоријски оквири, (3) Експериментални део, (4) Резултати и дискусија (5) Закључак, (6) Summary и (7) Литература; као и два прилога (30 страна).

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов. Наслов докторске дисертације је јасно и прецизно формулисан и у складу је са тематиком и садржајем истраживања.

Увод. У овом поглављу је у основним цртама дат преглед координационе хемије тиосемикарбазона и ацилхидразона и дефинисани су циљеви истраживања.

Теоријски оквири. У овом поглављу детаљно су приказани сви теоријски оквири релевантни за проблем истраживања. Оно садржи преглед координационе хемије тиосемикарбазона 2-ацетилпиридина, 2,6-диацетилпиридина, као и ацилхидразона деривата 2-ацетилпиридина и ди(2-пиридил)-кетона. Осим тога, приказана је и координациона хемија изотиосемикарбазона, са акцентом на лиганде деривате 2-ацетилпиридина и 2,6-диацетилпиридина. Сумирани су начини координације лиганда, а структурни преглед комплекса је изложен према нуклеарности и дентатности лиганда. Приступ додатним структурним подацима је омогућен преко цитираних рефкодова из Кембричке банке структурних података, који су дати уз формуле структурно окарактерисаних комплекса. Дати литературни преглед је актуелан и пружа свеобухватни увид у проблем истраживања.

Експериментални део. У овом поглављу су детаљно описани поступци синтезе лиганда и комплекса, као и њихова карактеризација микроанализом, електронским спектрима, моларном проводљивошћу и мерењима магнетне суспектибилности. Посебно је описан поступак одређивања молекулских и кристалних структура методом дифракције рендгенског зрачења на монокристалу, који је примењен на готово све синтетисане комплексе. Такође, дате су експерименталне процедуре термичке и биолошке карактеризације одабраних једињења. Експериментални поступци су приказани јасно и са довољно детаља да омогуће њихово понављање.

Резултати и дискусија. У овом поглављу су детаљно приказани и дискутовани резултати истраживања, који су груписани у четири целине:

- Комплекси са *S*-метилизотиосемикарбазоном 2-ацетилпиридина
- Комплекси са бис(*S*-метилизотиосемикарбазоном) 2,6-диацетилпиридина
- Упоредна анализа координационих веза тио- и изотиосемикарбазона 2-ацетил- и 2,6-диацетилпиридина
- Комплекси са 1-адамантоилхидразонима 2-ацетилпиридина и ди(2-пиридил)-кетона

Редослед потпоглавља, структура изложеног материјала и начин приказа постигнутих научних резултата су сагласни са очекиваним резултатима датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.

Закључак. У овом поглављу дисертације су дата закључна разматрања, у којима су сажето, јасно и прецизно сумирани резултати докторске дисертације. Сви закључци су логично изведени из резултата истраживања. Поглавље **Summary** представља адекватан превод закључка на енглески језик.

У поглављу **Литература** су наведене коришћене библиографске јединице, које су релевантне за испитивану тематику. Коришћена литература је актуелна и адекватно одабрана.

У одељку **Прилог I** и **Прилог II** су приказани инфрацрвени спектри свих једињења, односно кристалографски подаци и подаци о утачњавању структура. Ово доприноси лакшем праћењу дела текста у поглављу Резултати и дискусија, и даје увид у квалитет и поузданост примењених експерименталних структурних модела.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. V.M. Leovac, V.I. Češljević, Lj.S. Vojinović-Ješić, V. Divjaković, Lj.S. Jovanović, K. Mészáros Szécsényi, **M.V. Rodić**, "Transition metal complexes with thiosemicarbazide-based ligands. Part 56. Square-pyramidal complexes of copper(II) with 2-acetylpyridine *S*-methylisothiosemicarbazone", *Polyhedron* 28 (2009) 3570–3576 (**M21**)
2. **M.V. Rodić**, V.M. Leovac, Lj.S. Jovanović, Lj.S. Vojinović-Ješić, V. Divjaković, V.I. Češljević, "Transition metal complexes with thiosemicarbazide-based ligands: Part 59. Synthesis, structures and electrochemical properties of cobalt(III) complexes with 2-acetylpyridine *S*-methylisothiosemicarbazone", *Polyhedron* 46 (2012) 124–132 (**M22**)
3. B. Holló, **M.V. Rodić**, Lj.S. Vojinović-Ješić, V. Živković-Radovanović, G. Vučković, V.M. Leovac, K. Mészáros Szécsényi, "Crystal structure, thermal behavior, and microbiological activity of a thiosemicarbazide-type ligand and its cobalt complexes" *J. Therm. Anal. Calorim.* 116 (2014) 655–662 (**M22**)
4. V.M. Leovac, **M.V. Rodić**, Lj.S. Jovanović, M.D. Joksović, T. Stanojković, M. Vujčić, D. Sladić, V. Marković, Lj.S. Vojinović-Ješić, "Transition metal complexes with 1-adamantoyl hydrazones— cytotoxic copper(II) complexes of tri- and tetra-dentate pyridine chelators containing an adamantane ring system", *Eur. J. Inorg. Chem.* (2015) 882–895 (**M21**)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ овог истраживања била је синтеза нових комплексних једињења са лигандима хидразонима 2-пиридил-кетона, а затим одређивање њиховог хемијског састава и различитих физичко-хемијских карактеристика, термичке стабилности и биолошких својстава одабраних једињења. При томе је посебно планирана структурна карактеризација добијених лиганата и комплекса методом рендгенске дифракције на монокристалима.

Као главни резултати ове дисертације се могу навести синтезе и физичко-хемијске карактеризације 32 комплекса кобалта(III), никла(II) и бакра(II) са лигандима *S*-метилизотиосемикарбазоном 2-ацетилпиридина (HL¹), бис(*S*-метилизотиосемикарбазоном) 2,6-диацетилпиридина (H₂L²), тиосеми-*S*-метилизотиосемикарбазоном 2,6-диацетилпиридина (HL³), 1-адамантоилхидразоном 2-ацетилпиридина (HL⁴) и 1-адамантоилхидразоном ди(2-пиридил)-кетона (HL⁵). Како лиганди HL³, HL⁴ и HL⁵ до сада нису синтетисани, добијени резултати уједно представљају и прве из њихове координационе хемије. Иако је са HL¹ познато неколико комплекса, до сада ни један од њих није структурно окарактерисан, тако да су резултати приказани у овој дисертацији, значајно проширили његову координациону хемију и дали јасну слику о начинима координације овог лиганата. Такође, како је са H₂L² познат врло мали број комплекса, добијени резултати су дали значајан допринос разумевању координационе хемије овог лиганата.

Као посебно важни резултати се могу издвојити синтезе комплекса **8**, **14–16** у којима су нађени врло ретки начини координације изотиосемикарбазидних лиганата остварених тако да долази до изостанка координације изотиоамидног атома азота. Осим тога, у комплексу **17** је нађен и начин координације који укључује везу између метилованог атома сумпора и бакра(I), што представља први такав случај у координационој хемији изотиосемикарбазонских лиганата са *3d* металима

У овој тези су по први пут синтетисани и физичко-хемијски окарактерисани 1-адамантоилхидразон 2-ацетилпиридина (HL⁴) и 1-адамантоилхидразон ди(2-пиридил)-кетона (HL⁵), при чему је одређена и структура HL⁵. Са овим лигандима је у реакцијама са одговарајућим бакар(II) солима добијено укупно дванаест комплекса, од којих је десет окарактерисано рендгенском кристалографијом. Са структурне тачке гледишта, комплекси су разноврсни, а њихова структура се креће од мононуклеарних, динуклеарних до тетра- и полинуклеарних.

Цитотоксичне карактеристике лиганата HL⁴ и HL⁵, као и осам одабраних комплекса бакра(II) (**19**, **21**, **24–29**) су испитане *in vitro* на ћелијским културама цервикалног аденокарцинома (HeLa), карцинома колона (LS174), хроничне мијелоидне леукемије (K562) и крупноћелијског карцинома плућа (A549), примењујући МТТ тест. Цитотоксична активност испитиваних једињења је упоредива са активношћу цисплатине. Сви испитивани комплекси бакра(II) су показали вишу активност у поређењу са слободним хидразонским лигандима, изузев за K562 ћелије код којих је HL⁵ показао бољу активност него комплекс **24**. Уочене су мале разлике у цитотоксичној активности мононуклеарних и динуклеарних комплекса.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Кандидат је веома студиозно приступио обради и анализи прикупљених података, које је успешно систематизовао у логичке целине. Резултати истраживања су детаљно дискутовани и поређени са резултатима релевантне научне литературе. Изложени су јасно, добро илустровани помоћу табела, слика и шема, што умногоме доприноси лакшем и потпунијем праћењу објашњења и тумачења. На основу резултата и дискусије изведени су јасни и прецизни закључци, који дају одговоре на постављене задатке у овој докторској дисертацији. Стога, комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?
Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

Да ли дисертација садржи све битне елементе?
Докторска дисертација садржи све битне елементе научно-истраживачког рада.

По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

С обзиром на то да су главни резултати дисертације синтеза и изоловање нових лиганата (три) и њихових комплекса (укупно 32), као и њихова физичко-хемијска и структурна карактеризација (укупно 30 структура), они првенствено имају фундаментални и теоријски значај, имајући у виду интересантне структурне карактеристике које ови комплекси поседују. Као таква, они представљају оригинални научни допринос на пољу неорганске, односно координационе хемије. Међутим, како је извршена и биолошка карактеризација одабраних једињења (антимикробна и цитотоксична), резултати су од значаја и за даља истраживања на пољу медицинске хемије.

На висок квалитет и оригиналност спроведених истраживања указује и чињеница да је део резултата публикован у четири научна рада (два М21 и два М22).

На основу комплетног увида у докторску дисертацију кандидата Марка Родића, Комисија сматра да дисертација има све елементе оригиналног научног рада, да су у њој презентовани научни резултати који до сада нису били доступни научној литератури, те стога представљају важан и оригиналан допринос хемији.

Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања.

Комисија није уочила недостатке дисертације кандидата Марка Родића који би утицали на резултате истраживања и мишљења је да су постављени циљеви у потпуности испуњени.

X

ПРЕДЛОГ:

На основу свега наведеног, комисија предлаже да се прихвати позитивна оцена докторске дисертације под насловом „Комплекси Со(III), Ni(II) и Cu(II) са хидразонима неких 2-пиридил-кетона“ и да се кандидату Марку Родићу одобри одбрана.

КОМИСИЈА:

Др Љиљана Јовановић, редовни професор,
Природно-математички факултет,
Универзитет у Новом Саду, председник

Др Вукадин Леовац, професор емеритус,
Универзитет у Новом Саду, ментор

Др Горан Богдановић, научни саветник,
Институт за нуклеарне науке „Винча“,
Универзитет у Београду, ментор

Др Каталин Месарош Сечењи, редовни
професор, Природно-математички факултет,
Универзитет у Новом Саду, члан

Др Љиљана Војиновић Јешић, ванредни
професор, Природно-математички факултет,
Универзитет у Новом Саду, члан

Др Милан Јоксовић, ванредни професор,
Природно-математички факултет,
Универзитет у Крагујевцу, члан

У Новом Саду, Београду и Крагујевцу:
28.9.2015.