

Наставно-научном већу
Хемијског факултета
Универзитета у Београду

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације Слађане З. Ђурђић, мастер хемичара.

На редовној седници Наставно-научног већа Хемијског факултета - Универзитета у Београду, одржаној 08. априла 2021. године, одређени смо у Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације Слађане З. Ђурђић, мастер хемичара, под насловом:

„Graphene and nano-structured oxides composites as components of glucose and polyphenols biosensors“

„Композити графена и наноструктурисаних оксида као компоненте биосензора глукозе и полифенола“.

Комисија је докторску дисертацију прегледала и подноси Наставно-научном већу Хемијског факултета - Универзитета у Београду следећи:

ИЗВЕШТАЈ

А. Приказ садржаја дисертације

Докторска дисертација кандидата Слађане З. Ђурђић написана је на енглеском језику, на 147 страна А4 формата (фонт Times New Roman величине 12 pt, са проредом 1) и садржи 84 слике, 2 схеме, 10 табела, 9 математичких једначина и 346 литературних навода. Дисертација се састоји из 6 поглавља: *Увод* (2 стране), *Општи део* (54 страна), *Експериментални део* (9 страна), *Резултати и дискусија* (42 страна), *Закључак* (3 стране), *Литература* (20 страна). Поред тога, дисертација садржи: *Захвалницу* на енглеском и српском језику, *Изводе* на енглеском и српском језику, *Садржај*, *Листу скраћеница*, *Биографију кандидата* на енглеском и српском језику, *Списак објављених радова*, *Изјаву о ауторству*, *Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада* и *Изјаву о коришћењу*. Дисертација је по својој структури и садржају у потпуности у складу са прописаним стандардима од стране Универзитета у Београду.

Увод садржи предмет истраживања ове докторске дисертације, уз осврт на константну потребу за развојем нових електрохемијских биосензора и аналитичких метода за

детекцију глукозе и полифенола. У кратким цртама, истакнут је значај одређивања садржаја глукозе и полифенола у различитим областима (клиничка/биолошка/хемијска/фармацеутска истраживања, процена квалитета хране, животна средина). Наведене су основне предности електрохемијских метода уз посебан акценат на избор радне електроде током електрохемијских одређивања. Такође је дат кратак опис штампаних угљеничних електрода (*screen printed carbon electrode, SPCE*) као једних од најчешће коришћених електрохемијских сензора за једнократну употребу, уз могућност њихове модификације графенским наноматеријалима и честицама наноструктурираних оксида метала (M_xO_y) у циљу конструкције електрохемијских сензора/биосензора које карактеришу висока селективност и осетљивост.

Општи део је подељен у шест тематских целина. У првој целини, **Графен**, описана је кратка историја открића графена, као и детаљна структура и особине графена. У овој целини су представљене две главне технике производње графена: i) „*Одозго према доле*“ („*Top down*“) техника у оквиру које су описане методе механичке, хемијске и електрохемијске ексфолијације и хемијске синтезе графена; ii) „*Одоздо према горе*“ („*Bottom up*“) техника која обухвата методе као што су депозиција хемијских испаравања и епитаксијални раст графена. Такође, у овој целини је дата дефиниција наноматеријала, као и опис графенских наноматеријала, уз посебан осврт на синтезу и електрохемијске особине графенских нанотрачица (*graphene nanoribbons, GNR*) и графенских наноплоча (*graphene nanoplatelets, GNP*). Финални део ове целине се односи на детаљан преглед примене графенских наноматеријала у области електроаналитичке хемије. У другој целини, **Наноструктурирани оксиди прелазних метала**, су описани структура и електрохемијске особине бизмут(III)-оксида (Bi_2O_3) и манган(IV)-оксида (MnO_2), уз детаљан преглед примене наведених оксида у електрохемијским одређивањима. Трећа целина, **Биосензори на бази графен@ M_xO_y нанокompозита за одређивање глукозе и полифенола - литературни преглед**, описује развој нове електрохемијске платформе која се заснива на комбинацији графенских наноматеријала и M_xO_y наночестица у циљу добијања графен@ M_xO_y нанокompозита који, након модификације, значајно побољшавају електрохемијске карактеристике радних електрода. Такође, ова целина даје детаљан литературни преглед биосензора на бази графен@ M_xO_y нанокompозита за одређивање глукозе и полифенола/полифенолног индекса, уз приказ електроаналитичких параметара попут линеарног опсега, осетљивости методе и лимита детекције. Четврта целина, **Методе**, се односи на методе коришћене у оквиру ове докторске дисертације. На почетку су дефинисане електрохемијске методе као што су циклична волтаметрија и хидродинамична хроноамперометрија, што је праћено описом радних електрода (сензора) који се користе у волтаметријским/амперометријским одређивањима, уз посебан акценат на електрохемијске особине, технику производње (штампања) и врсте модификација *SPCE*. Затим су дати основни принципи метода за микроструктурну карактеризацију графен@ M_xO_y нанокompозита као што су рендгенска дифракциона анализа и скенирајућа електронска микроскопија. Пета целина, **Биосензори - основни принципи**, даје детаљан

увид у особине, конструкцију, класификацију електрохемијских биосензора унутар три категорије/генерације, методе имобилизације биолошки активне врсте, као и принципе „drop coating“ технике за имобилизацију ензима. Ова целина садржи основне биолошке особине ензима глукоза-оксидазе (GO_x) и лаказе (изоловане из *Trametes Versicolor*, *TvL*). Такође, унутар ове целине је истакнута физиолошка улога полифенола, дефиниција полифенолног индекса, као и основни принципи на којима се заснивају различите генерације биосензора за одређивање глукозе и полифенола/полифенолног индекса. Шеста целина, **Предмет и циљеви истраживања**, описује предмет и циљеве ове докторске дисертације. Биосензор за одређивање глукозе се заснивао на модификацији *SPCE* са $GNR@Bi_2O_3$ наноконтропозитом, након чега је уследила имобилизација GO_x у циљу добијања $SPCE/GNR@Bi_2O_3/GO_x$ радне електроде. У циљу конструкције биосензора за одређивање полифенолног индекса, *SPCE* је модификована $GNP@MnO_2$ наноконтропозитом, што је праћено имобилизацијом *TvL* ($SPCE/GNP@MnO_2/TvL$).

У оквиру поглавља **Експериментални део** кандидаткиња детаљно наводи материјале, реагенсе и хемикалије који су коришћени током реализације експеримената. Наведени су инструменти који су коришћени за електрохемијска мерења, као и инструменти за одређивање кристалне структуре и величине и облика честица синтетисаних графен@ M_xO_y наноконтропозита. Такође, ово поглавље садржи детаљан опис синтезе $GNR@Bi_2O_3$ и $GNP@MnO_2$ наноконтропозита, начин припреме и модификације *SPCE* радних електрода, као и детаљну процедуру конструкције биосензора за одређивање глукозе и полифенолног индекса. Финални део овог поглавља се односи на оптимизацију инструменталних и експерименталних параметара током електрохемијских мерења.

Поглавље **Резултати и дискусија** садржи две целине. Прва целина се односи на детаљан приказ развоја електроаналитичке методе за детекцију глукозе са одговарајућим биосензором ($SPCE/GNR@Bi_2O_3/GO_x$). На почетку су приказани резултати који се односе на одређивање кристалне структуре и величине и облика честица синтетисаног $GNR@Bi_2O_3$ наноконтропозита. Након тога је дат детаљан приказ резултата добијених $SPCE/GNR@Bi_2O_3$ радном електродом након електрохемијских мерења која обухватају цикличну волтаметрију (оптимизација количине наноконтропозита додате на *SPCE*; електрохемијско понашање модификованих *SPCE* у присуству водоник-пероксида (H_2O_2); утицај рН вредности помоћног електролита и брзине скенирања на електрохемијске карактеристике $SPCE/GNR@Bi_2O_3$) и хидродинамичку хроноамперометрију (оптимизација радног потенцијала; испитивање аналитичких перформанси $SPCE/GNR@Bi_2O_3$; утицај интерферирајућих супстанци). Након оптимизације инструменталних и експерименталних параметара, уследили су резултати добијени након детекције глукозе са $SPCE/GNR@Bi_2O_3/GO_x$ биосензором, при чему су дефинисани електроаналитички параметри попут линеарног концентрационог опсега, границе квантификације, границе детекције, репродуктивности и поновљивости. Такође су приказани резултати испитивања различитих интерферирајућих супстанци на електрохемијски одговор

SPCE/GNR@Bi₂O₃/GO_x биосензора током детекције глукозе. Финални део ове целине обухвата резултате везане за одређивање глукозе у узорку меда (*PT* схема) помоћу развијеног *SPCE/GNR@Bi₂O₃/GO_x* биосензора, као и резултате добијене након валидације предложене електроаналитичке методе. У другом делу поглавља Резултати и дискусија су приказани детаљни резултати добијени након развијања електроаналитичке методе за одређивање полифенолног индекса са одговарајућим биосензором (*SPCE/GNP@MnO₂/TvL*), при чему је кофеинска киселина коришћена као модел једињење. У оквиру ове целине су прво приказани резултати који дефинишу кристалну структуру и величину честица синтетисаног *GNP@MnO₂* нанокмпозита, што је праћено резултатима добијеним са *SPCE/GNP@MnO₂* радном електродом након електрохемијских одређивања. Резултати добијени након мерења цикличном волтаметријом су приказани унутар 4 подцелине (оптимизација количине нанокмпозита додате на *SPCE*; електрохемијско понашање модификованих *SPCE* у присуству кофеинске киселине; утицај брзине скенирања на електрохемијске карактеристике *SPCE/GNP@MnO₂*; избор и утицај рН вредности помоћног електролита на електрохемијске карактеристике *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензора), док су хроноамперометријска мерења обухватала резултате након оптимизације радног потенцијала. Затим су приказани резултати добијени након квантификације кофеинске киселине са *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензором, где су дефинисани основни електроаналитички параметри (линеарни концентрациони опсег, граница квантификације, граница детекције, репродуктивност и поновљивост). Након дискусије везане за утицај различитих ометајућих супстанци на електрохемијски одговор биосензора током детекције кофеинске киселине, приказани су резултати добијени применом развијеног биосензора и предложене амперометријске методе у узорцима вина. Табеларно су приказане вредности полифенолног индекса у винима добијене развијеним *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензором (полифенолни индекс је дат као *mg* кофеинске киселине по литри вина). Последњи део ове целине се односи на резултате везане за валидацију предложене електроаналитичке методе помоћу електроде од стакластог угљеника (*glassy carbon*), која се сматра стандардом за одређивање полифенолног садржаја у електрохемијским мерењима.

У **Закључку** је укратко, на основу прегледа истраживања, кандидаткиња представила најважније резултате и закључке до којих је дошла приликом израде докторске дисертације.

Наведена **Литература** (346 цитата) обухвата научне радове/књиге из области истраживања и покрива све делове дисертације.

Б. Кратак опис постигнутих резултата

У оквиру ове докторске дисертације су развијена два нова амперометријска биосензора на бази графен@M_xO_y нанокмпозита за одређивање глукозе и полифенолног индекса. У циљу конструкције биосензора за одређивање глукозе, по први пут је извршена синтеза *GNR@Bi₂O₃* нанокмпозита. Након модификације *SPCE* (једних од најпримењенијих електрохемијских сензора за једнократну употребу) са *GNR@Bi₂O₃* нанокмпозитом и имобилизације ензима *GO_x* на добијену радну электроду, конструисан је биосензор за одређивање глукозе. Развијени *SPCE/GNR@Bi₂O₃/GO_x* биосензор је показао широк линеарни концентрациони опсег током квантификације глукозе, као и милимоларни ниво лимита детекције. Биосензор за одређивање глукозе је такође био карактерисан добром репродуктивношћу, поновљивошћу, као и високом селективношћу приликом детекције глукозе у присуству ометајућих супстанци. Током валидације методе тј. током одређивања садржаја глукозе у узорку меда који представља *PT* схему, развијени *SPCE/GNR@Bi₂O₃/GO_x* биосензор је показао високу селективност, тачност и прецизност. Такође, по први пут је извршена модификација *GNP* са MnO₂ наночестицама, у циљу добијања биосензора за одређивање полифенолног индекса. Након модификације *SPCE* са синтетисаним *GNP@MnO₂* нанокмпозитом, извршена је имобилизација ензима *TvL* и добијена радна електрода *SPCE/GNP@MnO₂/TvL*. Развијени биосензор је квантификовао кофеинску киселину (коришћена као модел једињење) у врло широком концентрационом опсегу, обезбеђујући лимит детекције од 1.9 μmol L⁻¹. Биосензор за одређивање полифенолног индекса је такође показао одличну репродуктивност и поновљивост током одређивања кофеинске киселине. Полифенолни индекс у узорцима вина је одређен користећи развијени *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензор. Предложена метода за одређивање полифенолног индекса је валидирана користећи электроду од стакластог угљеника (*glassy carbon*), након чега су *recovery* вредности (поређење вредности полифенолног индекса добијене биосензором и електродом од стакластог угљеника) потврдиле да развијени *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензор и предложена електроаналитичка метода пружају врло задовољавајућу тачност и прецизност током квантификације полифенола у узорцима вина.

В. Компаративна анализа резултата кандидата са резултатима из литературе

Први амперометријски биосензор за одређивање глукозе развијен је 1962. године. Од тада постоји свакодневна потреба за откривањем нових електрохемијских платформи које се заснивају на развоју нових селективних и осетљивих биосензора за одређивање глукозе. Одређивање полифенола, као једињења са доминантном антиоксидативном активношћу у природи, такође захтева развој сличних електрохемијских протокола у циљу дефинисања њиховог садржаја или, чешће, полифенолног индекса. Графенски наноматеријали, услед својих јединствених електронских, магнетних и механичких особина, константно налазе примену у електрохемији као главне компоненте електрохемијских биосензора за

детекцију глукозе [1-3] и полифенола [4,5]. Такође, након модификације графенских наноматеријала са наноструктурисаним оксидима метала (делују као катализатори), забележено је значајно побољшање електрохемијског одговора сензора модификованог управо са графен@M_xO_y наноконкомпозитом. Додатно, графен@M_xO_y наноконкомпозити су се показали као одличан матрикс за имобилизацију ензима глукоза-оксидазе [6] и лаказе [7]. У овој докторској дисертацији, према нашим сазнањима, по први пут је урађена синтеза *GNR@Bi₂O₃* наноконкомпозита у циљу производње биосензора за одређивање глукозе, при чему се наведени наноконкомпозит показао као добра подлога за имобилизацију глукоза-оксидазе (*GO_x*). Такође, према нашим сазнањима, у литератури нема пријављених истраживања везаних за комбинацију *GNP* са MnO₂ наночестицама, као наноконкомпозита за производњу биосензора за одређивање полифенолног састава/полифенолног индекса. Стога је, по први пут, извршена синтеза *GNP@MnO₂* наноконкомпозита, који је послужио као одличан матрикс за имобилизацију лаказе (*TvL*), након чега је конструисан биосензор за одређивање полифенолног индекса. Основни електроаналитички параметри, дефинисани током развијања амперометријских метода за детекцију глукозе и одређивање полифенолног индекса са одговарајућим биосензором, као што су линеарни концентрациони опсег, граница квантификације, граница детекције, репродуктивност, поновљивост, тачност и прецизност су упоређени са литературним подацима. Развијени *SPCE/GNR@Bi₂O₃/GO_x* биосензор детектује глукозу у задовољавајућем линеарном концентрационом опсегу, уз милимоларну границу детекције и добру поновљивост, репродуктивност, прецизност и тачност, што је у сагласности са наведеним параметрима добијеним одговарајућим електрохемијским биосензорима за одређивање глукозе пријављеним у литератури. Такође, предложени *SPCE/GNP@MnO₂/TvL* биосензор пружа сличну репродуктивност, поновљивост, тачност и прецизност, али и, у више наврата, доминантније параметре попут широког линеарног концентрационог опсега и ниске границе детекције током детекције кофеинске киселине (као модел анализата), у поређењу са биосензорима за одређивање полифенолног садржаја/полифенолног индекса објављеним у литератури. Када је у питању селективност одређивања, оба предложена биосензора, заснована на графен@M_xO_y наноконкомпозитима, су показала високу селективност у присуству ометајућих супстанци попут структурно сличних једињења, али и једињења која су саставни део хране и пића (с обзиром да је један од циљева истраживања био примена развијених биосензора у узорцима хране и пића), што је такође у сагласности са литературом.

О актуелности проучаване проблематике и њеном ширем значају, као и актуелности у свету, релевантно говоре два научна рада у врхунским међународним часописима који су публиковани на основу резултата презентованих у овој докторској дисертацији.

[1] A. Popov, R. Aukstakojyte, J. Gaidukevic, V. Lisyte, A. Kausaite-Minkstimiene, J. Barkauskas, A. Ramanaviciene. Reduced Graphene Oxide and Polyaniline Nanofibers

Nanocomposite for the Development of an Amperometric Glucose Biosensor. *Sensors*, 31 (2021) 948. <https://doi.org/10.3390/s21030948>

[2] H. Yoon, J. Nah, H. Kim, S. Ko, M. Sharifuzzaman, S. Chandra Barman, X. Xuan, J. Kim, J. Yeong Park. A chemically modified laser-induced porous graphene based flexible and ultrasensitive electrochemical biosensor for sweat glucose detection. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 311 (2020) 127866. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.127866>

[3] L. Cao, G.-C. Han, H. Xiao, Z. Chen, C. Fang. A novel 3D paper-based microfluidic electrochemical glucose biosensor based on rGO-TEPA/PB sensitive film. *Analytica Chimica Acta*, 1096 (2020) 34. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.10.049>

[4] I. Zrinski, K. Pungjunun, S. Martinez, J. Zavašnik, D. Stanković, K. Kalcher, E. Mehmeti. Evaluation of phenolic antioxidant capacity in beverages based on laccase immobilized on screen-printed carbon electrode modified with graphene nanoplatelets and gold nanoparticles. *Microchemical Journal*, 152 (2020) 104282. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104282>

[5] H. Zheng, Z. Yan, M. Wang, J. Chen, X. Zhang. Biosensor based on polyaniline-polyacrylonitrile-graphene hybrid assemblies for the determination of phenolic compounds in water samples. *Journal of Hazardous Materials*, 378 (2019) 120714. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.05.107>

[6] Z. Rafiee, A. Mosahebfard, M. Hossein Sheikhi. High-performance ZnO nanowires-based glucose biosensor modified by graphene nanoplates. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 115 (2020) 105116. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105116>

[7] P. M. V. Fernandes, J. M. Campiña, A. F. Silva. A layered nanocomposite of laccase, chitosan, and Fe₃O₄ nanoparticles-reduced graphene oxide for the nanomolar electrochemical detection of bisphenol A. *Microchimica Acta*, 187 (2020) 262. <https://doi.org/10.1007/s00604-020-4223-x>

Г. Научни радови објављени у међународним часописима и саопштења са скупова који су чине део докторске дисертације

Резултати испитивања у оквиру ове докторске дисертације објављени су у 2 научна рада, оба у врхунском међународном часопису (M21). Такође, резултати су презентовани у облику једног саопштења, на научним скуповима међународног значаја штампана у изводу.

M21 - Радови објављени у врхунском међународном часопису

S. Đurđić, V. Vukojević, F. Vlahović, M. Ognjanović, E. Švorc, K. Kalcher, J. Mutić, D. M. Stanković. Application of bismuth (III) oxide decorated graphene nanoribbons for enzymatic

glucose biosensing. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 850 (2019) 113400. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157266571930668X>

ISSN: 1572-6657; Impact Factor₂₀₁₉=3.519; Chemistry, Analytical (17/86)

S. Đurđić, V. Stanković, F. Vlahović, M. Ognjanović, K. Kalcher, T. Ćirković Veličković, J. Mutić, D. M. Stanković. Laccase Polyphenolic Biosensor Supported on MnO₂@GNP Decorated SPCE: Preparation, Characterization, and Analytical Application. *Journal of The Electrochemical Society*, 168 (2021) 037510. <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/abeaf2>

ISSN: 0013-4651; Impact Factor₂₀₁₉=3.719; Materials Science, Coatings & Films (5/21)

M34 - саопштења са међународних скупова штампана у изводу

S. Djurdjic, V. Vukojevic, F. Vlahovic, M. Ognjanovic, K. Kalcher, J. Mutic, D. Stankovic. Enzymatic polyphenol index biosensor based on graphene nanoplatelets decorated with MnO₂ nanoparticles. Preparation, characterization and analytical application. *26th Young Investigators' Seminar on Analytical Chemistry*. 24-28. јун 2019. Пардубице, Чешка република. Књига извода, 38.

Д. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Оригиналност ове докторске дисертације је проверена на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр.204/22.06.2018). Помоћу програма iThenticate, утврђено је да количина подударача текста износи 21%. Овај степен подударности је последица цитата, личних имена, тзв. општих места и података, посебно због писања докторске дисертације на енглеском језику, при чему 5% (4+1%) подударности потиче из публикованих резултата истраживања кандидаткиње, која су проистекла из њене докторске дисертације, што је у складу са чланом 9. поменутог Правилника. Такође, од 346 наведених литературних извора, пронађено је 1 % преклапања само са једним литературним наводом, док за осталих 345 литературних извора проценат поједначног преклапања није био већи од 1%.

На основу свега изложеног Комисија сматра да је докторска дисертација Слађане З. Ђурђић оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања.

Е. ЗАКЉУЧАК

Комисија је на основу детаљног прегледа докторске дисертације под насловом „Композити графена и наноструктурисаних оксида као компоненте биосензора глукозе и полифенола“, енглески наслов: „**Graphene and nano-structured oxides composites as components of glucose and polyphenols biosensors**“ закључила да је кандидат Слађана З. Ђурђић самосталним радом успешно одговорила на постављене задатке који се односе на развој биосензора за одређивање глукозе и полифенолног индекса, заснованих на комбинацији графенских наноматеријала и наноструктурисаних оксида прелазних метала, као и на њихову примену у узорцима хране и пића.

Експериментални приступ кандидаткиње је обухватио све фазе истраживачког рада (синтеза графенских наноматеријала модификованих са наноструктурисаним оксидима прелазних метала, припрема радних електрода, припрема биосензора за одређивање глукозе и полифенолног индекса, припрема реалних узорака хране и пића, примена савремених електрохемијских техника) као и систематично и детаљно тумачење резултата. Биосензор за одређивање глукозе је конструисан, по први пут, модификацијом графенских нанотрачица са наночестицама бизмут(III)-оксида, након чега је извршена модификација штампаних угљеничних електрода са добијеним наноккомпозитом. Финални корак конструкције биосензора за одређивање глукозе се заснивао на имобилизацији ензима глукоза-оксидазе. Након развијања амперометријске методе и дефинисања основних електроаналитичких параметара, развијени биосензор је успешно примењен за одређивање садржаја глукозе у узорку меда. Биосензор за одређивање полифенолног индекса је произведен модификујући графенске наноплочнице са наночестицама манган(IV)-оксида. Затим је уследила модификација штампаних угљеничних електрода са синтетисаним наноккомпозитом и имобилизација ензима лаказе, о чему у савременој литератури не постоји довољно података. Након оптимизације амперометријске методе, развијени биосензор је примењен за одређивање полифенолног индекса у узорцима вина. Резултати ове докторске дисертације представљају значајан допринос истраживањима у области аналитичке хемије - електрохемије, у погледу примене графенских наноматеријала и наночестица оксида метала за синтезу одговарајућих наноккомпозита за имобилизацију различитих ензима у циљу одређивања глукозе и полифенолног индекса.

Резултати истраживања проистекли из ове докторске дисертације приказани су у два научна рада публикована у врхунским међународним часописима M21 (*Journal of Electroanalytical Chemistry* и *Journal of The Electrochemical Society*) и једном саопштењу на скуповима међународног значаја штампана у изводу (категорија M34).

На основу свега наведеног, а у складу са Законом о Универзитету у Београду и Статутом Хемијског факултета, Комисија сматра да се ова докторска дисертација уклапа у савремене трендове аналитичке хемије и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Хемијског факултета - Универзитета у Београду да прихвати Извештај о урађеној

докторској дисертацији Слађане З. Ђурђић, мастер хемичара, под насловом „**Композити графена и наноструктурисаних оксида као компоненте биосензора глукозе и полифенола**“, енглески наслов „**Graphene and nano-structured oxides composites as components of glucose and polyphenols biosensors**“ и одобри њену јавну одбрану.

У Београду,

Комисија:

Др Јелена Мутић, ванредни професор

Хемијски факултет, Универзитет у Београду

Др Далибор Станковић, доцент

Хемијски факултет, Универзитет у Београду

Др Драган Манојловић, редовни професор

Хемијски факултет, Универзитет у Београду

Др Горан Роглић, редовни професор

Хемијски факултет, Универзитет у Београду

Dr Ľubomír Švorc, *associate professor*

*Slovak University of Technology in Bratislava - Faculty of Chemical and Food Technology
(Institute of Analytical Chemistry), Slovak Republic*
