

Хемијски факултет  
Број захтева: 410 /11  
датум: 9. 4. 2026. године

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
Веће научних области природних наука

## **З А Х Т Е В**

### **за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и за именовање Комисије за одбрану**

Молимо да, сходно члану 48. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020 и 217/20), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

**КАНДИДАТ : ЈЕЛЕНА (БРАНКО) ОСТОЈИЋ**

студент докторских студија на студијском програму: **ХЕМИЈА**

пријавила је докторску дисертацију под називом:

**„Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors”**

**„Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора”**

Универзитет је дана 25. 9. 2025. године својим актом под бр. **61206-3382/2-25** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

**„Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors”**

**„Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора”**

Име и презиме ментора: **др Далибор Станковић**, ванредни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета.

**Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације** именована је на седници одржаној 12. 6. 2025. године одлуком факултета под бр. 410/2, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	<b>др Далибор Станковић</b>	Ванредни професор	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
2.	<b>др Радован Метелка</b>	доцент	Аналитичка хемија	Факултет хемијске технологије Универзитета у Пардубицама, Чешка
3.	<b>др Слађана Ђурђић</b>	доцент	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
4.	<b>др Весна Станковић</b>	виши научни сарадник	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију

**Комисија за оцену докторске дисертације** именована је на седници одржаној 9. 10. 2025. године одлуком факултета под бр. 410/7, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	<b>др Јелена Мутић</b>	Редовни професор	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
2.	<b>др Слађана Ђурђић</b>	доцент	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
3.	<b>др Весна Станковић</b>	виши научни сарадник	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију

**Комисија за одбрану докторске дисертације** именована је на седници одржаној 9. 4. 2026. године одлуком факултета под бр. 410 /12, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	<b>др Јелена Мутић</b>	Редовни професор	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
2.	<b>др Слађана Ђурђић</b>	доцент	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду - Хемијски факултет
3.	<b>др Весна Станковић</b>	виши научни сарадник	Аналитичка хемија	Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију

**Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности: 4. 3. 2026. године.**

**Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 9. 4. 2026. године.**

Декан Хемијског факултет

---

проф. др Горан Роглић

Прилози:

1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

На основу члана 46. Статута Хемијског факултета и члана 31. Правилника о докторским академским студијама Универзитета у Београду – Хемијског факултета, Наставно-научно веће Хемијског факултета је дана 9. 4. 2026. године донело следећу

## О Д Л У К У

### Члан 1.

Прихвата се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације **Јелене (Бранко) Остојић**, мастер хемичара, под насловом:

**„Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors”**

**„Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора”**

### Члан 2.

Састав комисије за оцену докторске дисертације: **др Јелена Мутић**, редовни професор Универзитета у Београду - Хемијског факултета, **др Слађана Ђурђић**, доцент Универзитета у Београду - Хемијског факултета, **др Весна Станковић**, виши научни сарадник Универзитета у Београду - Института за хемију, технологију и металургију, Института од националног значаја за Републику Србију.

### Члан 3.

Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на седници одржаној дана **25.9.2025.** године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

### Члан 4.

Научни радови објављени у међународним научним часописима, а део су докторске дисертације:

Рад у врхунском међународном часопису (M21):

1. Ostojić, J., Savić, S., Manojlović, D., Metelka, R., Stanković, V., & Stanković, D. (2025). A rapid, reusable, and portable electrochemical assay for caffeine monitoring in beverage samples based on boron doped diamond and multi walled carbon nanotubes. *Diamond and Related Materials*, 156, 112450. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2025.112450>

Радови у истакнутом међународном часопису (M22):

1. Ostojić, J., Stanković, V., Miljković, M., Ortner, A., Metelka, R., & Stanković, D.M. (2025). Fast, Accurate, and Point-of-Care Electrochemical Sensing Platform for Theobromine Determination in Food Samples Based on Boron-Doped Diamond Printed Electrode. *Journal of The Electrochemical Society*, 172, 037523 <https://doi.org/10.1149/1945-7111/adc341>

2. Ostojić, J., Stanković, D., Manojlović, D., Metelka, R., & Stanković, V. (2025). Theophylline electrochemical sensing in pharmaceutical drugs using disposable boron-doped diamond thin film electrodes. *Functional Diamond*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/26941112.2025.2579320>

#### Члан 5.

Одлуку, Извештај Комисије и Захтев доставити надлежном органу Универзитета у Београду. Одлуку доставити члановима Комисије, докторанту и Архиви Факултета.

ДЕКАН ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА

---

проф. др Горан Роглић

# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидаткиње Јелене Б. Остојић, мастер хемичара.

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета, одржаној 9. октобра 2025. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације из области Хемије, кандидаткиње Јелене Б. Остојић, мастер хемичара, пријављене под насловом:

**“Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors”**

**„Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора”**

Комисија је докторску дисертацију прегледала и подноси Наставно-научном већу Хемијског факултета следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### **А. Приказ садржаја дисертације**

Докторска дисертација кандидаткиње Јелене Б. Остојић написана је на енглеском језику, на укупно 126 страна, А4 формата (фонт Times New Roman величине 12 pt, са проредом 1,0 и маргинама 2 cm). Докторска дисертација је подељена на 6 поглавља: 1. Увод (2 стране), 2. Општи део (33 стране), 3. Експериментални део (6 страна), 4. Резултати и дискусија (44 страна), 5. Закључци (3 стране), 6. Литература (20 страна). Такође, дисертација садржи 60 слика, 10 табела, 5 математичких једначина и 231 литературних података. Поред наведеног, обухвата и Насловну страну на енглеском и српском језику (2 стране), Страну која садржи имена ментора и чланова комисије (1 страна), Захвалницу на енглеском и српском језику (по 1 страна), Сажетак на енглеском и српском језику (по 1 страна), Листу скраћеница (1 страна), Листу симбола (1 страна), Садржај (4 стране), Биографију кандидаткиње (2 страна), Библиографију кандидаткиње (1 страна), Изјаву о ауторству (1 страна), Изјаву о истоветности (1 страна) и Изјаву о коришћењу (2 стране).

**Увод** обухвата предмет истраживања ове докторске дисертације, уз осврт на значај развоја брзих, поузданих и економичних електрохемијских метода као алтернативе традиционалним аналитичким техникама. Истакнута је важност детекције и квантификације ксантинских алкалоида (кофеина, теобромина и теофилина) због њихове физиолошке активности и широке заступљености у прехранбеним и фармацеутским производима. Наведена су ограничења конвенционалних метода

одређивања, као и предности електрохемијских, нарочито волтаметријских техника, због њихове једноставности и високе осетљивости. Посебно је истакнут избор радних електрода. Описани су штампани сензори као минијатурне, једнократне и економичне платформе, уз осврт на два сензора примењена у истраживању. Први је штампани сензор са бором допираном дијамантском радном електродом, којег карактерише широк опсег потенцијала, ниска позадинска струја и изузетна хемијска и механичка стабилност. Други је штампани сензор са радном електродом од вишеслојних угљеничних наноцеви, познат по високој електропроводљивости, електрокаталитичкој активности, и великој специфичној површини.

**Општи део** је подељен у шест тематских целина. У првој целини, *Бором доповани дијамант*, описана је кратка историја открића дијаманта и бором допованог дијаманта. Описана је његова структура и распоред атома у кристалној решетки. У овој целини су представљене технике производње дијаманта допираног бором: метода високог притиска и високе температуре, метода хемијског таложења из паре и њене подврсте, и метода јонске имплементације. Представљена је општа примена овог материјала а посебно истакнута његова примена у електрохемији као погодног материјала за израду електрохемијских сензора. Посебан је осврт на танке филмове од бором допованог дијаманта од ког је радна електрода једног од коришћених сензора у овом раду сачињена. У другој целини, *Угљеничне наноцеви*, описане су угљеничне наноцеви и њихове подврсте: једнозидне угљеничне наноцеви и вишезидне угљеничне наноцеви. Наведена је њихова општа примена а посебан акценат је стављен на примену вишезидних угљеничних наноцеви у електрохемији. Трећа целина садржи описане све методе које су коришћене у овом раду и оне су подељене у два дела. Први се односи на електрохемијске методе: цикличну волтаметрију, пулсне методе (диференцијалну пулсну волтаметрију и волтаметрију квадратног таласа) и хроноамперометрију. Други се односи на методе коришћене за структурну карактеризацију електродних површина: скенирајућа електронска микроскопија и Раманова спектроскопија. Четврта целина, *Сензори-општи појмови*, описује и даје детаљне дефиниције сензора и електрохемијских сензора, са акцентом на једнократне, штампане сензоре који су коришћени у овом раду (сензор са радном електродом од вишезидних угљеничних наноцеви и сензор са бором допованом дијамантском радном електродом). У петој целини, *Ксантински алкалоиди*, описани су ксантински алкалоиди, њихово присуство у прехранбеним и фармацеутским производима и њихов утицај на нервни и кардиоваскуларни систем људи. Такође су и наведене препоручене и безбедне дозе дневних уноса сваког ксантинског алкалоида понаособ. Поред тога, ова целина даје детаљан литературни преглед сензора на бази бором допованог дијаманта и вишезидних угљеничних наноцеви. Последња целина, *Предмет и циљеви истраживања*, описује предмет и циљеве ове докторске дисертације. То се односи на развој нових електроаналитичких метода за одређивање ксантинских алкалоида применом компактних, једнократних сензорских платформи заснованих на радним електродама од бором допираног дијаманта и вишеслојних угљеничних наноцеви. Истраживање је обухватило физичку, структурну и електрохемијску карактеризацију одабраних електрода, као и развој осетљивих волтаметријских метода за квантификацију кофеина, теобромина и теофилина. Посебна пажња посвећена је

примени развијених поступака на реалним узорцима (кафе, пића, чоколада, фармацеутских производа) и валидацији метода, чиме је потврђена њихова поузданост и употребна вредност у рутинској анализи и контроли квалитета.

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 анализу површина радних електрода. Такође, ово поглавље садржи детаљан опис припреме сензора са дијамантском електродом допованом бором који се односи на електрохемијско формирање референтне електроде и на предtretман припреме површине радне електроде у сумпорној киселини. Описане су припреме реалних узорака за анализу. 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 ксантинских алкалоида (кофеина, теобромина и теофилина) помоћу штампаног сензора са бором допованом дијамантском електродом. На почетку су приказани резултати који се односе на анализу електродне површине сензора помоћу скенирајуће електронске микроскопије и Раманове спектроскопије. Након тога је дат детаљан приказ резултата добијених поменутиим сензором након електрохемијских мерења која обухватају цикличну волтаметрију (електрохемијско понашање сензора у присуству  $K_4[Fe(CN)_6]$ ; електрохемијско понашање сензора у присуству кофеина, теобромина и теофилина; утицај избора помоћног електролита и његове рН вредности и брзине скенирања на електрохемијске карактеристике сензора) и диференцијалну пулсну и волтаметрију квадратног таласа (оптимизација параметара техника; испитивање аналитичких перформанси сензора). Након оптимизације инструменталних и експерименталних параметара, уследили су резултати добијени након детекције ксантинских алкалоида са једнократним штампаним сензором са радном електродом од дијаманта допованог бором, при чему су дефинисани електроаналитички параметри попут линеарног концентрационог опсега, границе квантификације, границе детекције, репродуктивности и поновљивости за сваки алкалоид понаособ. Испитан је утицај интерферирајућих супстанци на одређивање. Финални део ове целине обухвата резултате везане за одређивање ксантинских алкалоида у реалним узорцима помоћу развијених метода: кофеина у два узорка кафе, енергетском напитку и газираном соку; теобромина у два узорка чоколаде; и теофилина у узорцима таблета. На самом крају ове целине налази се Табела која пореди резултате добијене електрохемијским мерењима са резултатима добијеним конвенционалним методама (Течна хроматографија високих перформанси и спектрофотометрија).

Друга целина се односи на развој електроаналитичке методе за детекцију кофеина помоћу штампаног сензора са радном електродом од вишезидних угљеничних наноцеви. На почетку су такође приказани резултати који се односе на анализу електродне површине сензора помоћу скенирајуће електронске микроскопије. Након тога је дат детаљан приказ резултата добијених након електрохемијских мерења која обухватају цикличну волтаметрију (електрохемијско понашање сензора у присуству  $K_4[Fe(CN)_6]$ ;

електрохемијско понашање сензора у присуству кофеина; утицај рН вредности помоћног електролита и брзине скенирања на електрохемијске карактеристике сензора) и диференцијалну пулсну волтаметрију (оптимизација параметара технике; испитивање аналитичких перформанси сензора). Након оптимизације инструменталних и експерименталних параметара, уследили су резултати добијени након детекције кофеина са штампаним сензором са радном електродом од вишезидних угљеничних наноцеви, при чему су дефинисани електроаналитички параметри попут линеарног концентрационог опсега, границе квантификације, границе детекције, репродуктивности и поновљивости за кофеин. Испитан је утицај интерферирајућих супстанци на одређивање кофеина. Финални део ове целине обухвата резултате везане за одређивање кофеина у реалним узорцима: кафе и енергетском напитку. На самом крају ове целине такође се налази Табела која пореди резултате добијене електрохемијским мерењима са резултатима добијеним конвенционалном методом (Течна хроматографија високих перформанси).

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

Наведена **Литература** (231 цитата) обухвата научне радове/књиге из области истраживања и покрива све делове дисертације.

## **Б. Кратак опис постигнутих резултата**

У оквиру ове докторске дисертације су развијене волтаметријске методе за одређивање ксантинских алкалоида помоћу два различита једнократна штампана сензора. Један од сензора има бором доповану дијамантску радну електроду а други радну електроду од вишезидних угљеничних наноцеви. Оба сензора су показала широк линеарни концентрациони опсег током квантификације ксантинских алкалоида, као и милимоларни ниво лимита детекције. Сензори су такође били карактерисани добром репродуктивношћу, поновљивошћу, као и високом селективношћу приликом детекције ксантинских алкалоида у присуству ометајућих супстанци.

Током валидације методе тј. током одређивања садржаја ксантинских алкалоида у узорцима кафе, енергетског напитка, газираних сока, чоколаде и фармацеутских производа сензор са бором допованом дијамантском електродом је показао високу селективност, тачност и прецизност. Сензор са радном електродом од вишезидних угљеничних наноцеви је такође показао високу селективност, тачност и прецизност током одређивања садржаја кофеина у узорцима кафе и енергетског напитка.

Резултати добијени предложеном волтаметријском методом за одређивање ксантинских алкалоида су валидирани помоћу конвенционалних аналитичких метода, течном хроматографијом високих перформанси и спектрофотометријом, након чега су потврдиле да развијене електроаналитичке методе пружају врло задовољавајућу тачност и прецизност током квантификације ксантинских алкалоида у реалним узорцима хране, пића и фармацеутских производа.

## **В. Компаративна анализа резултата кандидата са резултатима из литературе**

Ксантински алкалоиди, познати и као пурински алкалоиди, састоје се од метилксантина и метилуричне киселине и њихове структуре су засноване на структурама ксантина и мокраћне киселине <sup>1</sup>.

Кофеин (1,3,7-триметилксантин) је природни алкалоид у преко 60 биљака, укључујући зрна кафе, листове чаја и кола орахе. Његова концентрација варира у зависности од врсте производа, агрономских фактора и фактора животне средине. Уобичајени производи који садрже променљиве количине кофеина укључују кафу, чај, безалкохолна, и енергетска пића. Кофеин је постао најраспрострањенији лек на свету и има много важних фармаколошких ефеката у лечењу главобоље и бола; користи се као диуретик и има утицај на кардиоваскуларни систем<sup>2</sup>. Предозирање кофеином изазива анксиозност, жгаравицу, повишен крвни притисак, губитак коштане масе и кардиоваскуларне болести <sup>3</sup>.

Теобромин (3,7-диметилксантин) је алкалоид који се природно појављује у разним прехранбеним производима, као што су какао за прављење чоколаде и производи од чоколаде који су његови примарни извори у исхрани<sup>4</sup>. Теобромин делује као диуретик релаксант глатких мишића, стимуланс миокарда и представља заштиту површине глеђи зуба. Теобромин је такође класификован и као стимуланс централног нервног система<sup>5,6</sup>.

Теофилин (3-dimethyl-1H-purine-2), иако има нека од стимулативних ефеката кофеина и диуретичких својстава теобромина, његово бронходилататорно дејство је од највеће важности у савременој медицини. Теофилин опушта глатке мишиће дисајних путева и има широку примену код лечења астме <sup>1</sup>.

Дијамант допован бором (енг. *boron-doped diamond*, BDD) представља атрактиван материјал због одличних електроаналитичких перформанси, хемијске и физичке инертности и високе селективности, и сматра се зеленим електрохемијским сензором<sup>7</sup>. Једнократни, штампани сензори са бором допованом дијамантском електродом садрже троелектродни систем на једној платформи, где су радна и помоћна електрода израђене од истог материјала - дијаманта допираног бором, а квазиреферентна је сребро/сребро-хлоридна штампана електрода<sup>8</sup>. Овакви сензори су изузетни због своје издржљивости, слабог степена адсорпције на електродној површини и стабилних електрохемијских својстава, што их чини идеалним за одређивање једињења у сложеним системима. Њихов широк потенцијални опсег и ниска позадинска струја омогућавају високо осетљиву и стабилну детекцију широког спектра анализата. Поред тога, ови сензори су лако доступни и лако преносиви, потребна је врло мала количина раствора за анализу са

њима, што их чини погодним за примену у једнократним и анализама на лицу места уз минималан утицај на животну средину<sup>9</sup>.

Вишезидне угљеничне наноцеви (енг. *multi-walled carbon nanotubes*, MWCNTs) захваљујући својој изузетној електропроводљивости, великој специфичној површини и хемијској стабилности MWCNTs се све чешће користе као функционални наноматеријали у области електрохемијских сензора. Када се користе за модификацију електрода, MWCNTs омогућавају побољшање преноса електрона, убрзавање редокс реакција и повећање сензитивности и селективности, што их чини посебно погодним за примену у високоосетљивим методама као што су волтаметрија и амперометрија. Штампани сензори садрже троелектродни систем интегрисан на једној платформи, где је радна електрода угљенична електрода модификована карбоксил-функционализованим вишеслојним угљеничним наноцевчицама (MWCNT-COOH), помоћна електрода је угљенична, док је квазиреферентна електрода израђена од сребра. Такав дизајн омогућава компактну и поуздану електрохемијску конфигурацију, погодну за *in situ* мерења, са значајно побољшаном селективношћу и осетљивошћу према циљаним аналитима<sup>10</sup>.

У савременој електрохемији, анализа трагова биолошки активних супстанци представља изазов, нарочито када се ради о компликованим системима као што су прехранбени производи и лекови. Јавља се потреба за развојем брзих, економичних и једноставних метода за одређивање присуства и концентрације биолошки активних супстанци које се могу примењивати на лицу места употребом прецизних, високо сензитивних и селективних сензора.

Основни електроаналитички параметри, дефинисани током развијања волтаметријских метода за детекцију ксантинских алкалоида са једнократним, штампаним сензорима, као што су линеарни концентрациони опсег, граница квантификације, граница детекције, репродуктивност, поновљивост, тачност и прецизност су упоређени са литературним подацима. Штампани сензор са радном електродом од бором допованом дијамнта детектују ксантинске алкалоиде у одличном концентрационом опсегу, и уз милимоларну границу детекције, показује и добру поновљивост, репродуктивност, прецизност и тачност, што је у сагласности са наведеним параметрима добијеним одговарајућим електрохемијским сензорима од истог материјала за одређивање ксантинских алкалоида пријављеним у литератури. Штампани сензор са електродом од вишезидних угљеничних наноцеви пружа сличну репродуктивност, поновљивост, тачност и прецизност, и, задовољавајуће параметре попут широког линеарног концентрационог опсега и задовољавајуће границе детекције током детекције кофеина у поређењу са сензорима за одређивање кофеина објављеним у литератури. Када је у питању селективност одређивања, оба тестирана штампана сензора су показала високу селективност у присуству ометајућих супстанци које се могу наћи у реалним узорцима тестиране хране, пића и гармацеутских производа, што је такође у сагласности са литературом. О актуелности проучаване проблематике и њеном ширем значају, као и актуелности у свету, релевантно говоре три научна рада у међународним часописима, категорије M21

и 2 категорије M22, који су публиковани на основу резултата prezentovanih у овој докторској дисертацији.

- (1) Ashihara, H.; Mizuno, K.; Yokota, T.; Crozier, A. *Xanthine Alkaloids: Occurrence, Biosynthesis, and Function in Plants*; 2017; Vol. 105.
- (2) Group, B. M. J. P. Coffee Consumption and Health: Umbrella Review of Meta-Analyses of Multiple Health Outcomes. *BMJ* **2018**, *360*, k194. <https://doi.org/10.1136/bmj.k194>.
- (3) Elvira Gonzalez de Mejia; Marco Vinicio Ramirez-Mares. Impact of Caffeine and Coffee on Our Health. *Trends Endocrinol. Amp Metab.* **2014**, *25* (10), 489–492. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2014.07.003>.
- (4) Eva Martínez Pinilla; Ainhoa Oñatibia-Astibia; Rafael Franco. The Relevance of Theobromine for the Beneficial Effects of Cocoa Consumption. *Front. Pharmacol.* **2015**. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00030>.
- (5) Hendrik J. Smit.; Rachel J. Blackburn. Reinforcing Effects of Caffeine and Theobromine as Found in Chocolate. *Psychopharmacology (Berl.)* **2005**, *101–106*. <https://doi.org/10.1007/s00213-005-2209-3>.
- (6) Mitsugu Yoneda; Naotoshi Sugimoto; Masanori Katakura; Kentaro Matsuzaki; Hayate Tanigami; Akihiro Yachie; Takako Ohno-Shosaku; Osamu Shido. Theobromine Up-Regulates Cerebral Brain-Derived Neurotrophic Factor and Facilitates Motor Learning in Mice. *J. Nutr. Biochem.* **2017**. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.10.002>.
- (7) Yasuaki Einaga. Boron-Doped Diamond Electrodes: Fundamentals for Electrochemical Applications. *Acc. Chem. Res.* **2022**, *55* (24), 3605–3615. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00597>.
- (8) Matvieiev, O.; Šelešovská, R.; Vojs, M.; Marton, M.; Michniak, P.; Hrdlička, V.; Hatala, M.; Janíková, L.; Chýlková, J.; Skopalová, J.; Cankař, P.; Navrátil, T. Novel Screen-Printed Sensor with Chemically Deposited Boron-Doped Diamond Electrode: Preparation, Characterization, and Application. *Biosensors* **2022**, *12* (4), 241. <https://doi.org/10.3390/bios12040241>.
- (9) Kateryna Muzyka; Jianrui Sun; Tadesse Haile Fereja; Yixiang Lan; Wei Zhang; Guobao Xu. Boron-Doped Diamond: Current Progress and Challenges in View of Electroanalytical Applications. *R. Soc. Chem.* **2018**, *11*, 397–414. <https://doi.org/10.1039/C8AY02197J>.
- (10) Mazloun-Ardakani, M.; Sheikh-Mohseni, M. A.; Mazloun-Ardakani, M.; Sheikh-Mohseni, M. A. Carbon Nanotubes in Electrochemical Sensors. In *Carbon Nanotubes - Growth and Applications (Book)*; IntechOpen, 2011. <https://doi.org/10.5772/20604>.

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

Резултати испитивања у оквиру ове докторске дисертације објављени су у 3 научна рада, у међународним часописима (категирије М21 и 2 категорије М22).

Радови објављени у међународном часопису

### **Водећи међународни часопис категорије М21:**

Ostojić, J., Savić, S., Manojlović, D., Metelka, R., Stanković, V., & Stanković, D. (2025). A rapid, reusable, and portable electrochemical assay for caffeine monitoring in beverage samples based on boron doped diamond and multi walled carbon nanotubes. *Diamond and Related Materials*, 156, 112450. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2025.112450>

### **Међународни часопис категорије М22:**

Ostojić, J., Stanković, V., Miljković, M., Ortner, A., Metelka, R., & Stanković, D.M. (2025). Fast, Accurate, and Point-of-Care Electrochemical Sensing Platform for Theobromine Determination in Food Samples Based on Boron-Doped Diamond Printed Electrode. *Journal of The Electrochemical Society*, 172, 037523 <https://doi.org/10.1149/1945-7111/adc341>

Ostojić, J., Stanković, D., Manojlović, D., Metelka, R., & Stanković, V. (2025). Theophylline electrochemical sensing in pharmaceutical drugs using disposable boron-doped diamond thin film electrodes. *Functional Diamond*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/26941112.2025.2579320>

## **Д. Провера оригиналности докторске дисертације**

Оригиналност докторске дисертације Јелене Остојић је проверена употребом програма iThenticate на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду („Гласник Универзитета у Београду“, бр.204/18). Резултати аутентичности су показали да степен подударности износи 27 % и то за три од 298 извора појединачно износи 4, 3 и 1%, а за остале изворе значајно је мањи од 1%. Већи степен подударности од 4, 3 и 1% утврђен је са радовима кандидаткиње проистеклим из тезе (два од три публикована рада и докторска дисертације Слађане Ђурђић) и директна је последица писања дисертације на

енглеском језику. Утврђене подударности могу се описати као последица описивања експерименталног дела рада и то следеће: начин припреме пуфера (Бритон-Робинсонов пуфер); коришћених електрода (бором допована дијамантска електрода, штампана угљенична електрода), назива коришћених материјала или метода (диференцијална пулсна волтаметрија, волтаметрија са правоугаоним таласима, вишезидне угљеничне наноцеви), описа апаратура за карактеризацију материјала (скенирајућа електронска микроскопија) и електрохемијска мерења (радна, помоћна и референтна електрода, тип радне електрохемијске станице) и слично, као коришћења универзалних скраћеница, коришћених личних имена, података у вези са темом ове дисертације као и претходно публикованих резултата истраживања проистеклих из дисертације, што је прихватљиво у складу са чланом 9. овог Правилника. Степен преклапања у поглављима Увод, Општи део, Резултати и дискусија и Закључак је значајно мање од 1 % са сваком од коришћених извора. Из свега наведеног, сматрамо да је докторска дисертација Јелене Остојић оригинална, као и да су у потпуности испоштована академска правила цитирања.

## **Е. Закључак**

Комисија је на основу детаљног прегледа докторске дисертације под насловом **“Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors”**, српски наслов **„Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора”** закључила да је кандидаткиња Јелена Б. Остојић, самосталним радом успешно одговорила на постављене задатке који се односе на развој метода за одређивање ксантинских алкалоида помоћу једнократних штампаних сензора као и на њихову примену у узорцима хране, пића и фармацеутских производа.

Експериментални приступ кандидаткиње је обухватио све фазе истраживачког рада (карактеризација радних електрода штампаних сензора, припрема реалних узорака хране, пића и фармацеутских производа, примена савремених електрохемијских техника) као и систематично и детаљно тумачење резултата. Након развијања волтаметријских метода и дефинисања основних електроаналитичких параметара, сензори су успешно примењени за одређивање садржаја ксантинских алкалоида у реалним узорцима. Сензором са радном електродом од дијаманта допованог бором одређиван је садржај кофеина у узорцима кафе, енергетског напитка и газираног сока; теобромина у узорцима чоколаде; и теофилина у узорцима таблета. Сензором са радном електродом од вишезидних угљеничних наноцеви одређиван је садржај кофеина у узорцима кафе и енергетског напитка.

Резултати ове докторске дисертације представљају значајан допринос истраживањима у области аналитичке хемије - електрохемије, у погледу примене једнократних штампаних сензора у циљу одређивања ксантинских алкалоида. Резултати истраживања проистекли из ове докторске дисертације приказани су у три научна рада публикована у

међународним часописима (категорије M21 и 2 категорије M22) (*Diamond and Related Materials*, *Journal of The Electrochemical Society* и *Functional Diamond*). 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 Јелене Б. Остојић, мастер хемичара, под насловом “**Development of voltammetric methods for the detection and quantification of xanthine alkaloids using disposable printed sensors**”, српски наслов „Развој волтаметријских метода за детекцију и квантификацију ксантинских алкалоида применом једнократних штампаних сензора” и одобри њену јавну одбрану.

У Београду,

03.03.2026

Комисија:

Др Јелена Мутић  
Редовни професор,  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

Др Слађана Ђурђић  
Доцент,  
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

---

Др Весна Станковић  
Виши научни сарадник,  
Универзитет у Београду – Институт за Хемију, технологију и металургију

---