

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ**

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације Драгане Д. Бартолић, дипломираног биохемичара, мастер физикохемичара

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Хемијског факултета, одржаној 14. 7. 2020. године, именовани смо у Комисију за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације **Драгане Д. Бартолић**, дипломираног биохемичара, мастер физикохемичара, под насловом:

„Индикатори контаминације семена кукуруза (*Zea mays* L.) афлатоксинима“

Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на својој седници одржаној дана 4. 11. 2019. године, на захтев Хемијског факултета, дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

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

ИЗВЕШТАЈ

А. ПРИКАЗ САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација **Драгане Д. Бартолић** написана је на 104 стране А4 формата (фонт „Times New Roman“, величина 12 pt, са проредом 1, маргине 2 cm) и садржи 63 слике и 30 табела. Дисертација се састоји из 7 поглавља: Увод (2 стране), Општи део (14 страна), Експериментални део (18 страна), Резултати и дискусија (49 страна), Закључак (3 стране), Литература (12 страна, 173 цитата). Поред тога, дисертација садржи Захвалницу (1 страна), Листу скраћеница и акронима (1 страна), Извод на српском и енглеском језику (по 2 стране), Садржај (3 стране), Биографију кандидата (1 страна), Списак објављених радова и саопштења проистеклих из дисертације (1 страна), Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу (4 стране).

У **Уводу** су образложени предмет и циљ истраживања ове докторске дисертације и истакнут је значај и актуелност проблематике која је била предмет истраживања. Наведено је да квалитет и безбедност семена кукуруза може бити угрожена контаминацијом микотоксинима, а да се афлатоксин Б₁ (AFB₁) сврстава у најјаче и најзаступљеније природне контаминанте присутне у природи, са доказаним бројним штетним ефектима (канцерогеним, мутагеним и др.) на људе и животиње. Истакнут је значај одбрамбених система биљака који укључују фенолна једињења, микро- и макроелементе, као и слободне радикале. Такође, наводи се примена оптичких спектроскопских техника у комбинацији са напредним статистичким методама спектралне анализе за процену квалитета и безбедности хране.

Поглавље **Општи део** обухвата три целине. У првој целини, дат је значај проучавања афлатоксина, са освртом на њихове физичкохемијске карактеристике и услове при којима је фаворизирана контаминација семена кукуруза афлатоксигеним гљивама. Наведено је да афлатоксини доводе до здравствених проблема код људи и животиња, као и до огромних економских губитака широм света. Поред тога, наведене су законске регулативе за максимално дозвољену концентрацију афлатоксина у семену кукуруза намењеном за исхрану људи и животиња, као и организације које се баве овом тематиком. У другој целини, представљена су фенолна једињења и минерали у семену, као и њихова улога у одбрамбеном одговору на различите типове стреса. Такође, дат је кратак опис слободних радикала и оксидативног стреса код биљака. У трећем делу дат је преглед основних флуорофора присутних у биљкама.

У Поглављу **Експериментални део** је дат преглед коришћених хемикалија, реагенаса, приказ узорак и њихова припрема. Поред тога, дат је преглед примењених техника и инструмената са детаљним приказом услова рада, као и преглед статистичких метода спектралне анализе који су коришћени у овој докторској дисертацији, са кратким освртом на њихове основне принципе.

Поглавље **Резултати и дискусија** подељено је у шест целина. Кандидаткиња даје приказ главних резултата истраживања, њихову анализу и дискусију, као и поређење са до сада доступном литературом. Први део представља резултате експерименталног испитивања фенолног профила контролних семена (без афлатоксина) и семена са различитим садржајем афлатоксина B_1 (AFB_1), применом техника реверзно-фазне високо-ефикасне течне хроматографије са ултравиолетним детектором са више диода (DAD) и масеним детектором са једним анализатором (енгл. *single quadrupole*) и електроспреј јонизационим (ESI) извором ($RP-HPLC-DAD-ESI-MS$) и ултраефикасне течне хроматографије са хибридном масеним детектором високе резолуције, који комбинује линеарни трап-квадрупол и орбитрап масени анализатор ($UHPLC-LTQOrbiTrapXL$). Такође, овај део обухвата и квантитативну анализу за одабрана једињења фенолног типа испитиваних узорак применом $RP-HPLC-DAD-ESI-MS$. Други део обухвата резултате одређивања садржаја лигнина помоћу ацетил-бромидног теста и њихову анализу. Трећи део приказује резултате укупне антиоксидативне активности (TAA) и садржаја укупних фенола (TPC) у семенима. У четвртном делу су приказани резултати одређивања садржаја микро- и макроелемената у семенима која садрже различиту концентрацију афлатоксина, употребом индуковано купловане плазме са оптичком емисионом спектрометријом ($ICP-OES$) и масеном спектрометријом ($ICP-QMS$), заједно са анализом и дискусијом добијених резултата. На матрице $HPLC$ и ICP података, примењена је анализа главних компоненти (PCA) у циљу дискриминације семена различитих нивоа контаминације афлатоксином, као и за проналажење могућих маркера контаминације. У петом делу поглавља Резултати и дискусија су описани резултати одређивања укупног садржаја слободних органских радикала у семену који су добијени електронско парамагнетно резонантном (EPR) спектроскопијом, као и резултати испитивања утицаја афлатоксина на просторну дистрибуцију слободних радикала у семену EPR имицингом. У шестом делу овог поглавља су приказани резултати добијени применом напредних статистичких метода спектралне анализе на флуоресцентне емисионе спектре испитиваних узорак.

Поглавље **Закључак** садржи преглед најважнијих резултата и доприноса ове дисертације.

У поглављу **Литература** наведени су радови из области истраживања који покривају све делове дисертације. Наведено је укупно 173 референци према презименима првих аутора.

Б. КРАТАК ОПИС ПОСТИГНУТИХ РЕЗУЛТАТА

У оквиру ове дисертације испитани су потенцијални маркери контаминације семена кукуруза афлатоксинима, са фокусом на афлатоксин B_1 за који је утврђено да је доминантно присутан у испитиваним семенима. Физичкохемијском карактеризацијом семена кукуруза различитог нивоа контаминације афлатоксином B_1 , утврђено је да се фенолни профил не мења са нивоом контаминације семена кукуруза. Доминантна једињења у метанолним екстрактима семена су коњугати полиамина (хидроксицинамични кисели амиди), док су фенолне киселине најзаступљеније у испитиваним хидролизатима. Установљена је дозно-зависна веза између односа збира коњугата путресцина и спермидина и концентрације AFB_1 у метанолним екстрактима испитиваних узорака семена. У високо-контаминираним узорцима семена је утврђено да преовлађују коњугати путресцина, и то углавном коњугати диферулоил путресцина. Садржај и однос појединих коњугата полиамина варира у унутрашњој и спољашњој фракцији семена зависно од нивоа контаминације. Утврђен је већи садржај фенолних киселина и дехидродимера ферулинске киселине у хидролизату спољашње фракције семена у односу на унутрашњу. Са порастом нивоа контаминације семена афлатоксином B_1 утврђене су варијације у садржају *p*-кумаринске и ферулинске киселине. На основу изнетих резултата се може закључити да специфична фенолна једињења учествују у адаптивном одговору семена на стрес изазваним афлатоксином. Овај одговор чине две фазе, које се разликују по садржају и односу акумулираних једињења у семену. Присуство високих концентрација AFB_1 у семену доводи до повећања укупног садржаја фенолних једињења (TPC), док у спољашњим фракцијама семена доводи до повећања садржаја лигнина. На основу овог резултата може се закључити да је повећање лигнина један од заштитних одговора на проучени стрес. Концентрација AFB_1 утиче на промену укупног антиоксидативног капацитета семена, који се огледа у смањењу укупне антиоксидативне активности при вишим нивоима контаминације са AFB_1 . Резултати PCA показују јасно раздвајање контролних узорака и узорака са нижим нивоом контаминације (од $6,75$ до $61,00 \mu\text{g kg}^{-1}$) од високо контаминираних узорака (од $105,00 \mu\text{g kg}^{-1}$ до $308,13 \mu\text{g kg}^{-1}$), на основу већег садржаја јона метала Zn и Mn и нижег садржаја Ca и Na. Утврђена је висока линеарна зависност између садржаја Zn, као и садржаја Mn, са концентрацијом AFB_1 у испитиваним семенима, на основу које су садржај Zn и садржај Mn предложени као маркери нивоа контаминације.

У овој дисертацији, први пут је показано да унутрашња и спољашња фракција семена различито реагују на повећање нивоа контаминације афлатоксином у погледу промене концентрације слободних органских радикала. Код унутрашње фракције је пораст нивоа контаминације афлатоксином довео до значајног смањења концентрације слободних органских радикала. Код спољашње фракције семена, највећа концентрација слободних органских радикала утврђена је при концентрацији AFB_1 од $151,94 \mu\text{g kg}^{-1}$, док се при вишим концентрацијама AFB_1 уочава смањење. EPR имидингом показана је просторна дистрибуција спинских проба у анализираним семенима. Утврђено је да долази до већег гашења сигнала спинске пробе у узорцима контаминираних семена у односу на контролне узорке. Овакви резултати доводе до закључка да присуство афлатоксина утиче на редокс статус семена, што може бити последица стања оксидативног стреса у којем је концентрација ROS увећана.

У делу дисертације који се односи на спектрофлуориметрију, снимљене су ексцитационо-емисионе матрице (ЕЕМ) контролних узорака, комерцијалног кукурузног брашна, као и узорака семена са различитим нивоом контаминације афлатоксином. Утврђено је присуство интензивног флуоресцентног спектралног региона, који потиче од различитих флуорофора у узорку. Добијени резултати показују сличност у емисионим профилима између контролних узорака семена и комерцијалног кукурузног брашна, док је у односу на ове узорке код контаминираних семена афлатоксином примећен померај ка дуготаласном делу спектра, тзв. црвени померај, а који је био израженији са повећањем контаминације. Применом напредне

статистичке методе, мултиваријационе анализе (MCR-ALS), на флуоресцентне спектре, утврђене су две емисионе компоненте у емисионим спектрима испитиваних узорака чији је однос површина пропорционалан нивоу контаминације афлатоксином B₁. Деконволуцијом флуоресцентних спектра семена, коришћењем log-normal модела, показано је присуство четири емисионе компоненте. Утврђена је значајно висока линеарна позитивна корелација између површине зелене спектралне компоненте и концентрације афлатоксина у спољашњој фракцији семена. Флуоресцентни емисиони спектри добијени мерењем на интактним семенима помоћу оптичког влакна подвргнути су линеарној дискриминационој анализи, која је са поузданошћу 100% класификовала контаминираних и неконтаминираних узорке у своје групе. Из изнетих резултата следи да се спектрофлуориметрија заједно са напредним статистичким методама спектралне анализе може успешно применити за класификацију контаминираних и неконтаминираних семена.

V. УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА КАНДИДАТА СА РЕЗУЛТАТИМА ИЗ ЛИТЕРАТУРЕ

Из литературе је познато да коњугати полиамина у биљкама учествују у одговору на абиотички и биотички стрес [1,2,3] и да њихова акумулација има адаптивну улогу [4]. У овој дисертацији кандидаткиња је показала да се диферулоил путресцин акумулира у семенима са вишим нивоом контаминације афлатоксином. У литератури је утврђено да однос путресцина и спермидина представља погодан биомаркер за регенеративни капацитет биљака [5]. У овој дисертацији је први пут показана дозно-зависна веза између односа збира коњугата путресцина и спермидина и концентрације AFB₁, што је индикатор промена у одбрамбеном одговору семена на повећање концентрације AFB₁. У литератури је документовано да поједини коњугати полиамина учествују у лигнификацији семеног омотача кукуруза [6], као и да диферулоил путресцин инхибира биосинтезу афлатоксина у гљиви *A. flavus* [7]. Познато је да лигнин, један од главних градивних молекула ћелијског зида, представља заштиту од различитих врста стреса што укључује промену његовог садржаја [8]. Ова дисертација показује да садржај и однос појединих коњугата полиамина варира у унутрашњој и спољашњој фракцији семена зависно од нивоа контаминације афлатоксином. При вишим нивоима контаминације, у спољашњим фракцијама семена повећан је садржај лигнина. Укупна антиоксидативна активност (ТАА) укључује допринос различитих молекулских врста са антиоксидативним капацитетом и индикатор је метаболичког поремећаја у биљкама [9,10]. Феноли, као група секундарних метаболита, учествују у одбрамбеним одговорима биљака у условима стреса [11]. У овој дисертацији је показано повећање укупног садржаја фенолних једињења (ТРС) и смањење укупне антиоксидативне активности (ТАА) у семенима вишег нивоа контаминације, што указује на стање оксидативног стреса. Микроелементи Zn и Mn учествују у заштити биљке од абиотичког и биотичког стреса [12,13] и доприносе структурној стабилности и механичкој отпорности ћелијског зида [14]. У овој дисертацији је показана већа концентрација Zn и Mn, као и висока линеарна зависност између њиховог садржаја и концентрације AFB₁. Ови јони су издвојени као могући маркери нивоа контаминације.

У литератури нема много података о слободнорадикалском метаболизму у семенима која садрже микотоксине. Показано је да стабилни органски радикали настају у реакцији између реактивних кисеоничних врста (ROS) и различитих биомолекула у семену [16]. Концентрација стабилних органских радикала зависи од степена отпорности биљке на стрес и указује на присуство ROS [15,16]. У овој докторској дисертацији је утврђена разлика у садржају слободних органских радикала између унутрашње и спољашње фракције семена са порастом контаминације (AFB₁). Коришћењем спинских проба (ЗСхР и ЗСР), EPR имицином на целим семенима показано је да се просторна дистрибуција и садржај слободних радикала разликују у контаминираним и неконтаминираним семенима. Добијени резултати су показали да долази до промена у редокс статусу контаминираних узорка семена.

Оптичке технике, укључујући флуоресцентну спектроскопију и имицинг, у комбинацији са статистичким методама, користе се за брзо и неинвазивно испитивање квалитета и безбедности семена [17]. У овој дисертацији је примењена флуоресцентна спектроскопија комбинована са напредним статистичким методама да би се испитале варијације параметара емисионог профила семена кукуруза када је контаминација афлатоксином у питању. Мултиваријациона анализа емисионих спектра омогућава добијање финих информација о молекулској структури и променама [18]. У овој дисертацији је примењена мултиваријациона анализа (MCR-ALS) на флуоресцентне спектре узорак семена, помоћу које је утврђено да је број спектралних компоненти 2. Одређен је однос површина спектралних компоненти, који је пропорционалан нивоу контаминације семена. У литератури је коришћен log-normal модел за деконволуцију емисионих спектра [19]. Деконволуцијом емисионих спектра спољашње и унутрашње фракције семена log-normal моделом показано је присуство четири емисионе компоненте које потичу од лигнина. Утврђена је значајно висока линеарна позитивна корелација између површине зелене спектралне компоненте (520 nm) и концентрације AFB₁ у спољашњој фракцији семена, што се доводи у везу са већим присуством (поли)фенолних једињења у спољашњој фракцији. Линеарна дискриминациона анализа флуоресцентних емисионих спектра интактних семена са поузданошћу 100% класификовала је контаминирани и неконтаминирани узорке у своје групе. Како стандардне аналитичке методе које се користе за одређивање афлатоксина захтевају претходну припрему узорак и екстракцију афлатоксина, примењени аналитички поступак може бити основа за развијање метода за брзу и једноставну процену степена контаминације узорак семена афлатоксинима.

Литература:

1. Bassard, J. E., Ullmann, P., Bernier F., Werck-Reichert D. 2010. Phenolamides: bridging polyamines to the phenolic metabolism. *Phytochemistry*, 71:1808-1824. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.08.003>
2. Choi, S. W., Lee, S. K., Kim, E. O., Oh, J. H., Yoon, K. S., Pariss, N., Hicks K. B., Moreau, R. A. 2007. Antioxidant and antimelanogenic activities of polyamine conjugates from corn bran and related hydroxycinnamic acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:(19): 3920-3925. <https://doi.org/10.1021/jf0635154>
3. Macoy, D. M., Kim, W Y., Lee, S. Y., Kim, M. G. 2015. Biosynthesis, physiology, and functions of hydroxycinnamic acid amides in plants. *Plant Biotechnology Reports*, 9:269–278. <https://doi.org/10.1007/s11816-015-0368-1>
4. Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F., Martin-Tanguy, J. 1999. Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Science*, 140:103–125. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00218-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00218-0)
5. Shoeb, F., Yadav, J. S., Bajaj, S., Rajam, M. V. 2001. Polyamines as biomarkers for plant regeneration capacity: improvement of regeneration by modulation of polyamine metabolism in different genotypes of indica rice. *Plant Science*, 160:1229–1235. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00375-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00375-2)
6. Del Río, J. C., Rencoret, J., Gutiérrez, A., Kim, H., Ralph, J. 2018. Structural Characterization of Lignin from Maize (*Zea mays* L.) Fibers: Evidence for Diferuloylputrescine Incorporated into the Lignin Polymer in Maize Kernels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 66(17):4402-4413. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00880>
7. Mellon, J. E., Moreau, A. R. 2004. Inhibition of aflatoxin biosynthesis in *Aspergillus flavus* by diferuloylputrescine and *p*-coumaroylferuloylputrescine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52:6660–6663. <https://doi.org/10.1021/jf040226b>
8. Cesarino, I. 2019. Structural features and regulation of lignin deposited upon biotic and abiotic stresses. *Current Opinion Biotechnology*, 56:209-214. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.12.012>

9. Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V., Bae, H. 2015. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International Journal of Biological Sciences*, 11:982-991. <https://www.ijbs.com/v11p0982.htm>
10. Akula, R., Ravishankar, G. A. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling and Behavior*, 6:1720–1731. <https://doi.org/10.4161/psb.6.11.17613>
11. Kubalt, K. 2016. The role of phenolic compounds in plant resistance. *Biotechnology and Food Science*, 80: 97–108. <https://repozytorium.p.lodz.pl/handle/11652/1613>
12. Hänsch, R., Mendel R. R. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12:259–266. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.05.006>
13. Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Mishra, S., Chauhan, D. K., Dubey, N. K. 2015. Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37:139. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>
14. Assunção, A. G. L., Cakmak, I., Clemens, S., González-Guerrero, M., Nawrocki, A., Thomine, S. 2022. Micronutrient homeostasis in plants for more sustainable agriculture and healthier human nutrition. *Journal of Experimental Botany*, 73(6):1789–1799. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac014>
15. Araújo, S. S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., Balestrazzi, A. 2016. Physical methods for seed invigoration: advantage and challenges in seed technology. *Frontiers in Plant Science*, 7:646. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646>
16. Kurdziel, M., Dhubacz, A., Wesełucha-Birczynska, A., Filek, M., Łabanowska, M. 2015. Stable radicals and biochemical compounds in embryos and endosperm of wheat grains differentiating sensitive and tolerant genotypes – EPR and Raman studies. *Journal of Plant Physiology*, 183:95–107. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.05.018>
17. ElMasry, G., Mandour, N., Al-Rejaie, S., Belin, E., Rousseau, D. 2019. Recent applications of multispectral imaging in seed phenotyping and quality monitoring - An overview. *Sensors*, 19(5):1090. <https://doi.org/10.3390/s19051090>
18. Mendieta, J., Díaz-Cruz, M. S., Esteban, M., Tauler, R. 1998. Multivariate curve resolution: a possible tool in the detection of intermediate structures in protein folding. *Biophysical Journal*, 74:2876–2888. [https://doi.org/10.1016/S0006-3495\(98\)77994-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(98)77994-9)
19. Kalauzi, A., Mutavdžić, D., Djikanović D., Radotić K., Jeremić, M. 2007. Application of asymmetric model in analysis of fluorescence spectra of biologically important molecules. *Journal of Fluorescence*, 17:319–329. <https://doi.org/10.1007/s10895-007-0175-3>

Г. РАДОВИ И САОПШТЕЊА КОЈИ СУ ДЕО ДИСЕРТАЦИЈЕ

Резултати испитивања у оквиру ове докторске дисертације објављени су у 4 научна рада. Три научна рада су објављена у врхунском међународном часопису (M21) и један рад у истакнутом међународном часопису (M22). Поред тога, резултати су презентовани на научном скупу међународног значаја штампано у изводу.

Радови објављени у врхунским међународним часописима (M21):

1. **Bartolić, D.**, Mutavdžić, D., Carstensen, J. M., Stanković, S., Nikolić, M., Krstović, S., Radotić, K. 2022. Fluorescence spectroscopy and multispectral imaging for fingerprinting of aflatoxin-B1 contaminated (*Zea mays* L.) seeds: a preliminary study. *Scientific Reports*, 12:4849. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08352-4>

- Bartolić, D.**, Mojović, M., Prokopijević, M., Djikanović, D., Kalauzi, A., Mutavdžić, D., Baošić, R., Radotić, K. 2021. Lignin and organic free radicals in maize (*Zea mays* L.) seeds in response to aflatoxin B1 contamination. An optical and EPR spectroscopic study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102:2500-2505. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11591>
- Bartolić, D.**, Maksimović, V., Maksimović, D.J. Stanković, M., Krstović, S., Baošić, R., Radotić, K. 2020. Variation in polyamine conjugates in maize (*Zea mays* L.) seeds contaminated with aflatoxin B₁: a dose-response relationship. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100:2905-2910. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10317>

Рад објављен у истакнутом међународном часопису (M22):

- Bartolić, D.**, Stanković, M., Mutavdžić, D., Stanković S., Jovanović D., Radotić K. 2018. Multivariate Curve Resolution - Alternate Least Square analysis of excitation-emission matrices for maize flour contaminated with aflatoxin B1. *Journal of Fluorescence*, 28:729 – 733. <https://doi.org/10.1007/s10895-018-2246-z>

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

- Bartolić Dragana**, Stanković Mira, Mojović Miloš, Maksimović Vuk, Radotić Ksenija. (2018). Non-invasive mapping of redox status in the aflatoxin-stressed maize and wheat seeds by 2D electron paramagnetic resonance imaging. *3rd International Conference on Plant Biology (22nd SPPS Meeting)*, 9-12 June, Belgrade, Serbia. p. 61 – 61.

Д. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Оригиналност ове докторске дисертације проверена је 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 подударана текста износи 9%. Овај степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места у вези са темом дисертације, као и претходно публикованих резултата истраживања проистеклих из дисертације, што је у складу са чланом 9. овог Правилника. На основу свега изнетог, Комисија сматра да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Ђ. ЗАКЉУЧАК КОМИСИЈЕ

На основу свега изложеног, Комисија закључује да је кандидаткиња Драгана Д. Бартолић успешно одговорила на све постављене задатке који се тичу испитивања фенолног профила и садржаја одређених фенолних једињења, садржаја микро- и макроелемената као индикатора оштећења семена услед присуства афлатоксина, као и утицаја овог токсина на садржај органских радикала и редокс статус семена. Кандидаткиња је показала да се спектрофлуориметрија заједно са напредним статистичким методама спектралне анализе може успешно применити у испитивању варијација параметара емисионог профила семена кукуруза када је контаминација афлатоксином у питању. Поред тога, предложила је потенцијалне маркере за разликовање семена различитих нивоа контаминације афлатоксином. Добијени резултати у оквиру ове дисертације прате савремене трендове у анализи хране и од великог су практичног значаја, пошто осим фундаменталних сазнања о стању семена контаминираних

афлатоксинима, могу да дају основу за развој спектроскопско-статистичких метода за процену контаминације семена различитих пољопривредних култура.

Комисија сматра да резултати приказани у оквиру докторске дисертације кандидаткиње Драгане Д. Бартолић представљају оригиналан и значајан научни допринос области аналитичке хемије.

Резултати истраживања проистекли из ове докторске дисертације објављени су у оквиру 4 научна рада. Три научна рада су објављена у врхунском међународном часопису (M21) и један рад у истакнутом међународном часопису (M22). Поред тога, резултати су презентовани на научном скупу међународног значаја штампано у изводу.

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидаткиње Драгане Д. Бартолић, дипломираног биохемичара, мастер физикохемичара.

На основу свега наведеног, а у складу са Законом о високом образовању и Статутом Универзитета у Београду – Хемијског факултета, Комисија сматра да су испуњени сви услови за одбрану докторске дисертације и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Хемијског факултета да поднету докторску дисертацију **Драгане Д. Бартолић**, дипломираног биохемичара, мастер физикохемичара, под насловом: „**Индикатори контаминације семена кукуруза (*Zea mays L.*) афлатоксинима**“ прихвати и одобри њену јавну одбрану за стицање академског звања доктора хемијских наука.

Београд, 4. 7. 2022. године

Комисија

др Рада Баошић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Хемијски факултет
ментор

др Ксенија Радотић Хаци-Манић, научни саветник
Институт за мултидисциплинарна истраживања,
Универзитет у Београду
ментор

др Славица Станковић, научни саветник
Институт за кукуруз Земун поље

др Милош Мојовић, редовни професор
Универзитету Београду - Факултет за физичку хемију

др Милан Николић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Хемијски факултет