

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ



Образац -3  
РЕПУБЛИКА СРПСКА  
УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊА ЛУЦИ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
Број: 19/4.2410/20  
Датум: 09.12.2020. године  
Банја Лука

ИЗВЈЕШТАЈ  
*о оцјени урађене докторске дисертације*

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Наставно-научно вијеће Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци на 232. сједници одржаној 16.11.2020. године донијело је Одлуку број 19/3.2612/20 којом је именовало комисију за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације под називом *Праћење хемијских и физичких параметара биљке Cannabis sativa L. и њених препарата значајних за форензичку анализу*, кандидата мр Мирјане Драгољић, у сљедећем саставу:

1. Др Милица Балабан, ванредни професор, ужа научна област Органска хемија, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, предсједник;
2. Др Бранка Родић Грабовац, ванредни професор, ужа научна област Органска хемија, Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, ментор, члан;
3. Др Љубица Васиљевић, редовни професор, ужа научна област Органска хемија, Технолошки факултет Универзитета у Источном Сарајеву, ментор, члан;
4. Др Славица Сладојевић, редовни професор, ужа научна област Аналитичка хемија, Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, члан;
5. Др Pero Саиловић, доцент, ужа научна област Органска хемија, Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, члан.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- 1) Мирјана (Миливој) Драгољић
- 2) 16.02.1963. године, Горажде, Босна и Херцеговина
- 3) Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет, Општа и примјењена хемија, магистар хемијских наука из области опште и примјењене хемије
- 4) Технолошки факултет, *Промјена концентрације тетрахидроканабинола са временом као индикатор квалитета узорака биљке Cannabis Sativa L.*, Природне науке/Хемијске науке, 18.07.2012. године.
- 5) Природне науке/Хемијске науке
- 6) Докторска дисертација је пријављена на Природно-математичком факултету Универзитета у Бањој Луци, на Студијском програму Хемија, 2015. године.

III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

- 1) *Праћење хемијских и физичких параметара биљке Cannabis sativa L. и њених препарата значајних за форензичку анализу*
- 2) Тема докторске дисертације прихваћена је Одлуком Наставно-научног вијећа Природно-математичког факултета и Одлуком Сената Универзитета у Бањој Луци

број 02/04-3.220-51/16 од 17.02.2016. године.

3) Докторска дисертација је урађена у складу са Правилником о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци и изложена у слједећим поглављима:

1. Увод: странице 1-3;
2. Биљка *Cannabis sativa L.*: 4-44;
3. Анализа канабис производа у форензичке сврхе: 45-79;
4. Материјал и методе: 80-82;
5. Резултати и дискусија: 83-144;
6. Закључци: 145-147;
7. Литература: 148-167.

4) Дисертација је написана латиничним писмом на 167 страница нумерисаног текста и садржи 31 табелу, 61 слику и 204 литературна навода. Литературни наводи су актуелни и у складу са обрађеном темом.

На почетку дисертације налази се 14 страница које нису нумерисане, а које се односе на податке о дисертацији на српском и енглеском језику, захвалницу, листу скраћеница и садржај. На крају дисертације налазе се 4 странице које се односе на биографију аутора и три изјаве према Правилнику о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци.

Дисертација садржи седам поглавља: Увод, Биљка *Cannabis sativa L.*, Анализа канабис производа у форензичке сврхе, Материјал и методе, Резултати и дискусија, Закључци и Литература. Поред наведених поглавља дисертација садржи податке о менторима и дисертацији са резимеом, на српском и енглеском језику, захвалницу, листу скраћеница, садржај, биографију аутора и три изјаве:

- Изјава о ауторству;
- Изјава којом се овлашћује Универзитет у Бањој Луци да докторску дисертацију учини јавно доступном и
- Изјаву о идентичности штампане и електронске верзије.

#### IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

1) Динамика производње, промета и употребе појединих врста илегалних дрога мијења се кроз вријеме. Број и врста супстанци, доступних корисницима, никада нису били разноврснији. Међутим, и поред наведене динамике и разноврсности, производи биљке *Cannabis sativa L.* традиционално представљају најраширењију илегалну дрогу у свијету. У Републици Српској марихуана, као основни препарат канабис биљке, такође је најзаступљенија дрога на илегалном тржишту и представља преко 90% од укупно заплијењене количине дрога. Поред традиционалног узгоја у природним условима (плантаџе на отвореном), запажен је пораст узгоја канабис биљке у затвореном простору, у вјештачким условима. Истовремено је запажено да су узорци канабиса са високим садржајем психоактивног састојка на подручју Републике Српске бројнији него у ранијем периоду, али нема свеобухватног истраживања које би дало прецизнију слику о кретању и трендовима психоактивног потенцијала канабиса.

Предмет истраживања ове дисертације је проучавање форензички значајних особина биљке *Cannabis sativa L.* и њених препарата, доступних на илегалном тржишту Републике Српске. Циљ истраживања је унапријеђење тумачења резултата форензичке анализе и особина канабис биљке и њених препарата, као допринос истражним и судским поступцима.

У сагласности са циљевима истраживања постављене су слједеће хипотезе:

- Праћењем психоактивног потенцијала канабис препарата у дужем временском периоду, дефинисаће се тренд потенцијала и одредити

доминантни хемотип (хемијски фенотип) канабис узорака на подручју Републике Српске;

- Испитаће се садржај психоактивног састојка у различитим дијеловима биљке (цват, листови,...), са посебним освртом на биљне дијелове за које се сматра да психоактивни састојак садрже само у траговима или га уопште не садрже (stabљика, коријен, сјеменке);
- Утврдиће се динамика промјене форензички значајних особина узорака канабис биљке, односно промјене концентрације основних канабиноида и њихов међусобни однос, као и динамика губитка масе као последица сушења биљног материјала, у узорцима који се чувају у депозиту;
- Испитаће се утицај одређених параметара на резултат квантитативне анализе психоактивног састојка, током припреме и анализе узорака, што ће послужити као критериј за избор одговарајућих поступака и метода форензичке анализе.

2) Производи биљке *Cannabis sativa L.* представљају најраширенiju илегалну дрогу у свијету. Процењује се да око 4% свјетске популације у добу од 15-64 година користи канабис препарате [EMCDDA, 2018a; UNODC, 2018]. Преко 60% случајева заплијене и заплијењене количине дрога на глобалном нивоу односи се на канабис препарате [UNODC, 2015]. Слично стање је у Босни и Херцеговини, где је најзаступљенија марихуана (основни препарат канабис биљке), док је канабис смола (хашиш) много рјеђа [EMCDDA, 2018b]. Последњих деценија забиљежен је пораст узгоја канабис биљке у затвореном простору, у вјештачким условима, што поред повећаног приноса, има значајан утицај на хемијски састав биљке [King et al., 2004; Toonen et al., 2006; Clarke and Watson, 2007; UNODC, 2012, 2013b, 2014a, 2014b, 2015]. Ова појава присутна је и на простору Републике Српске, где је у последњој деценији откривено више илегалних лабораторија за производњу марихуане. Психоактивни потенцијал илегалних узорака канабиса прати се већ дуже вријеме у многим државама, у сврху процјене утицаја на здравље корисника. У последњим деценијама забиљежен је пораст психоактивног потенцијала канабиса, посебно код биљака које се гаје у вјештачким условима (у затвореном простору) [ElSohly et al., 1984, 2000, 2016; King et al., 2004; Potter et al., 2008; Mehmedić et al., 2010; UNODC, 2011, 2014a; Cascini et al., 2012; Dujourdy and Besacier, 2017; Freeman et al., 2018]. Када су у питању дроге, познато је да корисници дозу прилагођавају потенцији узорка, те не значи да су само високопотентни узорци пријетња за здравље. Здравствени ризик представљају и нагле промјене потенцијала поједине дроге на тржишту или велике међусобне разлике у психоактивном потенцијалу илегалних узорака, што такође може изазвати здравствене проблеме или неочекивано предозирање [Tsumura et al., 2012].

Карактеристични хемијски састојци биљке *Cannabis sativa L.* су канабиноиди, којих је из биљке изоловано 120 [ElSohly et al., 2017; Radwan et al., 2017], од којих се три основна користе за форензичку идентификацију канабис препарата: канабидиол, канабинол и психоактивни састојак  $\Delta^9$ -тетрахидроканабинол [Maksimović i sar., 1998]. Познато је да сви дијелови биљке не садрже исту количину психоактивног састојка [UNODC, 2009a], али нека истраживања дају различите резултате у погледу садржаја психоактивног састојка у неким биљним дијеловима (нпр. сјеменке) [Ross et al., 2000; Yang et al., 2017]. Истраживања на пољу динамике разлагања тетрахидроканабинола са временом, у узорцима биљке и других канабис препарата, показала су да услови чувања значајно утичу на брzinu разлагања тетрахидроканабинола [Ross and ElSohly, 1997; Trofin et al., 2011; 2012a; 2012b]. Препоруке за поступак узорковања, припрему узорака за анализу, као и методе анализа примјеном различитих аналитичких техника, могу се наћи у бројној литератури [UNDCP, 1994; Maksimović i sar., 1998; SWGDRUG, 2005, 2016; Siegel,

2005; UNODC and ENFSI, 2009; Fischedick et al., 2010], где се препоручени поступци и методе мање или више међусобно разликују, што на извјестан начин отежава упоређивање резултата између лабораторија [Poortman-van der Meer and Huizer, 1999]. Због тога је веома важно спровести валидацију методе анализе, која треба да обухвати цијели процес од узорковања, преко припреме узорака до анализе, укључујући и тумачење резултата [ILAC, 2002; SWGDRUG, 2016].

Од укупног фонда литературе кориштене у овој дисертацији, која износи 204 литературна навода, у сљедећем попису наведени су само извори који су кориштени у овом Извјештају:

- Cascini, F., Aiello, C. and Di Tanna, G.L. (2012) Increasing Delta-9-Tetrahydrocannabinol ( $\Delta$ -9-THC) Content in Herbal Cannabis Over Time: Systematic Review and Meta-Analysis. *Current Drug Abuse Reviews*, 5(1), 32-40.
- Clarke, R.C. and Watson, D.P. (2007) Cannabis and Natural Cannabis Medicines. In *Marijuana and the cannabinoids*, ElSohly, M.A. (Ed.), Humana Press, Totowa, New Jersey, pp 1-17.
- Dujourdy, L. and Besacier, F. (2017) A study of Cannabis potency in France over a 25 years period (1992-2016). *Forensic Science International*, 272, 72–80.
- ElSohly, M.A., Holley, J.H., Lewis, G.S., Russell, M.H. and Turner, C.E. (1984) Constituents of *Cannabis sativa* L. XXIV: The Potency of Confiscated Marijuana, Hashish, and Hash Oil Over a Ten-Year Period. *Journal of Forensic Sciences*, 29(2), 500-514.
- ElSohly, M.A., Ross, S.A., Mehmedic, Z., Arafat, R., Yi, B. and Banahan, B.F. (2000) Potency trends of D9-THC and other cannabinoids in confiscated marijuana from 1980–1997. *Journal of Forensic Sciences*, 45(1), 24–30.
- ElSohly, M.A., Mehmedic, Z., Foster, S., Gon, C., Chandra, S. and Church, J.C. (2016) Changes in Cannabis Potency over the Last Two Decades (1995-2014) - Analysis of Current Data in the United States, *Biological Psychiatry*, 79(7), 613-619.
- ElSohly, M.A., Radwan, M.M., Gul, W., Chandra, S. and Galal, A. (2017) Phytochemistry of *Cannabis sativa* L., In *Phytocannabinoids*, Kinghorn, A.D., Falk, H., Gibbons, S. and Kobayashi, J. (Eds.), Progress in the chemistry of organic natural products, Vol. 103, (pp. 1-36), Springer International Publishing, Cham, Switzerland.
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA) (2018a) *European drug report 2018: Trends and developments*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA) (2018b) *Bosnia and Herzegovina, National drug situation report 2017*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Retrieved December 26, 2018 from [http://www.emcdda.europa.eu/publications-database\\_en?f%5B0%5D=field\\_pub\\_date%3A2018](http://www.emcdda.europa.eu/publications-database_en?f%5B0%5D=field_pub_date%3A2018)
- Fischedick, J.T., Hazekamp, A., Erkelens, T., Choi, Y.H. and Verpoorte, R. (2010) Metabolic fingerprinting of *Cannabis sativa* L., cannabinoids and terpenoids for chemotaxonomic and drug standardization purposes. *Phytochemistry*, 71, 2058–2073.
- Freeman, T.P., Groshkova, T., Cunningham, A., Sedefov, R., Griffiths, P. & Lynskey, M.T. (2018) Increasing potency and price of cannabis in Europe 2006–16, *Addiction*, 114(6), 1015–1023.
- International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) (2002) Guidelines for forensic science laboratories (ILAC-G19: 2002).
- King, L.A., Carpentier, C. and Griffiths, P. (2004) *An overview of cannabis potency in Europe*, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp 29-41.

- Maksimović, R., Bošković, M. i Todorić, U. (1998) *Metode fizike, hemje i fizičke hemije u kriminalistici*, Policijska akademija, Beograd.
- Mehmedic, Z., Chandra, S., Slade, D., Denham, H., Foster, S., Patel, A.S., Ross, S.A., Khan, I.A. and ElSohly, M.A. (2010) Potency Trends of Δ9-THC and Other Cannabinoids in Confiscated Cannabis Preparations from 1993 to 2008. *Journal of Forensic Science*, 55(5), 1209-1217.
- Poortman-van der Meer, A.J. and Huizer, H. (1999) A contribution to the improvement of accuracy in the quantitation of THC. *Forensic Science International*, 101, 1-8.
- Potter, D.J., Clark, P. and Brown, M.B. (2008) Potency of Δ9-THC and Other Cannabinoids in Cannabis in England in 2005. *Journal of Forensic Science*, 53(1), 90-94.
- Radwan, M.M., Wanas, A.S., Chandra, S. & ElSohly, M.A. (2017) Natural cannabinoids of cannabis and methods of analysis, In *Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology*, Chandra, S., Lata, H. and ElSohly, M.A. (Eds.), Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 161-182.
- Ross, S.A. and ElSohly, M.A. (1997) CBN and Δ9-THC concentration ratio as an indicator of the age of stored marijuana samples. *Bulletin on Narcotics*, Vol. XLIX and L, 139-147.
- Ross, S.A., Mehmedic, Z., Murphy, T.P., and ElSohly, M.A. (2000) GC-MS analysis of the total Δ9-THC content of both drug- and fiber-type Cannabis seeds. *J. Anal. Toxicol.* 24, 715-717.
- Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG) (2005) *Marijuana*. Retrieved October 21, 2015 from <http://swgdrug.org>.
- Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG) (2016) *Recommendations*, Version 7.1. Retrieved August 26, 2016 from <http://swgdrug.org>.
- Siegel, J.A. (2005) Forensic Identification of Illicit Drugs. In *Forensic Science Handbook*, Saferstein, R. (Eds.), Pearson, New Jersey, pp. 111-174.
- Toonen, M., Ribot, S. and Thissen, J. (2006) Yield of Illicit Indoor Cannabis Cultivation in The Netherlands. *J. Forensic Sci.* 51(5), 1050-1054.
- Trofin, I.G., Vlad, C.C., Dabija, G., Filipescu, L. (2011) Influence of Storage Conditions on the Chemical Potency of Herbal Cannabis. *Rev. Chim.* 62(6), 639-645.
- Trofin, I.G., Dabija, G., Vaireanu, D.I., Filipescu, L. (2012a) Long-term Storage and Cannabis Oil Stability. *Rev. Chim.* 63(3), 293-297.
- Trofin, I.G., Dabija, G., Vaireanu, D.I., Filipescu, L. (2012b) The Influence of Long-term Storage Conditions on the Stability of Cannabinoids derived from Cannabis Resin. *Rev. Chim.* 63(4), 422-427.
- Tsumura, Y., Aoki, R., Tokieda, Y., Akutsu, M., Kawase, Y., Kataoka, T., Takagi, T., Mizuno, T., Fukada, M., Fujii, H. and Kurahashi, K. (2012) A survey of the potency of Japanese illicit cannabis in fiscal year 2010. *Forensic Science International*, 221(1-3), 77-83.
- United Nations International Drug Control Programme (UNIDCP) – Vienna (1994) *Rapid Testing Methods of Drugs of Abuse*, United Nations, New York.
- United Nations Office on Drugs and Crime - Laboratory and Scientific Section (UNODC-LSS) and European Network of Forensic Science Institutes - Drugs Working Group (ENFSI - DWG) (2009) *Guidelines on Representative Drug Sampling*, United Nations, New York.
- United Nations Office on Drug and Crime - Laboratory and Scientific Section (UNODC - LSS) (2009a) *Recommended Methods for the Identification and Analisys Cannabis and Cannabis Products*, United Nations, New York.
- United Nations Office for Drug and Crime (UNODC) (2011) *World Drug Report 2011*, United Nations, pp. 175-206.

- United Nations Office for Drug and Crime (UNODC) (2012) *World Drug Report 2012*, United Nations, pp. 2-3, 43-50.
- United Nations Office on Drug and Crime (UNODC) (2013b) *World Drug Report 2013*, United Nations, pp. 24-29.
- United Nations Office for Drug and Crime (UNODC) (2014a) *The Illicit Drug Trade Through South-Eastern Europe*, United Nations, pp. 98-107.
- United Nations Office for Drug and Crime (UNODC) (2014b) *World Drug Report 2014*, United Nations, pp. 39- 43.
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) (2015) *World Drug Report 2015*, United Nations, pp. 57-66.
- United Nations Office on Drugs and Crime (2018) *World drug report 2018*. United Nations publication. Retrieved December 26, 2018 from <https://www.unodc.org/wdr2018>
- Yang, Y., Lewis, M. M., Bello, A.M., Wasilewski, E., Clarke, H.A. and Kotra, L.P. (2017) Cannabis sativa (Hemp) Seeds, D9-Tetrahydrocannabinol, and Potential Overdose. *Cannabis and Cannabinoid Research*, 2(1), 274-281.
- 3) Праћењем психоактивног потенцијала канабис препарата у дужем временском периоду, дефинисан је тренд потенцијала на основу којег се могу извршити процјене кретања потенцијала на подручју Републике Српске у будућности. На основу међусобног односа основних канабиноида одређен је и хемотип (хемијски фенотип) канабис узорака, у циљу детерминације припадности биљке варијетету тзв. дрогатип конопље или индустријске влакно-тип конопље. Праћењем динамике деградације тетрахидроканабинола до канабинола, у канабис узорцима који се чувају у депозиту дуже вријеме, одређена је константа брзине реакције разлагања тетрахидроканабинола, која може послужити за добијање форензички вриједних података. Експериментално испитивање показало је важност поједињих фаза припреме узорака, као и аналитичких поступака, са аспекта утицаја на резултат квантитативне анализе.
- 4) Ова дисертација даје више података о стању и трендовима психоактивног потенцијала канабис препарата на домаћем илегалном тржишту. Ти подаци су корисни установама које се баве проблематиком илегалних дрога (здравственим, социјалним, правосудним и сл.), као и за израду стратегија за сузбијање промета и употребе илегалних дрога. Утврђивање присуства и концентрације психоактивног састојка примјеном метода хемијске анализе узорака биљног материјала биљке *Cannabis sativa L.* или њених препарата представља материјални доказ значајан за истражни и судски поступак. Оптимизација услова припреме и анализе узорака представља значајан допринос форензичкој аналитичкој пракси. Подаци о хемијским и физичким особинама канабис биљке и њених препарата добијени на основу експеримената доприносе бољем разумијевању форензички значајних карактеристика канабис узорака, као и тумачењу приликом вјештачења у судским поступцима. Сазнања проистекла из експерименаталних резултата могу послужити и као смјернице за поступање са узорцима током истражног поступка.

## V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

1) У изради докторске дисертације као основни материјал за истраживање кориштени су узорци биљног материјала биљке *Cannabis sativa L.*, различитих појавних облика:

- осушени врхови биљке;
- осушен и уситњен биљни материјал (марихуана);
- садржај импровизованих цигарета;
- свеже биљке.

Критеријуми за избор материјала били су:

- подобност биљног материјала за примјену хемијских аналитичких техника, односно да није дошло до биодеградабилности и пропадања материјала, због неадекватног складиштења и сл.;
- да материјал има довољно репрезентативних биљних дијелова који садрже канабиноиде (цвјетни врхови и листови биљке);
- да је на располагању довољна количина биљног материјала, ради прописног узорковања репрезентативног узорка, посебно за квантитативну анализу.

За припрему стандардних растворова кориштени су референтни стандарди основних канабиноида, марке *Alltech®* и *Lipomed AG®*. Референтни стандарди канабидиола и канабинола су у форми прашка, чистоће 98,80-100% и 98,4-100%, редом. Стандарди  $\Delta^9$ -тетрахидроканабинола су у форми раствора у метанолу или етанолу, концентрације 1 мг/мл, 2 мг/мл или 5 мг/мл, чистоће 99,9 – 100%.

За екстракцију узорака кориштени су органски растворачи: хлороформ (чистоће 99-99,4%), етанол (чистоће 99,8%), толуен (чистоће 99%) и петролетер (*pure*, < 15% н-хексана).

За уситњавање и хомогенизацију узорака кориштен је порцулански аван, а поспјешење екстракције рађено је помоћу хоризонталног шејкера *Promax 1020*, *Heidolph* или ултразвучног купатила *Ultrasonic 475H, Langford Sonomatic*.

2) За анализе основних канабиноида у узорцима биљног материјала примјењене су хроматографске аналитичке технике.

Хроматографија на танком слоју:

- метода квалитативне анализе основних канабиноида;
- метода семиквантитативне анализе психоактивног састојка  $\Delta^9$ -тетрахидроканабинола.

Гасна хроматографија:

- методе квалитативне анализе основних канабиноида примјеном пламено-јонизационог (GC/FID) и масено-спектрометријског детектора (GC/MS);
- квантитативна анализа основних канабиноида гасном хроматографијом са пламено-јонизационим (GC/FID) детектором, примјеном методе екстерног и методе интерног стандарда.

Примјењене методе су тачне и поуздане, те одговарају савременим достигнућима на међународном нивоу за ову врсту истраживања.

Испитивање динамике сушења канabis биљке и промјене масе узорака биљног материјала као посљедица сушења, предвиђено планом истраживања, није било могуће спровести, јер свјежи биљни узорци нису били благовремено на располагању. С обзиром да се ради о независном експерименту, то није утицало на поузданост спроведених истраживања.

Подаци добијени истраживањем су статистички обрађени на одговарајући начин, приказани су графички и табеларно, те илустровани хроматограмима квалитативних и квантитативних анализа.

## VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

- 1) Резултати истраживања показали су да више од 90% заплијењених узорака биљног материјала биљке *Cannabis sativa L.* припадају „дрога-тип“ хемотипу, при чему су на илегалном тржишту присутни узорци канabis биљног материјала са веома различитим садржајем психоактивног састојка, од нископотентних, преко средњепотентних до високопотентних узорака. Установљен је пораст броја узорака са високим садржајем психоактивног састојка  $\Delta^9$ -тетрахидроканабинола и ниским садржајем канабидиола, што утиче на укупни психоактивни потенцијал узорака. Тако је средњи годишњи потенцијал канабиса у порасту, од 1,94%, колико је

износио 1999. године, до 5,91% у 2013. години. Иако психоактивни потенцијал канабиса у Републици Српској није висок као у неким европским државама, тренд раста је евидентан, те се и у будуће може очекивати пораст психоактивног потенцијала, што указује на важност даљег праћења.

Одређена истраживања на тему промјене хемијског састава узорака канабис биљке, са акцентом на промјену концентрације психоактивног састојка са временом, рађена су у оквиру магистарске тезе кандидата, те је предмет овог рада био и наставак праћења промјене хемијских особина узорака канабиса, односно промјене концентрације основних канабиноида у узорцима биљног материјала који се чувају дуже вријеме. У том смислу, потврђена су ранија запажања и одређена је константа брзине реакције деградације тетрахидроканабинола ( $k_{sr.} = 0,530 \text{ год.}^{-1}$ ), при чему је полуувријеме реакције  $t_{1/2} = 1,3 \text{ год.}$

Истраживања која се односе на припрему и анализу узорака, поред поступка узорковања и избора репрезентативних дијелова биљке у форензичком смислу, обухватила су и утицај појединих параметара (растварача за екстракцију, поступка екстракције, температура у различитим фазама припреме, техника инјектирања, примјене екстерног и интерног стандарда и сл.) на резултат квантитативне анализе. На основу извршених експеримената спроведени су поступци валидације метода анализе канабиса примјеном техника гасне хроматографије са пламено-јонизационим детектором и гасне хроматографије са масеним спектрометријским детектором, као и семиквантитативне танкослојне хроматографије.

2) Добијени резултати су прегледно и јасно приказани, те правилно, логично и јасно тумачени и упоређени са резултатима доступним у литератури.

3) С обзиром да није било података о психоактивном потенцијалу канабиса на илегалном тржишту Републике Српске, ово истраживање први пут даје прецизнију слику о стању и трендовима, као и компарацију истих са доступним подацима других држава у којима се потенцијал канабиса прати дуже вријеме. Истраживање је показало да психоактивни потенцијал има тренд раста, што указује на потребу даљег праћења, у сврху процјене утицаја на здравље корисника, а посебно ако се има у виду све веће интересовање за кориштење канабиса као помоћне терапије у третману одређених оболења.

Одређивање константе брзине разлагања психоактивног састојка тетрахидроканабинола до канабинола, као и одређивање њиховог међусобног односа у одређеним условима складиштења, омогућује прорачуне за добијање форензички значајних података који су допринос како поступању са узорцима у истражном поступку, тако и доказивању током вођења судских поступака.

Иако су принципи квантитативне анализе канабиса у основи познати, спроведено истраживање је допринос прецизнијем дефинисању поступка припреме узорака и услова анализе примјеном различитих метода и техника, у сврху добијања поузданних резултата анализа. У овој области увијек има простора за даље истраживање, како примјене различитих растворача и њихових комбинација за екстракцију узорака, различитих поступака екстракције, тако и за испитивање аналитичких параметара метода примјеном различитих аналитичких техника.

Према теоретском концепту ефективног броја угљеникових атома, а на основу сродне структуре канабиноида, показало се да се канабинол може користити као индиректни референтни стандард за одређивање садржаја тетрахидроканабинола у узорцима. Експериментални резултати у овој дисертацији показали су веома добро слагање са теоретским концептом и експерименталним резултатима доступним у литератури. Аналогно, као индиректни референтни стандард могао би се примјенити и канабидиол, након проведених експеримената. Предност кориштења канабинола и канабидиола као референтних стандарда огледа се у томе што, за разлику од тетрахидроканабинола, нису под контролом закона у смислу контроле илегалних дрога, што поједностављује поступак набавке. Поред тога, стабилнији су од

стандарда тетрахидроканабинола, чиме доприносе повјерењу у резултат анализе.

## VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Докторска дисертација мр Мирјане Драгољић под називом *Праћење хемијских и физичких параметара биљке Cannabis sativa L. и њених препарата значајних за форензичку анализу* урађена је према правилима и принципима научно-истраживачког рада. Дефинисани предмет и циљ истраживања, предложене хипотезе, примјењене методе истраживања, кориштена литература, те детаљна анализа предложене теме показују да ова дисертација представља оригинални научни допринос у области форензичке анализе илегалних дрога.

С обзиром на актуелност теме и мали број истраживања у овој области, на нашим просторима, те на основу укупне оцјене ове докторске дисертације, Комисија једногласно даје позитивну оцјену о завршеној докторској дисертацији под називом *Праћење хемијских и физичких параметара биљке Cannabis sativa L. и њених препарата значајних за форензичку анализу* мр Мирјане Драгољић и предлаже Наставно-научном вијећу Природно-математичког факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвати овај Извјештај и омогући кандидату јавну одбрану докторске дисертације.

## ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Датум: 03.12.2020. године

1. Др Милица Балабан, ванредни професор,  
Природно-математички факултет  
Универзитета у Бањој Луци, предсједник

2. Др Бранка Родић Грабовац, ванредни  
професор, Технолошки факултет  
Универзитета у Бањој Луци, ментор,  
члан

3. Др Љубица Васиљевић, редовни  
професор, Технолошки факултет  
Универзитета у Источном Сарајеву,  
ментор, члан

4. Др Славица Сладојевић, редовни  
професор, Технолошки факултет  
Универзитета у Бањој Луци, члан

5. Др Перо Сајловић, доцент, Технолошки  
факултет Универзитета у Бањој Луци,  
члан

**ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ:** Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.