

9. SIMPOZIJUM  
HEMIJA I ZAŠTITA  
ŽIVOTNE SREDINE

# ENVIROCHEM2023

9<sup>th</sup> SYMPOSIUM  
CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

ENVIROCHEM2023

KNJIGA IZVODA

4-7. jun 2023. godine, KLADOVO, SRBIJA

# KNJIGA IZVODA

*BOOK OF ABSTRACTS*

9. simpozijum  
Hemija i zaštita životne sredine  
EnviroChem2023  
sa međunarodnim učešćem



*9<sup>th</sup> Symposium*  
*Chemistry and Environmental Protection*  
*EnviroChem2023*  
*with international participation*

**KNJIGA IZVODA**  
*BOOK OF ABSTRACTS*

Kladovo 4-7. jun 2023. godine

ENVIROCHEM2023

**KNJIGA IZVODA**

**9. simpozijum Hemija i zaštita životne sredine**

*Kladovo, 4-7. jun 2023.*

**BOOK OF ABSTRACTS**

**9<sup>th</sup> Symposium Chemistry and Environmental Protection**

*Kladovo, 4-7<sup>th</sup> June 2023*

**Izdaje/Published by**

**Srpsko hemijsko društvo/Serbian Chemical Society**

Karnegijeva 4/III, 11000 Beograd, Srbija

tel./fax: +381 11 3370 467; [www.shd.org.rs](http://www.shd.org.rs), E-mail: [office@shd.org.rs](mailto:office@shd.org.rs)

**Za izdavača/For Publisher**

**Dušan Sladić**, predsednik Srpskog hemijskog društva

**Urednici/Editors**

**Sanja Živković, Branka Lončarević, Minja Bogunović, Gordana Gajica**

**Slika sa naslovne strane/Photo from cover page**

Foto Video Boce

**Priprema za štampu i štampa/Prepress and printing**

Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjersva Tehnološko-metalurškog fakulteta,  
Beograd

**Tiraž/Circulation**

**150 primeraka/150 copies**

**ISBN 978-86-7132-082-5**

Informacije i stavovi izneti u ovoj publikaciji su provizorni. Srpsko hemijsko društvo, urednici i naučni odbor nisu odgovorni za interpretacije, eventualne posledice i štamparske greške. The information and the opinions given in this publication are provisional. Serbian Chemical Society, Editors or Editorial Board are not responsible for any interpretations, their consequences or typographical errors.

хроматографски пречишћени и анализирани на гасном хроматографу Agilent 7890A GC куплованом са квадруполним масеним детектором Agilent 5975C.

Табела 1. Карактеристике и вредности параметара испитиваних вода

| Локација  | Боја       | Мирис      | pH  | T (°C) | XПК (mg/l O <sub>2</sub> ) | CPI C <sub>16</sub> -C <sub>34</sub> | CPI C <sub>15</sub> -C <sub>20</sub> | CPI C <sub>25</sub> -C <sub>34</sub> | n-C MAX         |
|-----------|------------|------------|-----|--------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Дунавац   | без боје   | без мириса | 6,9 | 18,1   | 7                          | 0,89                                 | 0,82                                 | 0,95                                 | C <sub>26</sub> |
| Канал     | жута       | непријатан | 6,8 | 17,3   | 75                         | 1,28                                 | 0,95                                 | 1,54                                 | C <sub>27</sub> |
| Поњавица  | светложута | непријатан | 7,1 | 17,6   | 27                         | 1,15                                 | 1,02                                 | 1,25                                 | C <sub>26</sub> |
| Шљункара  | без боје   | без мириса | 6,8 | 18,0   | 31                         | 1,04                                 | 1,43                                 | 1,08                                 | C <sub>26</sub> |
| Црна Бара | светложута | има мирис  | 6,5 | 18,2   | 57                         | 0,71                                 | 0,99                                 | 0,71                                 | C <sub>28</sub> |

CPI – Carbon Preference Index; n-C<sub>MAX</sub> – n-алкански максимум.

Четири од пет анализираних узорака показују вредности ХПК карактеристичне за класу III површинских вода (табела 1; [2]). Најзаступљивија специфична угљоводонична једињења у свим узорцима су n-алкани (слика 1). Нижи n-алкани са мање од 20 угљеникових атома су присутни само у траговима, што указује да ове воде углавном нису изложене загађењу сировом нафтом, дизелом или керозином. У три узорка (Дунавац, Шљункара и Црна Бара), CPI вредности за цео опсег n-алкана (C<sub>16</sub>-C<sub>34</sub>), као и за и више (C<sub>25</sub>-C<sub>34</sub>) и ниже (C<sub>15</sub>-C<sub>20</sub>, са изузетком Шљункаре) n-алканске хомологе су ниже или блиске 1, што уз n-алканске максимуме у опсегу C<sub>24</sub>-C<sub>26</sub> указује на допринос органске супстанце акватичних макрофита, бактерија, васкуларних биљака и маховина рода *Sphagnum* [3]. Присуство нижих n-алкана (C<sub>15</sub>-C<sub>20</sub>) карактерише алге и бактерије, док се доминација непарних нижих хомолога у узорку Шљункара може повезати за цијанобактеријама. У узорцима Канал и Поњавица CPI вредности за цео опсег n-алкана (C<sub>16</sub>-C<sub>34</sub>), као и за више хомологе (C<sub>25</sub>-C<sub>34</sub>) веће су од 1, што уз n-алкански максимум у узорку Канал на C<sub>27</sub> указује на допринос виших сувоземних биљака. Међутим поред наведених природних извора идентификованих n-алкана, треба истаћи да веома сличне n-алканске расподеле имају моторна уља, теже фракције уља за ложење и течни производи пиролизе лигнита. Од посебног значаја је и резултат да је у екстракту узорка воде са локације Поњавица доминантно једињење елементарни сумпор (слика 1), што се може повезати са великом количином муља у којем преовлађују аноксични услови, услед чега су фаворизовани редукциони хемијски/биохемијски процеси.

Резултати прелиминарног истраживања показују да је неопходно наставити континуално и знатно детаљније истраживање предметних вода, како би се предупредило њихово даље загађење и негативан утицај на живи свет у њима, као и на подземне воде и земљиште у непосредној околини.

## Литература

1. ASTM International, ASTM D1252-06, 2020. <https://www.astm.org/d1252-06r20.html>
2. Уредба о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање, Сл. гласник РС, бр. 50/2012, 2012.
3. Andersson, R.A., Kuhry, P., Meyers, P., Zebühr, Y., Crill, P., Mörth, M. *Org. Geochem.* 42 (2011) 1065-1075.

**Захвалница** - Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије Евиденциони број: 451-03-47/2023-01/200288 и 451-03-47/2023-01/200168.

## Испитивање ефикасности екстракције виших n-алкана из ваздуха

## Investigation of the efficiency of extraction of long-chain *n*-alkanes from air

*И. Којух<sup>1,\*</sup>, К. Стојановић<sup>2</sup>, Н. Раговић<sup>2</sup>, С. Ђуровић<sup>3</sup>*

*(1) Иновациони центар Хемијској факултетиа у Београду, Студентски брџи 12-16, Београд, Србија, (2) Универзитетиа у Београду - Хемијски факултетиа, Студентски брџи 12-16, Београд, Србија, (3) Институтиа за отиштиу и фозичку хемију, Студентски брџи 12, Београд, Србија;*

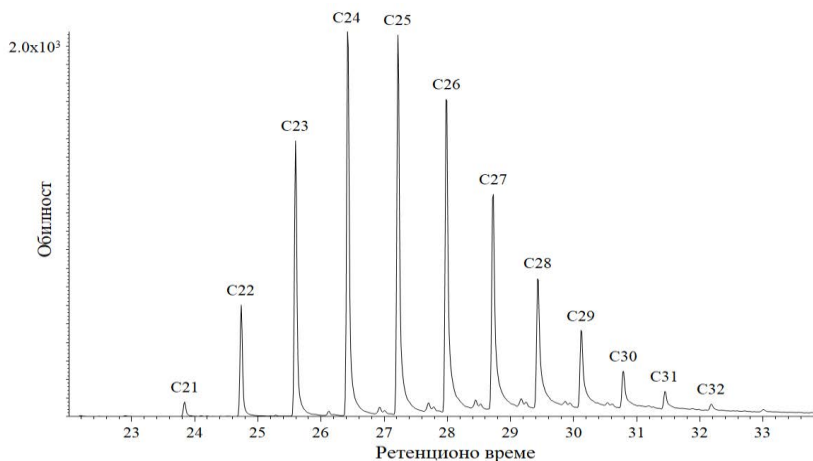
*\*ivankojic@chem.bg.ac.rs*

Испитивање угљоводоника у ваздуху претежно обухвата лакоиспарљива једињења и полицикличне ароматичне угљоводонике, док се мање пажње посвећује *n*-алканима дугог низа. Антропогено порекло виших *n*-алкана углавном се приписује угљу, биомаси, моторним уљима и уљима за ложење, док је њихово биогено порекло резултат физиолошких процеса виших сувоземних биљака, као и појединих микроорганизама [1]. Виши *n*-алкани ( $>C_{20}$ ) су стабилна, неиспарљива, у води нерастворна једињења, те се у ваздуху претежно налазе адсорбовани на честицама, и то углавном  $PM_{2.5}$ . Стога је значајно да се ова једињења у ваздуху анализирају и да се детаљније расветли њихова хемодинамика. Циљ овога рада је испитивање брзе и јефтине методе за екстракцију виших *n*-алкана из ваздуха, при чему су као растварачи коришћени *n*-хексан и дихлорметан. Наведени растварачи су одабрани због способности да добро растварају угљоводонике и економске приступачности [3].

Узорци ваздуха узети су са висине од 2 метра, мерено од асфалта, на локацији Капетан Мишине улице у Београду. Ова улица се налази у центру града, умерено је оптерећена само аутомобилским саобраћајем, али је транспорт знатно мање интензиван него на аутопуту и прометним саобраћајницама кроз које се крећу возила градског превоза. Ваздух је помоћу аутоматског узоркивача са пумпом на електрични погон, уз константан проток, увођен у стаклену испираницу напуњену прописаним количинама *n*-хексана, односно дихлорметана. Након дефинисаног времена узорковања, из добијених екстраката је најпре уклоњена влага, а потом су концентровани на ротационом вакуум упаривачу. Добијени концентрати су пречишћени на хроматографској колони са активираним магнезијум-силикатом и анализирани на гасном хроматографу Agilent 7890A GC куплованом са квадруполним масеним детектором Agilent 5975C.

На слици 1 приказан је хроматограм виших *n*-алкана у узорку екстрахованом дихлорметаном, који је показао већи апсорпциони потенцијал у односу на *n*-хексан, при идентичним експерименталним условима. У екстрактима ваздуха идентификовани су виши *n*-алкани у опсегу од  $C_{21}$  до  $C_{32}$ . CPI (Carbon Preference Index) вредности за цео опсег *n*-алкана ( $C_{21}$ - $C_{31}$ ) износиле су 0,99. *n*-Алканске расподеле се карактеришу највећом заступљеношћу хомолога  $C_{23}$ - $C_{26}$ , са максимумима на  $C_{24}$  и  $C_{25}$ . Веома сличне *n*-алканске расподеле са уједначеном заступљеношћу парних и непарних хомолога имају моторна уља, теже фракције уља за ложење и течни производи пиролизе лигнита. Природни извори  $C_{23}$ - $C_{26}$  алкана су акватичне макрофите, бактерије, васкуларне биљке и маховине рода *Sphagnum* [3,4].

Непарни *n*-алкани C<sub>27</sub>-C<sub>31</sub> карактеристични су за више сувоземне биљке, при чему се доминација C<sub>27</sub> и C<sub>29</sub> углавном везује за дрвеће и жбуње, а C<sub>31</sub> за траве и маховине [5].



Слика 1. Хроматограм виших *n*-алкана екстрахованих из ваздуха дихлорметаном.

Добијени резултати показују да је коришћени експериментални поступак екстракције дихлорметаном ефикасан за анализу виших *n*-алкана у ваздуху. Поред тога, у питању је брза, јефтина метода, која је креирана тако да захтева минималан број аналитичких фаза, чиме се губици анализита свде на најмању меру, што је важно узимајући у обзир њихову ниску концентрацију у ваздуху. Резултати испитивања су основа за наставак истраживања, у циљу оптимизације методе за екстракцију и квантификацију виших *n*-алкана у узорцима ваздуха.

## Литература

1. Yang, J., Lei, G., Liu, C., Wu, Y., Hu, K., Zhu, J., Bao, J., Lin, W., Jin, J. *Atmos. Chem. Phys.* 23(2023)3015-3029.
2. Ram, F., Bera, M. K., Sarkar, A. *Org. Geochem.* 165 (2022) 104368.
3. Andersson, R.A., Kuhry, P., Meyers, P., Zebühr, Y., Crill, P., Mörrh, M. *Org. Geochem.* 42 (2011)1065-1075.
4. Ficken, K.J., Li, B., Swain, D.L., Eglinton, G. *Org. Geochem.* 31 (2000) 745-749.
5. Bi, X., Sheng, G., Liu, X., Li, C., Fu, J. *Org. Geochem.* 36 (2005)1405-1417.

**Захвалница** - Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, Евиденциони број: 451-03-47/2023-01/200288 и 451-03-47/2023-01/200168.