

Kruševac, Srbija  
30. maj - 1. jun 2018

8. SIMPOZIJUM

**Hemija i zaštita životne sredine**

sa međunarodnim učešćem

# ENVIROCHEM 2018

8<sup>th</sup> SYMPOSIUM

**Chemistry and Environmental Protection**

with international participation

## Knjiga izvoda

## BOOK OF ABSTRACTS



Srpsko hemijsko društvo  
*Serbian Chemical Society*



Sekcija za hemiju i zaštitu životne sredine  
*Environmental Chemistry Division*

**8. Simpozijum  
Hemija i zaštita životne sredine**

sa međunarodnim učešćem

---

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

*with international participation*

**KNJIGA IZVODA  
BOOK OF ABSTRACTS**

Kruševac 30. maj - 1. jun 2018

**Naslov** KNJIGA IZVODA  
**8. simpozijum Hemija i zaštita životne sredine**

*Title* BOOK OF ABSTRACTS  
*8th Symposium Chemistry and Environmental Protection*

**Izdavač** Srpsko hemijsko društvo  
**Karnegijeva 4/III, Beograd, Srbija**

*Publisher* Serbian Chemical Society  
*Karnegijeva 4/III, Belgrade, Serbia*

**Za izdavača** Vesna Mišković - Stanković, predsednik Društva  
*For the publisher* President of the Society

**Urednici** Vladimir Beškoski, Jelena Savović,  
*Editors* Miloš Momčilović

**Tehnička prirema** Sanja Živković  
*Technical assistance*

**Štampa** DualMode štamparija, Beograd  
*Printed by*

**Tiraž** 120 primeraka  
*Circulation* 120 copies

**ISBN** 978-86-7132-068-9

## Metode površinske jonizacije za merenje izotopskog sastava hlora

### Methods of surface ionization for the measurement of chlorine's isotopic composition

Filip Veljković<sup>1a</sup>, Boris Rajčić, Suzana Veličković

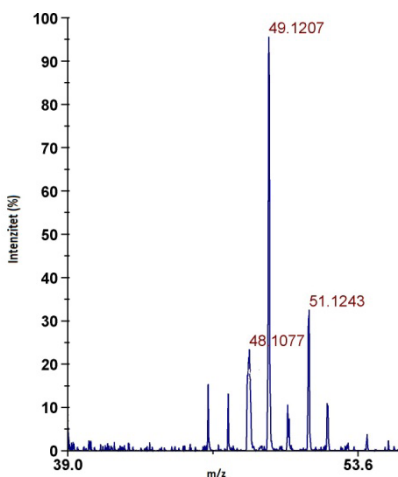
<sup>1</sup> Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Univerzitet u Beogradu

<sup>a</sup>filipveljkovic@vin.bg.ac.rs

Jedinjenja hlorata i perhlorata koja se koriste kao herbicidi, pogonska čvrsta goriva i eksplozivi, i sve češće se prepoznaju kao zagađivači podzemnih voda [1]. Perhlorati su posebno opasni jer ometaju proizvodnju hormona u štitnoj žlezdi. Hlor je podložan izotopskom frakcionisanju fizičkim i hemijskim procesima. Varijacije u atomskim masama, kao i u zastupljenosti izotopa hlora su posledica njegovog izotopskog frakcionisanja tokom fizičkih, hemijskih i bioloških procesa. Upravo, te varijacije su korisne za određivanje porekla supstance i proučavanje ekoloških, hidroloških i geoloških procesa. Takođe, analizom izotopa hlora može se utvrditi i priroda zagađivača životne sredine odnosno da li je njegovo poreklo antropogeno ili ne. Informacije mogu biti važne iz pravnih razloga i za remedijaciju kontaminiranog područja [2, 3].

Hlor se u prirodi javlja u obliku dva stabilna izotopa <sup>35</sup>Cl i <sup>37</sup>Cl (relativnih atomskih masa, respektivno 34,968 8527 i 36,965 9026), čiji relativni izotopski sastav je 0,7553 i 0,2547 [4]. Merenje odnosa stabilnih izotopa hlora ( $n(^{37}\text{Cl})/n(^{35}\text{Cl})$ ), kao i molske frakcije <sup>36</sup>Cl ( $n(^{36}\text{Cl})/n(\text{Cl})$ ) pruža korisne informacije o poreklu hlorata i perhlorata u okruženju [2, 3]. Ranija merenja promene odnosa stabilnih izotopa hlora rađena su pomoću magnetnog masenog spektrometra sa površinskom jonizacijom u negativnom modu direktnim praćenjem jona Cl<sup>-</sup> [5], ili određivanjem promena izotopskog sastava praćenjem jona jedinjenja CH<sub>3</sub>Cl<sup>+</sup> [6]. Danas se metodom površinske jonizacije radi ispitivanja izotopskog sastava ne prate direktno joni hlora, već jedinjenja kao što su „superalkalni” klasteri tipa M<sub>2</sub>Cl<sup>+</sup> (M-alkalni metali). Razlog je, vrlo niska energija jonizacije pomenutih klastera (u nekim slučajevima niža od energije jonizacije cezijuma) što omogućava njihovu vrlo jednostavnu detekciju u masenom spektru [7]. Iako je ova metoda precizna i pouzdana, vrlo je skupa.

Broj analiza izotopa hlora pomoću ugljovodonika koji u sastavu imaju hlor kao što je trihloretilen je u porastu, jer su ove vrste važni zagađivači životne sredine. Analiza kontinuiranog protoka trihloretilena molekula, bilo gasnom hromatografijom/izotopskom masenom spektrometrijom (GC/IRMS) ili sa masenom spektrometrijom GC/kvadrupol (GC/qMS), je inovativno analitičko rešenje, ali uprkos ranijim implementacijama, nedostaje joj rutinska aplikacija [8].



Slika 1. Maseni spektar  $\text{Li}_2\text{Cl}^+$  klastera dobijenog LDI metodom.

Pored navedenih tehnika u površinske metode jonizacije spada i masenospektrometrijska metoda laserske desorpcije i jonizacije (LDI).

Preliminarni rezultati ukazuju da se „superalkalni“ klasteri tipa  $\text{M}_2\text{Cl}^+$  mogu detektovati navedenom metodom. S obzirom na jednostavnost korišćenja i njenu ekonomsku isplativost, analiza i ispitivanje promene izotopskog sastava pomoću LDI metode može predstavljati važan korak u analitici.

Finansiranje je obezbeđeno od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat broj OI 172019.

## Literatura

1. Ader, M., Coleman, M., Doyle, S., Stroud, M., Wakelin, D., *Anal. Chem.* 73 (2001) 4946-4950.
2. Stewart, M., Spivack, J., *Rev. Min., Geochem.* 55 (2004) 231-254.
3. Böhlke, J., Sturchio, C., Gu, B., Horita, J., Brown, M., Jackson, A., Batista, J.R., Hatzinger, B., *Anal. Chem.* 77 (2005) 7838-7842.
4. Boyd, W., Brown, F., Loundsburg, M., *Can. J. Phys.* 3 (1955) 35-42.
5. Shields, S., Murphy, J., Garner, L., Dibeler, H., *J. Am. Chem. Soc.* 84 (1962) 1519-1522.
6. Kaufman, R., Long, A., Bentley, H., Davis, S., *Nature* 309 (1984) 338-340.
7. Neskovic, O., Veljkovic, M., Velickovic, S., Djeric, A., Miljevic, N., Golobocanin D., *Nukleonika* 47 (2002) S85-S87.
8. Bernstein, A., Shouakar-Stash, O., Ebert, K., Laskov, C., Hunkeler, D., Jeannotat, S., Sakaguchi-Söder, K., Laaks, J., Jochmann, A., Cretnik, S., Jager, J., Haderlein, B., Schmidt, C., Aravena, R., Elsner, M., *Anal. Chem.* 83 (2011) 7624-7634.