

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 52

бр. 6 (децембар)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 52

број 6  
децембар

Editor-in-Chief  
RATKO M. JANKOV  
Deputy Editor-in-Chief  
DRAGICA TRIVIĆ

Volume 52  
NUMBER 6  
(December)

Publisher  
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY  
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје  
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК  
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ  
УРЕДНИКА  
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ

Владимир Вукотић, Бранко Дракулић, Јелена Радосављевић  
и Воин Петровић

Издавање часописа „ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД“ помажу:  
Технолошко-металуршки факултет, Хемијски факултет и  
Факултет за физичку хемију у Београду.

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Иван Гутман, Снежана Зарић, Јован Јовановић, Славко  
Кеврешан, Драган Марковић, Радо Марковић, Владимир  
Павловић, Радомир Саичић, Живорад Чековић (пред-  
седник).

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед“,  
за 2011. годину износи:

- за запослене..... 1.600,00  
- за пензионере, студенте, ђаке и незапослене..... 600,00  
- претплата за школе и остале институције..... 3.000,00  
- за чланове и институције из иностранства..... € 50,-

Чланарину и претплату можете уплатити на рачун СХД:  
205-13815-62, позив на број 320.

Web site: <http://www.shd.org.rs/hp/>

e-mail редакције: [hcmpr\\_ed@chem.bg.ac.rs](mailto:hcmpr_ed@chem.bg.ac.rs)

Припрема за штампу: Јелена и Зоран Димић, Светозара  
Марковића 2, 11000 Београд

Штампа: РИЦ графичког инжењерства Технолошко-  
металуршког факултета Београд, Карнегијева 4

Насловна страна и Интернет верзија часописа:  
Слободан и Горан Ратковић, [RatkovicDesign](http://RatkovicDesign.com)  
[www.ratkovicdesign.net](http://www.ratkovicdesign.net)  
[office@ratkovicdesign.net](mailto:office@ratkovicdesign.net)

## САДРЖАЈ

### ЧЛАНЦИ

Огњен Ш. МИЉАНИЋ  
*Ognjen Š. MILJANIĆ*  
ФОРМОЗНА РЕАКЦИЈА И ПРЕБИОТИЧКО ПОРЕКЛО  
ШЕЋЕРА  
*FORMOSE REACTION AND THE PREBIOTIC ORIGINS OF  
SUGARS* ..... 142

Александар ПОПОВИЋ  
*Aleksandar POPOVIĆ*  
СМРТ НАПОЛЕОНА: РАК, ТРОВАЊЕ, ХЕМОДИНАМИКА  
ИЛИ НЕШТО ЧЕТВРТО?  
*DEATH OF NAPOLEON: CANCER, DELIBERATE POISONING,  
CHEMODYNAMICS OR SOMETHING ELSE?* ..... 144

Ружица НИКОЛИЋ, Драган ЂОРЂЕВИЋ, Маја СТАНКОВИЋ,  
Милош ЂОРЂЕВИЋ  
*Ružica NIKOLIĆ, Dragan DJORDJEVIĆ, Maja STANKOVIĆ,  
Miloš DJORDJEVIĆ*  
БИОМЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ ВАНАДИЈУМА  
*BIOMEDICAL SIGNIFICANCE OF VANADIUM* ..... 147

Димитрије АЏИЋ  
*Dimitrije ADŽIĆ*  
ЕНЕРГЕТСКА ПИЋА И ЊИХОВЕ АКТИВНЕ КОМПОНЕНТЕ  
*ENERGY DRINKS AND THEIR ACTIVE COMPONENTS* ..... 152

Д.А. ЦУЦИЋ, А.С. НИКОЛИЋ  
*D.A. CUCIĆ, A.S. NIKOLIĆ*  
ФЕРИТИ ЈУЧЕ-ДАНАС-СУТРА  
*FERRITES- MATERIALS FOR YESTERDAY, TODAY AND  
TOMORROW* ..... 156

Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ  
*Branko J. DRAKULIĆ*  
КАКО НАПИСАТИ НАУЧНИ РАД КОРИСТЕЋИ БЕСПЛАТАН  
СОФТВЕР  
*OPEN SOURCE SOFTWARE USEFUL FOR (CHEMISTRY-  
RELATED) SCIENTIFIC ARTICLE WRITING* ..... 160

### ХЕМИЈА У ШКОЛИ

Мирјана ЦВЕТКОВИЋ  
*Mirjana CVETKOVIĆ*  
СЦЕНАРИО ЗА ЧАС: РЕАКЦИЈЕ КАРБОКСИЛНИХ  
КИСЕЛИНА  
*SCENARIO FOR THE LESSON: THE REACTION  
OF CARBOXYLIC ACIDS* ..... 164

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ЕВРОПА У БЕОГРАДУ – 16. ЕВРОПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА  
АНАЛИТИЧКЕ ХЕМИЈЕ - *EUROANALYSIS* 16 ..... 166

IN MEMORIAM  
Професор Боривоје Мишковић (1927–2011) ..... 167

ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ  
ОСНОВНИХ ШКОЛА ..... 168



## УВОДНИК

Поштовани читаоци *Хемијског ирегледа*, на самом крају године можемо да кажемо да смо задовољни како смо завршили још једну издавачку годину. Наслови свих чланака из различитих области хемије које смо публиковали у *Хемијском иреледу* током 2011. године одштампани су на задњим унутрашњим корицама овог последњег броја у години, тако да се лакше снађете ако желите да нађете неки рад штампан у овој години.

Током године успешно смо наставили политику анимирања наших младих и успешних колега који раде у реномираним лабораторијама у иностранству да пишу за *Хемијски ирелед*. И у овом броју штапамо један такав чланак који одговара на једно од централних и још неразјашњених цивилизацијских питања: како је постао живот? Одговор на ову мистерију мора бити мултидисциплинаран, а улога хемије у тој целини могла би се делимично састојати у разлучивању порекла комплексних молекула и процеса који чине биохемијску основу живота. У чланку под насловом “*Формозна реакција и ирредуцибилно јорекло шећера*” **Огњен Ш. Миљанић**, са *Хемијског факултета Универзитета у Хјустону (САД)*, изложио је једну од теорија које нуде могуће објашњење порекла једноставних шећера (моносахарида) кроз тзв. *формозну реакцију*, која се заснива на кондензацији неколико молекула формалдехида у алдозне шећере са 3–6 угљеникових атома.

\* \* \*

Смрт Наполеона Бонапарте је годинама била предмет расправа. У овом броју имамо један веома занимљив текст “*Смрт Наполеона: рак, шровање, хемодинамика или нешто чејвршо?*” аутора **Александра Поповића**, са Хемијског факултета у Београду. Без намере да да коначан суд о томе због чега је Наполеон умро, колега Поповић је дао приказ једне од могућих верзија, оне која је најинтересантнија за нас хемичаре. По тој верзији, због биотрансформације једињења арсена која су била присутна у тапетима којима су били обложени зидови куће у којој је Наполеон живео на Светој Јелени, стварала су се испарљива једињења арсена чије је дуготрајно удисање довело до смрти императора. Открили смо вам ко је убица, али верујте, то нимало не умањује атрактивност приче која вас чека.

\* \* \*

Ванадијум је биоелемент значајан пре свега за биљке и ниже животињске врсте, али и за човека. Преко одређених ензима учествује у различитим електрон-преносним процесима у одговарајућим системима. Четири аутора са Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу: **Ружица Николић**, **Драган Ђорђевић**, **Маја Станковић** и **Милош Ђорђевић** написали су чланак “*Биомедицински значај ванадијума*” у коме су описали својства ванадијума која му омогућају широке медицинске употребе.

\* \* \*

Млади људи, чак и спортисти, су све више конзументи “енергетских пића” која се много рекламирају у медијима. У чланку “*Енергетска пића и њихове активне компоненте*” **Димитрије Аџић**, студент Биохемије на Хемијском факултету у Београду, укратко је описао шта се тренутно зна о физиолошким ефектима супстанци које су саставни део ових напитака, колико има истине у ономе што произвођачи енергетских пића тврде у рекламним кампањама и колика је заиста реална опасност од њиховог претераног уношења у људски организам. Сигурни смо да ће ова тема и текст колеге Аџића бити посебно интересантни колегама који раде у школама, јер је веома погодан садржај за осмишљавање наставе хемије и њено повезивање са свакодневним животом, а тиме и за популаризацију хемије код ученика.

\* \* \*

Магнетни материјали се налазе свуда око нас. Без њих је немогуће замислити савремену електротехнику, медицину, индустрију. Дуго су били запостављени, а сада се поново враћају на велику сцену и закупају све већу пажњу хемичара због изналажења нових, и побољшања постојећих путева синтезе. Начин синтезе магнетних материјала директно утиче на њихове карактеристике, а самим тиме и на поља примене. У чланку “*Зайонизовани јајонско окривени магнезијум*” о феритима за Хемијски ирелед у овом броју пишу **Д. А. Цуцић** из Регионалног центра за таленте у Панчеву и **А. С. Николић** са Хемијског факултета у Београду.

\* \* \*

У *Хемијском иреледу* број 4 из ове године публиковали смо чланак “*Како написати научни рад?*” са жељом да младим истраживачима–почетницима помогнемо и дамо им савете како би требало да се структурира и на добар начин напише научни рад. Настављајући ову врсту саветодавно-педагошког рада са младим колегама, у овом броју објављујемо неку врсту наставка претходног текста под насловом “*Како написати научни рад користећи дескриптиван софтвер?*” аутора **Бранка Ј. Дракулића** из Центра за хемију – ИХТМ у Београду. У овом тексту ћете прочитати како да користите искључиво бесплатан и легалан софтвер у писању научног рада.

\* \* \*

У рубрици *Хемија из/за школе* Мирјана Цветковић, студент студијског програма Професор хемије на Хемијском факултету у Београду, написала је сценарио за час “*Реакције карбоксилних киселина*”.

Са чланком *In memoriam* у рубрици *Вести из СХД* опраштамо се од професора Боривоја Мишковића, једног од заслужних стручњака у стварању нове и модерне металуршке индустрије и просперитетног друштва некадашње Југославије и Србије.

Ратко М. Јанков



## ЧЛАНЦИ



Огњен Ш. МИЉАНИЋ, доцент на Хемијском факултету Универзитета у Хјустону (САД), Department of Chemistry, University of Houston, 136 Fleming Building, Houston, TX 77204-5003, USA, [www.miljanicgroup.com](http://www.miljanicgroup.com), [miljanic@uh.edu](mailto:miljanic@uh.edu)

### ФОРМОЗНА РЕАКЦИЈА И ПРЕБИОТИЧКО ПОРЕКЛО ШЕЋЕРА

Једно од централних и неразјашњених цивилизацијских питања је: "како је постао живот"? Одговор на ову мистерију ће нужно бити мултидисциплинаран, а улога хемије у тој целини могла би се делимично састојати у разлучивању порекла комплексних молекула и процеса који чине биохемијску основу живота.<sup>1</sup> Међу основним хемијским компонентама живих система налазе се (а) нуклеинске киселине, (б) протеини, (в) липиди и (г) шећери. Модерна хемија и даље није у стању да недвосмислено објасни како су ове четири класе једињења настале из крајње једноставних молекула попут цијановодоничне киселине (HCN), водоник сулфида (H<sub>2</sub>S), угљенмоноксида (CO) и угљендиоксида (CO<sub>2</sub>), формалдехида (HCHO), итд—чије је космолошко или вулканско порекло већ установљено. У овом чланку, ја ћу изложити једну од теорија које нуде могуће објашњење порекла једноставних шећера (моносахарида) кроз тзв. *формозну реакцију*, која се заснива на кондензацији неколико молекула формалдехида у алдозне шећере са 3–6 угљеникових атома.

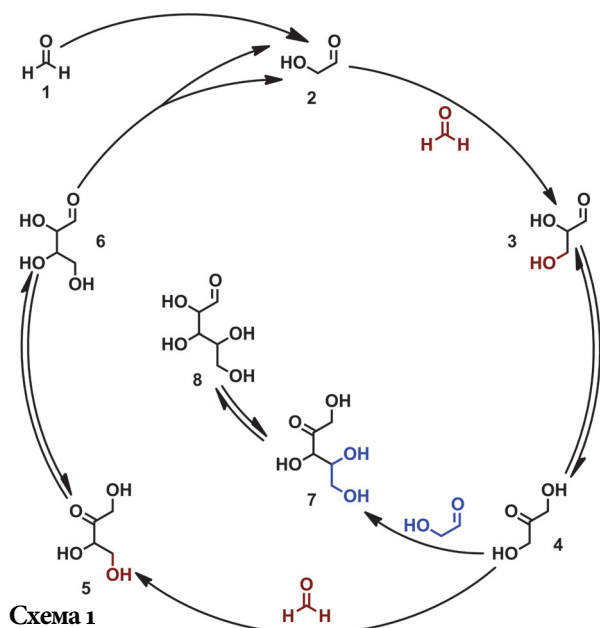
Угљени хидрати или шећери представљају велику класу органских једињења која се састоје од кисеоника, угљеника и водоника, и могу се поделити на (а) моносахариде—који имају од три до шест угљеникових атома, (б) олигосахариде—који настају формалном кондензацијом 2–10 моносахаридних јединица, и (в) полисахариде—који се формално састоје од великог броја моносахаридних јединица. Моносахариди су по хемијском саставу карбонилна једињења (са C=O функционалном групом) која садрже једну или више –ОН група. Зависно од тога да ли је C=O група део алдехида или кетона, моносахариди се деле на *алдозе* и *кектозе*, а према броју угљеникових атома се деле на *триозе* (3), *тетрозе* (4), *пентозе* (5) и *хексозе* (6).<sup>а)</sup> Подела се даље компликује чињеницом да се –ОН групе налазе на стереоцентрима, тако да постоје две могуће триозе, четири тетрозе, осам пентоза, и шеснаест хексоза. Неки од ових шећера—попут рибозе (пентоза) и глукозе (хексоза) су далеко чешћи елементи живих организама од осталих. Моносахариди се у организмима јављају и у комбинацији са другим класама једињења, нпр. рибоза

заједно са нуклеобазима ствара нуклеинске киселине, док се глукоза, галактоза и други шећери срећу у гликопротеинима.

Са друге стране, четвороатомски молекул формалдехид представља прво органско једињење откривено (1969.) у међузвезданом простору.<sup>2</sup> Сматра се да формалдехид у космосу настаје хидрогенизацијом смрзнутог угљен моноксида—прво у формил-радикал, а затим, у другом брзом кораку, у формалдехид.<sup>3</sup> На Земљи је формалдехид открио руски хемичар Александар Бутлеров (1828–1886), који је 1861. године такође открио и реакцију којом се формалдехид преображава у смешу алдозних шећера,<sup>4</sup> почев од тетроза, преко пентоза (укључујући и рибозу), до хексоза (укључујући и глукозу). У литератури на енглеском језику, ова реакција се назива "*formose reaction*", као комбинација речи "*formaldehyde*" + "*aldose*"; ја предлажем да се на српски језик ово преведе као "формозна реакција", да би се избегла забуна са именом острва Формоза (Тајван), а и зато што таква фраза више приличи духу српског језика. Бреслов<sup>5</sup> је предложио механизам за формозну реакцију, по којој се два молекула формалдехида (1, схема 1) прво сједињују у гликолалдехид (2) у спорој реакцији чији је механизам неразјашњен. Гликолалдехид потом реагује са још једним молекулом формалдехида у алдолној адицији, која производи глицералдехид (3)—најједноставнију алдотриозу. Глицералдехид се под базних услова преко заједничког енолата уравнотежава са дихидроксиацетоном (4). Реакција се рачва почев од дихидроксиацетона, који може ступити у алдолну адицију или са формалдехидом или са гликолалдехидом. У првом случају, производ је кетотетроза 5, а у другом кетопентоза 7; обе кетозе се затим уравнотежавају са одговарајућим алдозама 6 и 8. Тетроза 6 се, путем ретро-алдолне адиције, може разградити у два молекула гликолалдехида, што значи да овај огранак формозне реакције представља аутокаталитички циклус (2 + 1 + 1 → 2 + 2) у којем се гликолалдехид репликује из два молекула формалдехида.<sup>6</sup> Из овог разлога, механизам првог корака у формозној реакцији, којим се два молекула формалдехида директно сједињују у глико-

<sup>а)</sup> Ове поделе се често комбинују у терминима попут нпр. *алдопентоза*—алдоза са пет угљеникових атома.

лалдеhid, и није претерано важан, јер се—након краћег периода индукције—остатак гликоладехида брзо производи кроз овај аутокаталитички процес. Хексозе (које нису приказане у Схеми 1) се могу добити или формалном адисијом формалдехида на пентозе 7 и 8, или адисијом гликоладехида на тетрозе 5 или 6 (или њихове изомере). Важно је споменути да присуство земноалкалних јона (нпр.  $\text{Ca}^{2+}$ ) значајно убрзава ток формозне реакције, што се објашњава хелатном координацијом ових метала за два суседна кисеоникова атома.



Овакав механизам за формозну реакцију, иако хемијски логичан, оставља неколико недоумица: (а) како је пребиотичка реакција остварила селективност у производњи нпр. рибозе и глукозе—шећера који су убедљиво најзначајнији у еволуцији, али представљају само једне од могућих стереоизомера пентоза и хексоза; (б) како објаснити стабилност шећера под изразито базним условима формозне реакције, који би требало да брзо разграде алдозе, и (в) како је могуће да су хирални шећери настали из ахиралног формалдехида? Током последње деценије, неколико нових студија које су се бавиле формозном реакцијом су понудиле делимична објашњења ових аспеката формозне реакције.

Прва два феномена се могу интерпретирати кроз селективну стабилизацију појединачних шећера кроз комплексе са боратним и силикатним минералима. Под "класичним" условима—тј. у присуству неорганске базе и јона калцијума—формозна реакција производи компликовану смешу шећера; након дужег стајања у базном раствору, већина тих шећера се разграђује. Међутим, када се иста реакција иницира у присуству боратних минерала,<sup>7</sup> попут улексита ( $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ), кернита ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), или колеманита ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), не запажа се значајнија разградња ни након два месеца, јер се шећери произведени у формозној реакцији стабилизују кроз тетраедарску координацију са атомом бора. Након хидролизе тих комплекса, у насталој смеси шећера могу се идентификовати арабиноза, ликсо-

за, ксилоза, и — најважније — рибоза, у отприлике једнаким количинама. Комплекс са рибозом приказан је на схеми 2, лево. Сматра се да ови шећери са пет угљеникових атома стварају 2 : 1 боратне комплексе преко координације двеју  $-\text{OH}$  група које су међусобно у *cis*-положају.

Почетком 2010. године, Ламберт и сарадници су показали<sup>8</sup> да се селективност формозне реакције такође драматично мења у присуству силиката — који су далеко чешћи у Земљиној кори него борати. Након само 20 минута на собној температури, гликолалдеhid се, у присуству воденог раствора натријум силиката ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), трансформише у смешу силикатних комплекса еритрозе и треозе у односу од приближно 3 : 1. Ова два шећера имају четири угљеникова атома, и зато могу да затворе петочлани фуранозни прстен у коме су две  $-\text{OH}$  групе у *cis*-положају (стварајући тако  $\alpha$ -D-еритрофуранозу и  $\beta$ -D-треофуранозу). Таква оријентација шећера онда омогућава координацију у 2 : 1 комплекс са силикатним јоном (схема 2, десно), чије је присуство спектроскопски доказано, нуклеарно-магнетном резонанцом језгара  $^1\text{H}$  и  $^{29}\text{Si}$ . Уколико се уместо гликолалдехида 2 употреби глицералдеhid 3, састав смеше се мења, али је реакција и даље много селективнија у присуству силиката. Као главни производи се запажају кетохексозе сорбоза и тагатоza. Натријум силикат не побољшава само селективност реакције, већ и стабилност створених шећера; после 12 сати, смеша и даље садржи шећере, док се у одсуству силиката сахариди разграђују под базним условима. Ламбертов тим је такође испитао шта се дешава када се смеша гликолалдехида и формалдехида (или глицералдехида и формалдехида) изложи дејству натријум силиката. У овом случају, селективност опада — иако тетрозе, пентозе и хексозе и даље доминирају смешом — док је стабилност насталих производа и даље остала на завидном нивоу. Ламбертови резултати су донекле контраверзни,<sup>9,10</sup> пошто су друге истраживачке групе добиле различите резултате — тј. стабилизацију арабинозе (алдопентозе) у присуству силиката.

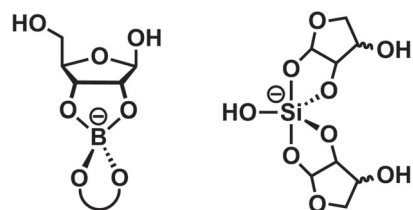


Схема 2. Стабилизација рибозе, шећера са пет угљеникових атома, преко њеног боратног комплекса (лево), и еритрозе/треозе преко одговарајућих силикатних комплекса (десно, општа формула).

Проблем хиралне индукције у формозној реакцији је делимично решио Бреслов (који је формозну реакцију изучавао преко 50 година!) у свом чланку из 2010. године, који показује да ова реакција, у присуству оптичких чистих L-аминокиселина, производи глицералдеhid који је обогаћен једним од енантиомера.<sup>11</sup> Вишак

природног D-глицералдехида (од 0,6 до 21,4%) је добијен употребом већине аминокиселина које су испитане као катализатори формозне реакције, док је као једини изузетак употреба L-пролина,<sup>a)</sup> као катализатора произвела више L-енантиомера (вишак од 42,2%). Овај вишак природног енантиомера се може даље амплификовати кроз циклусе таложења и растварања, при чему би разлика у растворљивости D-енантиомера и рацемске смеше постепено обогаћивала једну од фаза чистим D-енантиомером.<sup>12, 13</sup> Иако овај резултат и даље оставља неразјашњено питање порекла оптички чистих аминокиселина, он потврђује да хиралности шећера и аминокиселина нису морале да еволуирају независно једна од друге, већ да су узајамно повезане.

Иако је током последње деценије интересовање за формозну реакцију порасло, ова трансформација — која ове године слави 150. "рођендан" — и даље чува неколико тајни. Бенерови и Ламбертови резултати су показали да се шећери могу стабилизovati путем координативних веза са бором или силицијумом, али је оваква стабилизација општа појава која важи са скоро све тетрозе, пентозе, и хексозе. Тиме се не објашњава зашто су одређени шећери еволуцијом одабрани за своје изузетно важне метаболичке улоге. Такође, још увек није доказано да оптички чисте аминокиселине могу утицати на стереохемију виших шећера који имају три или више стереоцентра. На крају, чак и када би се порекло моносахарида потпуно разјаснило, недоумице још увек постоје у погледу начина на који би се ти шећери везивали са другим једињењима у полисахариде, нуклеинске киселине или гликопротеине под пребиотичким условима. Одговори на ова питања ће готово увек бити спекулативни, јер се хемијски састав пребиотичке атмосфере и пребиотичке Земљине коре не може са сигурношћу утврдити. Оно што је пак извесно је да ће органски хемичари тај одговор морати да траже заједно са својим неорганским колегама — јер се, у одсуству ензима, катализа на пребиотичкој Земљи морала заснивати на једноставним неорганским једињењима.

## Abstract

### FORMOSE REACTION AND THE PREBIOTIC ORIGINS OF SUGARS

Ognjen Š. MILJANIĆ, Assistant Professor, Department of Chemistry, University of Houston, 136 Fleming Building, Houston, TX 77204-5003, USA

Formose reaction is the transformation of formaldehyde into aldose sugars, and this reaction is often proposed as the plausible prebiotic route to sugars that constitute the crucial elements of living systems. However, the established mechanism of the formose reaction does not satisfactorily account for the chemo- and stereoselectivity of sugar synthesis. This article briefly reviews some of the recent work on these unresolved aspects of the formose reaction, and will discuss: (a) the selective stabilization of hexose and pentose sugars through coordination to borate and silicate minerals, and (b) induction of chirality in aldose sugars through catalysis by optically pure amino acids.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Herdewijn, P.; Kisakürek, M. V. (Eds.), "Origin of Life: Chemical Approach", Verlag Helvetica Chimica Acta & Wiley-VCH, Zürich/Weinheim, 2008.
2. Snyder, L. E.; Buhl, D.; Zuckerman, B.; Palmer, P. Phys. Rev. Lett. 1969, 22, 679–681.
3. Woon, D. E. Astrophys. J. 2002, 569, 541–548.
4. Butlerov, A. M. Z. Chem. 1861, 4, 549–560.
5. Breslow, R. Tetrahedron Lett. 1959, 21, 22–26.
6. Huskey, W. P.; Epstein, I. R. J. Am. Chem. Soc. 1989, 111, 3157–3163.
7. Ricardo, A.; Carrigan, M. A.; Olcott, A. N.; Benner, S. A. Science 2004, 303, 196.
8. Lambert, J. B.; Gurusamy-Thangavelu, S. A.; Ma, K. Science 2010, 327, 984–986.
9. Kim, H.-J.; Benner, S. A. Science 2010, 329, 902.
10. Lambert, J. B.; Gurusamy-Thangavelu, S. A.; Ma, K. Science 2010, 329, 902b.
11. Breslow, R.; Cheng, Z.-T. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 2010, 107, 5723–5725.
12. Klussmann, M.; Iwamura, H.; Mathew, S. P.; Wells, D. H.; Pandya, U.; Amstrong, A.; Blackmond, D. G. Nature 2006, 441, 621–623.
13. Breslow, R. Isr. J. Chem. 2011, 51, Early View, doi: 10.1002/ijch.201100019



Александар ПОПОВИЋ, Хемијски факултет Универзитета у Београду,  
е-пошта: [aropovic@chem.bg.ac.rs](mailto:aropovic@chem.bg.ac.rs)

## СМРТ НАПОЛЕОНА: РАК, ТРОВАЊЕ, ХЕМОДИНАМИКА ИЛИ НЕШТО ЧЕТВРТО?

Смрт Наполеона Бонапартје је годинама била предмет расправе. У овом тексту се, без намере да се даје коначни суд о томе због чега је Наполеон умро, приказује једну од могућих верзија, за хемичаре најинтересантније, која каже да су, захваљујући биотрансформацији једињења арсена ирисуйних у тиајетима

којима су били обложени зидови куће у којој је Наполеон на Светиој Јелени живео, стварана испарљива једињења арсена, чије је дуоштрајно удисање довело до смрти империјора.

<sup>a)</sup> Овај необичан резултат са пролином није нарочито забрињавајући, јер се сматра да пролин — за разлику од осталих аминокиселина — није постојао под пребиотичким условима.

Већ готово две стотине година, од 5. маја 1821. године у 17.49 по локалном времену, када је констатована смрт Наполеона Бонапарте [1], трају недоумице око њених разлога. Оно што за хемичаре може да буде интересно, јесте да је у целу причу, или једну њену верзију, умешан арсен, његова једињења и њихова хемодинамика у реалном простору. Намера аутора овог текста није била да пружи коначну пресуду о томе због чега је и како Наполеон умро, већ да прикаже верзију која може да буде интересантна за хемичаре, али и наставу хемије, истовремено пружајући и оспоравајући тврдње које су се до сада појавиле у покушајима да се објасни Наполеонова смрт.

Чињеница је да су арсен, а поготово његова једињења, били широко коришћени отрови у тада познатом свету још у Средњем веку. Често хроничари збивања у тим временима нису били у стању да прецизно утврде да ли је смрт наступила тровањем арсеном или његовим једињењима, јер су сами симптоми тровања слични симптомима других обољења, а аналитичке и форензичке технике нису биле довољно развијене како би доказале тровање. Смртоносна својства арсенових једињења су их учинила прилично практичним и сигурним оруђем за потенцијалне троваче, а непоузданост хроника и хроничара онемогућили и позније или савремене историчаре да непобитно утврде да је нечија смрт била последица тровања, а не болести. Једна од можда најпознатијих контроверзи у којој се арсен спомиње је везана за крај Наполеона Бонапарте, француског императора.

Наполеон је, након што је поражен у битци код Ватерлоа, у данашњој Белгији, прогнан од стране победника на острво Света Јелена у јужном Атлантику. Тамо је, до своје смрти 1821. године, живео готово све време у вили „Лонгвуд“ (Longwood), окружен са око двадесет људи, укључујући послугу и личног лекара. Неколико дана пред смрт, због несносних болова у стомаку, Наполеон је захтевао од личног лекара и земљака са Корзике, Франсоа Карла Антомаршија (François Carlo Antommarchi) да му уради озбиљан преглед и анализу [2]. Преглед је, нажалост, урађен тек након Наполеонове смрти. Антомарши је установио да је император боловао од чира на желуцу који се претворио у тумор који је био узрок краја живота [3,4]. Наполеон је сахрањен на Светој Јелени, а касније, 1840. године, су његови остаци пренети у Париз. Како је и Наполеонов отац Шарл (Charles) такође умро од тумора органа за варење [2], што доприноси веродостојности ове верзије. Британцима, ратним победницима жељним тога да их нико не критикује због лоше бриге о пораженом и заточеном непријатељу, објашњење о смрти као последици болести од које су боловали и Наполеонов претци је јако добро дошло. Међутим, Антомарши никада није потписао обдукциони записник.

Прошло је више од сто година, када је шведски зубар Стен Форшувуд (Sten Forshufvud) читао дневничке белешке Наполеоновог личног слуге Мершана (Merchand), објављене у шестој деценији прошлог века. Форшувуд је био одличан зналац токсикологије и на основу сопственог знања је проценио да је Наполеон, заправо, убијен а да су симптоми који су описани резултат тровања. Форшувуд објављује своју хипотезу у часопису Nature [5].

Форшувудови напори су се, након ове претпоставке, кретали у два правца, желео је да обезбеди узорке из времена Наполеоновог живота на Светој Јелени, али и да дође до технике којом би могла да се обаве мерења трагова могућег отрова у узорцима. Решење првог проблема је било зачуђујуће једноставно, много се реликвија везаних за Наполеона чувало, преносило са колена на колена, и, с времена на време, продавало на аукцијама. За решење другог проблема, Форшувуд се обратио за помоћ професору Хамилтону Смиту (Hamilton Smith) са Универзитета у Глазгову који је развио аналитичке методе којима се у узорцима могу установити трагови арсена, и који је методу успешно испробао, налазећи у власима Наполеонове косе концентрације арсена и до 100 пута веће од уобичајених [6,7]. У време када је Наполеон већ био заточен на острву, тровања поступним давањем веома малих количина арсена током дугог временског периода су била увелико позната. Њих је, како је Форшувуд установио, на Светој Јелени, у књизи коју је тада читала, имала описане и Албин де Монтолон (Albine de Montholon), жена грофа Монтолона (Montholon), човека који је управљао целим Наполеоновим домаћинством, а кога је Наполеон сматрао својим на-



јоданијим сарадником. Како се, додуше недоказано, веровало да је Албин де Монтолон била љубавница Наполеона, и мајка његовог ванбрачног детета, Форшувуд је поверовао да је склопио целу конструкцију. Имао је леш, метод убиства чији су симптоми описани, имао је мотив, љубомору, и убицу, грофа Монтолона, а на лицу места је имао и књигу са описаном техником убиства. На руку му је ишла и чињеница да је Наполеоново тело, приликом преношења у Париз 1840. године, било невероватно добро очувано, а арсенова једињења су се користила (и маргинално користе и данас) као презервативи.

До делимичног преокрета, међутим, долази 1980. године. Дејвид Џонс (David Jones), лекар по професији, у радио емисији на Би-Би-Сију (BBC), говорио је о Госој болести, болести коју је први, 1893. године, описао италијански биохемичар Госо (Gosio). Он је, наиме, открио да су, у то време веома модерне, зидне тапете које су обојене пигментом познатим као Шилеово (Scheele) зелено, ако су коришћене у крајевима са влажном климом, постајале веома опасне за све који су

обитавали у просторијама обложеним таквим тапетама. Наиме, Шилеово зелено је за свој основ имало арсеник бакра ( $\text{CuHAsO}_3$ ), који је, у нормалним околностима, рецимо на Британским острвима, био прилично безопасна супстанца. Међутим, при повишеној влази, и при стално повишеним температурама, једна врста буђи (касније се открило да је то *Scopulariopsis Brevicaulis*) у стању је да ово једињење трансформише у смесу метил-, диметил- и триметиларсена, једињења која су, у случају дужег удисања, доводила до болести или чак била смртоносна. Шилеово зелено се користило, због своје бљештаво зелене боје, веома много од 1770. када је забележена прва употреба. Џонс је у поменутој емисији изнео претпоставку да високе концентрације арсена у коси Наполеона нису последица намерног тровања које је извео човек, већ да је, у случају да је Шилеово зелено коришћено у тапетама на Светој Јелени, Наполеон заправо рана жртва Госиове болести.

Како то већ у оваквим ситуацијама бива, у самој Енглеској је нађен комад тапета из виле „Лонгвуд“ који се чувао као сувенир. И мада је, након више од 150 година, комад избледео, било је јасно да су у основи тапета биле британске империјалне боје, зелена и златна. Анализа је показала да је зелена боја која је била у основи тапета управо Шилеова зелена. Истовремено, испоставило се да је Наполеонов батлер умро са сличним симптомима на Светој Јелени (стомачни болови, дијареја), као и Наполеон, а да су се други људи из императоровог окружења жалили на различите, међусобно сличне сметње, које су тумачили лошом климом и лошим квалитетом ваздуха.

До данас су присутне разне контроверзе везане за Наполенову смрт. Готово ниједна поуздана информација која постоји, а везана је за крај императора, не може да се једносмислено тумачи. Иако нам, као хемичарима, делује вероватно веома привлачном теза о биотрансформацији арсенових једињења из тапета у испарљива и токсична једињења, мора се реално рећи да недостају многе важне информације до којих се можда никада и неће доћи, а које би дефинитивно потврдиле узрок Наполеонове смрти.

Јер, чињеница је да је су трагови арсенове боје нађени у остацима тапета са Свете Јелене, али је, такође, чињеница и да концентрације ових једињења у тапетама нису биле превисоке. Чињеница је да су природне концентрације арсена у коси око 1 ppm, док је у неким Наполеоновим власима нађено чак 38 ppm, али је, такође, и чињеница да је код неких Наполеонових рођака која су живели у периоду у коме је и он, присутно велико повећање концентрације овог елемента у коси, а да, при томе они нису живели на Светој Јелени, па је могуће да оптерећење организма императора једињењима арсена потиче још из детињства [8]. Чињеница је да су неки од симптома до којих доводи тровање арсеновим

једињењима постојали код императора у његовим последњим недељама живота (увећање јетре, слабост ногу, убрзани пулс), али је, такође, и чињеница да ови симптоми не указују једнозначно на тровање арсеновим једињењима, као и да не постоје писани трагови о постојању других, неупоредиво једнозначнијих симптома тровања.

Вероватно је, дакле, да је део улоге у Наполеоновој смрти имало и удисање арсенових једињења која су се, ненамерно, налазила у ваздуху соба које су имале спектакуларно зелене зидове. Колики је био њихов утицај у самом крају Бонапарте, вероватно никада нећемо сазнати.

#### Abstract

DEATH OF NAPOLEON: CANCER, DELIBERATE POISONING, CHEMODYNAMICS OR SOMETHING ELSE?

Aleksandar POPOVIC, Faculty of Chemistry, University of Belgrade, apopovic@chem.bg.ac.rs

The cause of death of Napoleon Bonaparte was, for years, the subject of discussion and different interpretations. In this article, without any intention to give full and final answer about the cause of his death, one of potential versions is described. This version, probably the one most interesting for chemists, is suggesting that due to biotransformation of arsenic compounds present in the wallpapers of Napoleon's house at St. Helena, volatile arsenic compounds were formed. Consequence of inhalation of these toxic compounds of arsenic could be the death of the Emperor.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lin, X., Alber D., and Henkelman, R.: „Element Contents in Napoleon's Hair Cut Before and After His Death: Did Napoleon Die of Arsenic Poisoning?”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **379** (2004), 218-220.
2. Mari, F., Bertol E., Fineschi V., and Karch, S.B.: “Channeling the Emperor: What Really Killed Napoleon?”. *Journal of the Royal Society of Medicine* **97** (2004), 397-399.
3. Keynes, M.: “The Death of Napoleon”. *Journal of the Royal Society of Medicine* **97** (2004), 507-508.
4. Corso, P.F., Hindmarsh, J.T., and Stritto, F.D.: “The Death of Napoleon”. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* **21** (2000), 303-305.
5. Forshufvud, S., Smith, H., and Wassen, A.: “Arsenic Content of Napoleon I's Hair Probably Taken Immediately After His Death”. *Nature* **192** (1961), 103-105
6. Forshufvud, S.: “Who Killed Napoleon?”. Hutchinson, London (1962), 256 p.
7. Weider D., and Forshufvud S.: “Assassination on St. Helena Revisited”. John Wiley and Sons, New York (1995), 555 p.
8. Clemenza M, Fiorini E., Guerra, C., Herborg C., Labra, M. Orvini, E., Piazzoli, A., Previtali, E., Puggioni, F., and Santagostino, A.: “Misura con attivazione neutronica sulla presenza di arsenico nei capelli di Napoleone Bonaparte e di suoi famigliari”. *Il Nuova Saggiatore* **24** (2008), 19-30.





Ружица НИКОЛИЋ, Драган ЂОРЂЕВИЋ, Маја СТАНКОВИЋ, Милош ЂОРЂЕВИЋ, Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу, e-mail: milosdjo@yahoo.com, majstan@gmail.com)

## БИОМЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ ВАНАДИЈУМА

Ванадијум је биоелемент значајан пре свега за билке и ниже животињске врсте а појмом и за човека. Преко одређених ензима учествује у различитим електрон-преносним процесима у одговарајућим системима. У свим њим системима ванадијум остварује функцију на основу својства да се јавља у више различитих стабилних оксидационих стања.

Ванадијум је широко распрострањен у намирницама, првенствено бљној порекла, где се дневне потребе за овим елементом задовољавају уносом хране богатом ванадијумом.

Његова особине омогућавају медицинску употребу у лечењу дијабетеса, канцера, а користи се и као сулфениј за мршављење и др.

### НАЛАЖЕЊЕ И ОСОБИНЕ

Ванадијум (*lat. vanadium*) откривен је 1801. године од стране шпанског хемичара *Andres Manuel del Ria*. Дивне боје ванадијум-јона у воденом раствору навеле су у XIX веку шведског хемичара *Nils Sefström*-а да овом металу да име по скандинавској богињи *Vanadis*, богињи лепоте и љупкости. Ванадијум (V) је 22. елемент по распрострањености и у Земљиној кори га има око 0.02%, али крупних налазишта у свету има само неколико. Познато је 11 изотопа чије се атомске масе налазе између 44-55, од којих су два природна,  $^{50}\text{V}$  са 0.25% и  $^{51}\text{V}$  са 99.75% удела. Ванадијум се у већим концентрацијама налази у мафичним вулканским и глиновитим седиментним стенама. Заступљен је у Земљиној кори у концентрацији од 80 ppm у облику различитих минерала, пре свега оксида, сулфида, хидратисаних алумосиликата и ванадата.

Ванадијумових минерала има више од 60 од којих су најважнији: *ванадиниј* -  $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$ , *карноитиј* -  $[\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \times 3\text{H}_2\text{O}]$ , *роскоелиј* -  $\text{KV}_2(\text{OH})_2(\text{Al-Si}_3\text{O}_{10})$ , *моирамиј* -  $\text{Pb}(\text{Cu, Zn})(\text{VO}_4)(\text{OH})$  и *ваитроитиј* - сулфидни минерал променљивог састава, који садрже ванадијум у различитим оксидационим стањима, тако да су углавном интензивно обојени различитим бојама (Слика 1). Карнитит је значајнији као извор уранијума, док је ванадијум у њему споредни елемент. Ови минерали углавном прате минерале других метала (Fe, Cu, Zn, Pb и U), алумосиликате (пироксен и биотит), а такође и угаљ и нафту. Најбогатија налазишта ванадијума, у облику минерала патронита, налазе се у Перуу на висини од око 4700 метара. Нафта пронађена у Венецуели богата је ванадијумом, те се значајне коли-

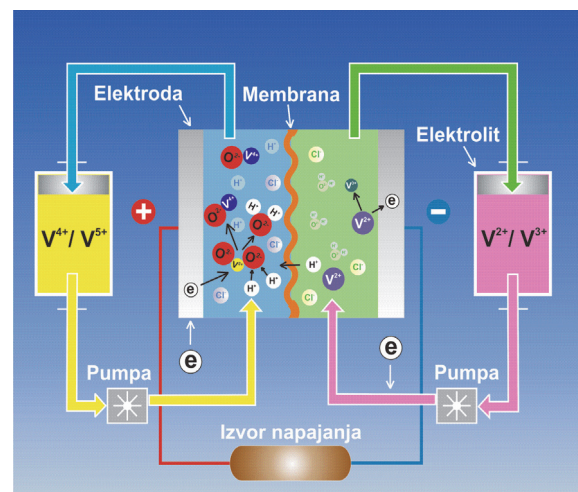
чине оксида  $\text{V}_2\text{O}_5$  издвајају из гасова који настају сагоревањем њених производа [1].



Слика 1. Минерали ванадијума (ванадинит-црвени минерал кристалне структуре и мотрамит-зелени минерал сунђерасте структуре)

### ХЕМИЈА ВАНАДИЈУМА

Према електронској конфигурацији  $[\text{Ar}]4s^23d^3$ , ванадијум има 5 електрона у валентним енергетским поднивоима и могућност да у реакцијама са другим елементима гради једињења са степеном оксидације +2, +3, +4 и +5. Ванадијумове редокс батерије користе својство овог метала да постоји у четири различита оксидациона стања, при чему систем тада садржи само један хемијски електролит уместо два (Слика 2) [2].



Слика 2. Ванадијумова редокс батерија

Хемија ванадијум-јона у воденој средини је разнолика и зависи од реактанта и услова реакције. У оксидационим условима, ванадијум се у воденим растворима јавља у облику оксо-катиона  $\text{VO}^{2+}$ , али и као различити оксо- и полиоксо-анијони ( $\text{H}_2\text{VO}_4^-$ ), у зависности од рН средине. Све ове врсте се лако апсорбују на седиментима.

При неутралним условима,  $V^{4+}$  се у воденом раствору налази у облику  $[VO(OH)(H_2O)_4]^+$  који садржи  $VO^{2+}$  јон (ванадил-јон).

Ванадат-јон  $VO_4^{3-}$  има велику тенденцију грађења поли-оксо анјона који садрже и до десет ванадијум-атома, тзв. декаванадат  $V_{10}O_{28}^{6-}$ . Пошто су ванадати изоструктурни и изоелектронски са фосфатима, често се користе као инхибитори фосфатаза, рибонуклеаза и АТФ-аза у испитивањима механизма биохемијских реакција које захтевају присуство фосфата.

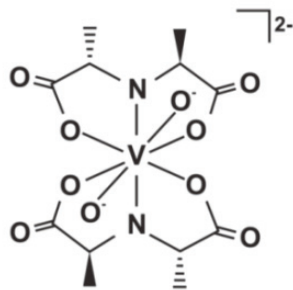
$V^{5+}$ , као и  $V^{4+}$  се понашају као "тврде" металне киселине те као такви формирају стабилне комплексе са лигандима – "тврдим" базама, који као донор атоме садрже О и N. Ванадил-комплекси обично имају квадратно-пирамидалну структуру са оксо-лигандом у аксијалном координативном положају, док у неким случајевима, ванадил-комплекси могу бити и октаедарске координације у којој молекул воде заузима једно место у координационој сфери  $V^{4+}$  јона [3].

### БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ ВАНАДИЈУМА

Ванадијум је користан и вероватно есенцијалан за велики број организама.

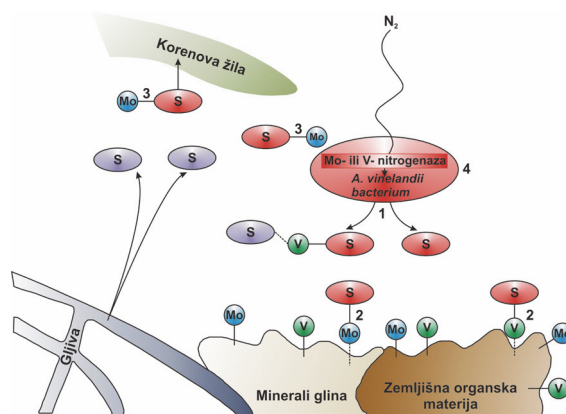
Сидерофоре, везују  $V^{4+}$  у комплекс који се назива се *амавадин*. Сидерофоре су специфични микромолекули који имају способност да везују растворљиве јоне Fe. Синтетишу их низ земљишних микроорганизама како би обезбедиле довољне количине гвожђа из околине [4].

Амавадин је метални комплекс који садржи један еквивалент ванадијума и два еквивалента лиганда (S,S)-2,2'-хидрокси-иминопропионске киселине (Слика 3). Комплекс је стабилан у условима хидролизе и показује особине реверзибилног једноелектронског редокс система, па се сматра да се у биолошким процесима понаша као посредник у једноелектронским редокс реакцијама [5].



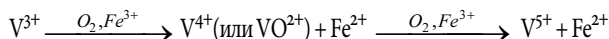
Слика 3. Структура амавадина

У условима органичених концентрација метала, бактерија *A. vinelandii* лучи метал-"скевенџер" једињења (сидерофоре, S) (1), слика 4. Ове сидерофоре "скупљају" метале молибден и ванадијум из слабије доступних комплекса са глином, органском материјом земљишта и др. (2). Бактерије или жиле корења лако преузимају комплекс сидерофора-јон метала (3). У бактеријама, јон метала се уграђује у ензим нитрогеназу (4), где омогућава фиксацију атмосферног азота ( $N_2$ ), који иначе бактерије не би могле да употребе. Значи да ванадијум може бити транспортован помоћу сидерофора, у облику комплекса.



Слика 4. Транспорт ванадијума помоћу сидерофора [6]

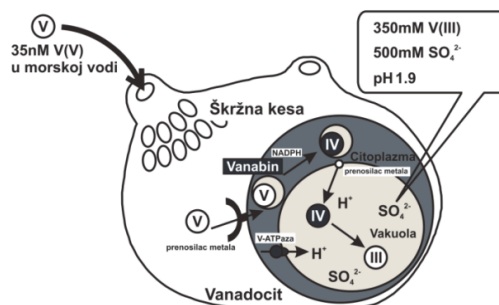
С друге стране, *Goren* [7] је повезао бактерије које оксидују гвожђе, као што су *Thiobacillus ferrooxidans* и *Ferrobacillus thiooxidans* са оксидацијом ванадијума у киселом земљишном раствору:



У овом случају јон  $Fe^{3+}$  се понаша као оксидант за ванадијум, а формирани  $Fe^{2+}$  јон је реоксидован другим Fe-оксидујућим бактеријама. Дакле, ови аутотрофи активно оксидују ванадијум и чине га много стабилнијим у природним водама за време испирања и у току транспорта ка морској води.

Планктони такође, акумулирају ванадијум из морске воде. Садржај овог метала у воденим биљкама може достићи до 80 mg/kg. Познато је да ванадијум поспешује процес фотосинтезе, нарочито код плавих алги [3].

*Tunicatae* су морски бескичмењаци, који могу да акумулирају ванадијум у високој концентрацији. Овај процес почиње апсорбовањем ванадијума из морске воде у облику  $V^{+5}$  који се затим редукује до стања +3 или +4 и акумулира у растворљивом облику у крвним ћелијама, у концентрацијама милион пута већим у односу на спољашње окружење (слика 5). Сматра се да је ванадијум у цитоплазми везан, за ванадијум-везивни протеин (*ванадин*).



Слика 5. Модел пута за редукцију и акумулацију V у ванадоцитима *Ascidia* [5]

Концентрације ванадијума су променљиве за различите врсте морских организама, али литературни подаци указују да је максимална концентрација ендемског ванадијума 30 mg/kg. Биолошка интерпретација

однос  $^{50}\text{V}/^{51}\text{V}$  изворног керогена и нафтних асфалтена је у сагласности са чињеницом да концентрација ванадијума у неким морским организмима може бити изнад нивоа измереног у другим морским организмима. На пример, акумулација овог метала може достићи драматичне размере у зеленкастим крвним ћелијама (ванадоцитима) извесних чланова групе ретких морских животиња познатих као *Tunicatae*. Заправо, V се јавља само у туникатима типа *Ascidiae* (морским лигњама). Садржај ванадијума се у различитим врстама *Ascidiae* креће од 1-6500 mg/kg.

С друге стране, лабораторијска проучавања указују на могућност неких микроорганизама (нарочито бактерија) да екстрахују метале (као ванадијум) из стена богатих тим металима (кроз непосредно и/или посредно испирање метала) или из вода обогаћених овим металима.

Висока концентрација ванадијума је пронађена у гљиви *Amanita muscaria* и у морским лигњама (*Tunicatae*), слика 6.



Слика 6. *Amanita muscaria* (јарко црвене боје) и *Tunicatae* (љубичасто плаве боје)

Код коренастих биљака, ванадијум се, у катјонском и анјонском облику, релативно лако везује преко корена нарочито у киселим земљиштима при чему је уочена линеарна зависност између садржаја ванадијума у биљкама и концентрације овог метала у раствору земљишта [3]. Биљкама су доступније катјонске од анјонских врста, али и једне и друге показују способност грађења хелатних комплекса.

Ванадијум се налази у бројним намирницама биљног порекла укључујући бибер, семе мирођије, печурке, першун, житарице пуног зрна, орахе, коренасто поврће и биљна уља, као и животињског порекла, шкољке, рибе, цигерицу, Табела 1. [8,9]. У већини ових намирница јавља се у облику ванадил-сулфата, натријум-метаванадата, натријум-ортованадата и ванадијум-пентоксида. Нормалном исхраном се у организам дневно унесе од 0,01 до 0,06 mg ванадијума [3].

Табела 1. Концентрација ванадијум ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) у неким свежим намирницама

Биљка	Концентрација
Пшеница	7 – 10 (9)*
Јечам	0,9 – 7,6 (3,4)
Овас	(60)
Зелена салата	280 – 710 (300)
Бели лук	22 – 58
Краставац	35 – 56 (40)
Парадајз	458 – 606

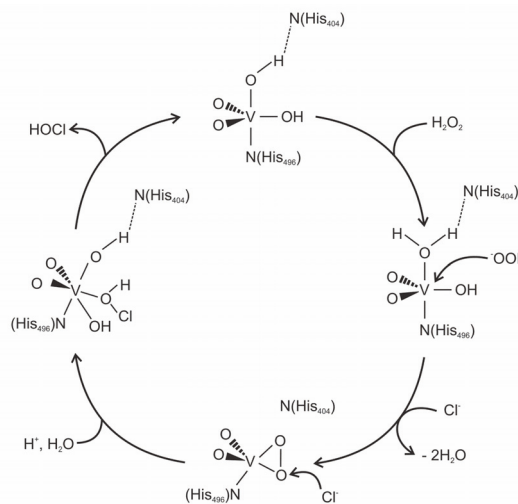
Спанаћ	533 – 840
Дивље печурке	50 – 2000
Јабука	(320)
Лимун	(110)
Ким	(430)
Црни бибер	(985)

\* средње вредности концентрација ванадијума

## ЕНЗИМИ СА ВАНАДИЈУМОМ

У многим алгама, морским травама, лишјајевима и гљивама, пронађене су хлоропероксидазе, ензими који катализују процесе двоелектронске оксидације халида водоник-пероксидом, које могу оксидовати и  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Br}^-$  јон. Бромпероксидазе пронађене у многим морским организмима оксидују само  $\text{Br}^-$  јон.

На основу спектроскопских података, претпоставља се да ванадијум остаје у оксидационом стању +5 у току катализе и да је механизам оксидације за оба типа ванадијум-хлоропероксидазе исти што је илустровано на слици 7.



Слика 7. Могући механизам оксидације  $\text{Cl}^-$  јона са  $\text{H}_2\text{O}_2$  уз учешће ензима ванадијум-хлоропероксидазе

Реакција почиње иницијалним везивањем  $\text{H}_2\text{O}_2$  и праћена је протоновањем везаног пероксида и адисијом халида. Према NMR спектроскопским подацима потврђено је постојање  $\text{VO}_2\text{-O}_2$  и не постоји податак да се халид директно везује за јон ванадијума. Основни корак у катализи је нуклеофилни напад халида на протоновани протеин-пероксид комплекс, дајући „ $\text{X}^+$ “ врсте, које реагују директно са органским супстратима (RH) при чему настају халоген-деривати (RX). У одсуству RH, у овом кораку настаје синглетни кисеоник [10].

## ЦИКЛУС ВАНАДИЈУМА У ЉУДСКОМ ОРГАНИЗМУ

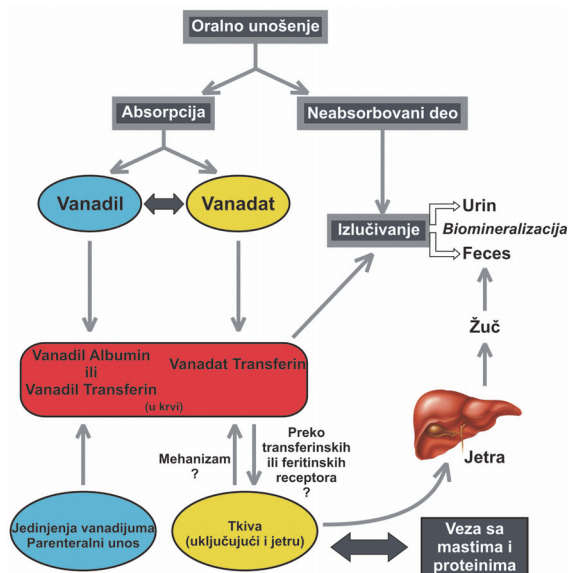
Садржај ванадијума ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) у појединим организмима се креће у распону од 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  у мишићима до 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  у плућима [11]. Утврђено је да у организмима садржај вана-

дијума значајно опада са годинама осим у јетри, где године не утичу на садржај овог елемента.

Испитивања показују да се ванадијум слабо апсорбује из гастроинтестиналног тракта (само око 10 %) [12,13]. Већи део орално унетог ванадијума се трансформише у желуцу у  $VO^{2+}$  катјон пре него што се апсорбује у дванаестопалачном цреву (Слика 8).

Утврђено је да се ванадијум у облику ванадата апсорбује у много већим количинама (око пет пута више од ванадил облика) кроз анијонски транспортни систем [14]. Такође је утврђено да се ванадил јон спонтано оксидује до ванадата *in vivo* [15]. Када ванадат доспе у крвоток претвара се опет у ванадил јон, док један део ванадата остаје непромењен. Ови ванадат-јони (преко трансферина) и ванадил-јони (преко албумина и трансферина) се брзо транспортују путем крви у разна ткива, укључујући јетру, бубреге, мозак, срце, мишиће и кости [16]. Иако се недостатак ванадијума не уочава често, ако се јави може утицати на ниво липида у крви, процес минерализације костију, поремећај метаболизма тироидне жлезде, смањујући њену масу. Утврђено је да недостатак ванадијума код виших животиња утиче на смањење нивоа изоцитрат-дехидрогеназе, лактат-дехидрогеназе, серум-креатинина, бета-липопротеина и повећање нивоа серум-глукозе.

Биолошка функција ванадијума повезана је са метаболизмом липида, глукозе и фосфо-трансферина. Понаша се и као снажан инхибитор Na-K i Ca-Mg равнотеже у организму. Испитивања указују да утиче и на метаболичке и јонске промене у срчаном мишићу.



Слика 8. Пут апсорпције и излучивања ванадијума из организма [17]

Бубрези, слезина, јетра и коштано ткиво пацова акумулирају изразито високе концентрације ванадијума уколико су животиње у дужем временском периоду уносиле овај елемент оралним путем [18,19].

Утврђено је да се неапсорбовани ванадијум излучује путем жучи, урина и фецеса. Експериментално није утврђен однос садржаја ванадијума у фецесу и количине апсорбованог тј. неапсорбованог ванадијума.

Једињења ванадијума утичу на метаболизам глукозе, липида, инхибицију активности  $Na^+/K^+$  АТПазе у бубрезима, мозгу и срцу.

## ТОКСИЧНО ДЕЈСТВО ВАНАДИЈУМА

Највећи део токсичног дејства једињења ванадијума огледа се у иритацији очију и респираторног тракта пре него у систематским тровањима. Експерименти показују да унос  $VOSO_4$  у дози од 50 mg двапут дневно током 4 недеља код 8 пацијената (4 мушкараца и 4 жена) са дијабетесом типа 2, не доводи до споредне токсичне ефекте. Чак и уношење  $VOSO_4$  у концентрацији од 0.5-1.5 mg/ml у току једне године не доводи до значајних токсичних манифестација код пацова.

Високо оксидоване врсте ванадијума су токсичне, нарочито за нервни систем, као и процес дисања и варења. Повећана инхалација ванадијумових једињења (~0.1 mg/m<sup>3</sup>) доводи до кашља и иритације дисајних органа. Најчешћи начин изложености становништва ванадијуму је преко хране, нарочито оне која на себи садржи остатке земљишта. Угрожена су најчешће деца која кроз свакодневне активности могу унети ванадијум ако је земљиште богато овим металом. Праг токсичности ванадијума на људски организам је око 10-20 mg дневно.

## ФАРМАКОЛОШКИ И МЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ ВАНАДИЈУМА

Једињења ванадијума имају историјски значај у лечењу дијабетеса и показују антигуморно и антиканцерогено дејство.

Фармаколошка употреба ванадијума везана је за смањење нивоа холестерола, триглицерида и глукозе, и његово диуретично, натриуретично и антиканцерогено дејство, за контракцију крвних судова, повећање афинитета хемоглобина и миоглобина према  $O_2$ .

Ванадијум повећава активност ензима гликогенсинтазе да побољша дијабетичке услове.

Нека једињења ванадијума, као што је бис(етилмалтолато)-оксованадијум(IV) утичу на смањење апетита и редукацију телесне масе смањењем лучења хипоталамичног неуропептида mRNK.

## ВАНАДИЈУМ У ЛЕЧЕЊУ ДИЈАБЕТЕСА

Први извештај о употреби ванадијума у лечењу дијабетеса публиковао је француски лекар В. Луонпет још 1899., описавши својство једноставног једињења ванадијума -  $Na_3VO_4$ , да смањује ниво шећера у крви код пацијената који болују од ове болести. Његову примену је заменио инсулин који се у апотекама појавио 1922. године. Пошто су ванадил-комплекси мање токсични од ванадата и пошто се сматра да се ванадати редукују до  $V^{+4}$  у биолошким системима, ванадил-једињења су постала предмет испитивања дејства ванадијума на дијабетес.

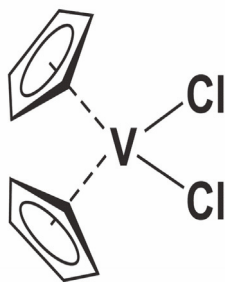
Нека ванадијумова једињења (нпр. бис(етилмалтолато)оксованадијум(IV), ВЕОВ) појачавају ефекат инсулина стимулишући фосфорилацију на инсулинским рецепторима (*in vitro*). Истовремено

инхибирају протеин-фосфатазе, које учествују у редокс равнотежама у ћелији [20]. Ови лекови обично показују и нежељена споредна дејства при оралној употреби.

Важно својство многих ванадијумових једињења испитиваних у вези дијабетеса је да имају малу биодоступност и да се мали део унетог ванадијума апсорбује у организму (5-10 %), од чега највећи део у коштаном ткиву, те да се већи део елиминише преко фецеса и урина.

## АНТИТУМОРСКИ ЕФЕКТИ ВАНАДИЈУМА

Неки комплекси ванадијума имају и антиканцерогене ефекте. Антитуморске ефекте ванадијума први су објавили Körpf-Maier и Körpf, који су описали антитуморну активност ванадоцен-дихлорида  $[(\eta^5\text{-Cp})_2\text{VCl}_2]$ . Ванадоцен-дихлорид (слика 9) који садржи ванадијум у формалном оксидационом стању +4, показује високу антитуморну активност против *Ehrlich ascites* тумора, као и других типова канцера са мањом токсичношћу, односно са мање штетних ефеката у односу на диспластин, *cis*- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ .



Слика 9. Структура ванадоцен-дихлорида

Бис-пероксованадијумово једињење типа  $[(\text{O}_2)_2\text{V}(\text{phen})]^-$  и његови аналози који садрже 1,10-фенантролин, имају цитостатичко дејство. Њихова активност се везује за елиминацију фосфатних остатака са протеина одговорних за раст ћелија. Ометају активност различитих АТПаза [21], протеин киназа, рибонуклеаза и фосфатаза [22-25].

Слично понашање показује и  $[\text{VO}(\text{асас})_2]$  који блокира нормални ћелијски циклус хепатоцелуларног карцинома јетре.

Значајно је напоменути да ванадијум показује про-дужено дејство и неколико недеља након престанка уноса.

## Abstract

### BIOMEDICAL SIGNIFICANCE OF VANADIUM

**Ružica NIKOLIĆ, Dragan DJORDJEVIĆ, Maja STANKOVIĆ, Miloš DJORDJEVIĆ, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš, (e-mail: milosdjo@yahoo.com, majstan@gmail.com)**

Vanadium is bioelement important primarily for plants and lower animal species and then to humans. Through certain enzymes V is involved in various electron-transmission processes in the respective systems. In all these

systems, vanadium realizes its function based on the ability to occur in a variety of stable oxidation states.

Its activity allows medical use as antidiabetic and anti-cancer agent, foundation supplement for weight loss and others.

Vanadium is widespread in food, mainly of plant origin, and the daily requirement for this element is satisfied by the intake of food rich in vanadium.

## ЛИТЕРАТУРА

- P. I. Premović, I. R. Tonsa, L. Lopez, M. S. Pavlović, O. M. Nešković, S. LoMonaco, D. M. Đorđević, M. V. Veljković, (2000), The vanadium isotopic consistution of petroleum asphaltenes: La Luna Formation (Venezuela), *Journal of Inorganic Biochemistry* 80, 153–155.
- E. Sum, M. Rychcik, M. Skyllas-Kazacos, (1985), Investigation of the V(V)/V(VI) system for use in the positive half-cell of a redox battery, *Journal of Power Sources* 16.
- A. Kabata-Pendias, B. Mukherjee, (2007), *Trace elements from Soil to Human*, Springer.
- D. E. Crowley, Y. C. Wang, C. P. Reid, P. J. Szaniszlo, (1991), Mechanisms of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants, *Plant and Soil* 130, 179–198.
- R. R. Crichton, (2008), *Biological inorganic chemistry*, Elsevier.
- B. Schwyn, J. B. Neilands, (1987), Universal Chemical Assay for the Detection and Determination of Siderophores. *Analytical Biochemistry* 160, 47–56.
- M. Goren, (1996) Oxidation and recovery of vanadium values from acidic aqueous. U.S. Patent 3, p. 252.
- D. G. Barceloux, (1999), Vanadium, *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 37, 265–278.
- V. Badmaev, M. Majeed, E. P. Norken, (1999), Piperine an alkaloid derived from black pepper, increases serum response of beta-carotene during 14 days of oral beta-carotene supplementation. *Nutrition Research*, 19 381–388.
- R. S. Nikolić, G. M. Nikolić, D. M. Đorđević, N. S. Krstić, (2010), *Koordinaciona hemija-Osnovi, vežbe i drugi oblici nastave*, PMF Niš.
- Y-H. Li, (2000), *A compendium of geochemistry: From solar nebula to the human brain*, Princeton Univ Press, Oxford.
- J. O. Nriagu, (1998), *Vanadium in the Environment*, John Wiley & Sons, New York.
- P. Poucheret, S. Verma, M. D. Grynepas, J. H. McNeill, (1998), Vanadium and diabetes, *Mol. Cell. Biochem.* 188, 73–80.
- S. Hirano, K. T. Suzuki, (1996), Exposure metabolism and toxicity for rare earths and related compounds, *Environ. Health. Perspect.* 104, 85–95.
- J. Li, G. Elberg, D. C. Crans, Y. Shechter, (1996), Evidences for the distinct vanadyl(+4)-dependent activating system for manifesting insulin-like effects, *Biochemistry* 35, 8314–8328.
- I. G. Fantus, G. Deragon, R. Lai, S. Tang, (1995), Modulation of insulin action by vanadate: evidence of a role for phosphotyrosine phosphatase activity to alter cellular signaling, *Mol. Cell. Biochem.* 153, 103–112.
- B. Mukherjee, B. Patra, S. Muhapatra, P. Banerjee, A. Tiawi, M. Chatterjee, (2004), Vanadium-an element of atypical biological significance, *Toxicology Letters* 150, 135–143.
- F. G. Hamel, W. C. Duckworth, (1995), The relationship between insulin and vanadium metabolism in insulin target tissues, *Mol. Cell. Biochem.* 153, 95–102.
- S. Ramandham, C. Heyliger, M. J. Gresser, A. S. Tracey, J. H. McNeil, (1991), The distribution and half life for

- retention of vanadium in organs of normal and diabetic rats orally fed vanadium(IV) and vanadium(V), *Biol. Trace. Elem. Res.* 130, 119–124.
20. J. C. Dabrowiak, (2009), *Metals in Medicine*, John Wiley & Sons.
  21. E. Sabbioni, G. Pozzi, A. Pintar, L. Cassella, S. Garattini, (1991), Cellular retention cytotoxicity and morphological transformation by vanadium(IV) and vanadium(V) in BALB/3T3 cell lines, *Carcinogenesis* 12, 47–52.
  22. P. J. Stankiewicz, A. S. Tracey, (1995), Stimulation of enzyme activity by oxovanadium complexes. In: Sigel, H., Sigel, A. (Eds.) *Metal Ions in Biological System, Vanadium and its Role in Life*, vol. 31. Marcel Dekker, New York, Basel, Hong Kong, pp. 249–285.
  23. M. Bollen, M. Miralpeix, F. Ventura, B. Toth, R. Bartrons, W. Stalmans, (1990), Oral administration of vanadate to streptozotocin-diabetic rats restores the glucose-induced activation of liver glycogen synthase. *Biochem. J.* 267, 269–271.
  24. J. Y. Lau, K. P. Qian, P. C. Wu, G. L. Davis, (1993), Ribonucleotide vanadyl complexes inhibit polymerase chain reaction, *Nucleic Acids. Res.* 21, 777.
  25. A. S. Tracey, (2000), Hydrooxamido vanadates, aqueous chemistry and function in protein tyrosine phosphatases and cell cultures, *J. Inorg. Biochem.* 80, 11–16.



Димитрије АЏИЋ, студент Биохемије, Хемијски факултет, Београд  
(e-mail: gonnia119@hotmail.com)

## ЕНЕРГЕТСКА ПИЋА И ЊИХОВЕ АКТИВНЕ КОМПОНЕНТЕ

*Млади људи, постојећу сиоријистии, су главни конзументи "енергетских пића". И ја сам један од њих (омиљени су ми Sinalco EnergiS, Shark и Red Bull). У овом чланку украјинко описујем шта се тренутно зна о физиолошким ефектима супстанци које су саставни део ових напитака, колико има истине у ономе што произвођачи енергетских пића тврде у рекламним кампањама и колика је заиста реална опасност од њиховог прејераног уношења у људски организам.*

### ШТА СУ ЕНЕРГЕТСКА ПИЋА?

Енергетска пића обухватају велику групу различитих напитака која осим угљених хидрата садрже кофеин у комбинацији са другим активним састојцима (таурин, биљни екстракти, витамини и др.). Иако произвођачи тврде да њихово уношење у људски организам побољшава концентрацију, издржљивост и учинак организма, поготову током интензивне физичке активности, многи здравствени стручњаци се не слажу са тим и указују на потенцијално штетне ефекте.

### ТРЖИШТЕ ЕНЕРГЕТСКИХ ПИЋА: ВЕОМА УНОСАН БИЗНИС!

Енергетска пића су се појавила у Азији бо-тих година прошлог века као одговор на захтеве тржишта за додатком у исхрани који ће обезбедити телу додатну енергију, а смањити ментални и физички замор. Липовитан Д био је прво енергетско пиће направљено од стране јапанске компаније Taisho Pharmaceuticals, да би радници могли да вредно раде до касно у ноћ. Садржао је витамине Б-комплекса, таурин и жен-шен, супстанце које и данас налазимо у многим "мејнстрим" енергетским пићима. У Америци енергетска пића постају популарна тек после 1997. године и пробоја Red Bull-а на њихово тржиште. Аустријски бизнисмен Дитрих

Матеших (Dietrich Mateschitz), током једног пословног пута по Азији, схвата да му енергетска пића могу донети много новца. Заједно са два бизнис партнера са Тајланда оснива Red Bull GmbH компанију, са идејом да промовише енергетско пиће истог имена младим Европљанима. Када је више од 5 година било потребно да се одобри увоз Red Bull-а у Немачку, због гласина о могућим штетним ефектима по људско здравље, пиће постаје познато и као "speed у лименци", "течни кокаин" и "легална дрога". Бољу, а истовремено и бесплатну рекламу, поготову међу младим људима, нису могли да добију! Временом Red Bull постаје популаран и као састојак коктела на америчкој западној обали, а потом и на читавом континенту. Приходи се сваке године удвостручавају, достижући више од једне милијарде долара почетком овог века. Данас су енергетска пића заступљена на тржишту више од 140 земаља. У Сједињеним државама Red Bull компанија контролише око 42% тржишта, на коме се налази више од 300 сличних производа са годишњим прометом од више од 5 милијарди долара у 2008. години, а процењује се да ће продаја енергетских пића достићи и свих 9 милијарди долара у 2011. години.



Слика 1. Лименке неких од најпродаванијих енергетских пића

## КО СУ СВЕ КОНЗУМЕНТИ ЕНЕРГЕТСКИХ ПИЋА?

Енергетска пића најпре су користили углавном спортисти, посебно атлетичари. Данас, захваљујући агресивној рекламној кампањи (нпр. свима добро познати слоган: "Red Bull даје ти крила") у свим медијима (укључујући и Facebook и видео игре), подржаној и од многих познатих личности и посебно спортиста (Red Bull Racing тим је тренутно убедљиво најбоља екипа у "путујућем циркусу" формуле 1), циљна група су тинејџери и млади између 18 и 34 године, дакле, и ми студенти.

## ШТА СУ ГЛАВНИ САСТОЈЦИ ЕНЕРГЕТСКИХ ПИЋА?

Иако се на тржишту широм света може наћи на стотине робних марки енергетских пића, већина је веома сличног састава. "Енергетску мешавину" углавном чине кофеин и таурин у различитим концентрацијама. Садрже и угљене хидрате (сахарозу или глукозу), као метаболички извор за брзо добијање енергије као и због пријатног слатког укуса, мада многи брендови имају и sugar-free варијанте. Уобичајени састојци енергетских пића су и жен-шен, гуарана, екстракт зеленог чаја и yerba mate. Различите комбинације ових и других састојака дају енергетском пићу карактеристичну арому.

## АКТИВНЕ КОМПОНЕНТЕ ЕНЕРГЕТСКИХ ПИЋА:

### 1. КОФЕИН

Кофеин (3,7-дихидро-1,3,7-триметил-1*H*-пурин-2,6-дион) је у историји људског рода свакако највише коришћена и притом потпуно легална, психоактивна супстанца. Данас сва енергетска пића садрже кофеин због његовог израженог стимулаторног ефекта на централни нервни систем. Због сличних хемијских структура кофеина и аденина, овај алкалоид је блокатор аденозинских рецептора у мозгу. Мислећи да је организам у опасности, хипофиза иницира "бори се или бежи" одговор ослобађањем адреналина, срце почиње брже да куца и зенице се шире. На овај начин кофеин заиста може да утиче на физичке и менталне перформансе, расположење и да одложи сан, мада је интензитет ефеката крајње индивидуалан. Физиолошки, кофеин изазива коронарну и церебралну вазоконстрикцију, опуштање глатких мишића, стимулацију скелетних мишића и смањује осетљивост на инсулин. Кофеин има и диуретски ефекат и велике унете количине могу да доведу до дехидратације организма. Уношење кофеина у људски организам се повезује и са смањеним уношењем хране и повећаном липолизом. Код здравих одраслих људи сматра се да унос до 400 mg кофеина на дан нема штетне последице; акутна токсичност почиње са 1 грам, а 5 до 10 грама кофеина може бити летално. Садржај кофеина у једној лименци, или боци, енергетског пића обично је знатно мањи: између 80 и 140 mg. Међутим, у неким енергетским пићима (Wired X505 или Fixx, не продају се у Европи!) он достиже невероват-

них 500 mg. Поређења ради, то је знатно више од садржаја кофеина у просечној шољници кафе (око 60 mg), шољи црног чаја (око 100 mg), или лименци газираног безалкохолног пића (Coca Cola садржи 35 mg кофеина). Клинички симптоми тровања кофеином су иритабилност, нервоза, несаница, тремор (дрхтање или ритмична или неритмична осцилација екстремитета, трупца, језика, главе или читавог тела), тахикардија и лупање срца. Додатне нуспојаве обухватају и повраћање и болове у стомаку, халуцинације и промењено стање свести, аритмије, мождани удар и парализу, и на крају смрт.

### 2. ТАУРИН

Таурин (2-аминоетил сулфонска киселина) је природна аминокиселина која настаје у људском организму из метионина и цистеина и помаже у регулацији рада срца и контракције мишића. Процењује се да је просечан дневни унос таурина у људској исхрани (намирнице богате таурином су разне врсте меса и риба, млеко и јаја) између 40 и 400 mg. Због тога многи стручњаци нису сигурни какав ефекат таурин има и као компонента енергетских пића. Највећи део таурина у телу је у облику коњугата са жучним киселинама, а вишкови се непромењени излучују преко урина. Таурин се повезује са многобројним физиолошким функцијама, као што је неуромодулација, осморегулација и регулација садржаја калцијума унутар ћелија. Такође, таурин побољшава издржљивост организма, тако што смањује нагомилавање млечне киселине после физичке активности. Испитивања су показала да таурин снижава крвни притисак и повећава садржај "доброг" холестерола у циркулацији. Даља истраживања су потребна да се боље објасне механизми његовог деловања. У енергетским пићима синтетички таурин се налази у веома високим концентрацијама. Анализа 80 различитих енергетских пића показала је просечну концентрацију од чак 3180 mg/L. Резултати обимних истраживања сутеришу да нема никаквих штетних ефеката од уношења таурина у дозама између 375 и 8000 mg на дан, те се стога ова супстанца сматра безбедном по људско здравље.

### 3. ГУАРАНА

Тамно семе, као једини јестиви део биљке Гуарана (*Paullinia cupana*), пореклом из амазонских прашума Бразила и Венецуеле, човек дуго користи. Семе садржи значајну количину кофеина (у једном граму гуаране има око 40 mg кофеина), као и друге ксантинске алкалоиде (теобромин и теофиллин), у много мањој мери. Гуарана је богата и сапонинима, флавоноидима и танинима, једињењима са потврђеном антиоксидативном активношћу. Због дуготрајнијег и суптилнијег стимулаторног ефекта, који је последица споријег ослобађања кофеина (због нерастворљивости гуаране у води) и присуства танина, гуарана је постала неизбежан састојак енергетских пића последњих година. Резултати неколико пилот студија су показали да екстракт гуаране, у физиолошки релевантним дозама (око 75 mg), побољшава концентрацију, ублажава когнитивни замор

и побољшава расположење. Поред тога, гуарана не показује токсичне ефекте када се уноси акутно у високим или хронично у малим дозама.

#### 4. ЖЕН-ШЕН

Жен-шен (*Panax sp.*) је биљка коју више од 2000 година људи у Азији (Кина, Јапан, Кореја) користе као афродизијак, лек за разне болести и дуговечност. Према традиционалној кинеској медицини, жен-шен подстиче Yang енергију! Коренје биљке (након сушења и третмана сумпор диоксидом) се највише користи у медицинске сврхе и као компонента енергетских пића, због високог садржаја (2-3% суве масе) фармаколошки активних гинсенозида (смеша сапонина, углавном три-терпеноидне структуре). Тржиште за производе ове биљке процењује се на чак око 3,5 милијарди долара широм света. Жен-шен је имуно-стимулант, побољшава физичку и менталну издржљивост, а има и анти-стресна, антиоксидативна и антиинфламаторна својства. Нађено је и да гинсенозиди инхибирају настајање слободних радикала и стимулишу настајање азот монооксида. Амерички жен-шен повећава производњу инсулина и смањује концентрацију глукозе у крви пацијената са дијабетесом типа 2. Иако се жен-шен сматра "безбедним" високе дозе (неколико грама) могу да изазову крварење, хипертензију, вртоглавицу, диареју и поремећаје спавања. Посебно је опасна комбинација са антидепресивима. У енергетским пићима жен-шен се налази у знатно мањим количинама, највише око 800 mg по литру.

#### 5. YERBA MATE

Ово је биљка (*Ilex paraguariensis*) пореклом из Јужне Америке, која се већ стотинама година користи за производњу чаја. Због изузетно високог садржаја различитих биоактивних компоненти (полифеноли, ксантини, флавоноиди, сапонини, аминокиселине, минерали и витамини) прави је хит на тржишту додатака исхрани, па тако и као компонента многих напитака. Фитохемикалије присутне у yerba mate повезују се са антиинфламаторним и ангидијабетским својствима, а делују и као инхибитори оксидативног стреса. Даље, екстракт yerba mate је показао (у *in vitro* експериментима) изразиту цитотоксичност на неке врсте туморских ћелија, као и да инхибира топоизомеразу II, ензим важан за ћелијску деобу, стога и пролиферацију ћелија. Конзумирање yerba mate значајно побољшава липидни профил крвне плазме код здравих људи и дислипидемичних индивидуа. Због високог садржаја кофеина (0.7-1.7% суве масе листова) у комбинацији са теобромином (0.3-0.9%), yerba mate има изражену стимулаторну активност на срчани мишић, што је и главни разлог за укључивање у формулације енергетских пића. Јединствена комбинација многобројних активних састојака има за последицу много блажи (без нуспојава!) стимулаторни ефекат на централни нервни систем. Изражена је међутим забринутост, што треба да се детаљније испита, због могуће повезаности конзу-

мирања екстраката ове биљке и појаве одређених врста рака (уста, једњака, плућа, бешике и бубрега), посебно код пушача и алкохоличара.

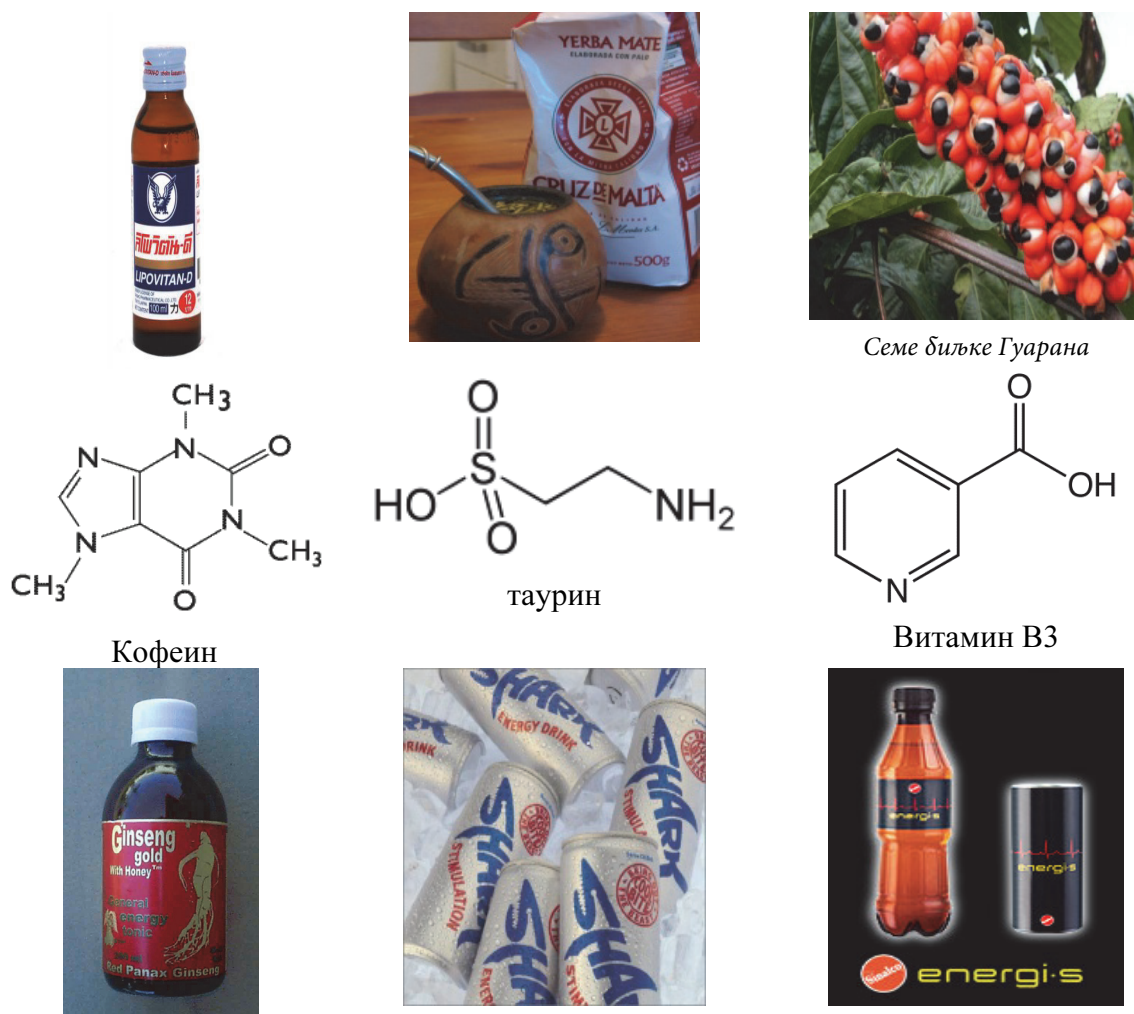
#### 6. ВИТАМИНИ Б ГРУПЕ

Најзаступљенији витамини из ове групе у формулацијама енергетских пића су витамини Б2, Б3, Б6 и Б12. У људској исхрани они ретко недостају пошто су бројне намирнице њима богате, нпр. банане, сочиво, кромпир, туњевина, ћуреће месо. Једна лименка енергетског пића од 250 mL обично садржи око 360% од препорученог дневног уноса (ПДУ) витамина Б6, 120% за витамин Б12 и 120% за витамин Б3. Додатак за људски организам великог вишка витамина Б групе још је већи у тзв. екстремним енергетским пићима (5-Hour Energy drink) и достиже 8333% ПДУ за витамин Б12 и 2000% ПДУ за витамин Б6. Произвођачи тврде да уношење тако великих доза витамина Б групе повећава менталну снагу и тонус мишића, као и да поправља расположење! Витамин Б2 (рибофлавин; адитив Е101) је коензим у метаболизму угљених хидрата. Витамин Б3 (ниацин) има значајну улогу у енергетском метаболизму, синтези и разлагању масти. Витамин Б6 представља група од три структурно слична једињења (пиридоксин, пиридоксал и пиридоксамин) која као коензим Б6 помажу организму у искоришћавању угљених хидрата, масти и протеина. Витамин Б12 (цијанокобаламин) учествује у метаболизму фолне киселине и одржању нервне функције. Пошто су сви витамини Б групе растворни у води сваки вишак у односу на тренутне потребе организма биће ефикасно избачен из тела путем мокраће. Зато, иако уношење великих количина Б витамина нема за последицу штетне ефекте на здравље људи, логика која стоји иза њиховог коришћења у огромним дозама у енергетским пићима није исправна.

#### ОСТАЛЕ (МАЊЕ ЗАСТУПЉЕНЕ) КОМПОНЕНТЕ ЕНЕРГЕТСКИХ ПИЋА

У популарним енергетским пићима могу се наћи и ове физиолошки активне супстанце: глукуронолактон - природна структурна компонента везивног ткива, са могуће детоксификујућим својствима; ефедрин - алкалоид и стимулант на нивоу централног нервног система, који се, иако може бити опасан за срце, додаје и у препарате за мршављење, а користи се и као деконгестив; l-карнитин - аминокиселина која учествује у разградњи масних киселина; креатин - једињење које учествује у процесима који обезбеђују енергију за контракцију мишића; инозитол - липотропни фактор, спречава нагомилавање масти у јетри. Као и у сокове и ледене чајеве, различите антиоксидативне супстанце - полифенолне структуре (обично су то екстракти воћа и неких биљака, као што је Гинко билоба) додају се и у енергетска пића. Оне треба да помогну у заштити ћелија од штетних ефеката слободних радикала на протеине, липиде и ДНК, смањујући ризик од тумора и кардиоваскуларних болести.





Слика 2. Хемијске формуле, слике биљака и производа који се помињу у тексту

## КОЛИКО СУ ЕНЕРГЕТСКА ПИЋА БЕЗБЕДНА ЗА КОРИШЋЕЊЕ?

Према сопственом признању, енергетска пића користи између 30% и 50% адолесцената и младих одраслих људи. Енергетска пића се генерално сматрају безбедним, али их као и већину других додатака исхрани треба умерено користити. Она немају терапијски бенефит, а многи њихови састојци су недовољно проучени и нису под законском регулативом. Тако, Америчка агенција за храну и лекове (чувена FDA) ограничава садржај кофеина у безалкохолним пићима, која се категоришу као храна, док енергетска пића, као додаци исхрани, не подлежу никаквим ограничењима! Пошто је кофеин изразито стимулант, његов изразито повећани унос може довести до лупања срца, нервозе, раздражљивости и несанице. Током времена, слично никотину, људи се "навучу" на кофеин. Као диуретик, кофеин тера бубреге да избацују додатну течност из тела, тако да постоји опасност од дехидратације, поготову зато што се енергетска пића најчешће и користе током (екстремне) физичке активности, када се тело додатно зноји. Red Bull свакако јесте најпопуларније и најпро-

даваније енергетско пиће на планети. Међутим, правни тимови компаније имају и даље пуне руке посла. Француске власти су биле одлучиле да због високог садржаја кофеина забране Red Bull 2000. године, након што је бренд био повезан са смрћу младог (18 година) спортисте из Ирске. Момак је умро након што је попио четири лименке Red Bull-а након кошаркашке утакмице! Данска и Норвешка су такође биле забраниле његову продају, а законски прописи у Канади захтевају да се на лименкама енергетских пића налази велика налепница са упозорењем да се употреба не препоручује деци и трудницама. Међутим, након одлуке Европске комисије да нема чврстих доказа о штетним ефектима кофеина и таурина, Red Bull је средином прошле деценије враћен на тржиште читаве Европске уније. Red Bull Cola је, међутим, још увек под забраном у већини земаља, пошто је детаљном независном анализом (спроведеној у Немачкој и Хонг Конгу), установљено да садржи око 0,1  $\mu\text{g}$  кокаина по лименци. Највећа опасност од коришћења енергетских пића прети углавном младим људима, који при вечерњим изласцима, различитим забавама и журкама мешају енергетске напитке са ал-

кохолним пићима. Алкохол је и сам диуретик и депресант и заједно са кофеином може довести до озбиљне дехидратације која може довести до других поремећаја у организму. Дехидрирајући ефекат кофеина додатно омета способност тела да метаболише етанол и тако повећава токсичност алкохола. И други састојци енергетских пића могу бити проблематичне. Наиме, 2001. године, два средњошколца из Калифорније су колабирала након уношења у организам енергетских напитака која су имала ефедрин.

#### Abstract

#### ENERGY DRINKS AND THEIR ACTIVE COMPONENTS

**Dimitrije ADŽIĆ**, student of Biochemistry, Faculty of Chemistry, Belgrade

According to self-report surveys, energy drinks are consumed by 30% to 50% of adolescents and young adults. Energy drinks are beverages that contain large doses of caffeine and other legal stimulants (such as taurine and B-complex vitamins). They have no therapeutic benefit, and the pharmacology of many ingredients is largely unknown. Energy drinks have been found to improve attention or reaction times and indices of alertness in some studies. However, several ingredients of energy drinks, with caffeine taking the lead, may have unwanted health consequences and should be used carefully. Energy drinks have stimulating properties but that can boost heart rate and blood pressure, dehydrate the body, may aggravate the effects of other stimulants, and prevent sleep. Mixing energy drinks with alcohol may be especially dangerous given the depressant characteristics of the alcohol and mutually dehydrating effect of alcohol and caffeine.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Babu KM, Church PJ, Lewander W: Energy Drinks: The New Eye-Opener For Adolescents. *Clin Ped Emerg Med* 2008; 9:35-42.
2. Brache K, Stockwell T. Drinking patterns and risk behaviors associated with combined alcohol and energy drink consumption in college drinkers. *Addictive Behaviors* 2011; doi:10.1016/j.addbeh.2011.07.003
3. Heckman MA, Sherry K., Gonzalez De Mejia E. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2010; 9(3): 303-17.
4. <http://nutrition.ucdavis.edu/content/infosheets/energyDrinks.pdf>
5. <http://ucanr.org/freepubs/docs/8265.pdf>
6. <http://www.marininstitute.org/alcopops/resources/EnergyDrinkReport.pdf>
7. Loria D, Barrios E, Zanetti R. Cancer and yerba mate consumption: a review of possible associations. *Rev Panam Salud Publica.* 2009;25(6):530-9.
8. Matsushima Y, Sekine T, Kondo Y, Sakurai T, Kameo K, Tachibana M, Murakami S. Effects of taurine on serum cholesterol levels and development of atherosclerosis in spontaneously hyperlipidaemic mice. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2003;30(4):295-9.
9. Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks a growing problem. *Drug Alcohol Depend* 2009; 99:1-10.
10. Seifert SM, Schaechter JL, Hershorin ER and Lipshultz SE. Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and Young Adults. *Pediatrics*, published online Feb 14, 2011; doi: 10.1542/peds.2009-3592



Д.А. ЦУЦИЋ, Регионални центар за таленте „Михајло Пупин“, Панчево ([rctpupin@gmail.com](mailto:rctpupin@gmail.com))  
А.С. НИКОЛИЋ, Хемијски факултет, Београд ([asn@chem.bg.ac.rs](mailto:asn@chem.bg.ac.rs))

## ФЕРИТИ ЈУЧЕ-ДАНАС-СУТРА

### „ЗАПОСТАВЉЕНИ“ ПА ПОНОВО „ОТКРИВЕНИ“ МАГНЕТИ

Магнетни материјали се налазе свуд око нас. Без њих је немогуће замислити савремену електротехнику, медицину, индустрију... Без добијања, преноса, аквизиције (сакупљања) и чувања сигнала, не би било ТВ, радио, аудио, видео и рачунарске технике, савремених видова транспорта итд... Дуго запостављени, па поново враћени на велику сцену, ови материјали заокупљују све већу пажњу хемичара, због изналажења нових, и побољшања постојећих путева синтезе. Начин синтезе магнетних материјала директно утиче на њихове карактеристике, а самим тиме и на поља примене.

### ФЕРИТНИ МАТЕРИЈАЛИ

Ферити су керамички материјали, тамно-сиви или црни, и веома тврди [Слика 1]. Углавном се добијају поступком синтеровања. Њихове магнетне особине

зависе од интеракција металних јона, који се налазе у кристалној решетки, а који су окружени јонима кисеоника.

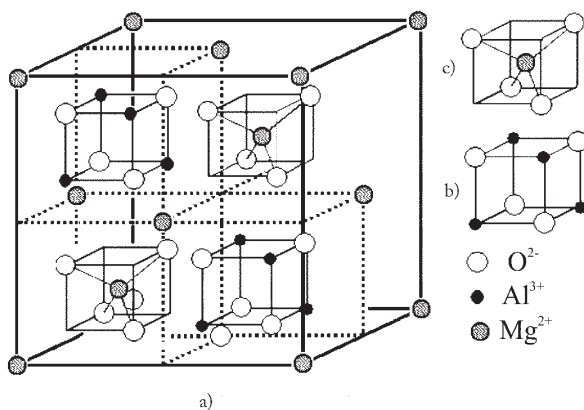
Према структури се деле на „тврде“, који имају хексагоналну, и „меке“ ферите, који имају кубну кристалну структуру. Магнетно „тврди“ ферити, опште формуле  $MFe_{12}O_{19}$  ( $M = Ba, Sr$ ), се користе за израду перманентних магнета, а магнетно „меки“, опште формуле,  $MFe_2O_4$  ( $M = Ni, Zn, Mg, Mn...$ ), у свим случајевима када је потребно виšekратно намагнетисање/размагнетисање. Већа разноврсност и могућност добијања и примене чине управо „меке“ ферите посебно интересантним.

У магнетиту, најстаријем и најпознатијем феритном материјалу, кристална решетка је кубна, идентична са оном код минерала спинела. Спинел је природни минерал, састава  $MgOAl_2O_3$ , чија је нормална јединична ћелија приказана на слици 2. Елементарна ћелија спинела, приказана на слици, садржи 32 јона кисеоника.



Слика 1: Комерцијални магнети

ника, 8 јона магнезијума и 16 јона алуминијума, тако распоређених да се јони магнезијума и алуминијума налазе између двоструко наелектрисаних јона кисеоника. Јони магнезијума се притом налазе у тетраедарским шупљинама, слика 2.ц, а јони алуминијума у октаедарским шупљинама, слика 2.б.



Слика 2: Спинелна структура

Општа формула спинелних ферита је  $MFe_2O_4$ , где “М” представља један, или код мешовитих ферита, више двовалентних јона прелазних метала (најчешће Mn, Mg, Co, Fe, Ni, Cu и Zn). У знатно мањем броју случајева су добијени и ферити где је тровалентни јон гвожђа делимично замењен другим тровалентним јонима (углавном јонима  $Al^{3+}$  и  $Cr^{3+}$ ).

У првим истраживањима мешовитих ферита, “М” је означавало комбинације Cu-Zn, Mn-Zn или Ni-Zn. Прва од ових комбинација је временом напуштена, док се друге две, под именом манган-цинк и никал-цинк ферити и данас много користе, због високих вредности магнетне пермеабилности. Ове две класе ферита представљају велики део савремене производње ферита. Мењањем односа Zn-Mn и Zn-Ni, могуће је према потреби подешавати особине материјала. Тако релативна пермеабилност материјала, на пример, може варирати од 15 за никал-ферит до 10000 за неке Mn-Zn ферите.

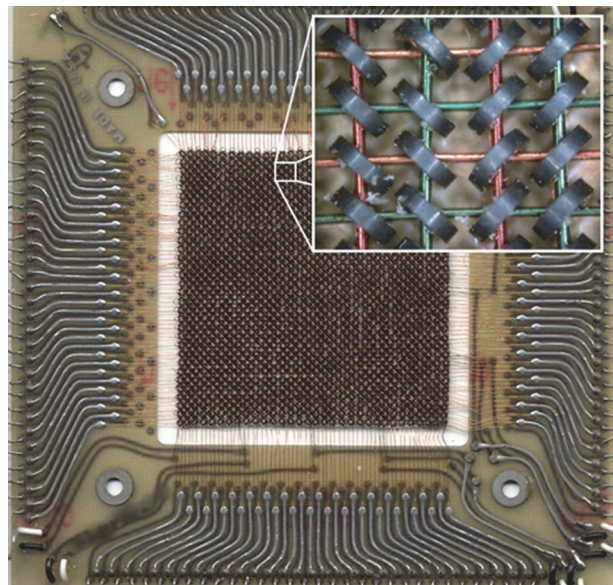
Ферити су први пут комерцијално примењени у преносу телефонских сигнала, где су преносни системи FDM (Frequency Division Multiplex), иначе аналогни, имали велики број индуктора и трансформатора, који су морали имати високе перформансе и радити на

фреквенцијама од 40-500 kHz. Комбинација добрих магнетних особина, и високе отпорности је учинила да су управо ови феритни материјали коришћени за производњу језгара за те сврхе. Пошто је отпорност ферита више него милион пута већа од металних језгара, ламиарна, прашкаста метална језгра су замењена чврстим феритним језгрима. То је подигло максималну фреквенцију рада FDM.

Прва следећа примена је била у кућним ТВ-апаратима, где су за трафо-језгра први пут употребљени Mn-Zn ферити.

Касније су се Li-Zn, Ni-Zn и Mg-Zn ферити користили за израду “јарама” завојница катодне цеви телевизора. У радио-апаратима, од феритних материјала се праве AM антене (служе за пријем средњих таласа 535-1705 kHz). Треба поменути још и примену феритних материјала за израду глава за аудио- и видео-снимања [1], и израду нових трафо-језгара за различите изворе напајања [2].

Следећи напредак у примени феритних материјала везан је за време када су пронађени начини за добијање Mn-Mg, Mn-Cu и Li-Ni ферита са скоро правоугаоном хистерезисном кривом [3]. Њихова примена је била условљена способношћу да лако и брзо “памте” информације, неопходне у тадашњој рачунарској техници [4-6]. Милиони малих феритних завојница су пре проналаска полупроводничких меморија, чинили “срце” рачунара [Слика 3]. Данас је њихова примена за ове сврхе минорна, и ограничена само на неке специјалне сврхе, углавном у војној техници.



Слика 3: Феритна меморија

У микроталасној техници, од феритних материјала се праве таласоводи, прекидачи, модулатори, лимитери итд. Особине ових уређаја јако зависе од засићења магнетизације материјала и ширине резонанционог апсорпционог пика у микроталасној области. Велики број оксидних магнетних материјала је развијен за ове потребе. Међу њима су и спинелни ферити, као Ni-ферит, Mn-Mg-ферит и Ni-Cu-Co-Mn-Al ферити.

Данас се феритни материјали примењују и у многе друге сврхе. Једна од њих је нпр. за израду великих језгара, који се користе код акцелератора честица [7]. Мп-Zn ферити, са друге стране могу имати Киријеву температуру<sup>а)</sup> приближно једнаку собној, па се могу користити у различитим сензорима температуре [8,9]. Високо-фреквентни ферити се могу, у прашкастој форми, дисперговати у пластичној матрици, и употребити за премазивање машина и објеката [Слика 4], да би се спречила рефлексија радио-таласа [10].

Такође, могуће је ферите ултрафине величине зрна користити и за “штампање” трафоа на свакој појединачној картици, односно модулу, код рачунарских уређаја, што знатно смањује губитке струје, који настају на релацији: централни трансформатор-картица.

У последње време, постоји веома велики интерес за примену феритних материјала и у медицини, као контрастних средстава у магнетној резонанци, за циљану испоруку лекова, итд...

За њихову примену битне особине материјала зависе од њиховог састава и од технолошког поступка добијања.

## ДОБИЈАЊЕ ФЕРИТА

Поликристални ферити се, углавном, добијају реакцијама у чврстој фази. На пример, никал-ферит, који се стехиометријски може представити као  $\text{NiO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , добија се из чврстих прекурсора,  $\text{NiO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , на високој температури (око  $1400^\circ\text{C}$ ). Овако добијени материјал се поново уситни, па синтерује, при чему се добија коначни производ.

Многи фактори утичу на структуру и физичке особине финалног производа. На пример, мала промена експерименталних услова може да промени оксидационо стање елемента у материјалу (нпр.  $\text{Mn(II)} \rightarrow \text{Mn(III)} \rightarrow \text{Mn(IV)}$ ), што проузрукује промене у кристалној структури. Промена у кристалној структури изазива промене у физичким особинама материјала. Такође, количина, величина и расподела пора, које финални синтеровани материјал садржи, зависе од по-

ступка добијања, температуре, времена, и састава атмосфере у пећи при синтеровању.

Припрема материјала, и добијање меша оксида се изводи најчешће на следеће начине:

1) “Оксидни метод” се своди на мешање меша оксида високе чистоће, њихово загревање до  $500\text{--}700^\circ\text{C}$ , и млевење добијеног материјала. Овај поступак се понавља више пута, да би се добио висок степен хомогености.

2) У “декомпозиционој методи” се користе соли метала, и то углавном карбонати, нитрати и оксалати, који се прво помешају, а затим термички разграде до оксида. Остатак процеса тече као под 1). Овим поступком *in situ* добијени оксиди лакше међусобно реагују у чврстој фази, градећи ферите.

3) Таложне технике:

### Таложње хидроксида

Да би се олакшао процес мешања, у односу на претходне, “суве” поступке, симултано се таложу хидроксида из раствора соли одговарајућих метала, помешаних у стехиометријским односима. Овде се, у пракси, јавља неколико проблема. Прво, морају квантитативно да се познају равнотежне хемијске реакције, односно производи растворљивости, да би се постигла симултаност таложења. Друго, декантовање и филтрирање једног, или оба талога може бити отежано. Треће, постоје јони који потичу из хидроксида ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ...) које је тешко уклонити. Пошто је за таложење потребна јака база, углавном се, да би се ово избегло, користи тетраметил-амонијум-хидроксид.

### Таложње оксалаћа

Таложње оксалаћа метала из њихових растворних соли је повољно из два разлога. Прво, таложње се постиже амонијум-оксалатом, који не оставља никакав чврсти остатак после сагоревања. Друго, већина металних оксалаћа има веома сличну кристалну структуру, што је повољно, јер је циљ добијање мешовитих кри-



Слика 4: “STEALTH” летелице различитих генерација F-117 (лево) и СУ Т-50 (десно) имају смањену рефлексију радарског зрачења

<sup>а)</sup> Киријева температура је температура на којој материјал прелази из феромагнетне у парамагнетну фазу и губи феромагнетне особине

стала, који садрже катјоне метала у оним односима у којима су присутни у раствору.

Развијане су и нове технике, у циљу што ефикаснијег мешања састојака потребних за добијање ферита. Један од њих је и метод који се заснива на добијању раствора нитрата метала у алкохолу, у одговарајућим односима. Добијени раствор се у струји кисеоника распрши кроз одговарајући отвор у комору у којој се запали.

Такође, потпуно стехиометријски никал-ферит се може добити из комплексног базног ацетата, формуле  $Ni_4Fe_9(CH_3COO)_{26}(OH)_9 \cdot x 23H_2O$  загревањем на  $700\text{ }^\circ\text{C}$ , да би се одстранили органски споредни производи, а затим пар дана на  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Припрема материјала за синтеровање, тзв. "историја" или "биографија" праха, јако утиче на особине материјала који су добијени различитим поступцима.

Тако, на пример, NiO добијен из сулфата, синтерован на  $1200\text{ }^\circ\text{C}$ , има густину коју NiO добијен из оксалата или хидроксида постиже тек на  $1500\text{ }^\circ\text{C}$ , док такву густину NiO добијен из ацетата или нитрата чак ни тада не постиже.

Следећа фаза производње ферита је загревање смесе прекурсора, при чему оксиди међусобно граде феритну кристалну решетку ("феритизују"). Ово се врши постепеним загревањем у пећима. Степен феритизованости овако добијених материјала се, у пракси, прати рендгеноструктурном анализом.

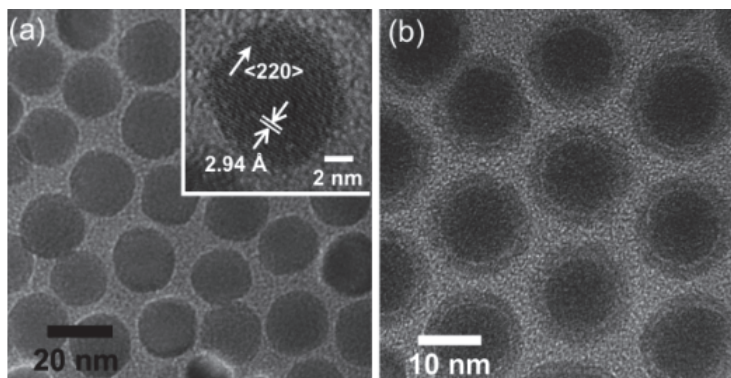
У наредној фази, материјали се уситњавају, при чему се води рачуна о најпогоднијим величинама честица за процес синтеровања. Затим се додају адитиви (пластификатори, лепкови и подмазивачи), и материјал се пресује (уобичајено до  $10^6\text{ Pa}$ ).

Финална фаза је синтеровање, које се врши у цевним пећима са програмираним профилем загревања, и могућности коришћења различитог састава радне атмосфере у пећи, која је најчешће ваздух, мада се користи и атмосфера кисеоника, азота... Време синтеровања је обично око 24 сата на температурама од  $1200\text{--}1400\text{ }^\circ\text{C}$ .

## САВРЕМЕНЕ МЕТОДЕ ДОБИЈАЊА ФЕРИТА

Претходно описани тренд производње феритних материјала је дуго био запостављен, због тежње за производњом што чистијих, монокристалних структура, које би замениле синтероване оксидне материјале. Међутим, добијање оваквих структура, као "добро" дефинисаних система, углавном подразумева утрошак великих количина енергије. Даље, овакве структуре су релативно осетљиве на дејство спољних агенаса. За разлику од њих, синтеровани материјали су мање дефинисани системи, па за њихово добијање није потребно тако много енергије. Такође, синтеровани материјали су, у великој већини случајева, много отпорнији на утицај спољашњих фактора, тако да могу беспрекорно да раде и при оним условима када већина уређаја заснованих на монокристалима отказује.

Због свега тога, у последње време је поново порастао интерес за феритним материјалима, и новим начинима за њихово добијање. Истраживања су углавном текла у два смера. Први представља изналажење нових путева за "мокре" поступке синтезе, док се други односи на могућност добијања оксидних прахова термичким разлагањем смесе прекурсора у чврстој фази и на ниским температурама. Такође, као комбинација ових путева, развијају се и механохемијски методи синтезе. Посебна пажња се посвећује добијању ултрафиних прахова, нанометарске величине зрна [Слика 5].



Слика 5: Снимак електронским микроскопом (SEM) праха спинелног ферита нанометарске величине зрна

Данас најчешће коришћена метода по "мокрим" поступку је добијање ферита из суспензија [11-13], при чему се добијају честице величине зрна испод  $100\text{ nm}$ , добрих магнетних особина. Модификације ових метода [14,15] користе се за наношење танких феритних филмова, у којој се смеше подвргавају температури  $120\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$  и повишеном притиску (до  $5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ ).

Електрохемијски метод синтезе [16] подразумева пропуштање струје кроз смешу хидроксида метала, при чему се добијају финији прахови него другим поступцима са хидроксидима.

Нанокристални ферити који се користе као сензори за гас, изузетно мале величине, а велике површине зрна се добијају из раствора нитрата гвожђа и других метала и амонијум-хидроксида. Описаном методом [17] се поред смесе хидроксида добија и амонијум-нитрат. Раствор се упари, и заједно са добијеним талогом хидроксида метала загреје до паљења.

Честице изузетно мале величине зрна ( $10\text{--}50\text{ nm}$ , површине до  $300\text{ m}^2/\text{g}$ ) добијају се и из соли метала са  $\alpha$ -хидрокси-карбонским киселинама. Испитивано је и добијање ферита термалним разарањем полинуклеарних комплексних једињења са ацетато-, формато-, и оксалато- лигандима [18,19].

Веомо актуелна је и метода добијања различитих мешовитих спинелних ферита из комплексних једињења са  $\beta$ -дикетонато- лигандима [20-22]. Материјали добијени термалном деградацијом смеша комплексних једињења са ацетил-ацетонато лигандима на релативно ниским температурама ( $500\text{ }^\circ\text{C}$ ) имају ултрафину вели-

чину честица (до 5 nm), и велике могућности примене [23-27].

## ЗАКЉУЧАК

Интерес за добијање нових феритних материјала је велик. То је последица њихове примене у многим гра-нама савремене науке и инжењерства, првенствено у електротехници, за медицинске потребе, и као материјала посебне намене. Посебна пажња се посвећује добијању ултрафиних ферита – честица нанометарских величина, чије су особине знатно боље од материјала добијених класичним поступцима.

Савремене методе карактеризације овако добијених материјала омогућују прецизан увид у њихове особине, што потом омогућава модификације начина синтезе, све до добијања жељених структура и особина материјала, битних за њихову примену.

## Abstract

FERRITES- MATERIALS FOR YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW

D.A. CUCIĆ, *Regional Center for Talents „Mihajlo Pupin“, Pančevo;* and A.S. NIKOLIĆ, *Faculty of Chemistry, University of Belgrade*

Ferrites, well-known group of magnetic materials, are one of the most interesting materials applicable in many fields of engineering, due to their remarkable electrical and magnetic properties, and wide practical applications. The new synthetic routes have been intensively studied nowadays by chemists. Brief overview of the preparation as well as relationship between properties and synthetic procedures applied are given in the text.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hirota, E. Hirota, K., Kugimiya, R., ICF3 (1980) 667
2. Ross, E., IEEE Trans.Magn., MAG-18 (1982) 1529.
3. Bracke, L. P. M., Electron. Components and Appl., 5 (1983) 171
4. Albers-Schonberg, E., J. Appl. Phys., 25 (1964) 152
5. Rajchman, J. A., ICF1 (1970) 409
6. Pugh, E., W., IEEE Trans.Magn., MAG-20 (1984) 1499
7. Brockman, F. G., Van Der Heide, H. and Louwrese, Philips tech Rev., 30 (1969) 312
8. Panicu, C., Condurache, Bull. Inst. Politech. Din Iasi, XXI (XXV), 1 (1975) 101
9. Kato, U., Endo, M., Proc. 22<sup>nd</sup> Nat. and 3<sup>rd</sup> Int. Relay Manufac. (1974).
10. Akita, K., ICF3 (1980) 885
11. Kiyama, M., Bull. Chem. Soc. Jpn., 47 (1974) 1646
12. Kaneko, K., Katsura, T., Bull. Chem. Soc. Jpn., 52 (1979) 747
13. Kaneko, K., Takei, K., Tamaura, Y., Kanzaki, T., Katsura, T., Bull. Chem. Soc. Jpn., 52 (1979) 1080
14. Itoh, T., Zhang, Q., Abe, M., Tamaura, Y., J. Appl. Phys., 70 (1991) 6443
15. Wolski, W., Riedel, E., Wolska, E., Phys. Stat. Sol.(a), 126 (1991) k79
16. Lepesov, K. K., Kurndyumova, T. A., Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Khim., 4 (1990) 37
17. Iftimie, N., Rezlescu, E., Popa, P. D., Rezlescu, N., J. Opt. and Adv. Mater. 8 (2006) 1016
18. Ilie, I., Brezeanu, M., Patron, L., Segal, E. Filoti, G., Rev. Roum. Chim., 32 (1987) 1109
19. Ilie, I., Brezeanu M., Segal, E., Thermochim. Acta, 94 (1985) 393
20. Nikolić, A. S., Maričić, Z. B., Sabo, T. J., Kuraica, M.M., Đurić S., Juranić, N., J. Serb. Chem. Soc. 64 (1999) 297
21. Nikolic, A. S., Cvetkovic, N., Djuric, S, Puzovic, J., Pavlovic, M.B., Mater. Sci. For., 282-283 (1998) 199
22. Nikolić, A. S., Puzović, J. M., Pavlović, M. B., Osmokrović, P., J. Opt. and Advan. Mater., 9 (2007) 2731
23. Antić, B., Kremenović, A., Nikolić, A. S., Stoiljković, M., J. Phys. Chem. B 108 (2004) 12646.
24. Vučinić-Vasić, M., Antić, B., Kremenović, A., Nikolić, A.S., Stoiljković, M., Bibić, N., Spasojević, V., Colom-ban, Ph., Nanotechnology 17 (2006) 4877
25. Vučinić-Vasić, M., Antić, B., Blanuša, J., Rakić, S., Kremenović, A., Nikolić, A.S., Kapor, A., Appl. Phys., 82 (2006) 49
26. Vučinić-Vasić, M., Antić, B., Kremenović, A., Nikolić, A. S., Blanuša, J., Rakić, S., Kapor, A., J. All. Comp. 428 (2007) 322
27. Nikolić, A. S., Osmokrović, P., Manojlović, D., Šojić, N., Pavlović, M. B., J. Opt. and Advan. Mater., 10 (2008) 1390.



Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ, Центар за хемију – ИХТМ, Универзитет у Београду,  
е-пошта: bdrakuli@chem.bg.ac.rs

## КАКО НАПИСАТИ НАУЧНИ РАД КОРИСТЕЊИ БЕСПЛАТАН СОФТВЕР

У четвртог броју *Хемијског Прегледа* објављен је текст о томе како на добар начин написати научни рад.<sup>1</sup> У нареним редовима ћете прочитати како да користите искључиво бесплатан и легалан софтвер да бисте научни рад написали.

Научни радови се састоје од текста и слика. За писање текста се могу користити неколико стандарних текст процесора. Сlike могу бити графици, сложене слике сличне фотографијама, а за нас хемичаре је спе-

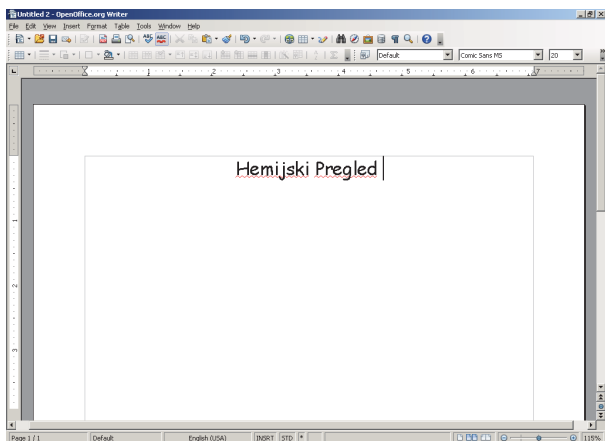
цифично да приказујемо структуре молекула које смо направили или испитивали као дводимензионални или тродимензионални приказ. Поред тога врло често приказујемо и схеме хемијских реакција које смо испитивали. Као и у свакој другој области људске делатности, програма и за нас хемичаре има много, неки су једноставнији, други сложенији, неки су врло скупи а неки потпуно бесплатни. Важно је да знамо да комерцијални програми (они који се морају купити), макар на

нивоу једноставних операција као што је цртање формула, реакционих схема или приказивања тродимензионалних структура молекула, никако не морају бити бољи или угоднији за рад од осталих који се нуде бесплатно.

Овај текст је подељен на четири дела. Први се бави програмима за писање текста, други програмима за цртање графика, трећи програмима за обраду слика, а четврти – најопширнији, програмима за цртање 2Д формула, реакционих схема и приказивање 3Д структура молекула.

## ПИСАЊЕ ТЕКСТА

Из свакодневне праксе добро знамо да текст можемо писати у Microsoft-овом Word-у, Corel-овом Word Perfect-у или OpenOffice.org Writer-у. Ови програми нам пружају удобно графичко окружење и омогућавају лако форматирање текста. Поред тога постоје и програми за писање текста који у првој инстанци не пружају графичко окружење на које смо навикли радећи са Microsoft Word-ом, и за које нам треба мало труда да би научили да са њима радимо. Ови програми у основи имају TeX typesetting system,<sup>2</sup> а најпознатији текст процесор у овој категорији је LaTeX.<sup>3</sup> Програм је заснован на document markup language, слично тексту припремљеном у html формату. Овде текст припремамо у обичном једноставном текст едитору типа Windows-овог Notepad или нпр. Linux-овог (KDE) Kwrite, али постоје и специфични текст едитори који цео посао много олашавају. Иако су ове апликације потпуно бесплатне, да не би морали да издвојимо много времена учећи да се њима служимо, враћамо се стандардним текст процесорима. Од три набројана на почетку овог дела текста једино је OpenOffice.org Writer<sup>4</sup> потпуно бесплатан, и у великој мери је поредив са Microsoft Wordom (Слика 1). Програм је доступан и за Windows и за Linux- засноване оперативне системе и долази у 'пакету' са програмом за манипулацију бројевима OpenOffice.org Calc (врло поредив са Microsoft Excel-ом, или у нешто мањој мери Corel-овим QuatroPro), програмом за прављење презентација OpenOffice.org Impress (поново поредив са одговарајућим Microsoft или Corel апликацијама) и програмом за цртање OpenOffice.org Draw. За инсталирање пакета није потребно ви-

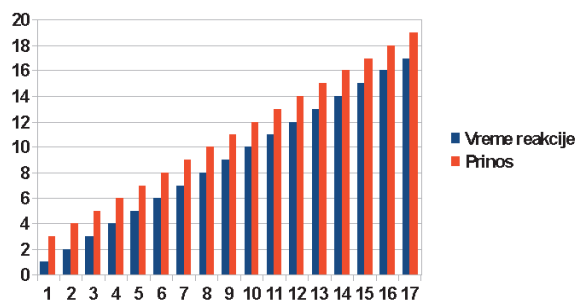


Слика 1. Изглед OpenOffice.org Writer-a

ше од 20 минута, било да то желите да урадите под Windows или Linux – заснованим оперативним системима и врло добро ради и на старијим и на сасвим новим верзијама поменутих оперативних система. OpenOffice.org Writer пружа могућност да фајл сачувате у екстензији Microsoft Word-a (doc) или rich text формату (rtf), који није специфичан само за Microsoft-ове платформе, и то ради врло добро. Тако нећете имати проблема са укладом ваших фајлова код велике већине система за подношење радова којима се служе велики издавачи као што су Elsevier, American Chemical Society, Royal Society of Chemistry, Wiley. Исто тако ваш документ можете поднети и за наш Journal of Serbian Chemical Society, а као што сте приметили у упутству за ауторе (погледајте задње корице броја 6 од 2010. године) Хемијски Преглед прихвата субмитоване радове и у нативном формату OpenOffice.org Writer-a – odt.

## ПРОГРАМИ ЗА ЦРТАЊЕ ГРАФИКА

Графицима сликовито приказујемо податке које обично можемо да прикажемо у табелама, типа како се мења  $x$  са променом  $y$ , тако да између  $x$  и  $y$  није успостављена математичка релација, или колики удео од 100% припада одређеној подкласи. Друга могућност је да прикажемо резултат математичке релације, најопштије  $y = f(x)$ . У наведена два општа случаја имамо низ бројева који можемо да прикажемо у дводимензионалном или тродимензионалном простору тако да је свака тачка (објект) описана са два (координате по  $x$  и  $y$ ), или три броја (координате по  $x$ ,  $y$  и  $z$ ). Ако постоји математичка релација између скупа бројева ( $x$  и  $y$  или  $x$ ,  $y$  и  $z$ ) тачке формирају праву линију, хиперболу или неку другу криву која се може описати математичком функцијом. У првом случају цртамо графике познате као chart (у основи ово су хистограми који могу да буду нацртани на најразличитије начине), које можемо да добијемо директно из OpenOffice.org Calc-a (Слика 2). Такве слике су у метафајл формату (састоје се од скупа геометријских облика, тако да се целој слици лако може мењати величина без губитка на резолуцији). Добијени график се лако може прекопирати у OpenOffice.org Draw и сачувати у битмап графичком формату као што су tif, jpeg или сличном. Битмап слика се састоји из низа тачака (пиксела) који имају одређену позицију у укупном мозаику и којма је додељена одређена боја (без обзира да ли се ради о црно-белој слици или слици у боји). У једпут сачуваној слици број пиксела је



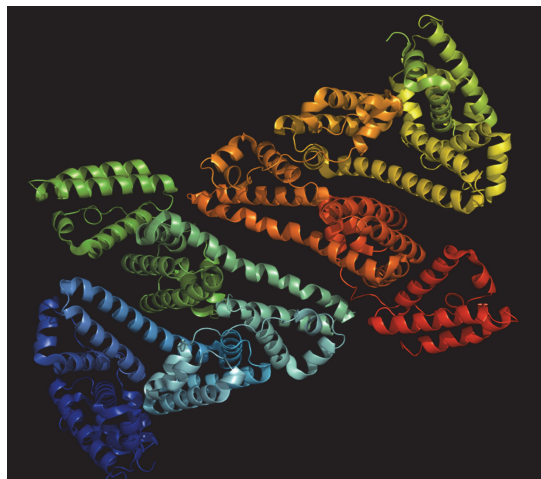
Слика 2. Хистограм добијем употребом 'insert chart' опције OpenOffice.org Calc-a.

кончан и тачно дефинисан, па је важно скалирати график на жељену величину било директно у OpenOffice.org Calc-у или OpenOffice.org Draw-у пре него што се сачува као битмап. Друга могућност је да наш график прекопирамо директно у програм за обраду слике, и тиме обезбедимо врло високу резолуцију, али о томе у следећем делу.

Ипак златни стандард за цртање графика је GnuPlot.<sup>5</sup> Програм је потпуно бесплатан, нуде се инсталације за Windows и Linux – базиране оперативне системе, али је потребно уложити мало труда да би се научило како направити слику. Графички интерфејс који се нуди ту јако помаже, као и примери који су дати на веб страни са које се програм преузима. Поред тога можете преузети и детаљан мануал програма. Улазни фајлови су скуп бројева у две, три, четири... колоне и мали скрипт који садржи информације о томе како наш график треба да изгледа, а који корисник сам прави у обичном текст едитору. Програм ће слику сачувати као png (portable network graphic), битмап формат, али слику независно од тога можете и видети, зумирати и мењати у графичком прозору. Могућа су јако фина подешавања од изгледа линија и ознака на осама, до тога да можете да направите анимирани график. Детаљан опис функција овог програма би испунио неколико страна, зато преузмите програм и поиграјте се мало са њим. Уложено време ће се многоструко исплатити.

### ПРОГРАМИ ЗА ОБРАДУ СЛИКА

Поред тога што слике које припремате за ваш научни рад можете обрадити у Microsoft-овом програму Paint, који долази са сваком инсталацијом Windows-а (у целом тексту претпостављамо да имате легалну инсталацију Windows оперативног система, као и да сте много фамилијарнији са радом у Windows-у него радом у Linux-у) који има ограничене могућности, овде препоручујемо програм за обраду слике који се зове Gimp<sup>6</sup> (GNU Image Manipulation Program). Програм је бесплатан, нуде се верзије за Windows оперативне системе од верзије XP, Service Pack2; као и за Linux, за који је програм оригинално направљен. На пример, у



Слика 3. Структура хуманог серум албумина визуелизована 'Ray' опцијом програма PyMol.

основној инсталацији Linux оперативног система OpenSUSE 11, који је тренутно подржан, добићете и „најсвежију“ верзију Gimp-а.

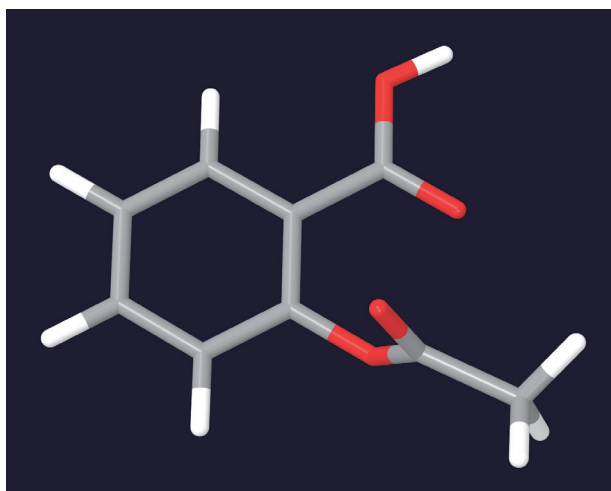
Програм нуди много врло напредних опција укључујући подешавања осветљености и контраста слике, селективног уклањања/мењања предефинисаних боја или спектра боја; као и многе филтере којима можете постићи најразличитије визуелне ефекте. Са Gimp-ом можете да постигнете много тога што можете да постигнете и са врло скупим Adobe Photo Shop-ом. Основна разлика је у томе што је Gimp бесплатан.

Квалитет који треба напоменути у оквиру овог текста је свакако висока резолуција слика која се може добити. Тако да и метафајл слике направљене у OpenOffice.org Calc-у и битмап слике направљене у GnuPlot-у директно можете копирати у Gimp и сачувати у (заиста) великом броју графичких формата, са високом резолуцијом.

### ПРЕДСТАВЉАЊЕ МОЛЕКУЛА (2Д И 3Д) И СХЕМА ХЕМИЈСКИХ РЕАКЦИЈА

Из онога што сте предходно (надам се мало пажљивије) прочитали је очигледно да су све препоручене апликације почевши од текст процесора, преко оних за цртање графика и обраду слике иницијално направљене за Linux оперативне системе који имају графички интерфејс и личе на Windows окружење (X-Win). Сви описани програми су лиценцирани под GNU лиценцом,<sup>7</sup> која гарантује да можете слободно да размењујете програм са другим корисницима, али сте слободни и да га мењате – на тај начин је обезбеђено да заиста сви корисници имају бесплатан приступ и могућност коришћења програма.

Како смо ми хемичари прилично специфична сорта, у даљем тексту ћете видети да је прича који се односи на програме из наше бранше мало другачија, ипак има изузетака. Задржавамо се на претпоставци да желите да користе Windows оперативни систем и да имате удобно графичко окружење. Ако желите да преузмете програм, најчешће морате да се региструјете, али ћете програм и даље преузети без икаквих обавеза које се



Слика 4. 3Д структура молекула аспирина, визуелизована програмом Maestro.



тичу плаћања. Понекада је потребно захвалите се ауторима, или цитирати научни рад у коме је програм описан.

Већина оваквих програма је направљена као front end за комерцијални програмски пакет или комерцијалну базу података. Ипак, произвођачи их врло радо нуде бесплатно. У другу групу спадају програми који су направили врло способни и професионални појединци и који програме нуде бесплатно научној заједници. Овој групи припадају најчешће програми за визуелизацију тродимензионалних структура молекула.

Поред тога што програм пружа могућност да нацртате хемијску структуру, схему хемијске реакције или визуелизујете 3Д структуру молекула на начин којим сте ви задовољни и који је у складу са упутствима за ауторе часописа у који планирате да пошаљете рад, у контексту овог текста је јако важно да такву слику сачувате са прихватљивом резолуцијом. Опција 'print screen' и копирање у програм за обраду слике често даје јако лоше резултате, чак иако имате добру графичку карту и добар монитор.

Први програм који препоручујемо и служи за 2Д цртање је ACDlabs ChemSketch,<sup>8</sup> који после регистрације можете да преузмете бесплатно. Доступан је и за Windows и за Linux-засноване оперативне системе (уз коришћење Wine емулятора). Програм долази у пакету са још неким програмима који су ван контекста ове приче. Када сте програм инсталиран, можете изабрати предефинисани стил за цртање хемијских формула. Већина издавача прихвата ACS Style, у сваком случају консултујте упуство за ауторе. Нацртана схема реакције/структура се може сачувати у више графичких формата (tif, gif, bmp, png) у резолуцији до 1440 dpi (тачака по инчу), што је много више него што већина журнала захтева. Како неки часописи захтевају и оригиналне реакционе схеме или структуре молекула у формату комерцијалног програма ChemDraw који производи CambridgeSoft (обично када је ваш научни рад прихваћен и иде у продукцију), ACD-ов ChemSketch омогућава чување фајлова и у овом формату.

Symix Draw који сада дистрибуира Accelerlys,<sup>9</sup> а који смо поменули у прошлом тексту<sup>10</sup> о приказивању структура молекула не може да сачува нацртану структуру или формулу у графичком формату са високом резолуцијом (максимално до 72 dpi), па тај програм у овом тексту детаљно не описујемо.

Када нам је потребно да направимо слику тродимензионалне структуре молекула, било да се ради о малом молекулу или великом биополимеру, као што су протеин или нуклеинска киселина, имамо много већи избор. Први предуслов да визуелизујемо 3Д структуру је да имамо фајл у одговарајућем формату. То може бити PDB (protein databank) фајл за структуре великих биополимера, или најчешће Sybyl mol2 формат за мале молекуле. Поред тога постоји још много формата, као што је cif формат који користе кристалографи, MDL mol формат... Како се овај текст бави визуелизацијом молекула у доброј графичкој резолуцији, а не форматом фајлова одређене врсте, претпостављамо да овакве

фајлове већ имате, исто тако да знате какву представу молекула желите да постигнете; односно да ли ће он бити приказан као wireframe, stick, ball and stick, CPK за мале молекуле, или као ribbon (и варијације на тему) за велике макромолекуле. Поред тога сви програми који ће у даљем тексту бити описани нуде много напредних опција којима можете да постигнете да сцена коју желите да покажете изгледа баш онако како сте замислили. Можете постићи утисак дубине, што је важно кад приказујете 3Д структуре молекула, поставити више извора осветљења тачно одређеног интензитета у положај око молекула који желите, а и сам молекул може у деловима да буде провидан, сјајан или мат. О свеом овоме консултујте user guide или мануале програма.

Први програм који препоручујемо и који ће дати слике високе резолуције је PyMol,<sup>11</sup> који је направио Warren DeLano,<sup>12</sup> а сада је open-source софтвер. Када сте молекул 'импортовали' и подесили тако да слика изгледа како желите, искористите Ray опцију да би добили слику високе резолуције. На слици 3 је приказана слика структуре хуманог серум албумина (3SQJ) која се крајем ове године појавила у PDB бази података, добијена програмом PyMol и Ray tracing опцијом. Сlike са неколико насловних страна часописа Nature и Science су направљене овим програмом, па нашим читаоцима желимо да поред доброг техничког квалитета написаног рада постигнутог бесплатним и легалним софтвером остваре резултат који ће неки од ових часописа прихватити да објави.

Од пре две године фирма Schrödinger, која производи софтвер за молекулско моделовање и чији су програми стандард у истраживачком и развојном делу фармацеутске индустрије, нуди свој графички интерфејс бесплатно за академске институције. Програм Maestro<sup>13</sup> је после регистрације бесплатан и доступан је и за Windows и за Linux-засноване оперативне системе. Овим програмом можете направити слике врло велике резолуције у формату који желите (нпр. од 60 x 60 cm). Зато је програм погодан и за првљење слика за постере, презентације итд. На слици 4 је приказан молекул аспирина експортиран из програма Maestro.

За оне који се баве квантном хемијом и желе да визуелизују молекулске орбитале (под претпоставком да имају одговарајуће фајлове) Jmol<sup>14</sup> је одлична опција. Програм је доступан без регистрације и може да сачува слике у jpg и gif формату у резолуцији прихватљивој за публикавање.

Програм VegaZZ,<sup>15</sup> који око четрнаест година развија група истраживача на фармацеутском факултету у Милану такође нуди много различитих начина визуелизације и може да екпортује 3Д слике молекула у врло високој резолуцији. Програм је доступан за Windows оперативне системе после регистрације и активације, и бесплатан је за истраживаче у академским институцијама, студенте итд. Истини за вољу, ако желите да визуелизујете протеине у мало лепшој ribbon репрезентацији боље користите PyMol или Maestro, Веги још увек недостаје више начина визуелизације у овом сегменту.

За припрему додатног материјала који обично прати ваш, сада већ прихваћен, научни рад PyMol, Maestro и VegaZZ, у сегменту припреме 3Д структура молекула нуде заиста много могућности. Тако трајекторије молекулске димнамике, коришћењем било којег од ова три програма, можете претворити у филмове у трег формату. Исти програми вам омогућују лаку и брзу конверзију између великог броја формата за 3Д представљање структура молекула. На тај начин можете врло лако да се уклопите у захтеве издавача.

На крају, програми описани у овом тексту никако нису ни свеобухватан ни коначан списак свега што бесплатно и легално можете да добијете за писање текста, цртање графика, обраду слике и „баратање“ са 2Д и 3Д структурама молекула. На вебу се стално појављују нови програми, неки старији прављени за оперативне системе који се одавно више не користе, и рачунаре који су много слабији од садашњих, се једноставно гасе. Одлучио сам да вам препоручим списак програма какав видите не само на основу мог вишегодишњег искуства, него и на основу искуства оних који ове програме праве или их много дуже од мене користе, широм света. Надам се да ће савети које сте нашли у овом тексту бити корисни.

#### Abstract

OPEN SOURCE SOFTWARE USEFUL FOR (CHEMISTRY-RELATED) SCIENTIFIC ARTICLE WRITING

**Branko J. DRAKULIĆ**, *Department of Chemistry - IChTM, University of Belgrade*

The brief overview of the open source software useful for scientific article writing, mainly functional under Win-

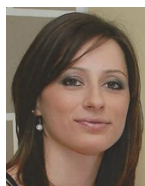
dows operating systems, are given in the text. Such list include text processors (OpenOffice Writer and LaTeX); graph drawing - Gnuplot and OpenOffice Calc; image manipulation - Gimp and OpenOffice Draw; all of which can be applied in every field of scientific work for the article writing. Specifically, list of software useful for chemist (of many branches) for 2D structure and reaction schemes drawing, as well as 3D molecular rendering, are given. Within the part dealing with figures, graphs and schemes, software that offer output files having publishing quality resolution are emphasized. List is not comprehensive, but relay on the author experience, and the recommendations of users in the scientific community, regarding quality and the usefulness of the software described.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Декански, Хемијски Преглед 4 (2011) 101-105
  2. <http://www.tug.org/>
  3. <http://www.latex-project.org/>
  4. <http://www.openoffice.org/>
  5. <http://www.gnuplot.info/>
  6. <http://www.gimp.org/>
  7. <http://www.gnu.org/licenses/>
  8. <http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>
  9. <http://accelrys.com/products/informatics/cheminformatics/draw/no-fee.php>
  10. B.J. Drakulić, Hemijski Pregled 1 (2008) 14 - 20
  11. <http://www.pymol.org/>
  12. A.T. Brunger, J.A. Wells, Nature Structural & Molecular Biology 16 (2009) 1202 - 1203
  13. <http://www.schrodinger.com/products/14/12/>
  14. <http://jmol.sourceforge.net/>
  15. A. Pedretti, L. Villa, G. Vistoli, Journal of Computer-Aided Molecular Design 18 (2004), 167-173. <http://www.ddl.unimi.it/>
- Сви линкови према веб странама су функционални на дан 25.11.2011.



*ВЕСТИ из ШКОЛЕ*  
*ВЕСТИ за ШКОЛЕ*



**Мирјана ЦВЕТКОВИЋ**, студент студијског програма ПРОФЕСОР ХЕМИЈЕ, Хемијски факултет Универзитета у Београду, е-пошта: [miracvet13@gmail.com](mailto:miracvet13@gmail.com)

## СЦЕНАРИО ЗА ЧАС: РЕАКЦИЈЕ КАРБОКСИЛНИХ КИСЕЛИНА

**Разред:** Трећи разред гимназије природно-математичког смера

**Тип часа:** Лабораторијска вежба

**Циљеви часа:**

- да ученици знају шта су адитиви;
- да ученици знају да се карбоксилне киселине и соли карбоксилних киселина користе у људској исхрани;
- да ученици идентификују карбоксилне киселине и њихове соли на основу испитивања хемијских и физичких својстава ових супстанци.

**Материјал за рад:**

**Текст о адитивима:**

Прехрамбени адитиви су супстанце које се додају у индустријски произведену храну да би она имала бољи укус, мирис или боју. То су супстанце тачно одређеног хемијског састава које се додају намирницама приликом производње, припреме, обраде, прераде, обликовања, паковања, транспорта и чувања хране. Адитиви се постиже уједначен квалитет производа и омогућава дугорочно складиштење намирница. Супстанце за

конзервирање спречавају или успоравају размножавање микроорганизама који могу да узрокују кварење хране. Без сустанци за појачавање укуса, конзерванаса, антиоксиданаса, не би било модерних „light“ производа, полутотових и готових јела. Додаци (адитиви) прехранбеним производима означавају се словом Е и одговарајућим бројем, на пример Е-330, Е-550. То су јединствене и тачно утврђене ознаке за свако једињење које су прихваћене у целом свету. Приказ груписања адитива:

Е-100 – Е-181 бојила;

Е-200 – Е-285 конзерванси;

Е-300 – Е-340 антиоксиданси;

Е-400 – Е-499, Е-1400 – Е-1451 згушњивачи и емулгатори;

Е-550 – Е-572 супстанце за спречавање згрудњавања;

Е-600 – Е-650 појачивачи укуса;

Е-900 – Е-910 супстанце за полирање;

Е-950 – Е-970 заслађивачи.

Радни лист за сваку групу:

#### Лабораторијска вежба

Из фабрике „Цветићи“ у лабораторију „Мали хемичар“ су донета два пакета без етикета. У пакетима се налазе адитиви: лимунска киселина и натријум-бензоат. Потребно је да се у лабораторији уради анализа супстанци и утврди која супстанца се налази у ком пакету.

1. У бочицама се налазе адитиви, који су обележени словима А и Б.

2. Реагенси: дестилована вода  
раствор хлороводоничне киселине  
раствор натријум-хидроксида са фенолфталеином (направити раствор)

3. Користећи дате реагенсе утврдите физичка и хемијска својства супстанци А и Б и попуните табелу 1 (испитивања изводите са воденим растворима супстанци).

Табела 1. Адитиви

Реагенси Адитиви	Дестилована вода	HCl	NaOH са фенолфталеином
А			
Б			

**Прибор:** сталак са епруветама, кашичице.

**Супстанце:** натријум-бензоат, раствор натријум-хидроксида, раствор хлороводоничне киселине, фенолфталеин, лимунска киселина, дестилована вода.

**Ток часа**

**Корак 1.** *Обнављање трајива о карбоксилним киселинама.*

Наставник кроз следећа питања активира претходно знање ученика:

1. Шта су карбоксилне киселине?

2. Која је општа формула карбоксилних киселина?

3. Која су основна физичка и хемијска својства карбоксилних киселина?

4. Како настају соли карбоксилних киселина? Наведите један пример.

**Корак 2.** *Увођење појма адитив.*

Наставник даје сваком ученику радни лист са текстом о адитивима. Ученици читају текст, а затим усмено одговарају на следећа наставникова питања:

1. Шта су адитиви?

2. Како се адитиви обележавају?

3. Које групе адитива постоје?

**Корак 3.** *Формирање групе.*

Наставник формира групе од три до пет ученика водећи рачуна да су ученици исте групе хетерогени по знању. Групе одлазе на већ припремљена радна места. Свака група добија радни лист са упутством за лабораторијску вежбу.

**Корак 4.** *Експериментални рад.*

Ученици на основу добијеног упутства у групама изводе огледе и бележе своја запажања. Наставник обилази групе, прати експерименталан рад ученика и даје додатна објашњења ако је потребно.

**Корак 5.** *Извештавање групе.*

Представник сваке групе извештава одељење о запажањима у лабораторијској вежби и записује их на табли.

**Корак 6.** *Дискусија о резултатима огледа и закључивање.*

Ученици са наставником дискутују о резултатима огледа док не идентификују супстанце А и Б. Наставник кроз следећа питања подстиче ученике да дођу до решења:

1. У коју групу карбоксилних киселина према броју карбоксилних група спада лимунска киселина? Напишите њену структурну формулу.

2. Где се све лимунска киселина може употребити?

3. Шта се дешава када се у дестиловану воду сипа лимунска киселина?

4. Шта су алкалне соли карбоксилних киселина? Каква је њихова растворљивост у води?

5. Како се из соли карбоксилне киселине може издвојити карбоксилна киселина?

Abstract

SCENARIO FOR THE LESSON: THE REACTION OF CARBOXYLIC ACIDS

Mirjana CVETKOVIĆ

In this paper the laboratory work related to the properties of carboxylic acids is presented.



## ЕВРОПА У БЕОГРАДУ

### 16. ЕВРОПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА АНАЛИТИЧКЕ ХЕМИЈЕ - EUROANALYSIS 16

У међународној години хемије, у периоду од 11 до 15-ог септембра, Београд је био место окупљања око 600 аналитичара са универзитета, из индустрије, законодавних тела и бројних научних организација и асоцијација, из 57 земаља Европе и света. Под слоганом “Изазови у модерној аналитичкој хемији” 16. Европску конференцију аналитичке хемије организовала је Аналитичка секција Српског хемијског друштва у сарадњи са Аналитичком секцијом EuChemS-а. Импресиван број учесника из Шпаније, Русије, Пољске, Италије, Немачке, Турске, Румуније, Бразила, Португалије, Јапана, Чешке Републике и многих других земаља креирао је посебно инспиративан Европски простор за размену знања и комуникације у области аналитичке хемије. Почев од 1972. када је Euroanalysis 1 била организована у Хајделбергу (Немачка), ова конференција је по први пут организована у југоисточној Европи.

Конгресни центар Сава је својим капацитетима у потпуности одговарао захтевима конференције, а посебно због близине центру града и Калемегданској тврђави, са дивним погледом на ушће Саве у Дунав, где су учесници могли да проведу слободне тренутке тих тропских дана у Београду.

Прва дешавања су почела већ у недељу, 15-ог септембра. Непосредно пре отварања конференције одржан је годишњи састанак DAC-EuChemS-а, коме је присуствовало 25 делегата из 20 земаља. Истог дана су се паралелно одржавали и кратки курсеви, на интересантне и значајне аналитичке теме, са инструкторима из Русије, Румуније и САД. Касно по поподне је уследило отварање конференције када су се скупу обратили председавајући, Славица Ражић и Иванка Поповић, а затим и Paul Worsfold као председник DAC-EuChemS-а. Скупу се на крају обратила и Вера Дондур, као председник Националног савета за науку и технолошки развој. Музички гудачки квартет Хабанера је својим репертоаром употпунио свечану атмосферу отварања.

Непосредно после отварања конференције започео је научни програм са два пленарна предавања. Наредних дана, програм је имао исту структуру: по три паралелне сесије пре и после подне, постери у раним поподневним часовима и кратки симпозијуму компанија,

између пре и поподневних сесија. Све у свему, било је одржано 10 пленарних и 22 секцијска предавања. Са још 136 усмених излагања и преко 500 постерских презентација, из кључних области аналитичке хемије, Euroanalysis 16 у Београду је у потпуности оправдала очекивања у научном и организационом погледу.

Није могуће навести све предаваче који су презентovali своја задња достигнућа у аналитици, али ће и листа пленарних, са насловима предавања која су одржали, бити довољна ради импресије о научном доприносу конференције.

- **Jonas Bergquist** (Uppsala University, Uppsala, Sweden), Diving Deep into the Chemistry of the Human Brain
- **Gareth Brenton** (Swansea University, Swansea, UK), The Role of Accurate Mass Measurement in Chemical, Analytical and Medical Mass Spectrometry
- **Jana Hajslova** (Institute of Chemical Technology, Prague, Czech Republic), Metabolomic Fingerprinting / Profiling Employing High Resolution Mass Spectrometry: a Challenging Strategy in Food Analysis
- **Gary Hieftje** (Indiana University, Bloomington, USA), New Tools for the Analytical Laboratory
- **Wolfgang Lindner** (University of Vienna, Vienna, Austria), The Power of Selectivity in Chromatography
- **Ryszard Lobinski** (CNRS UMR, Pau, France), Biological Trace Element Analysis, Speciation and Metallomics
- **Marco Mascini** (Università di Firenze, Sesto Fiorentino, Italy), Peptide and Oligonucleotides Aptamers as New Ligands for Analytical Chemistry
- **Boris Mizaikoff** (University of Ulm, Ulm, Germany), Miniaturized mid-infrared sensors - How small is still useful?
- **Alfredo Sanz-Medel** (University of Oviedo, Oviedo, Spain), The Expanding Scope of Analytical Atomic Spectrometry: Isotopes, Elements, Molecules and Nanoparticles via Mass Spectrometry

- **Luisa Torsi** (University of Bari, Bari, Italy), Bio-electronic Device as Ultra-sensitive Analytical Sensors

Два предавања међу наведеним су била веома престижна: 1. наградно предавање DAC-EuCheMS-a Robert Kelner, које је већ традиционално спонзорисао Springer, одржао је Jonas Bergquist из Шведске. И друго, стицајем срећних околности, EuCheMS-ово наградно предавање за хемију у 2011, додељено је професору Alfredu Sanz-Medelu из Шпаније, који је још пре две године прихватио позив да учествује на Euroanalysis 16 у Београду.

Импресиван број младих истраживача, одлично посећена предавања и постерске секције креирали су сјајну атмосферу пуну ентузијазма за дискусије, размену знања и искустава о врхунским достигнућима у аналитичкој хемији. Додељено је 6 постерских награда, на-

учно најоргиналнијим и технички најбоље припремљеним постерима, које је оценио међународни Жири, а спонзорисао такође Springer.

Учесници конференције су имали прилику да посете изложбу компанија и научних организација и упознају се са напредним концептима и технологијама у аналитичкој хемији. Била је то јединствена прилика за успостављање нових контаката и сарадње.

Посебно издање врхунског међународног часописа Analytical and Bioanalytical Chemistry, које ће бити посвећено Euroanalysis 16, очекује се у мају месецу идуче године.

Све у свему, Београд и Србија остају трајно уцртани на мапи Euroanalysis конференција. Добре вибрације су отишле у свет!

Славица Ражић

## IN MEMORIAM

### ПРОФЕСОР БОРИВОЈЕ МИШКОВИЋ (1927–2011)

Професор Боривоје Мишковић рођен је 2. јануара 1927. године у Београду. Након завршене гимназије, 1947. године, уписао се на Технолошки одсек Техничке високе школе у Београду. По завршетку студија, 1953. године стручну каријеру започео је као асистент у погону ваљалнице лимова, затим је постављен за управника истог погона, па за главног инжењера групе погона и, коначно, на место техничког директора. Као уважени стручњак 1962. године прешао је да ради у Удружење југословенских железара.

Професор Мишковић своје активности на Технолошко-металуршком факултету започео је далеке 1958. године, када је изабран за асистента на предмету »Прерада метала у пластичном стању« и практично је учествовао у стварању Катедре или, како се тада звало, Завода за прераду метала у пластичном стању. На тај начин учествовао је и у формирању нових, савремених предмета или програма који су били веома важни за профилисање самог одсека односно за образовања инжењера металургије. Велики и значајан допринос Технолошко-металуршком факултету дао је делујући и као Шеф Катедре за прераду метала у пластичном стању, учествујући у раду низа Факултетских комисија и одбора, којима је врло често руководио, а посебно као продекан и декан Факултета.

У наставничкој каријери предавао је предмете »Прерада метала у пластичном стању«, »Основи калибровања«, »Моделирање процеса пластичне прераде« и »Отпор метала пластичној деформацији«. Његова богата педагошка активност изражена је и кроз рад са



студентима, пре свега руковођењем низа дипломских, магистарских и докторских дисертација. Учествовао је у писању више уџбеника, различитих практикума и монографија.

Опус његовог научно-истраживачког рада обухвата преко 100 научно-стручних радова и преко 90 пројеката и елабората.

Био је на многобројним усавршавањима или експертским задацима у иностранству (Пољска, Чешка, Бугарска, Румунија, Мађарска, Источна Немачка, Западна Немачка, Совјетски Савез, Енглеска). Значајно је допринео међународном уледу Савеза инжењера металургије, који за подручје Балканских земаља (Србија, Бугарска, Румунија, Турска, Грчка, Македонија) већ више од десет година припрема и организује одговарајуће манифестације и скупове. Професор Мишковић је био један од иницијатора и оснивача Балканског савеза, односно уније металурга, чији је био и председник.

Његову велику преокупацију чинио је развој Смедеревске железаре а затим и стварање модерне, компатибилне и респектабилне мреже железара на територији некадашње Југославије. Као главни металург у Удружењу југословенских железара у периоду 1962/72. година битно је допринео реализацији низа унапређења у технолошком развоју производње и прераде челика у Југославији у практично свим жељезарама: Никшић, Скопље, Зеница, Сисак, Словеначке железаре.

Професор Мишковић је у потпуности био посвећен развоју металургије у Југославији, стварању јаке организације инжењера металургије и непрестано је гра-

дио мостове међу колегама и уопште међу људима. У новије време, после распада Југославије, и у најтежим моментима, упорно је радио на ојачавању асоцијације инжењера металургије у Србији, организовао је конференције, симпозијуме, саветовања. Успевао је да успостави веома добре односе са сличним асоцијацијама у околним земљама и да развије успешну сарадњу која и данас траје. Успевао је да обезбеди несметано излажење часописа „Металургија“ и у најтежим периодима протеклих деценија.

Био је члан члан Научног друштва Србије, Инжењерске академије Србије и многих других струковних организација као што су Одбор техничких директора, Одбор за развој црне металургије и комисије за ваљанице, Савет Извршног већа Србије за технолошки развој, Савез инжењера рударства и геологије Југославије, чији је Заслужни члан, Савез инжењера Југославије и Србије, у којима је такође проглашен за Заслужног члана.

Као стручњак и научник у области металургије професор Мишковић је давао континуиран, важан допринос активностима Савеза инжењера металургије, у коме је био секретар, потпредседник и председник. За несвакидашњу, обимну и значајну активност у области металургије изабран је за Почасног председника Савеза инжењера металургије Србије.

Посебну активност професор Мишковић исказивао је и у делатностима Српског хемијског друштва. Био је више деценија члан Председништва и Управног одбора Друштва, обављао дужност потпредседника, био члан Жирија за доделу медаља, носилац активно-

сти у организацији низа научних скупова и манифестација Друштва. Добитник је Медаље Српског хемијског друштва за изузетан допринос примени науке у индустрији, а признања за све активности у Друштву исказана су Повељом- Захвалницом Друштва и проглашавањем професора Мишковића за Почасног члана Друштва.

Професор Боривоје Мишковић је припадао генерацији веома пожртвованих наставника и колега. Није заборављао своје студенте годинама после њиховог дипломирања. Због тога успомена на његову личност биће сачувана кроз многе генерације дипломираних студената. Носио је невероватан оптимизам и давао је подстрек свима нама у тренуцима када се чинило да нема пуно наде у очувању часописа »Металургија«, науке, струке, или пак наше инжењерске асоцијације. Треба подвући чињеницу да је професор Мишковић припадао генерацији инжењера металургије која је изнела главни терет формирања и развоја металургије у послератној Југославији. То није био мали задатак али успех је био неспоран. Плодове тог успеха уживале су многе генерације па и наша. Стога, сада треба још једном рећи да је и професор Боривоје Мишковић био један од заслужних стручњака у стварању нове и модерне металуршке индустрије и просперитетног друштва некадашње Југославије и Србије и да ће због тога трајно остати у нашим сећањима.

Професор Боривоје Мишковић је преминуо у Београду 18. априла 2011. године.

Ендре Ромхањи  
Жељко Камберовић

## ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

Председништво СХД је верификовало руководство Републичке комисије у следећем саставу: **председник** (задужен за стручни део при реализацији такмичења), **потпредседник** (задужен за организациони део) и **секретар** (задужен за координацију са надлежним Министарством и Школским управама; ту дужност, по функцији, обавља секретар СХД). У школској 2011/12. години ово руководство чине:

- др Милан Николић, председник, научни сарадник Хемијског факултета у Београду,

- др Милош Милчић, потпредседник, доцент Хемијског факултета у Београду,

- др Рада Баошић, секретар, доцент Хемијског факултета у Београду (секретар СХД).

Републичка комисија за такмичење ученика основних школа од ове школске године функционише на нови начин.

На основу иницијативе наставника хемије Председништво СХД је усвојило измене Пропозиција такмичења за ученике основних школа у делу који се од-

носи на награде које се додељују на Републичком такмичењу и који гласи:

Пласман ученика на Републичком такмичењу утврђује се на основу освојених поена на коначној ранг листи, након њиховог нормирања.

I место 95-100 поена

II место 87-94,9 поена

III место 80-86,9 поена

Нормирани поени се израчунавају према формули:  $n \cdot 100 / n_{\max}$

где је  $n$  број освојених поена на коначној ранг листи, док је  $n_{\max}$  максималан број освојених поена тј. број поена првопласираног ученика.

За освојено једно од прва три места у одговарајућој категорији, на Републичком такмичењу, ученику се поред дипломе додељује и награда. Дипломе се додељују и наставницима чији ученици освоје прво место на Републичком такмичењу. За освојено четврто, пето или шесто место на Републичком такмичењу ученику се додељује похвалница.

ПРИЧА СА КОРИЦА

Ратко М. ЈАНКОВ

КАКО ЈЕ ХЕМИЈА ПОЧЕЛА ПРЕ 350 ГОДИНА: СКЕПТИЧНИ ХЕМИЧАР (THE SCPTICAL CHEMIST) ОД РОБЕРТА БОЈЛА (ROBERT BOYLE) ----- 2

ЧЛАНЦИ

Душан КОЛАРСКИ, Јована МИЛИЋ, Живота СЕЛАКОВИЋ, Вук ФИЛИПОВИЋ  
НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ 2010 ----- 3

Даница ПЕРУШКОВИЋ и Бранка ДАРИЋ  
*Danica PERUŠKOVIĆ i Branka DARIĆ*  
БИЉНЕ СЛУЖИ  
PLANT SERVICES ----- 12

Мариа И. МЕСАРОШ КИШ  
*MÉSZAROS KIS Maria*  
МАСТ ИШТВАНА БУГАРСКОГ ЗА ЛЕЧЕЊЕ КОНТАКТНОГ ДЕРМАТИТИСА  
OINTMENT FOR THE TREATMENT OF CONTACT  
DERMATITIS ----- 16

Ружица НИКОЛИЋ, Ненад КРСТИЋ  
*Ružica NIKOLIĆ, Nenad KRSTIĆ*  
БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ ГВОЏА  
BIOLOGICAL IMPORTANCE OF IRON ----- 19

Аница ЛАНЦУШКИ  
*Anica LANCUŠKI*  
ФОТОХРОМНЕ БОЈЕ  
PHOTOCHROME COLOURS AND DYES ----- 30

Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ  
*Dragan S. VESELINOVIC*  
ХЕМИЈА ПРЕ ХЕМИЈЕ  
CHEMISTRY BEFORE CHEMISTRY ----- 33

Бранка Б. ПЕТКОВИЋ  
*Branka B. PETKOVIĆ*  
НОВИ ТРЕНДОВИ И ПРАВАЦ РАЗВОЈА ПОТЕНЦИОМЕТРИЈСКИХ СЕНЗОРА  
NEW TRENDS AND DIRECTIONS IN DEVELOPMENT OF POTENTIOMETRIC SENSORS -- 37

Гориса ЂЕЛИЋ, Иван ГУТМАН, Аца МАРКОВИЋ  
*Gorica DJELIĆ, Ivan GUTMAN, Aca MARKOVIĆ*  
НАЈОТРОВНИЈЕ БИЉКЕ НАШИХ КРАЈЕВА - ТАТУЛА  
THE MOST TOXIC PLANTS OF OUR COUNTRY  
- STRAMONIUM ----- 58

Ивица МИЛОВАНОВИЋ, Снежана ЗАРИЋ  
*Ivica MILOVANOVIĆ, Snežana ZARIĆ*  
ОБЈАШЊЕЊЕ ЕЛЕКТРОНСКИХ КОНФИГУРАЦИЈА АТОМА И ЈОНА ПРЕЛАЗНИХ  
МЕТАЛА  
EXPLANATION OF ELECTRONIC CONFIGURATIONS OF TRANSITION METAL ATOMS AND  
IONS ----- 61

Драган МАНАСИЈЕВИЋ  
*Dragan MANASIJEVIĆ*  
ПРОРАЧУН ФАЗНИХ ДИЈАГРАМА ВИШЕКOMPONENTНИХ МЕТАЛНИХ СИСТЕМА  
CALPHAD МЕТОДОМ  
CALCULATION OF PHASE DIAGRAMS OF MULTICOMPONENT METAL SYSTEMS USING  
CALPHAD METHOD ----- 66

Биљана Ђ. ГЛИШИЋ, Милош И. БУРАН  
*Bijana Đ. GLIŠIĆ, Miloš I. JURAN*  
ПРИМЕНА ЗЛАТА И ЊЕГОВИХ ЈЕДИЊЕЊА У МЕДИЦИНИ. КОМПЛЕКСИ ЗЛАТА КАО  
АНТИРЕУМАТСКИ И АНТИТУМОРСКИ АГЕНСИ  
MEDICAL USES OF GOLD AND ITS COMPOUNDS. GOLD COMPLEXES AS ANTIARTHRITIC  
AND ANTITUMOR  
AGENTS ----- 71

ИВАН ГУТМАН  
*Ivan GUTMAN*  
ФЛЕРОВИЈУМ И МОСКОВИЈУМ - НАЗИВИ ХЕМИЈСКИХ ЕЛЕМЕНАТА 114 И 116  
FLEROVIUM AND MOSCOVIUM - NAMES FOR ELEMENTS 114 AND 116 ----- 86

Слободан МИЛОЊИЋ  
*Slobodan K. MILONJIĆ*  
ХЕМИЈА ПОВРШИНА КОЛОИДНИХ ДИСПЕРЗИЈА НЕОРГАНСКИХ ОКСИДА  
SURFACE CHEMISTRY OF COLLOIDAL INORGANIC-OXIDE DISPERSIONS ----- 87

ТАЊА СОЛДАТОВИЋ, ЖИВАДИН Д. БУГАРЧИЋ  
*Tanja SOLDATOVIĆ, Živadin D. BUGARČIĆ*  
ХЕМИЈА НИТРОЗИЛА  
THE CHEMISTRY OF NITROSOLS ----- 98

Александар ДЕКАНСКИ  
КАКО НАПИСАТИ НАУЧНИ РАД?  
HOW TO WRITE A SCIENTIFIC PAPER? ----- 101

Јован М. ТАДИЋ, Војин М. ТАДИЋ  
*Jovan M. TADIĆ, Vojin M. TADIĆ*  
ТИК ТАК...  
TIC-TAC ----- 114

Лена АРИЗАНОВИЋ  
*Lena ARIZANOVIĆ*  
КРЕМЕ ПРОТИВ СТАРЕЊА: ИСТИНА ИЛИ ЗАБЛУДА  
ANTI-AGING CREAMS: TRUE OR FALLACY ----- 119

Ерне Е. КИШ, Горан Ц. БОШКОВИЋ, Ференц Е. КИШ  
*Ernő E. KISS, Goran C. BOŠKOVIĆ and Ferenc E. KISS*  
ДРУШТВЕНИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ КАТАЛИЗЕ  
SOCIAL AND ECONOMIC IMPORTANCE OF CATALYSIS ----- 122

Мирослава СТОЈИН  
*Miroslava STOJIN*  
ЛЕКОВИТА СВОЈСТВА БРУСНИЦЕ  
CRANBERRY HEALTH BENEFITS ----- 129

Јелена М. АНДРИЋ, Душан Н. СРЕДОЈЕВИЋ, Снежана Д. ЗАРИЋ  
*Jelena M. ANDRIĆ, Dušan N. SREDOJEVIĆ, Snežana ZARIĆ*  
КЕМБРИЧКА КРИСТАЛОГРАФСКА БАНКА ПОДАТАКА (CSD)  
CAMBRIDGE STRUCTURAL DATABASE (CSD) ----- 133

Отњен Ш. МИЉАНИЋ  
*Otnjen Š. MIJLANIĆ*  
ФОРМОЗНА РЕАКЦИЈА И ПРЕБИОТИЧКО ПОРЕКЛО ШЕЋЕРА  
FORMOSE REACTION AND THE PREBIOTIC ORIGINS OF SUGARS ----- 142

Александар ПОПОВИЋ  
*Aleksandar POPOVIĆ*  
СМРТ НАПОЛЕОНА: РАК, ТРОВАЊЕ, ХЕМОДИНАМИКА ИЛИ НЕШТО ЧЕТВРТО?  
DEATH OF NAPOLEON: CANCER, DELIBERATE POISONING, CHEMODYNAMICS OR  
SOMETHING ELSE? ----- 144

Ружица НИКОЛИЋ, Драган ЂОРЂЕВИЋ, Маја СТАНКОВИЋ, Милош ЂОРЂЕВИЋ  
*Ružica NIKOLIĆ, Dragan DJORDJEVIĆ, Maja STANKOVIĆ, Miloš DJORDJEVIĆ*  
БИОМЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ ВАНАДИЈУМА  
BIOMEDICAL SIGNIFICANCE OF VANADIUM ----- 147

Димитрије АЏИЋ  
*Dimitrije ADŽIĆ*  
ЕНЕРГЕТСКА ПИЋА И ЊИХОВЕ АКТИВНЕ КОМПОНЕНТЕ  
ENERGY DRINKS AND THEIR ACTIVE COMPONENTS ----- 152

Д.А. ЦУЦИЋ, А.С. НИКОЛИЋ  
*D.A. CUCIĆ, A.S. NIKOLIĆ*  
ФЕРИТИ ЈУЧЕ-ДАНАС-СУТРА  
FERRITES- MATERIALS FOR YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW ----- 156

Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ  
*Branko J. DRAKULIĆ*  
КАКО НАПИСАТИ НАУЧНИ РАД КОРИСТЕЊИ БЕСПЛАТАН СОФТВЕР  
OPEN SOURCE SOFTWARE USEFUL FOR (CHEMISTRY-RELATED) SCIENTIFIC ARTICLE  
WRITING ----- 160

ХЕМИЈА У ШКОЛИ

Мирјана ХРВАЋАНИН  
*Mirjana HRVAČANIN*  
СЦЕНАРИО ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ ЧАСА: АНАЛИЗА  
И СИНТЕЗА  
DECOMPOSITION REACTIONS AND REACTIONS  
OF SYNTHESIS ----- 27

Иван ГУТМАН, Јелена ЂУРЂЕВИЋ, Александра МИНИЋ,  
*Ivan GUTMAN, Jelena ĐURĐEVIĆ and Aleksandra MINIĆ*  
ПРОБЛЕМ МОЛА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ THE PROBLEM OF MOLE IN TEACHING OF  
CHEMISTRY ----- 44  
47. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА ----- 77  
XLVII РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ----- 78

Милан Д. СТОЈКОВИЋ  
*Milan D. STOJKOVIĆ*  
ХЕМИЈА МОЖЕ БИТИ ЗАБАВНА  
CHEMISTRY CAN BE FUN ----- 79  
БРОЈ МЕСТА ЗА ТАКМИЧЕЊЕ У ШКОЛСКОЈ 2011/2012 ----- 105

Катарина ПУТИЦА  
*Katarina PUTICA*  
СЦЕНАРИО ЗА ЧАС: ХЕМИЈСКЕ ЈЕДНАЧИНЕ  
SCENARIO FOR THE LESSON: CHEMICAL EQUATIONS ----- 106

Мелита ЗЕЈНИЛАГИЋ-ХАЈРИЋ, Инес НУИЋ  
*Melita ZEJNILAGIĆ-HAJRIĆ, Ines NUIĆ*  
АМЕДЕО АВОГАДРО И ПОЈАМ МОЛЕКУЛЕ. МОЛ  
AMEDEO AVOGADRO AND THE MOLECULE. THE MOLE ----- 137  
СЕМИНАР ЗА ПРОФЕСОРЕ ХЕМИЈЕ ----- 140

Мирјана ЦВЕТКОВИЋ  
*Mirjana CVETKOVIĆ*  
СЦЕНАРИО ЗА ЧАС: РЕАКЦИЈЕ КАРБОКСИЛНИХ КИСЕЛИНА  
SCENARIO FOR THE LESSON: THE REACTION OF CARBOXYLIC ACIDS ----- 164

ХЕМИЈА НА ИНТЕРНЕТУ

Александар ДЕКАНСКИ, Владимир ПАНИЋ, Драгана ДЕКАНСКИ  
ХЕМИЈСКЕ КЊИГЕ ----- 46

ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА ----- 48  
ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА  
У 2010. ГОДИНИ ----- 50  
АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ  
СЕМИНАР ЗА ПРОФЕСОРЕ И НАСТАВНИКЕ  
ХЕМИЈЕ ----- 84

Даринка ШКОРИЋ  
*Darinka SKORIC*  
МЕЂУНАРОДНА ГОДИНА ХЕМИЈЕ  
INTERNATIONAL YEAR OF CHEMISTRY ----- 107

Олгица ПЕТРОВИЋ  
П О З И В Н А Д Р У Ж Е Њ Е ----- 111  
ЕВРОПА У БЕОГРАДУ - 16. ЕВРОПСКА КОНФЕРЕНЦИЈА АНАЛИТИЧКЕ ХЕМИЈЕ -  
EUROANALYSIS 16 ----- 166  
IN MEMORIAM - Професор Боривоје Мишковић (1927-2011) ----- 167  
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА ----- 168