

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 55

бр. 1 (фeбруар)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 55

број 1  
фeбруар

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

Volume 55  
NUMBER 1  
(February)

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

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

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

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед”,  
за 2014. годину износи:

- за запослене..... 1.800,00  
- за професоре у основним и средњим школама..... 1.000,00  
- за пензионере, студенте, ђаке и незапослене..... 800,00  
- претплата за школе и остале институције..... 3.500,00  
- 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: [hempred@chem.bg.ac.rs](mailto:hempred@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  
[www.ratkovicdesign.net](http://www.ratkovicdesign.net)  
[office@ratkovicdesign.net](mailto:office@ratkovicdesign.net)

## САДРЖАЈ

### ПРИЧА СА КОРИЦА

Весна МИЛАНОВИЋ  
*Vesna MILANOVIĆ*  
ПАНТА С.ТУТУНЦИЋ (1900-1964)  
50 ГОДИНА ОД СМРТИ ПАНТЕ С. ТУТУНЦИЋА,  
УТЕМЕЉИВАЧА ЕЛЕКТРОХЕМИЈЕ У СРБИЈИ..... 2

### ЧЛАНЦИ

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Иван ГУТМАН,  
Горица ЂЕЛИЋ  
*Šimon A. ĐARMATI, Danica A. ĐARMATI, Ivan GUTMAN,*  
*Gorica ĐELIĆ*  
ОТРОВНИ МЕД  
*TOXIC HONEY*..... 3

Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Весна  
Станков ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ  
*Marija DIMITRIJEVIC, Jelena CVETKOVIC, Vesna STANKOV*  
*JOVANOVIĆ, Violeta MITIĆ*  
IN VITRO МЕТОДЕ ОДРЕЂИВАЊА АНТИОКСИДАТИВНИХ  
ОСОБИНА У УЗОРЦИМА ХРАНЕ  
*IN VITRO METHODS FOR DETERMINATION OF*  
*ANTIOXIDANT PROPERTIES IN FOOD SAMPLES*..... 7

Ерне Е. КИШ  
*Ernő E. KISS*  
ПРВА ДОКТОРКА ХЕМИЈЕ - ТРИ ПРИЈАТЕЉИЦЕ  
*THE FIRST LADY DOCTOR OF CHEMISTRY - THREE*  
*GIRLFRIENDS*..... 13

### ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Александар ЂОРЂЕВИЋ  
*Aleksandar ĐORĐEVIĆ*  
ХЕМИЈСКА ПИСМЕНОСТ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ И  
СРЕДЊИХ ШКОЛА  
*CHEMICAL LITERACY OF PRIMARY AND SECONDARY*  
*SCHOOLS STUDENTS*..... 17

### БЕЛЕШКЕ

Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Игор МАТИЈАШЕВИЋ, Даница  
СТОЈИЉКОВИЋ, Зорана ЂОРЂЕВИЋ, Милена ТОШИЋ  
НАСЛЕЂЕ СРПСКЕ ХЕМИЈЕ У ГАЛЕРИЈИ НАУКЕ И  
ТЕХНИКЕ САМУ..... 20

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ  
ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА..... 26  
АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ..... 28



## УВОДНИК

Већ петнаестак година практикујемо да сваке Нове године имамо и нови дизајн корица *Хемијској ирепједа*. Током ове године, педесет пето годишње *Хемијској ирепједа* красиће слика ПАНТЕ С. ТУТУНЦИЋА, великана српске електрохемије и њеног утемељивача. Повод за овај избор је 50 година од његове смрти. Податке из биографије овог научника можете прочитати у рубрици *Прича са корица*, које је у свом чланку описала **Весна Милановић**.

\* \* \*

Колико знате добрих и корисних народских рецепата на бази меда? Мед се увек наводи као пример једне од најздравијих намирница и нећете веровати да у неким случајевима он може бити отрован за човека! У чланку „*Оштровни мед*“ **Шимона А. Ђарматија** (Београдска политехника), **Данице В. Ђармати** (Висока здравствена школа, Београд), **Ивана Гутмана** и **Горице Ђелић** (ПМФ, Крагујевац) прочитаћете управо о томе. Мед може бити отрован када га пчеле сакупљају са цветова отровних биљака. Аутори су описали познате и карактеристичне случајеве тровања медом, отровна хемијска једињења која узрокују таква тровања, а добићете и одговор на питање да ли мед из наших крајева може да буде отрован.

\* \* \*

Свуда око нас постоје једињења која имају могућност да спрече, или бар умање негативне последице деловања слободних радикала. Многи препарати, посебно у козметички се рекламирају као одбрана од дејства слободних радикала. Супстанце које штите ћелију од оксидацијског деловања ових кисеоникових реактивних врста зову се *антиоксиданси*. Методе које се користе за одређивање антиоксидативне активности тих молекула, између осталих, могу бити: спектрофотометријске, хроматографске и волтаметријске. Одабир методе врши се на основу узорка који треба да се анализира. У чланку „*In vitro методе одређивања антиоксидативних особина*“ ауторки **Марије Димитријевић**, **Јелене Цветковић**, **Весне Станков Јовановић** и **Виолете Митић** са Департамента за хемију, ПМФ, Универзитет у Нишу, дале су преглед стандардних метода које се за ово користе.

\* \* \*

**Знате ли да је прошло 140 година од одбране прве женске докторске дисертације у хемији у свету?** **Ерне Е. КИИШ** (Технолошки факултет, УНС) је тим поводом написао чланак „*Прва докторка хемије - њири њријатељнице*“. Чланак је посвећен Јулији Љермонтовој (Јулија Всеволодовна Лермонтова, Санкт Петербург 1847 - Москва 1919), првој хемичарки која је стекла докторат из области хемијских наука. Докторску дисертацију, "Zur Kenntnis der Methylenverbindungen" (Допринос упознавању метилених једињења), је одбранила у Гетингену, 24. октобра 1874.

\* \* \*

У времену када нови научни и технолошки производи интензивно мењају услове живота, сматра се да је разумевање научних чињеница и међусобних односа науке, технологије и друштва потребно сваком појединцу. На ту потребу указују и међународна тестирања ученичке писмености, попут ПИСА (Program of ... pun naziv od sega je PISA skracenica ubaciti) или ТИМСС (Trends in International Mathematics and Science Study), тестирања у којима се посебно испитује научна писменост. Образовањем у области природних наука треба да се развија позитиван однос према науци и спремност да се користи научна експертиза, да се развија разумевање природних феномена, оспособљавају млади за критичко праћење саопштења о новим научним открићима у медијима, праћење и учествовање у дискусијама у којима секоје научне теме повезују са свакодневним искуством, развија способност доношања одлука у вези с утицајем науке у

друштву. Научна писменост се различито дефинише зависно од тога на кога се односи: младе у процесу образовања или грађане. Резултати међународних PISA и TIMSS испитивања (изведених током претходних дванаест година) указали су на низак ниво научне писмености петнаестогодишњака у Србији.

Специфичност образовања у области хемије огледа се у томе што се од младих очекује разумевање садржаја на четири нивоа: макроскопском, микроскопском, симболичком и разумевање процеса. У раду „*Хемијска писмености ученика основних и средњих школа*“ аутор **Александар ЂОРЂЕВИЋ** (студент мастер студија на Хемијском факултету у Београду) је пажњу усмерио на испитивање оспособљености ученика да користе специфичан хемијски језик као део хемијске писмености. Овај интересантни чланак наћи ћете у рубрици *Вести из/за школе*.

\* \* \*

У септембру 2013. године навршило се 160 година од када је 1853. године кнез Александар Карађорђевић одобрио ново устројство београдског Лицеја, једине високошколске установе у ондашњој Србији. На место професора за све хемијске предмете изабран је двадесетшестогодишњи **Михаило Рашковић** (1827–1872). Не занемарујући значај дела **Павла Илића** (1807–1871), државног апотекара и касније државног хемичара (чијим радом је заправо започела хемијска струка код нас) са оснивањем лицејске хемијске лабораторије дошао је нови период развоја хемијске струке и наставе хемије у Србији. Захваљујући прегалаштву **Михаила Рашковића** да се обезбеде добри услови за лабораторијски рад, постављен је темељ и за почетак хемијске науке код нас. Са намером да се обележи 160. годишњица отварања хемијске лабораторије на Лицеју, у Галерији науке и технике Српске академије наука и уметности припређена је изложба *Лабораторија великана – наслеђе српске хемије*. У рубрици *Белешке* наћи ћете кратак извештај са ове изложбе у тексту „*Наслеђе српске хемије у Галерији науке и технике САНУ*“, који су написали **Јасминка Н. Корољкић**, **Игор Матијашевић**, **Милена Тошић** (сви са Хемијског факултета БУ) и **Даница Стојиљковић** и **Зорана Ђорђевић** (са Института за мултидисциплинарна истраживања БУ).

\* \* \*

У рубрици *Вести из СХД* наћи ћете Извештај са свечане Скупштине Српског хемијског друштва, која је одржана је 4. децембра 2013. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду. Извештај је поднела секретар Друштва **Рада Баошић**. У Извештају стоји списак свих добитника традиционалних награда које додељује СХД. У истој рубрици наћи ћете и почетне информације о 25. семинару АПРИЛСКИХ ДАНА ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ, КОЈИ ЋЕ СЕ ОДРЖАТИ У Београду 22. и 23. априла 2014. године

И, као што смо већ уобичајили, у сваком првом броју новог годишња на задњим корицама поново објављујемо упутства за ауторе који достављају текстове за објављивање у *Хемијском ирепједа*. Ако до сада нисте објављивали у ХП, учините то ове године. Прикључите се широкој листи аутора сарадника ХП. Ваши радови и прилози су добродошли, као и Ваше сугестије за даљи развој часописа. На састанку Управног одбора СХД, 31. октобра 2013. године, донета је одлука да **висина чланарине и претплата на часописе Друштва за 2014. годину остане непромењена у односу на 2013. годину**. Плаћањем чланарине СХД добијате и часопис *Хемијски ирепједа*. Као и сваке године, на почетку и ове године морамо Вас замолити **да се што пре учланите у СХД**. Детаље о начину плаћања чланарине можете наћи на импресуму овог броја или на сајту Српског хемијског друштва ([www.shd.org.rs](http://www.shd.org.rs)). Учланите се у СХД, ојачајте себе и своју професионалну заједницу.

**Ратко М. Јанков**



## ПРИЧА СА КОРИЦА



Весна МИЛАНОВИЋ, студент Хемијског факултета БУ,  
(е-пошта: vesnamilanovic@chem.bg.ac.rs)

### ПАНТА С. ТУТУНЦИЋ (1900-1964) 50 ГОДИНА ОД СМРТИ ПАНТЕ С. ТУТУНЦИЋА, УТЕМЕЉИВАЧА ЕЛЕКТРОХЕМИЈЕ У СРБИЈИ

Панта С. Тутунџић је рођен 15. новембра 1900. године у Београду. Породица Тутунџић пореклом је из Смедерева. Тутунџићи су се некада презивали Стојановић, али како су за време турске владавине били власници радње у којој се припремао и продавао дуван, прозвали су их тутунџијама па су због тога и променили презиме.

Основну школу и реалку Панта С. Тутунџић завршио је у Београду. После два семестра на Машинском одсеку Техничког факултета у Београду, октобра 1920. године уписао се на Техничку високу школу у Берлин-Шарлотенбургу (Факултет за техничку хемију). Дипломирао је за инжењера хемије почетком 1925. Исте године, после одбране докторске дисертације, постао је доктор инжењер хемије.

По повратку у Београд, 1926. године, Панта С. Тутунџић је изабран за доцента за физичку хемију и електрохемију на Техничком факултету. За ванредног професора изабран је 1934. године, а за редовног 1948. године. У периоду од 1952. до 1957. године био је хонорарни редовни професор Природно-математичког факултета и Електротехничког факултета. Током своје универзитетске каријере, држао је предавања из Физичке хемије, Електрохемије, Електрометалургије а по потреби и из других предмета. Интересовао се и за историју науке и наставе, о чему је писао и што је његовим предавањима давало посебну ширину и занимљивост. Биран је за проректора Универзитета у Београду (1954-1956. године). Највећи допринос развоју Универзитета дао је у оснивању, изградњи и осавремењавању Технолошког факултета. Технолошки факултет формиран је званично 1948. године, а први и дугогодишњи декан био је професор Панта С. Тутунџић. Од 1947. до 1964. године био је и на челу Катедре за физичку хемију и електрохемију овог факултета. Заслужан је и за подизање зграде Технолошког факултета (1959-1960. године). У јануару 1958. године изабран је за дописног, а у децембру 1968. године за редовног члана Српске академије науке и уметности у Одељењу техничких наука. Дути низ година био је председник Српског хемијског



друштва, уредник Гласника Српског хемијског друштва и члан Редакционог одбора Хемијског прегледа, а 1962. године изабран је за почасног доживотног председника Друштва. Године 1963. изабран је за почасног члана Societe de Chimie Industrielle – Paris.

Највећи део истраживања Панта С. Тутунџић посветио је проблемима електрохемије. Ову област развио је на Техничком факултету и у њој је са сарадницима остварио најпознатије радове. Међу њима посебну пажњу заслужују: развој електрохемијских аналитичких метода, допринос галваноелектричном одређивању метала и увођење капљуће живине електроде. Најзначајнији резултати, остварени у оквиру електроаналитике, припадају кулометријским титрацијама. Показујући да се кулометријске титрације, до тада примењиване углавном у ацидиметрији, могу применити у свим областима волуметријске анализе, професор Тутунџић је дао оригиналне, пионирске доприносе развоју: јодометрије, аргенометрије, металометрије, перманганометрије, бихроматометрије, индиректне кулометријске титрације и кулометријске титрације вишекомпонентних система. Бавио се и проблемима поларизованих електрода и потенциометријским испитивањем течних неводених система, где је увео нову методу у којој се испитују релативни електродни потенцијали уз помоћ водоникове стаклене електроде. Објавио је 97 научних радова у часописима у земљи и иностранству, 10 уџбеника, 7 студија, бројне дискусије и чланке, око 900 додатака за енциклопедије, одржао око 70 полупарних предавања и око 100 излагања на научним скуповима.

Панта С. Тутунџић је на основу резултата остварених у области кулометрије изнео пред Интернационалну унију за чисту и примењену хемију (IUPAC) 1956. године у Лисабону предлог да се кулон, јединица електрицитета, као универзални стандард уведе у аналитичкој хемији, јер би на тај начин поступци били знатно упрошћени, тешкоће у припреми стандардних раствора превазиђене, а субјективне грешке избегнуте.

Панта С. Тутунџић је на основу резултата остварених у области кулометрије изнео пред Интернационалну унију за чисту и примењену хемију (IUPAC) 1956. године у Лисабону предлог да се кулон, јединица електрицитета, као универзални стандард уведе у аналитичкој хемији, јер би на тај начин поступци били знатно упрошћени, тешкоће у припреми стандардних раствора превазиђене, а субјективне грешке избегнуте.

Овом предлогу посвећена је озбиљна пажња и прихватили су га многи научници у свету. На светској изложби у Бриселу, 1958. године, у Међународном павиљону науке изложен је експонат Панте С. Тутунџића „Кулон као универзална супстанца у аналитичкој хемији“. Овај експонат сада је стално изложен у Палати наука у Бриселу.

Неколико других области хемије и металургије, битних како са научног тако и са привредног становишта, привлачиле су пажњу Панте С. Тутунџића: испитивање природних минералних вода у Србији, електрометалурушко испитивање оксидних бакарних руда и одређивање ретких елемената у пепелу домаћих угљева. Панта С. Тутунџић дао је и велики допринос

популаризацији науке у Србији. Низом популарних предавања, намењених широком кругу слушалаца, подстицао је интересовање за хемију, и истицао њену улогу у напретку друштва. Посебан допринос приближавању науке и технике најширим слојевима друштва професор Тутунџић дао је као један од оснивача и дугогодишњи председник Југословенског друштва „Никола Тесла“.

Панта Тутунџић изненада је преминуо 21. августа 1964. године у Београду. Чувајући успомену на овог изузетног човека и професора, Технолошко-металуршки факултет од његове смрти до данас награђује своје најбоље студенте наградом »Панта С. Тутунџић«.



Шимон А. ЂАРМАТИ, Висока школа струковних студија, Београдска политехника, (e-mail: simondjar@yahoo.com)

Даница В. ЂАРМАТИ, Висока здравствена школа струковних студија, Београд, (e-mail: danica.djarmati@gmail.com)

Иван ГУТМАН, Горица ЂЕЛИЋ, Природно-математички факултет Крагујевац, (e-mail: gdjelic@kg.ac.rs, gutman@kg.ac.rs)

## ОТРОВНИ МЕД

*Мед - једна од најздравијих намирница - може у неким случајевима бити отрован. То се дешава када ичеле мед сакућљају са цветиова отровних биљака. Описујемо познате и карактеристичне случајеве тровања медом, отровна хемијска једињења која узрокују таква тровања, и разматрамо питање да ли мед из наших крајева може да буде отрован.*

### МЕД

Мед је супстанца коју производе пчеле из цветног нектара. Пчеле то чине да би себи обезбедиле храну током зимског периода, а људи (као и неке животиње) од вајкада ваде мед из кошница и користе га у сопственој исхрани.

Мед се углавном састоји од шећера и воде, мада у њему има и низ других (за здравље веома корисних састојака). Конкретно, мед се састоји од око 38% фруктозе, 32% глукозе, 7% малтозе, 1,5% сахарозе, 1,5% других угљених хидрата (што заједно чини око 80%) и 17% воде. Преосталих око 3% су разне органске киселине, аминокиселине (највише пролин), ензими и бројна друга једињења. На неорганске соли (пепео) отпада само 0,2%.

Сирови мед садржи и цветни полен као и комадиће воска, зрнца прашине и друге примесе. Због тога се

мед, пре него што се употреби за људску исхрану, пречишћава цеђењем (филтрацијом).

Од памтивека се сматра да је мед једна од најздравијих намирница. То ни овим чланком не намеравамо да оспоримо. Ипак, ваља знати да под одређеним околностима, мед може бити отрован. То ћемо у овом чланку опширније објаснити.

Да не буде неспоразума: Код неких болести (пре свега код дијабетеса) мед у исхрани се не сме користити и веома је штетан за здравље. Неке особе су алергичне на мед или неки његов састојак (на пример, полен). И оне морају избегавати мед. Наш чланак се на овакво неповољно дејство меда не односи. "Отровни мед", о којем овде говоримо, изазвао би здравствене тегобе (тровање) и код потпуно здравих особа.

### НАШЕ ОТРОВНЕ БИЉКЕ ЦВЕТНИЦЕ

Велики број биљака цветница, у циљу своје заштите, производи отровна једињења, од гума и терпена до алкалоида и фенолних компоненти. И флора наше земље обилује отровним биљем. Од пописаних 148 отровних европских врста, само у Словенији расте 110 врста биљака које садрже отровне супстанце,<sup>1</sup> а толики је отприлике њихов број и у Србији. У „Хемијском прегледу“, о нашим отровним биљкама и њиховим отровним састојцима писали су Олга Гашић и сарадници,<sup>2-6</sup> Ду-

шпан Величковић<sup>7</sup> као и наша група<sup>8,9</sup>. Величковић<sup>7</sup> је, описујући фармаколошки интересантно планинско биље Србије, дао податке о мразовцу (*Colchicum autumnale*), буники (*Hyoscyamus niger*), једићу (*Aconitum napellus*) и њиховим алкалоидима. Недавно смо описали још две наше отровне цветнице: тагулу (*Datura stramonium*)<sup>8</sup> и кукуту (*Conium maculatum*).<sup>9</sup> Од оталих отровних цветница наших крајева ваља се сетити и љутића (*Ranunculus*, *разне врсте*), шафрана (*Crocus vernus*), бесника или дигиталиса (*Digitalis ferruginea*), гороцвета (*Adonis vernalis*), кукурека (*Helleborus odoratus*), вратича (*Tanacetum vulgare*), а има их још.<sup>10,11</sup> Са цветова свих ових биљака пчеле сакупљају нектар и од тога праве мед.<sup>10,11</sup>

Било како било, један део меда који пчеле сакупе потицаће од цветова отровних биљака и такав мед ће садржавати извесну количину отровних једињења. Ако је њихова количина довољно велика, настаће „луди мед“.

## ОТРОВНИ МЕД – ИСТОРИЈСКИ КОРЕНИ

Постоји велики број података о масовним тровањима медом у старим временима.<sup>12</sup>

Године 401. пре наше ере, грчка војска је на свом походу против Персије доживела катастрофални пораз. Тада је Ксенофонт (430-355 п.н.е) изабран да преузме команду над 10 000 војника, који су се повлачили према Грчкој. Он их је повео кроз планине Курдистана, Грузије и Јерменије. Када су се на том путу улогорили на два дана хода од Трапезунта, наишли су на велики број кошница. После гозбе медом из њих, војници су изгледали као отровани лудаци. Добили су нападе повраћања, постали слаби и дезоријентисани, и хиљаде њих је колабирало. Ово је Ксенофонт назвао *шровање лудим медом*. Оно је трајало неколико дана, након чега су решили да крену западно, кроз пријатељскије територије.

За овај догађај знамо захваљујући томе што је Ксенофонт био не само војсковођа, него и писац и историчар. Оне који су прочитали наш претходни чланак,<sup>9</sup> подсећамо да је Ксенофонт био један од Сократових ученика.

За нас ће бити важно и следеће: Трапезунт се данас назива Трабзон, и налази се у Турској. То је лука на јужној обали Црног мора. Данас знамо да у областима јужно од Црног мора (у данашњој Турској) и источно, на Кавказу (у данашњој Грузији, Јерменији, Азербејдану и јужним деловима Русије) расте биљка одговорна за настанак „лудог меда“. О томе касније. Вратимо се историји.

Ни армија римског војсковође Помпеја, 67. п.н.е. није прошла ништа боље. За време похода против Митридата VI, они су такође логоровали у близини Трапезунта. Митридатови савезници су дуж пута којим је требало да прође Помпеј, поставили кошнице са сањем. Поновио се исти сценарио, с том разликом да су отровани војници били нападнути и масакрирани.

Слична превара примењена је 946. године против непријатеља кнегиње Олге из Кијевске кнежевине. Пет

хиљада њих је побијено након што су јели преврели мед који има је она поделила преко својих присталица. Пола миленијума касније, 1489. године, татарски војници су у једном напуштеном руском војничком логору нашли буре медовине, коју су попили. Након тога поубијани су од стране руских војника.

Римски природњак Плиније Старији (23-79 н.е.) је такође писао о отровном меду, називајући га *лудим медом*, наглашавајући да су људи у области где се такав мед производи били у могућности да Римљанима плаћају данак у пчелињем воску, али да нису били у стању да продају свој мед због његове отровности. Плиније је био први писац који је као извор отровног меда означио рододендроне (чије друго име је азалеја) и олеандер. Диоскорид из Аназобра, грчки лекар и писац чувеног дела „*О лековићим стварима*“ (De Materia Medica), написаног 78. године, такође је нагласио да отровност меда из области Црног Мора потиче од отровних биљака.

Ако идемо још даље у прошлост, неки детаљи из грчке митологије, као и из „Одисеје“, могу се схватити као употреба отровног меда у циљу врачања и довођење у стање екстазе.<sup>12</sup>

## РОДОДЕНДРОН И ЊЕГОВИ ОТРОВИ

Постоји преко хиљаду врста дивљег биља из породице рододендрона. Њих карактеришу веома лепа цветова, видети слике 1 и 2. Због тога се рододендрони узгајају као баштенско цвеће, а укрштањем је произведено преко 10,000 хибрида. Неке врсте рододендрона називају се азалејама. Разне дивље врсте рододендрона распрострањене су у планинским деловима Азије, Европе, Северне Америке и Аустралије. Природна станишта су им стеновита подручја. У Европи постоје и паркови рододендрона: у Италији, код језера Лаго Мађоре, и у Немачкој, код Бремена. Бременски „Rhododendronpark“ има 700 дивљих и 2000 хибридних врста овог цвећа на површини од 36 хектара. У нашим краје-



Слика 1. Рододендрон (*Rhododendron ponticum* L.), такозвани „обични“ или „пontiјски рододендрон“, расте у јужним деловима Европе и западним деловима Азије, понајвише у околини Црног мора.

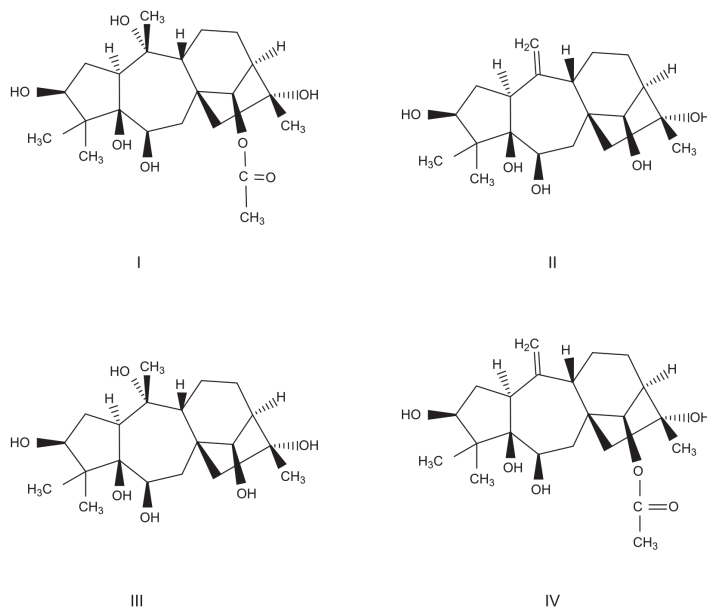
вима дивљих рододендрона нема, а оно мало што расте по цветним баштама не може битније допринети отровности меда.

Већина рододендрона је отровна. Отров се налази у свим деловима биљке, укључујући полен и нектар. За људе је опасан само због „лудог меда”. Међутим, животиње које пасу на ливадама где расте рододендрон могу добити тешка, понекад смртоносна, тровања. На отров рододендрона су нарочито осетљиви коњи, који ће угинути неколико саги након што поједу ову биљку.



Слика 2. Цветови рододендрона

Токсична компонента меда из Трабзона изолована је још 1891. године. Касније се показало да се ради о полихидроксилованим дитерпенима, чије структурне формуле су приказане на слици 3. Ове супстанце, веома блиске хемијске структуре, називају се грајанотоксин-I, II, III и IV. Најважнији је грајанотоксин-I који се



Слика 3. Грајанотоксини - отровни састојци рододендрона. То су полихидроксиловани циклични дитерпени. Најзаступљенији је грајанотоксин-I.

у ранијој литератури среће под именима „андромедотоксин”, „родотоксин” и „асеботоксин”.

Грајанотоксини су инхибитори дисања и хипнотици, и делују на централни нервни систем. Симптоми тровања почињу пецкањем, укоченошћу, вртоглавицом, поремећајем говора и халуцинацијама. Код већег броја отрованих јавља се вртоглавица, делиријум, мука и повраћање, брадикардија (убрзано лупање срца), хипотензија (пад крвног притиска), цијаноза, парализа мишића, тешкоће при дисању и губитак свести. Међутим, смртни исходи су веома ретки.

Наведене симптоме описао је амерички лекар Бендјамин Бартон још 1802. године, када је дао детаљан извештај о случајевима тровања медом у САД. Споменимо, узгред, да отров у америчком меду понајвише потиче из планинског ловора, који расте у источном делу и пацифичком северозападу САД, а који је по хемијском саставу такође грајанотоксин.

## ОТРОВНИ МЕД – САВРЕМЕНИ СЛУЧАЈЕВИ ТРОВАЊА

Тровања медом догађала су се и у новије време.<sup>13</sup> Осим већ поменутих Сједињених Америчких Држава, такви случајеви забележени су и у Јапану, Бразилу, Канади, Турској и Непалу. На Новом Зеланду отров у меду стиже из биљке „туту” (*Coriaria arborea*). Тамо постоји пропис према којем пчелари треба да своје кошнице држе најмање 3 km удаљене од места где расте „туту”.

Ваља обратити пажњу на то да су се сва наведена тровања медом била далеко од наших крајева.

За нас је посебно интересантан случај тровања медом у области Ивата у Јапану.<sup>14</sup> Педантни јапански научници прегледали су свако појединачно поленово зрно у отровном меду и утврдили да је две трећине (или, како они тврде: 68,3% ) полена потицало од једића

(*Aconitum napellus*). Отровна супстанца једића је алкалоид аконитин, чије присуство у меду су доказали применом гасне хроматографије и масене спектрометрије.<sup>14</sup> Ваља знати да једић (слика 4) расте и у нашим крајевима.<sup>7</sup>

Из онога што смо до сада навели, очекивало би се да људи, колико год могу, избегавају да конзумирају „луди мед”. Међутим, медаља има и другу страну.<sup>12</sup>



**Слика 4.** Једић (*Aconitum napellus*) је отровна биљка наших крајева; назива се још: модри једић, налеп, клубучић, преобједна. Име потиче од речи јад/јед = отров. Сви делови биљке су отровни, а највише корен. Садржи већи број алкалоида, од којих је најважнији аконитин. Смртна доза аконитина је 1-6 mg, а цела биљка садржи га око 1000 mg. Цвета у мају и јуну. Пчелама отров не смета, и без штетних последица (по себе) сакупљају нектар и полен.

Људи из области Кавказа вековима користе отровни мед као додатак алкохолним пићима, а са циљем појачања њиховог дејства. Отровни мед, познат у Турској као *deli bal*, био је у 18. веку главни извозни артикал из области око Црног мора. Годишње се у Европу увозило око 25 тона отровног меда, који се у европским кафанама употребљавао под именом *miel fou* (на француском: миел фу = луди мед). Чини нам се да су у међувремену европски „корисници” прешли на друге, мање ризичне дроге, па се „луди мед” више не налази у продаји на (илегалном) тржишту наркотика.

## ДА ЛИ ЈЕ НАШ МЕД ОТРОВАН ?

### НИЈЕ ОТРОВАН

Читаоцима „Хемијског *ипрејлега*” препоручујемо да без икакве бојазни конзумирају мед. Случајеви тровања медом у Србији (и шире: на територији бивше Југославије, и још шире: у околним европским земљама) нису забележени. Наш мед је био и остаје једна од најздравијих намирница.

С друге стране, отровних цветница има и у нашим крајевима, па је неминовно да нешто од њихових отровних састојака доспе у мед који производе наше пчеле. Без обзира на то, мед из наших крајева је безопасан. По нашем мишљењу, то је из следећих разлога:

1. На нашим пољима, ливадама и шумама, има много мање отровних цветова него оних који нису отровни, па је далеко највећи део нектара и полена које пчеле сакупе неотрован. То за последицу има да отровних састојака у нашем меду има у веома малим количинама.
2. Мед се по правилу конзумира у малим количинама. Самим тим, и количина отрова који бисмо евентуално унели у свој организам је безначајан, дакле далеко испод прага који може довести до тровања.
3. Једно од Парацелзусових начела гласи: *сваки отров у малој количини је лек*. Можда је то један од узрока свима добро познате лековитости меда.

## Abstract

### TOXIC HONEY

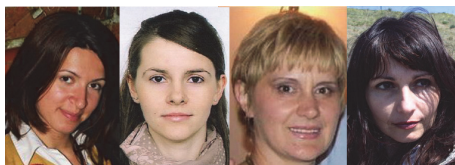
**Šimon A. Đarmati, Danica A. Đarmati, Ivan Gutman, Gorica Đelić, College of Professional Studies, Belgrade Polytechnics, Higher Education School of Professional Health Studies, Belgrade and University of Kragujevac, Faculty of Science**

Honey belongs among the healthiest victuals. Yet, in some cases it may be toxic. This happens when the bees collect honey from the flowers of poisonous plants. We describe some known and characteristic cases of honey intoxications, the toxic chemicals causing such poisonings, and consider the question whether honey from our country may be toxic.

## ЛИТЕРАТУРА

1. З. Маретић, Наше отровне животиње и биље, Стварност, Загреб, 1986.
2. О. Гашић, И. Кањо, *Хем. ипрејлег* 32 (1991) 64.
3. Р. Бурковић, О. Гашић, М. Поповић, *Хем. ипрејлег* 32 (1991) 86.
4. О. Гашић, Н. Чанак, *Хем. ипрејлег* 33 (1992) 23.
5. О. Гашић, Н. Калин, В. Будак, *Хем. ипрејлег* 34 (1993) 22.
6. М. Поповић, О. Гашић, *Хем. ипрејлег* 34 (1993) 50.
7. Д. В. Величковић, *Хем. ипрејлег* 48 (2007) 43.
8. Г. Ђелић, И. Гутман, А. Марковић, *Хем. ипрејлег* 52 (2011) 58.
9. Ш. А. Ђармати, Д. В. Ђармати, Г. Ђелић, И. Гутман, *Хем. ипрејлег* 54 (2013) 148.
10. В. Умељић, У свету цвећа и пчела, И део, Атлас медоносног биља, Колор Прес, Лапово, 1999.
11. В. Умељић, У свету цвећа и пчела 2, Атлас медоносног биља, Колор Прес, Лапово, 2003.
12. Ш. А. Ђармати, Д. В. Ђармати, Тајна последњег гутљаја – отрови, тровачи и отровани, Elit Medica, Београд, 2004.
13. A. Demircan, A. Keles, F. Bildik, G. Aygencel, N. O. Dogan, H. F. Gomez, *Ann. Emergency Med.* 54 (2009) 824.
14. K. Saisho, M. Toyoda, K. Takagi, M. Satake, S. Takahashi, Y. Yamamoto, K. Kasai, S. Hashimoto, Y. Saito, *Food Hygiene Safety Sci.* 35 (1994) 46.





Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Весна Станков ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ,  
 Департман за хемију, Природно математички факултет, Универзитет у Нишу, (е-пошта: marija.dimitrijevic@pmf.edu.rs)

## IN VITRO МЕТОДЕ ОДРЕЂИВАЊА АНТИОКСИДАТИВНИХ ОСОБИНА У УЗОРЦИМА ХРАНЕ

Слободни радикали моју насипају у процесу сагоревања, деловањем ултраљубичастог зрачења као и под утицајем различитих спољашњих фактора. Присуство несипареног електрона чини слободни радикал високо реактивном честицом и као таква неаивно утиче на људски организам. Свуда око нас постоје једињења која имају моћност да сирече или бар умање неаивне последице које за собом остављају слободни радикали. Суштинце које шипије ћелију од оксидацијског деловања реактивних врста зову се антиоксиданси. Методе које се користе за одређивање антиоксидативне активности, између осталих, моју бити: спектрофотометријске, хроматографске и волтаметријске. Одабир методе врши се на основу узорка који шрда да се анализира.

### УВОД

Људски организам има одбрамбени механизам којим може да савлада одређену количину слободних радикала. Један од начина су антиоксиданси које може да произведе. Али како је организам врло подложен оксидативним процесима и они се свакодневно одвијају у људском организму, неопходна је допуна свакодневне исхране одговарајућим намирницама, које садрже антиоксидансе.

Храна коју свакодневно конзумирамо богата је витаминима и минералима, а у последње време стално се истиче важност воћа и поврћа као богатих извора једињења који нису есенцијална за људско здравље, али показују биолошко деловање у људском организму [1]. У ову групу се сврставају полифенолна једињења [2] која

се због своје комплексне хемијске грађе могу поделити у више група, од којих су, за ово разматрање, најважнији флавоноиди и фенолне киселине.

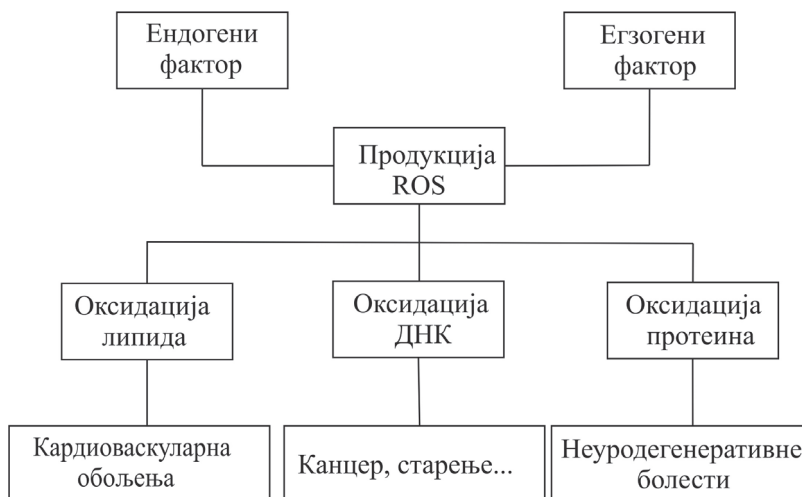
Данас се у лабораторијама широм света испитује улога исхране у спречавању болести, чак и оних најтежих. Јако су значајна истраживања антиоксидативне активности биљака, имајући у виду савремени начин живота и све веће загађење животне средине, који диктирају повећану потребу за антиоксидансима у исхрани. Стога је веома важно знати које биљке, било култивисане или дивље, садрже ове драгоцене састојке.

### РЕАКТИВНЕ ВРСТЕ И ОКСИДАТИВНИ СТРЕС

Реактивне врсте настају као споредни производи веома важних биохемијских процеса аеробних организама. Могу се поделити на слободнорадикалске и нерадикалске (оксидациона средства која лако прелазе у слободне радикале). Најзначајнији слободнорадикалски и нерадикалски системи су:

- Реактивне кисеоничне врсте - **ROS** (*reactive oxygen species*)
- Реактивне хлорне врсте - **RCS** (*reactive chlorine species*)
- Реактивне азотне врсте - **RNS** (*reactive nitrogen species*)

Реактивне кисеоничне врсте (ROS) настају као метаболички међупроизвод, веома су нестабилне и веома реактивне, због чега могу изазивати ланчане реакције. Порекло реактивних кисеоничних врста у организму, може бити ендогено и егзогено (Сл. 1).



Сл. 1 Оксидативни стрес

Иако је кисеоник неопходан за живот, мало се говори о његовој негативној страни. Током варења овај гас у организму ствара међупроизоде познате под именом слободни радикали [3].

Слободни радикали су „некомплетни“ молекули и нестабилни су јер имају неспарен електрон. Присуство неспареног електрона чини слободни радикал високо реактивном честицом, зато што тежи да се спари са другим електроном и на тај начин ланчаном реакцијом оштећује ћелије. Слободне радикале можемо поделити на радикал катјоне и радикал анјоне.

Током метаболичких процеса у организму (дисања, ензимских реакција, трошења масти или угљених хидрата депонованих у организму као извор енергије активности имуног система) непрекидно настају слободни радикали. Такође, слободни радикали могу настати и ван организма, у процесима сагоревања као што су: пушење, под дејством зрачења, сагоревање бензина и других органских супстанци, пржење хране као и због употребе неких лекова, стреса и сл.

Без обзира на порекло, слободни радикали реагују са молекулима организма, сами се стабилизују, уз истовремено стварање нових слободних радикала. На овај начин започиње ланчана реакција, односно оксидативни стрес, од кога могу страдати сви елементи ћелије. Оксидативни стрес постепено доводи до дисфункције ћелија и на крају до њихове смрти (Сл.1). Због тога се оксидативни стрес може дефинисати као дисбаланс између оксиданаса и/или слободних радикала са једне и антиоксидативног система са друге стране [4]. У стању оксидативног стреса, производња слободних радикала је појачана и/или је одбрана од њих недовољна, тако да долази до оштећења ћелијских мембрана (липидна пероксидација, оштећење рецепторских, транспортних и ензимских протеина мембране и сл.), унутарћелијских протеина, молекула ДНК и угљених хидрата [5].

Деловањем слободних радикала активирају се многобројне структуре у ћелији уз појаву низа каскадних реакција, што за последицу има и генерисање нових количина слободних радикала (синдром „зачараног круга“).

Најбољи начин да се смањи негативни ефекат слободних радикала јесте да се избегне излагање њима. Како је ово практично немогуће, неопходно је у организам уносити антиоксидансе, који их стабилизују и претварају у нешкодљива једињења.

## АНТИОКСИДАНСИ

Према најшире прихваћеној дефиницији, [6] антиоксиданси су „супстанце које присутне у малим концентрацијама у односу на супстрат (биомолекул) који се оксидује, значајно успоравају или спречавају оксидацију тог супстрата“.

Антиоксиданси могу да одложе или спрече оксидацију супстрата, тако што спречавају настанак ROS (смањењем концентрације кисеоника, прекидањем ланца стварања нових радикала, везивањем металних јона и сл.), инактивишу реактивне кисеоничне врсте

(разлагањем пероксида), смањују њихове ефекте или делују тако што омогућавају опоравак од оксидативних оштећења, уклањањем измењених молекула и поправљањем оштећења насталих њиховим деловањем [7].

Ши (Shi) и сар. [8] су класификовали антиоксидансе према нивоу и начину деловања у људском организму на: превентивне, („хватајуће“)-„scavenger“ и репарационе.

Превентивни антиоксиданси спречавају настанак слободних радикала и иницирање ланчане реакције пероксидације.

Хватајући антиоксиданси поседују способност да везују слободне радикале, тако инхибирају иницијацију и прекидају пропагацију реакције липидне оксидације, па се називају и "прекидачи" ланчаних радикалских реакција.

Репарациони антиоксиданси делују посебним механизмима, обнављајући или уклањајући оштећене виталне биомолекуле који настају у условима оксидативног стреса.

Антиоксиданси се могу поделити и на хидро и липосолубилне. Хидросолубилни антиоксиданси реагују са радикалима који се налазе у цитосолу ћелије и крвној плазми, док липосолубилни антиоксиданси штите липиде ћелијске мембране од оксидације.

Већина стручњака се слаже да је најбоља подела антиоксиданаса према месту њиховог настанка. Према овом критеријуму, антиоксиданси се могу поделити на: ендogene и екзогене. Ендогени антиоксиданси настају у људском организму и према структури/функцији могу бити ензими (нпр. супероксид дисмутаза - SOD), или неензими (нпр. α-липоинска киселина (ALA)). Екзогени антиоксиданси се уносе путем хране или лекова (нпр. фенолна једињења [9] која су једна од најважнијих група природних екзогенних антиоксиданаса, чија је активност условљена структурним карактеристикама). Ову групу чине природна али и нека синтетичка једињења (нпр. 2-терц-бутил-4-хидроксианизол - ВНА и 2,6-бис (1,1-диметилетил)-4-метилфенол-ВНТ).

Иако се *in vitro* тестови широко примењују у одређивању антиоксидативне активности и пружају мноштво информација, примена *in vivo* тестова је неопходна како би се резултати потврдили. Резултати добијени *in vitro* и *in vivo* тестовима за исти узорак се могу разликовати, а главни разлог за то је биорасположивост активних једињења као и њихов метаболизам у организму [10].

И поред великог броја *in vitro* истраживања у овој области, механизам антиоксидативне активности није довољно разјашњен. Неки од фактора који утичу на то су: лоша апсорпција полифенола у организму, полифеноли а посебно флавоноиди се интензивно метаболишу у јетри и цревима када се прогутају, као и краatak полу живот полифенола у плазми. Дакле, да би се утврдила улога антиоксиданаса у потпуности, *in vivo* тестови су неопходни [11].

За одређивање антиоксидативне активности *in vivo*, најчешће се мери активност супероксид дисмутазе (SOD), каталазе (CAT) и глутатион пероксидазе (GSH-

Rx), пошто се сматра да они чине примарну антиоксидативну заштиту делујући против реактивних кисеоничних врста [12] и названи су примарним антиоксидативним ензимима [13].

## СЕКУНДАРНИ МЕТАБОЛИТИ КАО АНТИОКСИДАНСИ

Систем секундарне антиоксидативне заштите чине бројна нискомолекуларна једињења различитог порекла и карактера, као што су убихинон, L- аскорбинска киселина, токоферол, каротеноиди, феноли и њихове киселине, флавоноиди, деривати хидроксицианата и др.[14].

Полифенолна једињења припадају, заједно са алфа-токоферолом и бета-каротеном, групи неензимских антиоксиданаса. То су секундарни метаболити биљака и сматра се да део антиоксидативног потенцијала многих врста биљака може бити приписан полифенолним једињењима. Биљни полифеноли се не сматрају увек правим антиоксидансима, али је у многим *in vitro* истраживањима доказан антиоксидативни потенцијал фенолних једињења у воденој фази [15].

Фенолна једињења представљају широко распрострањену групу биљних метаболита која могу бити врло једноставне структуре, као што су фенолне киселине, или врло сложене структуре, односно, поликондензована једињења као што су проантоцијанидоли. Заједничка карактеристика фенолних једињења је да садрже ароматичан прстен са једном или више хидроксилних група [16]. Антиоксидативна активност фенола се при-

писује њиховој способности да буду донори водоникових атома и да као такви уклањају слободне радикале уз формирање мање реактивних феноксил радикала. Фенолна једињења су токсична у слободном облику, а токсичност се смањује када се вежу са другим молекулима. Заштитна улога фенолних једињења за опстанак биљака се може објаснити чињеницом да на месту оштећења биљке долази до пораста синтезе фенолних једињења која се нагомилавају на месту оштећења у виду полимерне масе.

Флавоноиди су природне боје најчешће биљног порекла и представљају природне антиоксидансе. Флавоноиди свој водоников атом предају радикалима и на тај начин прекидају слободно радикалску реакцију. Они сами постају слободни радикали, али су стабилизовани резонантним структурама и немају довољно енергије да покрену ланчану реакцију са супстратом.

## МЕТОДЕ ОДРЕЂИВАЊА АНТИОКСИДАТИВНЕ АКТИВНОСТИ

Постоје различите поделе великог броја метода које се користе за процену антиоксидативне активности: према систему испитивања (*in vivo* и *in vitro*), према директности одређивања (директне и индиректне), према методи детекције (хемилуминисцентне, спектрофотометријске, флуорометријске, спектроскопске) и сл.

Различите аналитичке методе за одређивање антиоксидативног капацитета су подељене у категорије:

Антиоксидативна метода	Принцип методе	Одређивање
Спектрофотометријске технике		
DPPH	Антиоксиданс реагује са органским радикалом	Спектрофотометрија у видљивој области спектра
ABTS	Антиоксиданс реагује са органским катјон радикалом	Спектрофотометрија у видљивој области спектра
FRAP	Антиоксиданс реагује са Fe(III) комплексом	Спектрофотометрија у видљивој области спектра
CUPRAC	Антиоксиданс редукује Cu (II) до Cu (I)	Спектрофотометрија у видљивој области спектра
ORAC	Антиоксиданс реагује са пероксил радикалима, насталих помоћу AAPH (2,2'-азобис-2-амидино-пропан)	Губитак флуоресценције флуоресцеина
HORAC	Антиоксидативна активност је одређена способношћу антиоксиданаса да ухвате OH радикале настале из система сличног оном у Фентоновој реакцији	Губитак флуоресценције флуоресцеина
Електрохемијске технике		
Циклична волтаметрија	Потенцијал радне електроде се линеарно мења од почетне до максималне вредности више пута, а бележи се интензитет струје	Мери се интензитет катодног или анодног пика
Амперометрија	Потенцијал радне електроде је константан и подешен према референтној електроди	Мери се интензитет струје која настаје при редокс реакцији са антиоксидансима
Биамперометрија	Антиоксиданс реагује са оксидованим обликом одређеног редокс пара	Мери се јачина струје која протиче између две идентичне електроде
Хроматографске технике		
Гасна хроматографија	Раздвајање компонента смеше које се заснива на расподели између течне стационарне и мобилне гасовите фазе	Пламено јонизациони или термопроводљиви детектор
HPLC	Раздвајање компонента смеше које се заснива на расподели између чврсте стационарне и течне мобилне фазе различите поларности, на повишеном притиску	UV VIS или флуоресцентна детекција, масена спектрометрија

## СПЕКТРОСКОПСКЕ ТЕХНИКЕ

*DPPH (дифенил-(2,4,6-трипириниџрофенил) иминоазаниум) метод*

DPPH метода се заснива на редукцији љубичастог 1,1-дифенил-2-пикрилхидразил радикала (DPPH•) одговарајућим оксидансима до бледо-жутог дифенил пикрилхидразина. DPPH представља стабилан слободни радикал, код кога због делокализације не долази до димеризације, што је случај код већине других слободних радикала. Апсорпциони максимум DPPH радикала је на таласној дужини 520 nm (љубичаста боја). [17-20]. Антиоксиданси и донори водоника реагују са насталим DPPH радикалом и редукују га до жуто обојеног дифенил пикрилхидразина.

Приор (Prior) и сар. [21] су предложили два могућа механизма реакције DPPH радикала:

- пренос водоника (*Hydrogen Atom transfer* – HAT)
- пренос електрона (*Single Electron Transfer* – SET)

Крајњи резултат је исти, без обзира на механизам, али кинетика и потенцијал за споредне реакције се разликује.

HAT механизам не зависи ни од природе растварача, ни од pH. Реакција је брза и траје од неколико секунди до неколико минута.

SET механизам зависи од pH и реакција је спора. Антиоксидативна активност се заснива на мерењу процента смањења концентрације DPPH. Процент неизреагованог радикала израчунава се помоћу једначине:

$$\%DPPH'_{(неиз.)} = 100 \times [DPPH \cdot]_{(неиз.)} / [DPPH \cdot]_{t=0}$$

$\%DPPH'_{(неиз.)}$  - проценат неизреагованог радикала

$[DPPH \cdot]_{неиз.}$  - концентрација неизреагованог радикала

$[DPPH \cdot]_{t=0}$  - концентрација радикала пре реакције

Процент неизреагованог DPPH радикала је пропорционалан концентрацији антиоксиданса. Резултати одређивања овом методом су представљени као ефикасна концентрација (EC<sub>50</sub>) која представља количину антиоксиданса која смањује концентрацију DPPH за 50%. Време потребно да се постигне стабилно стање са ефикасном концентрацијом (EC<sub>50</sub>) је израчунато из кинетичке криве и дефинише се као T<sub>EC<sub>50</sub></sub>.

Санчез-Морено (Sanchez-Moreno) и сар. [22] су увели појам “антирадикална ефикасност” у циљу дефинисања антиоксидативне активности:

$$AE = 1/EC_{50} T_{EC_{50}}$$

DPPH је „временска“ реакција и може да траје од 20 минута до 6 сати [23].

*ABTS (2,2'-азобис-(3-етиллбензоџиазолин-6-сулфат)) метод*

ABTS метода представља спектрофотометријску методу одређивања антиоксиданса [24]. С обзиром да је формални потенцијал редукције ABTS-а висок, он

реагује као донор електрона у реакцији редукције фенолних једињења и уопште кисеоничних једињења као што су молекулски кисеоник и водоник пероксид.

За одређивање антиоксидативне активности природних производа, ABTS (2,2'-азино-бис(3-етилбензотиазолин-6-сулфонска киселина) се помоћу натријумперсулфата (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) преводи у плаво-зелени радикал катјон ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-азобис-(3-етилбензотиазолин-6-сулфат), који има апсорпционе максимуме на таласним дужинама од 414, 645, 734 и 815 nm. Настали радикал се два дана чува у мраку и на собној температури, након чега је веома реактиван и брзо реагује са фенолима, аскорбинском киселином, Trolox-ом, тиолима, мокраћном киселином и сл. У реакцији са радикалом долази до обезбојавања, тј. ABTS радикал се редукује и враћа у неутрални, безбојни облик, односно ABTS [25].

Као референтни стандард се најчешће користи 6-хидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоксилна киселина (Trolox) а реакција обезбојавања се прати на 734 nm.

*FRAP (Ferric reducing antioxidant power) метод*

FRAP метода је спектрофотометријска метода која се заснива на редукцији гвожђе-2,4,6-трипиридил-S-триазин комплекс - [Fe(III)-(TPTZ)<sub>2</sub>]<sup>3+</sup> до интензивно плаво обојеног комплекса [Fe(II)-(TPTZ)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> у киселој средини [26].

Да би растворљивост гвожђа била добра, реакција се одвија при pH 3,6. Редокс потенцијал реакције Fe(III)/Fe(II) износи 0,77V и сва једињења са редокс потенцијалом нижим од редокс потенцијала пара Fe(III)/Fe(II), теоријски могу редуковати Fe(III) до Fe(II) и тако условити лажно високе резултате. Са друге стране, сви антиоксиданси не редукују довољно брзо Fe(III) у посматраном временском интервалу (обично 4 минута). У зависности од времена анализе ред њихове реактивности се мења. Полифеноли са таквим понашањем су: кверцетин, феруминска киселина, кофеинска киселина, танинска киселина.

Антиоксиданси који реагују механизмом који се базира на преносу водоникових атома не могу се одређивати овом методом. Ниска вредност pH, која је неопходна за методу, може да доведе до преципитације неких протеина.

*CUPRAC (Copper (II) reduction capacity) метод*

Ова метода заснива се на редукцији Cu(II) (који се налази у комплексу са некупроином) до Cu(I) дејством антиоксиданса који се налази у узорку [27]. Бакар, слободан или у комплексу има нижи редокс потенцијал од гвожђа па је из тог разлога реакција селективнија него код FRAP методе, где шећери и лимунска киселина често интерферирају.

Као стандард се користи мокраћна киселина и резултати се приказују као њени еквиваленти.

Када се CUPRAC метода ради са аскорбинском, галном, мокраћном киселином или кверцетином, као стандардима, реакција се завршава за пар минута, док у

раду са комплекснијим молекулима може да траје 30-60 минута.

Након завршене реакције мери се апсорбанција на таласној дужини од 450 nm. Примењује се за одређивање хидросолубилних антиоксиданаса.

#### ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) методологија

ORAC је спектрофотометријска метода одређивања антиоксидативног капацитета узорка. Метода се заснива на способности анализираних супстанци да спречи оксидацију  $\beta$ -фикоеритрина (флуоресцеин) од стране кисеоничних слободних радикала (ROS). Резултати мерења инхибиције оксидативне деградације молекула флуоресцеина деловањем антиоксиданса се читавају из стандардне криве засноване на антиоксидативној активности различитих концентрација Trolox-а. Мерења се врше помоћу флуориметра.

#### HORAC (*hydroxyl radical averting capacity*) методологија

HORAC метода [28-29] заснива се на способности антиоксиданаса да граде хелатне комплексе са металима, у условима при којима се одиграва Фентонова реакција. Помоћу комплекса Co (II) испитује се утицај антиоксиданаса на формирање хидроксилних радикала. Флуоресцеин се инкубира са узорком, а након тога се додаје Фентонов реагенс, помоћу ког се генеришу хидроксилни радикали. Мери се флуоресценција на почетку реакција, а након тога на сваки минут, након мешања. За конструисање калибрационе криве користе се гална киселина.

#### LPIC (*lipid peroxidation inhibition assay*) методологија

LPIC је метода код које се користи систем сличан као код Фентонове реакције (Co(II) + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) за изазивање реакције липидне пероксидације масних киселина [28, 30].  $\alpha$ -линолеинска киселина користи се као супстрат, и меша се са анализираним узорком и Фентоновим реагенсом, како би започела липидна пероксидација. Након периода инкубације, мери се концентрација тиобарбитурне киселине (TBARS), као показатељ степена липидне пероксидације и резултати се изражавају као nmol TBARS по ml смеше  $\alpha$ -линолеинске киселине и узорка.

#### HRS – CUPRAC (*Hydroxyl radical scavenging- Copper (II) reduction capacity*) методологија

Метода је заснована на реакцији водоник пероксида са антиоксидансима, а захтева мерења апсорбанције у ултраљубчастој области. Како већина органских супстанци апсорбује у овој области, неопходна је корекција апсорбанције, па резултати често не показују праву антиоксидативну активност биљних екстраката. С обзиром на ову чињеницу, постоје покушаји модификације ове методе. Једна од модификованих HPS метода је HRS – CUPRAC [31]. CUPRAC је метода за одређивање антиоксидативне активности заснована на реакцији антиоксиданаса са CUPRAC реагенсом, а апсорбанција се мери на 450 nm [32-33]. Оригинална метода је модификована тако да може да се одреди HRS активност биљних екстраката. Водоник пероксид и Cu (II) – неокупроин мешају се са раствором узорка и апсорбанција се мери на 450 nm.

Електрохемијске технике се такође користе за одређивање антиоксидативне активности. Најчешће се користе циклична волтаметрија и биамперометрија.

#### ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКЕ ТЕХНИКЕ

Електрохемијске технике се такође користе за одређивање антиоксидативне активности. Најчешће се користе циклична волтаметрија и биамперометрија.

##### Циклична волтаметрија

У цикличној волтаметрији потенцијал радне електроде се мења од почетне вредности до максималне, и назад, а бележи се промена јачине струје, дајући зависност јачине струје од примењеног напона-циклични волтамограм. Циклична волтаметрија показала се као погодна метода за одређивање антиоксидативног капацитета крвне плазме, ткива и биљних екстраката. Ова анализа даје електродни потенцијал који има специфичну вредност за сваки молекул, интензитет анодне струје и површину анодног таласа [34]. Антиоксидативна активност биљних екстраката одређује се на електроди од стакластог угљеника, а резултати се изражавају као mg AAE (еквивалент аскорбинске киселине) [35]. Резултати за антиоксидативну активност одређени цикличном волтаметријом су у доброј корелацији са резултатима добијеним спектрофотометријским методама [36].

##### Амперометрија

Амперометрија се заснива на мерењу струје која потиче од редокс реакција на електродама, а протиче између радне и референтне електроде, при одређеној вредности потенцијала. Амперометријско одређивање антиоксидативне активности [37] заснива се на редукцији DPPH радикала на електроди од стакластог угљеника. Лимит детекције за Trolox као стандард износи 0.05  $\mu$ M. Корелација између амперометријске и спектрофотометријске DPPH методе је одлична ( $R^2=0.9993$ ).

##### Биамперометрија

Биамперометријска метода заснива се на мерењу струје између две идентичне електроде, од којих се једна понаша као радна, а друга као референтна. Одређивање антиоксидативне активности овом методом заснива се на реакцији антиоксиданаса са редокс паровима, најчешће Fe (III) / Fe (II), DPPH / DPPH i ABTS<sup>+</sup> / ABTS.

#### Хроматографске технике

##### Течна хроматографија високе ефикасности HPLC (*High-performance liquid chromatography*)

Како би се потврдило присуство неких антиоксиданата у биљним врстама, био је неопходан развој нових квантитативних и квалитативних аналитичких метода. Конвенционалне методе за екстракцију активних једињења из биљака су дестилација и екстракција ра-

стварачима. Међутим, често постоји губитак антиоксидативне активности током изоловања и пречишћавања због екстракције растварачима и дугог процеса екстракције [38]. Да би се избегао овај проблем, поступак изоловања активне компоненте се комбинује са поступком одређивања антиоксидативне активности. Тако је развијена *on line* HPLC-DPPH метода за одређивање биоактивних једињења [39].

Одређивање антиоксидативне активности помоћу HPLC-DPPH методе, базира се на реакцији антиоксиданаса изолованих на HPLC-у са DPPH радикалом, а као последица реакције је мања апсорбација на 515 nm. Присуство антиоксиданаса у узорку се детектује у виду негативног пика.

Ова метода је брза и селективна, омогућава једноставну детекцију слободних радикала и квантитативну анализу антиоксиданаса у сложеним смешама [40].

#### Гасна хроматографија (GC-gas chromatography)

Испитивање антиоксидативне активности могуће је и помоћу гасне хроматографије. Метода се заснива на раздвајању компонената помоћу гасне хроматографије, и њиховој анализи најчешће коришћеним методама за одређивање антиоксидативне активности. Ове методе се користе за анализу лако испарљивих једињења. Мобилна фаза је инертан гас, најчешће хелијум док је стационарна фаза најчешће неки полимер на инертном чврстом носачу. Најчешће коришћен детектор је пламено-јонизациони.

#### ЗАКЉУЧАК

Описане спектрофотометријске, електрохемијске и хроматографске методе се користе за евалуацију антиоксидативног капацитета у *in vitro* условима. По сложености аналитичких инструмената који се користе најједноставније су спектрофотометријске, затим волтаметријске и на крају хроматографске методе.

Свака од метода има своје предности и мане па се из тог разлога одабир методе врши на основу узорка који треба да се анализира. Тако FRAP метода која је брза и траје 4-6 минута не може увек бити поуздана јер неки полифеноли реагују спориче. Брзина CUPRAC методе, која је селективнија од FRAP методе због бакра који има нижи редокс потенцијал од гвожђа, такође зависи од врсте антиоксиданса. ORAC метода је температурно осетљива метода па је контрола температуре од суштинске важности.

Волтаметријске методе су брзе и осетљиве, са ниском границом детекције и захтевају једноставну припрему узорка. Због ниске цене и једноставности руковања ове методе се користе најчешће за контролу квалитета хране.

Хроматографске методе пружају највеће могућности јер омогућавају изоловање испарљивих и нестабилних компонената, али им је недостатак висока цена самог апарата као и методе, па је самим тим доступна малом броју лабораторија.

#### Abstract

#### IN VITRO METHODS FOR DETERMINATION OF ANTI-OXIDANT PROPERTIES IN FOOD SAMPLES

**Marija Dimitrijevic, Jelena Cvetkovic, Vesna Stankov Jovanovic, Violeta Mitic,** *Department of Chemistry, Faculty of Science and Mathematics, University of Nis, Serbia*

Reactive oxygen species are present in biological systems from many sources. Free radicals can cause the oxidation of biomolecules, which can lead to the injury and death of a cell. When antioxidants react with free radicals they neutralize them. Therefore they prevent or delay cell damage. In this study we have an overview of the methods of evaluation and importance of antioxidant activity. We use many different methods to monitor and compare antioxidant activity, including spectrometry, chromatography and electrochemical techniques, which are detailed with respect to principles and analytical performances.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Jakobek L., Šeruga M., Novak I., Medvidović-Kosanović M., Lukačević I., (2008), Antioksidacijska aktivnost polifenola iz borovnice i jagode. *Pomologia Croatica*, 14, 27-36.
2. Kaur C., Kapoor H.C., (2001), Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36, 703-725.
3. Gey F.K., (1994), Free radicals in the environment medicine and toxicology. *Richelieu Press*, 113-129.
4. Sies H., (1997), Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Exp Physiol*, 82, 291-295.
5. Božić T., Stevanović J., Kovačević M., Jovč S., Lukić S., Petakov M., Borozan S., Mijačević Z., Knežević M., Bulajić S., (2003), Toluene mediated oxidative stress and granulomonocitopoiesis. *Acta Veterinaria*, 53, 201-210.
6. Halliwell B., (1990), How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical Res. Commun.* 9, 1-32.
7. Halliwell B., Gutteridge J.M., *Free Radicals in Biology and Medicine* 3rd ed., New York: Oxford University Press, Oxford, 1999; 140-84.
8. Shi H., Noguchi N., Niki E., *Introducing natural antioxidants: Antioxidants in food, Practical applications*, Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., Woodhead Publishing Limited, Eds., Cambridge, England, pp. 22 - 70, 2001.
9. Ruberto G., Renda A., Daquino C., Amico V., Spatafora C., Tringali C., De Tommasi N., (2007), Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. *Food Chem.* 100, 203-210.
10. Celep E., Aydın A., Kırmızıbekmez H., Yesilada E., (2013), Appraisal of *in vitro* and *in vivo* antioxidant activity potential of comelian cherry leaves. *Food Chem. Toxicol.* 62, 448-455.
11. Lotito S.B., Frei B., (2006), Consumption of flavonoid-rich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: cause, consequence, or epiphenomenon? *Free Radicals Biol. Med.* 41, 1727-1746.
12. Ames B.N., Shigenaga M.K., Hagen T.M., (1993), Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 7915-7922.
13. Aydın A., Sayal A., İsimer A., *Serbest Radikaller ve Antioksidan Savunma Sistemi*, Ankara, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basımevi, 2001.
14. Mimica-Dukic N., Simin N., Cvejic J., Jovin E., Orcic D., Bozin B., (2008), Phenolic Compounds in Field Horsetail (*Equisetum arvense* L.) as Natural Antioxidants. *Molecules* 13, 1455-1464.
15. <http://agroekonomija.wordpress.com>
16. Robards K., Prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P., Glover W., (1999), Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* 66, 401-436.

17. Molyneux P., (2004), The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26, 211-219.
18. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C., (1995), Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28, 25-30.
19. Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallo L., Byrne D.H., (2006), Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Compos. Anal.* 19, 669-675.
20. Pisoschi A.M., Cheregi M.C., Danet A.F., (2009), Total antioxidant capacity of some commercial fruit juices: electrochemical and spectrophotometrical approaches. *Molecules* 14, 480-493.
21. Prior R.L., Wu X.L., Schaich K., (2005), Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.* 53, 4290-4302.
22. Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F., (1998), A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.* 76, 270-276.
23. Magalhães L.M., Segundo M.A., Reis S., Lima J.L.F.C. (2008), Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Anal. Chim. Acta* 613, 1-19.
24. Miller N.J., Rice-Evans C.A., (1997), Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS<sup>+</sup> radical cation assay. *Free Radical Res.* 26, 195-199.
25. Campos A.M., Lissi E.A., (1997), Kinetics of the reaction between ABTS derived radical cations and phenols. *Int. J. Chem. Kinet.* 29, 219-224, 1997.
26. Benzie I.F.F., Strain J.J., (1996), The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Anal. Biochem.* 239, 70-76.
27. Apak R., Güçlü K., Ozyürek M., Karademir S.E., (2004), Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *J. Agric. Food Chem.* 52, 7970-7981.
28. Deneva P., Cizb M., Ambrozovab G., Lojebk A., Yanakieva I., Kratchanova M., (2010), Solid-phase extraction of berries' anthocyanins and evaluation of their antioxidative properties. *Food Chem.* 123, 1055-1061.
29. Ou B., Hampsch-Woodill M., Flanagan J., Deemer E.K., Prior R.L., Huang D., (2002), Novel fluorimetric assay for hydroxyl radical prevention capacity using fluorescein as the probe. *J. Agric. Food Chem.* 50, 2772-2777.
30. Slavíková H., Lojek A., Hamar J., Dusková M., Kubala L., Vondráček J., Cíz M., (1998), Total antioxidant capacity of serum increased in early but not late period after intestinal ischemia in rats. *Free Radical Biol. Med.* 25, 9-18.
31. Ozyurek M., Bektasoglu B., Guclu K., Gungor N., Apak R., (2010), A novel hydrogen peroxide scavenging assay of phenolics and flavonoids using cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC) methodology. *J. Food Compos. Anal.* 23, 689-698.
32. Apak R., Guclu K., Ozyurek M., Karademir S.E., (2004), Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *J. Agric. Food Chem.* 52, 7970-7981.
33. Apak R., Güçlü K., Demirata B., Ozyürek M., Celik S.E., Bektaşoğlu B., Berker K.I., Ozyurt D., (2007), Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules* 12, 1496-1547.
34. Chevion S., Roberts M.A., Chevion M., (2000), The use of cyclic voltammetry for the evaluation of antioxidant capacity. *Free Radic Biol. Med.* 28, 860-870.
35. Campanella L., Martini E., Rita E., Tomassetti M., (2006), Antioxidant capacity of dry vegetal extracts checked by voltammetric method. *J. Food Agric. Environ.* 4, 135-144.
36. Zielinska D., Szawara-Nowak D., Zielinski H., (2006), Comparison of spectrophotometric and electrochemical methods for the evaluation of the antioxidant capacity of buckwheat products after hydrothermal treatment. *J. Agric. Food Chem.* 55: 6124-6131.
37. Milardović S., Iveković D., Grabarić B.S., (2006), A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry* 68, 175-180.
38. Rodríguez-Rojo S., Visentin A., Maestri D., Cocero M. J., (2012), Assisted extraction of rosemary antioxidants with green solvents. *J. Food Eng.* 109, 98-103.
39. Ingkaninan K., de Best C.M., van der Heijden R., Hofte A. J.P., Karabatak B., Irth, H., Tjaden U.R., van der Greef J., Verpoorte R., (2000), High-performance liquid chromatography with on-line coupled UV, mass spectrometric and biochemical detection for identification of acetylcholinesterase inhibitors from natural products. *J. Chromatogr. A* 872, 61-73.
40. Niederländer H. A. G., Van Beek T. A., Bartasiute A., Koleva I. I., (2008), Antioxidant activity assays on-line with liquid chromatography. *Chromatogr. A* 1210, 121-134.



Erne E. KIŠ, Tehnološki fakultet u Novom Sadu, Novi Sad, ekiss@tf.uns.ac.rs

## PRVA DOKTORKA ХЕМИЈЕ - ТРИ ПРИЈАТЕЉИЦЕ ПОВОДОМ 140 ГОДИШЊИЦЕ ОДБРАНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТИЦАЈЕ ЈУЛИЈЕ В. ЉЕРМОНТОВЕ

Овај чланак посвећен је Јулији Љермонтовој (Јулија Всеволодовна Лермонтова, Санкиј Петербурј 1847 - Москва 1919), првој хемичарки која је сипекла докторај из области хемијских наука. Јулија Љермонтова своју докторску дисертацију под насловом "Zur Kenntnis der Methylenverbindungen," (Дојринос ујознавању метиленских једињења) одбранила је у Гејтингену, 24. октобра 1874.<sup>[1]</sup>

У другој половини 19. века у Европи је дошло до великих промена. У традиционално конзервативним земљама, као што су биле Хабсбуршка царевина и Русија, дошло је до укидања кметства (допринос револуције 1848. у Аустрији, Чешкој и Мађарској, и 1861. у Русији, затим до стварања Краљевине Италије (1859-1870) и до уједињења немачких земаља под вођством Прусије у Другу Немачку Царевину (1866-1871). У набројаним

земљама започиње нагла индустријализација, појављује се живахна и жилава грађанска класа, паралелно са њом и синдикати, па и раднички покрети, а што се наше теме тиче на првом месту треба истаћи феминистичке покрете, који су стигли из САД. Све је постало окренуто ”главом наопачке”, како је понекад коментарисано<sup>[2]</sup>.

О потребама жена за бољим образовањем дебате се воде у Француском Сенату (1880.): ”Не представља питање давања свеопштих знања која су оне способне да савладају, већ је неопходно одабрати она знања која могу да постану врло корисна за њих, да се инсистира на ономе што најбоље одговара њиховој природи ума и њиховом будућем статусу мајке, и да се пружају одређена знања и занимања и њиховом полу”<sup>[2]</sup>. Међутим, да би девојке могле да студирају било је неопходно осавременити и адаптирати програме у средњим школама за женску децу. Наиме у женским средњим школама није се предавао ни латински ни старо-грчки језик, што је унапред онемогућило девојкама да упишу универзитетске студије. Сетимо се проблема око уписа на студије Вилхелма Конрада Рентгена (Wilhelm Conrad Röntgen), примораног да упише машинско инжењерство на Политехникуму у Цириху (данас ETH Zürich) с обзиром да му није дозвољено похађање гимназије на територији Холандије и Немачке, због неког ситно-дечачког несташлука. У САД вођена је полемика о томе да ли девојке треба да похађају посебне универзитете за жене или да похађају наставу заједно са мушкарцима. У Русији је женској омладини приступ универзитетима омогућен већ 1859. године. Међутим, због насталих демонстрација, у којима је и једна жена ухапшена, до даљњег су забранили женама студирање<sup>[3]</sup>. У Енглеској, на Кембриџ Универзитету (Cambridge University), од 1870. дозвољено је похађање наставе и женама, али оне нису стекле право на добијање сертификата о завршеним студијама. Овакво неразумно стање се одржало све до 1948. године. Услови за студирање жена на Универзитету у Лондону (University of London) регулисани су 1878. године. На немачком говорном подручју девојкама је Универзитет у Цириху (Universität Zürich) отворио врата средином 1860-их година. На Минхенском Универзитету (данас Ludwig-Maximilians-Universität München), насупрот противљењу многих професора, женама је дозвољено студирање од 1865. године. Ускоро им је омогућено студирање и на другим немачким универзитетима. Тако од 1870-их на Лајпцишком Универзитету (Universität Leipzig) од укупно 38 студенткиња из Немачке је 11, из Велике Британије 12, из Русије 10, из САД 4 и једна из Финске<sup>[2]</sup>. Из изложеног може се закључити да су на пољу еманципације жена бар неки универзитети у Европи предњачили испред својих влада или испред ставова својих владара.

Међу поменутих 10 руских студенткиња била је и рођака наше слављенице, Ана Михајловна Јебреинова (Анна Михайловна Евреинова), студент права. (Отац јој је био Михаил Григорјевич Евреинов, инжењер, генерал-лајтнант Петерхофског двора). Своју докторску дисертацију Ана Михајловна одбранила је 1873. године, на Универзитету у Лајпцигу. Она је прва жена која је стекла докторат из области правних наука. Бавила се

између осталог и обичајним правом Јужних Словена о чему је написала неколико чланака у ”Юридическом вестнике” и у ”Журнале грађанског и уговорног права” (1884, књ. 3 и 7).

Јулија Всеволодовна је од детињства показивала велико интересовање према хемији, а њени родитељи су је у овоме здушно подржавали, иако је хемија у то време сматрана науком која ”не доликује” женама. (Отац јој је био Всеволод Николаевич Љермонтов — генерал, директор Московског кадетског корпуса). Родитељи су обезбедили најбоље учитеље да би се млада и талентована девојка приватно образовала. Јулија Всеволодовна је покушала у 22. години да се упише на Пољопривредну академију у Санкт Петербургу, али је одбијена из горе изложених разлога. Схватила је да ако жели даље да се образује мораће да напусти Русију. Родитељи су показали разумевање и допустили јој да отпутује у Хајделберг (Heidelberg, најстарији универзитетски град у Немачкој) да студира хемију. Хајделберг је изабрала не само зато што је тај универзитет имао светску репутацију, већ и зато што је тамо имала пријатељицу Софију Васиљевну Ковалевскају (Њен отац био је артиљеријски генерал Василий Васиљевич Корвин-Круковский, а по супругу Софья Васиљевна се звала Ковалевская). Софија Васиљевна је соколила Јулију Всеволодовну писмом док су још биле у Русији: ”Знам да вам је тешко изазвати толико бола вашим родитељима, посебно када су они тако љубазни према вама, треба међутим да схватите и да је дошло време да покажете како је неподношљиво за вас да живите овде, и колико је важно за вас да ухватите дах свежег ваздуха и да постанете независни”<sup>[4]</sup>. Јулија Всеволодовна је делила стан са Софијом Васиљевном и њеним мужем Владимиром. Све се то дешавало током 1869. године. Софија Васиљевна је слушала наставу из математике, а Јулија Всеволодовна посећивала лабораторију чувеног немачког хемичара Бунзена (Robert Bunsen), где је савладала основе квалитативне и квантитативне хемијске анализе. У Бунзеновој лабораторији, на предлог Менделеева (Дмитрий Иванович Менделеев) била је укључена у пројекат раздвајања елемената из платинске групе метала. Наводи се да су ови месеци били најсрећнији у животу Јулије Всеволодовне<sup>[2]</sup>. Наредне 1870. године стигла је старија сестра Софије Васиљевне, Ањута (Ана Михайловна Евреинова), а Владимир се иселио из стана. Хајделбершка ”комуна” руских студенткиња није могла дуго да се одржи, јер девојке у то време нису могле да добију сертификате о завршеним студијама на Универзитету у Хајделбергу. Као што је раније речено, Ана Михајловна је наставила да слуша право на Универзитету у Лајпцигу, а Јулија Всеволодовна и Софија Васиљевна, након две године, преселиле су се у Берлин. Хајделбершка трочлана комуна постала је двочлана. Софија Васиљевна, млађа, динамичнија, и у дрштву престижнија (била је удата), успешно се борила са изазовима, заједно са Јулијом Всеволодовном, радећи редовно по 16 сати дневно. У суштини ове две жене су живеле крајње скромно, готово аскетским животом. Вредноћу и даровитост ових младих жена је запазио Карл Вајерштрас (Karl Theodor Wilhelm Weierstrass), ментор Софије Васиљевне. Професор Вајерштрас, отац





Слика 1. Ана Михајловна Јебрејнова (лево), Јулија Всеволодовна Љермонтова (у средини) и Софија Васиљевна Ковалевскаја (десно)

”современе математичке анализе”, почео је да води бригу о студенткињама из Русије, старао се о њиховој исхрани, као и о њиховом општем здрављу<sup>[2]</sup>.

У Берлину Јулија Всеволодовна је похађала наставу код чувеног професора органске хемије Хофмана (August Wilhelm von Hofmann) и изучавала дифенене. Прва је протумачила структуру 4,4'-диаминохидразобензена, и прва је синтетисала 1,3-дибромбутан и диметилацетилен<sup>[5]</sup>.

У лето 1874. године Јулија Всеволодовна, након што је завршила своју докторску тезу о једињењима метилена, припремала је завршни испит који се састојао из четири дисциплине (две из хемије и две из физике)<sup>[1]</sup>. Успешно положен испит подразумевао је и успешну одбрану докторске дисертације коју је написала још у Берлину. Овакви испити су били врло тешки за младе кандидате. У дневнику Јулије Всеволодовне остало је записано "На крају, стигао је и дан великог бума. Сви професори који су ме испитивали за мене су били потпуно непознати, а ја сам била једини студент кога су испитивали, а испитивање је трајало два сага ... ни не знам како сам успела да останем жива, после тога је више од две недеље прошло... пре него што сам почела поново да дишем, нисам могла да једем ни да спавам." (Међу тим "непознатим професорима" био је и Велер (Friedrich Wöhler), хемичар који је синтетисао прво органско једињење, уреу. Међутим, забринутост Јулије Всеволодовне није имала много основе: Универзитет у Гетингену јој је доделио докторат са оценом "magnum cum laude" (са високом похвалом)<sup>[4]</sup>.

Исте године, такође на Универзитету у Гетингену, из области математичких наука одбранила је докторат и Софија Васиљевна Ковалевскаја и постала прва жена која је поседовала докторат из математичких наука. Софија Васиљевна радила је касније као професор математике на Универзитету у Стокхолму. Дала је велики допринос математици на пољу математичке анализе, диференцијалних једначина и механике. Била је такође прва жена у свету која је уређивала један научни часопис.

На Слици 1. приказане су фотографије три чувене пријатељице, прве жене које су стекле формалне универзитетске квалификације (одбраниле докторске ди-

сертације) из области правних, хемијских и математичких наука.

## ИСТРАЖИВАЧКИ РАД ЈУЛИЈЕ ВСЕВОЛОДОВНЕ ЛЕРМОНТОВЕ

Јулија Всеволодовна у Хајделбергу је похађала наставу код Хермана Копфа (Hermann Franz Moritz Kopp), у Берлину код Кирхофа (Gustav Kirchhoff) и Хофмана, а у Гетингену код Бунзена (Robert Bunsen)<sup>[6]</sup>. За време студија размењивала је писма са најугледнијим хемичарем тадашње Русије Дмитријем Ивановичем Менделјејевим, који ју је саветовао и помагао да се укључи у актуелна истраживања својих професора. У Хофмановој лабораторији највише је радила на дериватима угља и катрана. Практично експериментални део своје докторске дисертације такође је урадила под руководством Хофмана у Берлину, припремајући већи број халогених деривата алифатичних угљоводоника краћих ланаца, а истовремено вршећи њихову карактеризацију (Zur Kenntnis der Methylenverbindungen, 1874). Хофман је саветовао Јулију Всеволодовну да брани докторску дисертацију у Гетингену (Zur Kenntnis der Methylenverbindungen, дан одбране: 24. октобар 1874), пошто за то није било формалних услова на Универзитету у Берлину<sup>[6]</sup>.

Интересантно је поменути да Јулија Всеволодовна свој први научни рад није објавила из области докторске дисертације, то јест из области метиленских једињења, већ из области ароматичних једињења, конкретно 4,4'-диаминохидразобензена, и то две године раније (1872) у односу на годину одбране дисертације<sup>[7]</sup>.

Након успешне одбране докторске дисертације вратила се у Русију. На путу за Москву задржала се у Санкт Петербургу, где је доживела пријатан дочек од стране руских хемичара. Дочек је прослављен у стану Дмитрија Ивановича Менделјејева, који је одржао говор у њену част. На предлог Менделјејева 1875. године изабрана је за члана Руског хемијског друштва<sup>[6]</sup>.

Јулија Всеволодовна годину дана је радила на Московском Универзитету са чувеним професором Владимиром Марковниковим (Владимир Василевич Марковников) на алифатичним угљоводонцима<sup>[2]</sup>. У овој лабораторији она је успела да изврши синтезу 1,3-

дибромпропана<sup>[8]</sup>. Полазећи од новосинтетисаног 1,3-дибромпропана преко одговарајућег дициано-једињења, као интермедијера, успешно је извршила и синтезу једне дикарбонске киселине (глутерне киселине,  $C_5H_6(COOH)_2$ , то јест пропан-1,3-дикарбоксилне киселине)<sup>[2]</sup>. На жалост разболела се од тифуса и морала годину дана да одсуствује од истраживачког рада. Пошто је оздравила, на позив Александра Бутлерова (Александр Михайлович Бутлеров) вратила се у Санкт Петербург<sup>[6]</sup>. Рад са професором Бутлеровим, великим борцем за високо образовање жена, према речима Јулије Всеволодовне, био је "прави ужитак"<sup>[2]</sup>. У Бутлеровој лабораторији у којој је развијена савремена теорија структуре органских једињења изучавала је структуру разгранатих олефина. Већи број њених истраживања је објављен под именом Бутлерова, док се име Јулије Всеволодовне појавило само у "Захвалници"<sup>[6]</sup>, изузетак су катализоване реакције између терцијерног бутил јодида и изобутилена (синтеза 2,4,4-триметил-2-пентена)<sup>[9]</sup>.

Из приватних разлога Јулија Всеволодовна се вратила у Москву. Прелазак из Санкт Петербурга у Москву повезује се и са именом њене пријатељице Софије Васиљевне Ковалевскаје, која је у то време запала у финансијске проблеме, а она је на овај начин могла да јој помогне. Управо у време када је Јулија Всеволодовна напуштала Санкт Петербург у Русији је обновљена могућност високог образовања за жене, те је она позвана да држи наставу из хемије студенткињама прве године. Међутим, она то није прихватила, већ је отишла у Москву да би наставила истраживачки рад у Марковниковој лабораторији<sup>[2]</sup>.

Марковников је био свестан значаја огромних резерви нафте у Кавказу и зато је предложио Јулији Всеволодовној да изучава реакције краковања угљоводоника у присуству метала (катализатора) у посудама под високим притиском. Пре њених истраживања експерименти краковања нафте су вршени у шаржним реакторима. Јулија Всеволодовна је развила континуални поступак краковања нафте, што је представљао огроман допринос развоју нафтне индустрије<sup>[2]</sup>.

У 1886. години Јулија Всеволодовна се повукла на породично имање у близини Москве. Ова година може се сматрати годином престанка њених научних истраживања на пољу хемије. Међутим, наставила је рад у области пољопривреде. Радила је на пословима повећања плодности земљишта на породичном имању, а развила је и одговарајуће поступке за производњу француских сирева на велико за потребе московског тржишта<sup>[6]</sup>. Неговала је контакте са својом пријатељицом Софијом Васиљевном, која је предавала математику на Високој школи у Стокхолму. Софија Васиљевна је рано умрла, 1891, у 41. години. Јулија Всеволодовна преузела је бригу о њеној кћерки Фуфи (надимак девојчице) која јој је била кумче.

Всеволодовна је била призната и уважена у круговима хемичара својих савременика, али није стекла светску славу као њена пријатељица Софија Васиљевна у области математике,<sup>[2]</sup>.

Јулији Всеволодовној посвећена је спомен плоча у улици Hospitalstraße 10 у Гетингену (Слика 2), а на веб-сај-

ту<sup>[10]</sup> може се слушати кратко предавање о њеном животу и раду на немачком језику.



Слика 2. Спомен плоча посвећена Јулији Всеволодовној Лермонтовој, у Гетингену.

## Abstract

### THE FIRST LADY DOCTOR OF CHEMISTRY - THREE GIRLFRIENDS

On the occasion of 140 anniversary of the defense of the doctoral thesis of Julia Vsevolodovna Lermontova (1846-1919)

Ernő E. KISS, Faculty of Technology, Novi Sad

This article is dedicated to the 140 anniversary of the first doctoral thesis in the field of chemistry, defended by a woman, by Julia Vsevolodovna Lermontova, at Göttingen in 1874.

She began her studies in Heidelberg, and then continued in Berlin. However, at that time these universities are not issued to women certificates about the completed studies. That was the reason that Julia Vsevolodovna has defended her doctoral thesis "Zur Kenntnis der Methylenverbindungen," in Göttingen with Professor Robert Bunsen. After her studies she returned to Russia, where she worked in the laboratory of Professor V. V. Markovnikov and later in the laboratory of Professor A. M. Butlerov. Julia Vsevolodovna in laboratory of Professor V.V. Markovnikov has studied synthesis of aliphatic hydrocarbons and petroleum cracking reactions, in the presence of metal catalysts. Julia Vsevolodovna has developed the first continuous cracking process of petroleum. In Butlerov's laboratory she studied structural organic chemistry, predominantly the structure of the branched olefins.

At the same time, when Julia Vsevolodovna studied chemistry, her friend Sofia Vasilyevna Kovalevskaya has studied mathematic. She defended her doctoral thesis in the same year as Julia Vsevolodovna, also at University in Göttingen. So, she becomes the first woman with a formal scientific qualification in the field of mathematical sciences. Their mutual friend Anna Mihajlovna Evreinova, cousin of Julia Vsevolodovna Lermontova, becomes the first women in the field of legal sciences. She defended her doctoral thesis one year earlier, in 1973, at the University of Leipzig.

## ЛИТЕРАТУРА

1. E. Roussanova, "Julia Lermontova - die erste promovierte Chemikerin", Nachrichten aus der Chemie, **51**, 12 (2003) 1296-1297.
2. M. Rayner-Canham, G. Rayner-Canham, Women in Chemistry, Their Changing Roles from Alchemical Times to the Mid-Twentieth Century, Chapter 4, The First Generation of Professional Women Chemists, pp.

- 43-66, Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA, USA, 2001.
- L.H. Edmondson, *The Feminist Movement in Russia, 1855-1900*; Stanford University Press, Stanford, CA, 1984.
  - The St. Petersburg Times, Issue #979 (47), Tuesday, June 22, 2004
  - <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Lermontova,+Iulii+Vsevolodovna>
  - M. R. S. Creese, "Early women chemists in Russia: Anna Volkova, Juliiia Lermontova, and Nadezhda Ziber-Shumova", *Bull. Hist. Chem.* **21** (1998) 19-24.
  - J. Lermontoff, "Über die Zusammensetzung des Diphenins", *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, **5** (1872) 230-236.
  - J. Lermontoff, "Über die Darstellung von Trimethylenbromid", *Justus Liebig Ann. Chem.*, **182** (1876) 358-362.
  - J. Lermontoff, "Sur l'action de l'iodure de butyle tertiaire sur l'isobutylène en présence d'oxydes métalliques", *St. Pétersb. Ac. Sci. Bull.*, **25** (1879) 203-209. (Ovaj rad je objavljen i u časopisu: *Justus Liebig Ann. Chem.*, **196** (1879) 116-122.)
  - <http://www.youtube.com/playlist?list=PL67FD3B5F0280AD6F>



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Александар ЂОРЂЕВИЋ, студент мастер академских студија на Хемијском факултету у Београду, [alek2102@gmail.com](mailto:alek2102@gmail.com)

### ХЕМИЈСКА ПИСМЕНОСТ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ И СРЕДЊИХ ШКОЛА

#### УВОД

У времену када нови научни и технолошки производи интензивно мењају услове живота, сматра се да је разумевање научних чињеница и међусобних односа науке, технологије и друштва потребно сваком појединцу. У претходним деценијама научно образовање свих грађана подразумевало је развој разумевања важних и основних појмова науке, метода којима се у науци долази до нових сазнања, могућности и ограничења науке (Laungksch, 2000; Kolstø, 2001). Под научном писменошћу подразумевала су се не само одређена научна знања, већ и способност да се она примене у свакодневном животу. Циљеви образовања у области природних наука повезивани с општијим циљем - развијање научне писмености.

Образовањем у области природних наука развија се позитиван однос према науци и спремност да се користи научна експертиза. Такође, развија се разумевање и критичко праћење саопштења о новим научним открићима у медијима, праћење и учествовање у дискусијама које обухватају научне теме повезане са свакодневним искуством, способност доношања одлука у вези с утицајем науке у друштву, на пример, о генетски измењеним организмима, нуклеарним електранама, глобалном загревању (Hazen & Trefil, 1991). Уз то, сматра се да природне науке доприносе и формирању естетских вредности развијањем осетљивости за лепоту живе и неживе природе (DeBoer, 2000).

Научна писменост се различито дефинише зависно од тога на кога се односи (младе у процесу образовања или грађане), али постоје и разлике зависно од тога ко дефинише овај појам. Научна писменост према истраживању PISA (the Programme for International Student Assessment) односи се на научна знања која особа поседује и која може да користи да би идентификовала

проблем, објаснила одређене феномене и стицала нова знања. Она обухваћа разумевање науке као форме људског сазнања и начина на који наука обликује материјални и друштвени свет у којем људи живе. Дефиниција научне писмености према PISA истраживању укључује четири конзистентна и међусобно повезана аспекта: **контекст** (животне ситуације које укључују науку и технологију), **знање** (разумевање природе на основу научног знања, као и знања о самој науци), **компетенције** (идентификовање научних питања, научно објашњавање феномена и коришћење научних доказа) и ставови (интересовање за науку, подржавање научног истраживања и мотивација да се делује одговорно према природним ресурсима и окружењу) (PISA, 2012).

Резултати испитивања научне писмености петнаестогодишњака у Србији у оквиру међународних истраживања PISA и TIMSS (the Trends in International Mathematics and Science Study), изведених током претходних дванаест година у Србији, указали су на низак ниво њихове научне писмености (Baucal i Pavlović – Babić, 2010; Pavlović – Babić i Baucal, 2013; Šišović, 2005; Trivić, 2010).

Специфичност образовања у области хемије огледа се у томе што се од младих очекује разумевање садржаја на четири нивоа: макроскопском, микроскопском, симболичком и разумевање процеса (Cabel, 1999). Као основни циљ наставних програма хемије у свету наводи се образовање хемијски писмених младих, што се поткрепљује чињеницом да физичко окружење сваког појединца у великој мери чине различити хемијски производи (Gilbert & Treagust, 2009). Истиче се важност разумевања објашњења које пружа хемија због практичне примене тог знања у свакодневном животу, и зато што је то основа за учешће у јавним дебатама (Shwartz *et al.*, 2006).

У овом раду пажња је усмерена на испитивање способности ученика да користе специфичан хемијски језик као део хемијске писмености. Разумевање значења хемијских симбола и формула може бити важно у свакодневном животу у ситуацијама када је састав производа на етикети исказан помоћу хемијских симбола и формула. Али, специфичан хемијски језик за младе је много значајнији од наведене ситуације јер се користи у комуникацији на часовима хемије, помоћу њега се преносе квалитативне и квантитативне информације о супстанцама и тако се формира шира хемијска писменост у односу на само познавање значења хемијских симбола и формула.

### УЗОРАК У ИСТРАЖИВАЊУ

Истраживање је изведено 2012. године, а обухваћено је дванаест основних школа, три гимназије и једна средња стручна школа, укупно 410 ученика и то:

- 243 ученика седмог разреда основних школа са подручја Београда;
- 142 ученика првог разреда из три гимназије, од којих су две у Београду, а једна у Аранђеловцу;
- 25 ученика првог разреда медицинске школе у Београду.

### ИНСТРУМЕНТ У ИСТРАЖИВАЊУ

У наставку рада наведени су задаци у тесту којим је испитана способност ученика различитог узраста да користе специфичан хемијски језик. Задацима је испитивано познавање значења ознака које користе хемичари, правила за писање хемијских симбола, у којој мери су ученици способни да препознају елемент на основу хемијског симбола или једињења на основу хемијске формуле, као и да наведу назив елемента на основу хемијског симбола или назив једињења на основу хемијске формуле. Тако је проверавано да ли ученици правилно користе индексе приликом писања хемијских формула, као и коефицијенте.

Испитивано је колико ученици познају чињенице из историје хемије: ко је саставио Периодни систем елемената и ко је предложио начин обележавања елемената који се и данас користи.

Неки од захтева у тесту односе се на садржаје који се не уче у седмом разреду основне школе (формуле оксида, киселина, база и соли у 7. задатку), али су постављени због ученика првог разреда средње школе. Остали задаци који се односе на градиво хемије познато свим групама испитаника требало је да пруже одговор каква се разлика у познавању и употреби хемијског језика јавља између почетника у учењу хемије и ученика који уче хемију трећу годину. Такође, намера је била да се испита разлика у тим постигнућима између гимназијалаца и ученика средње стручне школе у чијем образовању хемија представља један од значајних општеобразовних предмета.

### ТЕСТ

1. Заокружите слово испред тачног одговора. Ко је формирао Периодни систем елемената?  
а) Пруст б) Лавоазје в) Менделејев г) Бојл
2. Шта представљају ознаке у следећем запису  ${}^A_Z E$ ?  
а)  $Z$  - \_\_\_\_\_; б)  $A$  - \_\_\_\_\_
3. У сваком низу заокружите исправно написан симбол елемента:
  - Fe, FE, FE, fe,
  - CL, Cl, cL, CL
  - CD, cD, Cd, cd
  - Ca, CA, cA, ca
4. Заокружите слово испред тачног одговора. Ко је предложио начин обележавања елемената коришћењем првог слова латинског назива елемента или, ако називи више елемената почињу истим словом, додавањем још једног слова из назива?  
а) Лавоазје б) Берцелијус в) Менделејев г) Ломоносов
5. Представите одговарајућом симболиком:
  - а) пет атома цинка \_\_\_\_\_
  - б) три молекула брома \_\_\_\_\_
  - в) формулску јединку калијум-хлорида \_\_\_\_\_
  - г) шест молекула воде \_\_\_\_\_
6. Један молекул супстанце X садржи два атома фосфора и пет атома кисеоника. Напишите хемијску формулу супстанце X? \_\_\_\_\_
7. Попуните табелу подацима који недостају:

	Назив елемента	Симбол елемента
а)	Кисеоник	
б)		К
в)	Фосфор	
г)		Ca
д)	Флуор	
ђ)		N
е)		Cu

	Назив једињења	Хемијска формула
ж)		NaOH
з)	Гвожђе(III)-хлорид	
и)		MgCO <sub>3</sub>
ј)	Угљеник(II)-оксид	
к)		H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
л)	Литијум-оксид	
љ)		HNO <sub>3</sub>

8. Формирајте парове "хемијски појам – хемијска ознака" тако што ћете их спојити линијама.
  - а) молекул угљеник(IV)-оксида 1.  $2Mg^{2+}$
  - б) формулска јединка натријум-хлорида 2.  $O_2$
  - в) молекул кисеоника 3.  $CO_2$
  - г) два јона магнезијума 4. NaCl
  - 5.  $2Mg$
9. Напишите све симболе и називе елемената које можете да издвојите из речи SIMPOZIJUM.

### РЕЗУЛТАТИ

Проценти тачних одговора на сваком задатку у групи ученика седмог разреда основне школе, првог

разреда гимназије и првог разреда медицинске школе представљени су на слици 1.

Слика 1 показује да су неки захтеви подједнако успешно решавани без обзира на разлику од две године учења хемије између седмака и средњошколаца. То су питања које је формирао Периодни систем елемената (1. задатак), захтеви који се односе на симболе и називе елемената (7. задатак) и повезивање ознака са врстом честица (8. задатак).

Ученици су успешније препознавали ознаку за атомски број елемента него за масени број. Највећи проценат тачних одговора је у групи ученика првог разреда гимназије (94,4%), затим седмог разреда основне школе (88,5%), а најмањи у групи ученика средње медицинске школе (84%). У случају масеног броја највише тачних одговора постигли су ученици медицинске школе (84%), затим ученици првог разреда гимназије (66,2%) док су ученици седмог разреда дали најмање тачних одговора (59,7%). Приближно четвртина испитаних ученика седмог разреда и првог разреда гимназије наводила је да А представља релативну атомску масу. Код ученика средње медицинске школе није било таквог одговора.

У трећем задатку од ученика се тражило да у низу наведених ознака издвоје ону која би могла да буде симбол елемента. На графику на слици 1 представљен је укупни проценат тачних одговора за сва четири низа ознака. Најбоље резултате у овом задатку показали су ученици медицинске школе (96%), док су ученици првог разреда гимназије и седмог разреда основне школе имали слично постигнуће (94,4%, односно 94,2%).

Највећи проценат тачних одговора у вези с именом научника који је предложио начин обележавања елемената постигли су ученици седмог разреда (64,2%), затим ученици првог разреда гимназије (28,2%), док су најмање тачних одговора дали ученици медицинске школе (4%). Резултат се може приписати процесу заборављања, јер се Берцелијус углавном помиње у уџбеницима хемије за основну школу.

У петом задатку требало је показати разумевање појмова атом, молекула, формулска јединка, коефицијент, индекс, кроз превођење хемијских термина на

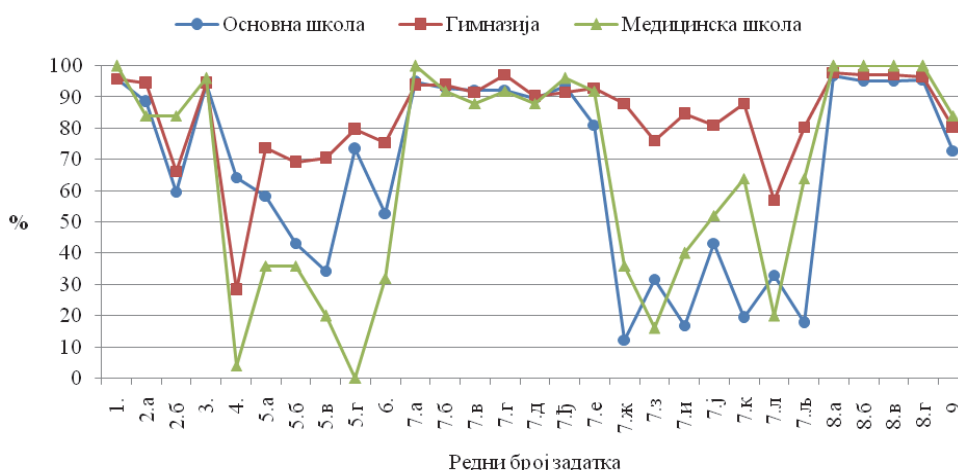
симболички ниво. На свим захтевима овог задатка постигнућа основаца су између постигнућа гимназијалаца и ученика медицинске школе (проценти тачних одговора код гимназијалаца су између 69% и 80%, основаца између 34% и 73%, а ученика медицинске школе између 0 и 36%). Најчешће грешке односе се на коришћење индекса и коефицијената, а проблем је најизраженији код ученика медицинске школе.

У шестом задатку од ученика се очекивало да вербални опис састава молекула преведу у симболички запис, тј. да напишу хемијску формулу. Слично као у претходном задатку најуспешнији су били ученици гимназије (75,4%), потом ученици седмог разреда основне школе (52,7%), а најмање тачних одговора су имали ученици средње медицинске школе (32%).

Описаним задацима сличан је и осми задатак у тесту. Разлика је у начину одговарања, тј. претходна два задатка су отвореног типа, док је осми задатак затвореног типа (спаривање). У све три групе ученика проценат тачних одговора је преко 95%, а у решавању тако постављеног задатка најуспешнији су били ученици медицинске школе.

Висок проценат ученика све три групе је тачно решио захтеве седмог задатка у којем је требало навести симболе елемената чији су називи наведени или написати назив елемента на основу симбола. Ученици основне школе имали су најмање тачних одговора за симбол бакра (81%), док су ученици првог разреда гимназије и средње медицинске школе често мешали симболе флуора и фосфора. Код све три групе ученика нижи је проценат тачних одговора за захтев да се на основу назива једињења напише формула, него да се на основу формуле напише назив једињења. Ниска постигнућа основаца очекивана су за ове захтеве (крећу се од 12% до 43%). Међутим, ниска су и постигнућа ученика медицинске школе (крећу се од 16% до 64%). Процент тачних одговора гимназијалаца су у интервалу од 57% до 88%.

У деветом задатку очекивало се препознавање која слова у написаној речи одговарају симболима елемената. С обзиром да је реч написана великим словима латинице, као одговори очекивани су симболи које чини



Слика 1. Процент тачних одговора на сваком задатку у свакој групи испитаника

једно слово. Најуспешнији су били ученици средње медицинске школе (84%), а онда ученици првог разреда гимназије (80%). Међутим, може се рећи да је и проценат тачних одговора почетника у учењу хемије висок (73% тачних одговора седмака). Међу неприхваћеним одговорима су били и они у којима су ученици комбиновали по два слова за симбол, занемарујући тако правило како се пишу симболи.

## ЗАКЉУЧАК

Познавање специфичног хемијског језика део је хемијске писмености. Ако би занемарили да је нешто више од две трећине гимназијалаца заборавило да је Берцелијус предложио начин обележавања елемената помоћу симбола које и данас користимо, несигурност у значењу ознаке за масени број, на осталим захтевима у вези с хемијским симболима и формулама проценат тачних одговора је око или већи од 70%. С обзиром на тежину тих захтева, можда би могли од гимназијалаца да очекујемо више. Седмаци, почетници у учењу хемије, према неким резултатима не заостају за средњошколцима. Ученици медицинске школе показали су резултате који највише захтевају преиспитивање наставне праксе.

Имајући у виду значај оспособљености ученика да користе хемијски језик за разумевање градива које им се помоћу њега посредује, можемо се запитати шта је минимум у овладаности хемијским језиком који би требало да буде постигнут код свих ученика, да би комуникација на часовима хемије била успешна.

### Abstract

#### CHEMICAL LITERACY OF PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS STUDENTS

Aleksandar Đorđević, Faculty of Chemistry, BU

In this paper the results of assessment of primary and secondary school students related to the knowledge about specific chemical language are presented.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Baucal, A., Pavlović – Babić, D. (2010), *Nauči me da mislim, nauči me da učim: PISA2009 u Srbiji: prvi rezultati*, Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu
2. DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582–601
3. Gabel, D. (1999), Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future, *Journal of Chemical Education*, 76, 548-554.
4. Gilbert, J.K. & Treagust, D.F. (2009), Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and relationship between them: Key models in chemical education. Multiple representations in chemical education (pp1-8), Springer Netherlands
5. Hazen, R. M., & Trefil, J. S. (1991), Achieving chemical literacy, *Journal of Chemical Education*, 68, 5, 392
6. Laungksch, C.R. (2000), Scientific Literacy: A Conceptual Overview, *Science Education*, 84, 1, 71-94
7. Kolstø, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85, 291–310
8. Pavlović – Babić, D., Baucal, A. (2013), *Podrži me, inspiriši me. PISA 2012 u Srbiji: prvi rezultati*, Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Centar za primenjenu psihologiju, Beograd
9. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy DOI:10.1787/9789264190511-5-en
10. Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofstein, A. (2006): Chemical Literacy: What Does This Mean to Scientists and School Teachers? *Journal of Chemical Education*, 83, 10, 1557-1561
11. Šišović, D. (2005), *Postignuća učenika iz hemije, Timss 2003 u Srbiji*, Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja, str. 215-245, Beograd
12. Trivić, D. (2010), TIMSS 2007 – rezultati nastave i učenja hemije u Srbiji, *Hemijski pregled*, 51, 6, 148-155



## БЕЛЕШКЕ



Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Хемијски факултет Универзитета у Београду, korolija@chem.bg.ac.rs

Игор МАТИЈАШЕВИЋ, Хемијски факултет Универзитета у Београду

Даница СТОЈИЉКОВИЋ, Институт за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду

Зорана ЂОРЂЕВИЋ, Институт за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду



Милена ТОШИЋ, Хемијски факултет Универзитета у Београду

## НАСЛЕЂЕ СРПСКЕ ХЕМИЈЕ У ГАЛЕРИЈИ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ САНУ

У септембру 2013. године навршило се 160 година од тренутка када је 1853. године кнез Александар Ка-

рађорђевић одобрио ново успројство београдској Лицеја, једине високошколске установе у ондашњој Ср-

дији. Документом „Успројеније Књажеско-Србској Лицеја“ предвиђено је увођење нових предмета „Химија“ и „Технологија“ у наставакни план Лицеја. За пошреду ових предмета Успројенијем су предвиђени „Химическа Лабораторија“ и „Технологически кабинети“. На месту професора за ове предмете изабран је 26-годишњи Михаило Раишковић (1827–1872). Не занемарујући значај дела Павла Илића (1807–1871), државног апотекара и касније државног хемичара, чијим радом је заправо започела хемијска струга код нас, са оснивањем лицејске хемијске лабораторије дошао је нови период развоја хемијске струге и наставаке хемије у Србији. Захваљујући прејалашњиву Михаила Раишковића у обезбеђивању добрих услова за лабораторијски рад, пошлављен је темељ и за почетак хемијске науке код нас. То ће се догодити почетком 70-их година 19. века, пре свега у делу Симе Лозанића (1847–1935). Са намером да се обележи 160. годишњица отварања хемијске лабораторије на Лицеју, приређена је изложба Лабораторија великана – наслеђе српске хемије у Галерији науке и технике Српске академије наука и уметности. Овај рад предсавља крајњак извештај о изложби.

## КАКО ЈЕ ЗАПОЧЕЛА ПРИПРЕМА ИЗЛОЖБЕ?

Збирка великана српске хемије садржи предмете (инструменте, прибор, посуђе и хемикалије) и документа који сведоче о развоју хемије код нас. Збирка је основана 2002. године и налази се на Хемијском факултету у Београду. Предмети и документа потичу из времена увођења хемије на Лицеј па до средине друге половине 20. века. Збирка је основана захваљујући истраживањима проф. др Снежане Бојовић.

Током последњих шест година расте заинтересованост за Збирку, пре свега од стране ученичке популације, а захваљујући ангажовању првог аутора овог рада Јасминке Королије и неколицине студената Хемиског факултета. Посебно треба истакнути да је у последње три године посета Збирци повећана захваљујући акцији „Отворене лабораторије“ коју су покренули студенти Хемиског факултета Јелена Драгојловић, Александар Ђорђевић, Ивана Антонијевић и Александар Карајић. Велика посећеност Збирци бележи се и током манифестације „Ноћ музеја“ у коју је Збирка укључена од 2008. године. На основу ових позитивних искустава јавила се идеја да се део Збирке изложи у већем простору и да се на тај начин широј ученичкој популацији, пре свега оној из других крајева Србије, омогући да се упознају са историјом развоја српске хемије. Управо је ову идеју Јасминка Королија у новембру 2012. године изложила својим колегама и сарадницима на пројекту *Теорија и пракса науке у друштву: мултидисциплинарне, образовне и међугенерациске иерсијектисиве* Игору Матијашевићу, Даници Стојиљковић и Зорани Ђорђевић. Предложени концепт Изложбе одобрила је Српска академија наука и уметности која је и одредила да се Изложба одржи у Галерији науке и технике САНУ од 5. новембра до 3. децембра 2013. године. Имајући јасно дефинисан циљ, аутори (Королија, Матијашевић, Стојиљковић и Ђорђевић) започели су рад на Изложби који се одвијао у три

фазе. Припремна фаза обухватала је следеће активности: избор и документовање одабраних експоната из Збирке, концептирање поставке Изложбе, израда каталога и пратећег графичког материјала. Упоредо са припремом Изложбе текао је и рад на њеној организацији, што је подразумевало следеће: обезбеђивање новчаних средстава, обавештавање школа у Србији, организација распореда посета, избор и организација предавања током Изложбе као и обезбеђивање посета околним музејима (Етнографском, Педагошком, Музеју Вука и Доситеја и Музеју науке и технике). Фаза реализације подразумевала је стручно вођење при разгледању Изложбе и медијску популаризацију овог догађаја.



Слика 1: Изложбена поставка: хемијски инструменти и прибор

## ИЗБОР И ДОКУМЕНТОВАЊЕ ОДАБРАНИХ ЕКСПОНАТА

При одабиру експоната акценат је стављен на предмете и документа који превасходно сведоче о лабораторијском раду. Из тог разлога одабрани су инструменти, прибор, посуђе, хемикалије и само они документи који се директно могу повезати са лабораторијским радом (каталог лабораторијске опреме, свеске инвентара лабораторијске опреме, практикуми). За излагање одабрани су следећи експонати: Бунзен-Кирхофов спектроскоп, телескоп (тзв. микроскоп за кристале), полариметар, два микроскопа, колориметар према Дибоску, калориметар, аналитичка вага, пехаметар, Малигандов ебулиоскоп, Абел-Пенски апарат за одређивање тачке паљења, живини термометри, гасометар, Хемпелова двострука апсорпциона пипета, пећ за сагоревање, Вил-Варентрапов суд, два водена купатила, ручна центрифуга, левак за цеђење по Плантамуру, ротациона преса за плутане запушаче, делови апаратуре за дестилацију, две алкохолне лампе (Бартелова и шпиритусна), шест примерака пламеника, разноврсно стаклено посуђе (боца са запушачем и сигурносном капом, два суда са стопом, две Вулфове боце, стаклено звоно, суд за добијање гасова, три градуисана цилиндра са стопом, четири реторте и левак за пуњење реторти), разноврсно керамичко посуђе (суд за живу тј. живина пнеуматска када, суд за испаравање, суд за киселину као део ексикатора, аван са тучком, порцулански лончић), документа и књиге (каталог лаборато-

ријске опреме произвођача Бард и Татлок из 1914. године, три свеске инвентара опреме хемијске лабораторије Лицеја и Велике школе у раздобљу од 1857. до 1895, свеска рачуна кушљене опреме хемијске лабораторије Лицеја и Велике школе у раздобљу од 1854. до 1870, свеска пописа књига Хемијског института из 1910. године, четири практикума из квалитативне хемијске анализе у раздобљу од 1876. до 1940. године), хемикалије (око 150 бочица са хемикалијама, при чему треба посебно скренути пажњу на суд са авалитом уз који је била изложена свеска часописа *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* из 1895. године у којем је публикован Лозановићев рад о утврђивању квантитативног састава овог минерала).

С обзиром на то да за многе изложене експонате није био познат назив, намена и период из кога потичу, припремни послови изложбе укључивали су и проналажење тих информација. Најпотпуније информације пружила је интернет страница [www.archive.org](http://www.archive.org) са које је преузето неколико десетина књига, пре свега каталога лабораторијске опреме и старих издања уџбеника из разних области хемије.

## КОНЦИПИРАЊЕ ПОСТАВКЕ ИЗЛОЖБЕ

Конципирање изложбене поставке непосредно је произашло из мултидисциплинарне сарадње за унапред постављене циљеве Изложбе и упоредног рада на осмишљавању начина презентације, одабиру и документовању експоната. Изложба је осмишљена у складу са просторним капацитетом и могућностима Галерије науке и технике САНУ. Неопходно је било да се обезбеди прегледни приказ наслеђа српске хемије и да се што аутентичније репрезентују лабораторијски услови у којима се изучавала хемија у периоду од средине 19. века до средине 20. века. Организоване посете основних и средњих школа, као и стручна предавања која су пратила Изложбу, захтевали су да се простор уреди тако да омогући једновремене обиласке већег броја посетилаца. С обзиром на то да је Изложба имала васпитно-образовни карактер, путем неформалног и интерактивног учења, било је обезбеђено стручно вођење од стране студената. У просторном смислу то је захтевало јасно дефинисан ток кретања посетилаца. Ради прегледности поставке одлучено је да се изложба конципира у односу на скупове експоната, а не путем њиховог хронолошког прегледа. Хемијско научно наслеђе подељено је у четири групе: инструменти, прибор и посуђе, документа и хемикалије. Просторну концепцију Изложбе одредио је сам простор Галерије који је подељен у две целине. У првом делу Галерије презентовани су хемијски инструменти, при чему је акценат био на самим експонатима, док је архитектура била у другом плану (слика 1). Инструменти су били груписани у три целине, према намени и начину употребе. У другом делу галеријског простора репрезентован је амбијент хемијске лабораторије са краја 19. века, у коме су аутентични лабораторијски сто и витрине послужили за излагање лабораторијског посуђа и докумената (слике 2 и 3). За излагање бочица са хемикалијама употребљене су стаклене витрине, за које су наменски

пројектовани постаменти да би се омогућила прегледност експоната и приступ са свих страна.



Слика 2: Изложбена поставка: документа, хемикалије, прибор и посуђе

## ИЗРАДА КАТАЛОГА И ПРАТЕЋЕГ ГРАФИЧКОГ МАТЕРИЈАЛА

Изложба је документована превасходно каталогом, који је израђен на 50 страница у боји. Сврха каталога била је приказивање четири групе експоната са Изложбе: инструменти, прибор и посуђе, документа и хемикалије – укупно 35 експоната представљених фотографијом и кратким описом (из ког су периода, ко је произвођач, чему су служили, како су се користили, и слично). Текстове са подацима о експонатима припремили су Игор Матијашевић и Јасминка Королија. Поред уводног текста аутора Изложбе и кратког прегледа развоја хемије у Србији, у каталогу су представљене још три теме: Како је настала лицејска хемијска лабораторија у Србији (Снежана Бојовић), Наук баштине (Милан Попадић) и Пројектовање првих хемијских лабораторија (Даница Стојиљковић и Зорана Ђорђевић). Рецензију радова за каталог урадио је проф. емеритус Слободан Милосављевић. Ради остваривања комуникације са широм научном заједницом, каталог Изложбе израђен је двојезично – на српском и на енглеском језику. Поред каталога, пратећи графички материјал Изложбе обухватао је и најавне плакате, осам постера са описом експоната и шест постера са биографијама великана српске хемије – Михаила Рашковића, Симе Лозанића, Марка Лека, Милорада Јовичића, Миливоја Лозанића и Вукића Мићовића. Како би разгледање поставке било поједностављено, а описи на постерима и у пратећем каталогу лако уочљиви, сви експонати су били нумерисани и фото-документовани. Циљ сведеног графичког израза целокупне Изложбе био је да у први план изнесе вредност и лепоту српске научне баштине. Поред каталога и постера, израђен је и промотивни материјал у складу са визуелним идентитетом Изложбе – обележивач за књиге и пластифицирани перидни



систем елемената, даровани су сваком ђаку и наставнику који су посетили Изложбу.

## НАУЧНА РЕЦЕНЗИЈА ИЗЛОЖБЕ

Рецензент Изложбе био је истакнути српски херитолог и музеолог др Драган Булатовић, доцент Филозофског факултета у Београду. У својој рецензији навео је: "Сматрамо да је ова драгоцене баштина искорачила из ограниченог круга непосредних учесника у хемијским експертским процесима и приближена знатније публике. Не само оне која је у процесу раног научног описмењавања, већ и такозване широке публике. Овај уступак, условно речено, није само манифестација добре воље експертског, свакако елитног слоја друштва према другима, већ, чини се веома значајан искорак ка формулисању научне баштине као културне чињенице. Ово је, пак, важно због тога што осим историјског и научног легитимитета хемије у Србији као културног наслеђа, његово савремено коришћење обезбеђује његов будући живот као баштина свих оних који ће тек на овој изложби добити тај драгоцене осећај да припадају једној научно-културној заједници...Сходно изнетом, изражавамо задовољство идејом, реализацијом и квалитетом овог пројекта."

## НОВЧАНА СРЕДСТВА

Изложба је коштала око 500 000 динара. Највећи део новца донирали су Хемофарм а.д. и Ветеринарски завод Суботица (обезбеђено уз посредовање Александра Поповића, редовног професора Хемијског факултета). Новчани допринос дали су: Superlab, Manu Agrovet, Analysis (обезбеђено уз посредовање Десанке Бабић, стручног сарадника Хемијског факултета), потом Мол (обезбеђено уз посредовање Илије Брческог, ванредног професора Хемијског факултета) и Завод за уџбенике Београд (обезбеђено уз посредовање Јасминке Королије). Хемијски факултет је помогао тако што је финансирао израду мобилијара за витрине са хемикалијама, те штампање анкета и захвалница. На овом месту неопходно је поменути и драгоцену помоћ коју је пружио Хемијски факултет – ангажовање особља из техничке службе Факултета који су помогли око техничке реализације Изложбе.

Приближно две трећине новца потрошено је на каталог и штампани материјал, који је дељен ученицима. Преостала сума новца потрошена је на трошкове као што су: обавештавање школа, превоз експоната и трошкови у вези са свечаним отварањем и реализацијом Изложбе. На крају неопходно је рећи да је највећи број сарадника на Изложби, пре свега студената, радило волонтерски.

## ОРГАНИЗАЦИЈА ПРЕДАВАЊА

У Галерији науке и технике последњих се година организују меморијална предавања у част имена и дела академика Александра Деспина, оснивача Музеја науке и технике. Изложба *Лабораџија великана – наслеђе српске хемије* била је домаћин Деветог меморијалног циклуса тих предавања. Одржано је десет једночасовних предавања, чији је главни циљ било популарисање хемијске науке међу младима. Предавачи су били про-

фесори и доценти Хемијског факултета у Београду, и то: Снежана Бојовић, Снежана Николић-Мандић, Светозар Никетић (два пута), Веле Тешевић, Милан Николић, Мирослав Врвић, Тамара Годоровић, Владимир Бешкоски и Љуба Мандић. Предавања су била добро посећена, а нарочито предавања доцента Бешкоског и професорке Мандић.



Слика 3: Поглед у галеријски простор из улице Ђуре Јакшића

## ПОСЕТА ОКОЛНИМ МУЗЕЈИМА

С обзиром на то да је планирано да Изложбу посеће ученици из целе Србије, школама је дата могућност да се пријаве и за бесплатне обиласке још четири музеја у Београду – Етнографског, Педагошког, Музеја Вука и Доситеја и Музеја науке и технике. У сарадњи с овим музејима распоред посета направили су студенти-координатори. У наведеним музејима ученици су са кустосима обишли њихове сталне поставке. Број ученика који су обишли укључене музеје јесте следећи: Етнографски (613), Педагошки музеј (650), Музеј Вука и Доситеја (250) и Музеј науке и технике (1000 посетилаца).

## УЛОГА СТУДЕНАТА У РЕАЛИЗАЦИЈИ ИЗЛОЖБЕ

Непосредно или посредно у реализацију Изложбе било је укључено више од 80 људи, међу којима је било 38 студената Хемијског факултета. Без њих изложба не би могла да испуни своју основну мисију – да посетиоци буду ученици из целе Србије. Студенти који су радили на Изложби били су подељени у две групе. Прва група студената (координатори): Александар Ђорђевић, Јелена Драгојловић, Урош Шаронић, Јелена Димитријевић, Ивана Антонијевић, Весна Милановић, Милош Козић и Вук Вуковић имали су задатак да обавесте школе о предстојећој изложби, да одреде термине посета Галерији науке и технике и осталим музејима (Етнографском, Педагошком, Музеју Вука и Доситеја, Музеју науке и технике), као и да организују рад друге гру-

пе студената (студената основних и мастер студија Хемијског факултета). Они су се током трајања Изложбе, заједно са наведеним колегицима и колегама, нашли у улози кустоса (слика 4). С обзиром на то да у каталогу Изложбе другој групи студената није одата захвалност (није био познат комплетан списак студената у тренутку штампања каталога) аутори Изложбе користе прилику да се у овом раду најлепше захвале за несебичну помоћ и залагању колегицима и колегама: Ани Букач, Тијани Мрдаковић, Миљани Савић, Маји Томановић, Томиславу Балаћу, Тијани Ганић, Зорани Живковић, Катарини Радуловић, Александри Аврамовић, Славни Тешановић, Маји Јокић, Кристијану Миленковићу, Александри Шотић, Оливери Марковић, Слађани Савић, Гордани Стевановић, Ивани Вујковић Буквин, Јовани Арашков, Марији Балиновац, Сањи Марковић, Драгани Павловић, Марији Марковић, Теодори Крсмановић, Јовани Антоновић, Страхини Адамовићу, Бојани Даниловић, Милени Белоица, Миљану Ђоровићу, Јовани Јовановић и Јадранки Вучићевић.



Слика 4: Аутори и студенти–координатори

## МЕДИЈСКА ПОКРИВЕНОСТ

Изложба је била добро медијски пропраћена. Најва Изложбе објављена је на интернет страници Галерије науке и технике САНУ. О отварању Изложбе известила је новинска агенција Танјуг, а пренели су је Просветни преглед, Политика, Блиц, Национална географија, Б 92, 24 сата и други. Аутори Изложбе су гостовали у следећим радио емисијама: Соларис (РБ 2), Корак ка науци (РБ 1), Јутарњи програм (Студио Б), Међународни радио Србија и други. Исцрпне репортаже биле су представљене и у следећим емисијама: Трезор (РТС 2), Контекст 21 (РТС 2), Жикина шареница (РТС 1) и Јутарњи програм (Пинк).

## ПОСЕЂЕНОСТ ИЗЛОЖБЕ И МИШЉЕЊА ПОСЕТИЛАЦА

Свеукупно гледано, Изложбу је посетило око 6400 посетилаца и то: 4530 ученика, 241 наставник (из 115 основних и средњих школа), 770 осталих посетилаца, 200 посетилаца који су били на отварању Изложбе, као и 650 посетилаца који су присуствовали Деветом меморијалном циклусу предавања посвећеном академику Александру Деспићу.

За потребе Изложбе састављена је кратка анкета којом се желело сазнати мишљење посетилаца о Изложби. Анкета је имала два дела – у првом делу посетиоци су наводили податке о себи, док су у другом износили своје мишљење о њој. Целокупна анкета приказана је у прилогу 1.

Имајући у виду да се са анкетом почело десет дана након отварања Изложбе, укупно је анкетирано 1699 посетилаца. Највећи број анкетираних били су ученици који су чинили 96,4 % узорка (1637), док су наставници хемије чинили 2,6 % (45). Међу анкетиранима нашло се и девет наставника других предмета и седам „осталих“ (свеукупно 0,9 %), услед чега се даљи резултати (табеле 1–6) односе само на ученике и наставнике хемије.

Из прве табеле види се да је подједнака заступљеност ученика из основних односно из средњих стручних школа уз нешто мању заступљеност ученика из гимназије. С друге стране, из табеле 2. се види, упоређујући заступљеност ученика од 7. разреда основне школе до 3. разреда средње школе, да је учешће ученика 4. разреда било је значајно мање.

Табела 1. Проценти ученика и наставника хемије према врсти школа

Врста школе	Ученици (%)	Наставници (%) <sup>1</sup>
Основна	35,5	31,1
Средња стручна	34,8	48,9
ГиГимназија	29,7	17,8

<sup>1</sup> Један наставник није означио врсту школе

Табела 2. Процент ученика према разреду који похађају

Разред	% <sup>1</sup>
VII	18,8
VIII	16,7
I	20,1
II	25,0
III	15,5
IV	3,7

<sup>1</sup> Три ученика нису попунила ставку на анкетном листу.

Мишљење ученика о квалитету Изложбе испитано је на основу следећих ставки: време трајања посете (табела 3), рад „студената–кустоса“ (табела 4), занимљивост, узбудљивост и корисност посете Изложби (табела 5) и испуњеност очекивања (табела 6). У табелама приказани су резултати за ученике и наставнике хемије. На основу табеле 3 може се закључити да је посета временски трајала оптимално. Ученици и наставници оценили су рад „студената–кустоса“ високим оценама што указује на њихово велико залагање. Изложба је окарактерисана као занимљива и корисна (просечне оцене око 6 на скали од 1 до 7), а нешто мање узбудљива (просечна оцена око 5 на скали од 1 до 7). Разлог за мању просечну оцену за узбудљивост, у односу на занимљивост и корисност Изложбе, може бити у томе што на Изложби нису извођени огледи, што су многи наставници и ученици очекивали. Оправдање

Драги посетиоци молимо вас да попуните анкету да бисмо сазнали ваше мишљење о посети изложби *Лабораторија великана–наслеђе српске хемије*.

Датум \_\_\_\_\_ Време посете \_\_\_\_\_

Посетилац (означите **једно** поље):

- Ученик  Професор хемије  Професор другог предмета (навести: \_\_\_\_\_)  
 Директор  Педагог  Психолог  Остали (навести: \_\_\_\_\_)

Врста школе (означите **једно** поље)

- Основна школа  Средња стручна школа  Гимназија

Разред (означите **једно** поље; попуњавају **само** ученици):

- VII  VIII  I  II  III  IV

Посета Изложби је временски трајала (означите **једно** поље):

- прекатко  кратко  довољно  дуго  предуго

На скали 1–5 изаберите оцену за рад студената водича кроз Изложбу.

(На скали од 1–5, 1 је најслабија оцена, 5 је најбоља оцена).

1 2 3 4 5

Упишите X у поље које најбоље карактерише Ваше мишљење о Изложби.

(На скали од 1–7, 1 представља најмање пожељне карактеристике, а 7 најпожељније.)

Карактеристика	1	2	3	4	5	6	7	Карактеристика
Незанимљиво								Занимљиво
Неузбудљиво								Узбудљиво
Некорисно								Корисно

Упишите називе три експоната који су на Вас оставили највећи утисак.

Да ли је посета Изложби испунила Ваша очекивања (означите **једно** поље)?

- Да, јесте  Углавном јесте  Углавном није  Не, није

**Прилог 1.** Анкета која је направљена за испитивања мишљења посетилаца о изложби

за неизвођење огледа налази се не само у просторним и техничким аспектима, него и у дидактичким, иако је то наизглед контрадикторно. Већина посетилаца је оценила да је Изложба испунила, или углавном испунила, њихова очекивања. Све наведено аутори узимају као потврду да је Изложба била успешна и да је остварила постављене циљеве.

Према резултатима анкете експонати на Изложби који су оставили најјачи утисак јесу: микроскопи (наведени 435 пута), потом следе супстанце (358), затим ручна центрифуга (348), на четвртом месту је калориметар (310), док су на петом месту водена купатила (234). Ученицима су микроскопи познати углавном са часова биологије али су овога пута били у прилици да виде старе моделе, из 19. и с почетка 20. века, које су користили хемичари. Ручна центрифуга је ученицима била занимљива јер су могли сами да је испробају, док су их супстанце привукле својим кристалима, бојама и обликом флашица у које су паковане. Пажњу посетилаца су привукли и минерал авалит (172) и примерак часописа у коме су публиковани резултати анализе овога минерала, а који су у поставци добили посебно место јер сведоче о значајним достигнућима у српској хемији тога доба.

**Табела 3. Мишљења ученика и наставника хемије о посети Изложби са аспекта временског периода трајања посете изражено у виду процената ученика и наставника који су одабрали један од пет понуђених одговора**

Посетиоци	Прекатко	Кратко	Довољно	Дуго	Предуго
Ученици <sup>1</sup>	0,2	3,5	85,6	5,3	4,6
Наставници <sup>2</sup>	0,0	4,4	93,3	0,0	0,0

<sup>1</sup>Дванаест ученика није попунило ставку на анкетном листу.

<sup>2</sup>Један наставник није попунио ставку на анкетном листу.

**Табела 4. Мишљења ученика и наставника хемије о раду „студената–кустоса“ изражено у виду процената ученика и наставника који су одабрали једну од пет понуђених оцена (1 – најслабија оцена, 5 – најбоља оцена)**

Посетиоци	1	2	3	4	5
Ученици <sup>1</sup>	1,0	0,8	3,1	20,3	73,5
Наставници <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	2,2	93,3

<sup>1</sup>Двадесетдва ученика нису попунило ставку на анкетном листу.

<sup>2</sup>Два наставника нису попунило ставку на анкетном листу.

**Табела 5. Мишљење ученика и наставника о степену занимљивости, узбудљивости и корисности Изложбе, изражено просечном оценом на скали од 1 до 7 (1 – најнепожељније, 7 – најпожељније)**

Карактеристика	Школа	Ученици	Просек	Наставници – просек
Незанимљиво–занимљиво <sup>1</sup>	Основна	6,1	5,9	6,5
	Средња	5,9		
	Гимназија	5,7		
Неузбудљиво–узбудљиво <sup>2</sup>	Основна	5,3	5,1	5,9
	Средња	5,3		
	Гимназија	4,8		
Некорисно–корисно <sup>3</sup>	Основна	6,3	6,1	6,7
	Средња	6,2		
	Гимназија	5,8		

<sup>1</sup>Сто два (6,2%) ученика и један наставник нису попунили ставку на анкетном листу.

<sup>2</sup>Сто шездесет четири (10,0%) ученика и и пет наставника нису попунили ставку на анкетном листу.

<sup>3</sup>Сто тридесет четири (8,2%) ученика и четири наставника нису попунили ставку на анкетном листу.

**Табела 6. Мишење ученика и наставника о томе да ли је Изложба испунила њихова очекивања изражено у виду процената ученика и наставника који су одабрали један од четири понуђена одговора**

Посетиоци	Јесте	Углавном јесте	Углавном није	Није
Ученици <sup>1</sup>	54,4	40,0	3,1	1,3
Наставници <sup>2</sup>	64,4	28,9	0,0	0,0

<sup>1</sup>Деветнаест ученика није попунило ставку на анкетном листу.

<sup>2</sup>Три наставника нису попунила ставку на анкетном листу.

## ЗАКЉУЧАК

Изложба *Лабораторија великана–наслеђе српске хемије* у Галерији науке и технике САНУ представљала је први излазак Збирке великана српске хемије у нови простор који је великом броју ученика из целе Србије

омогућио приступ експонатима из ове збирке. Избором експоната дата је слика о развоју хемије у Србији од друге половине 19. века до средине 20. века. Изложба је наишла на добар пријем код ученика, професора хемије и осталих посетилаца. Велики рад који су уложили студенти Хемијског Факултета у Београду у организацију и вођење ученичких посета Изложби и добро одабрана предавања учинили су да се хемији приђе из новог угла и да се ученици упознају са важним делом научне баштине своје земље. Месец дана трајања изложбе, о баштини српских хемичара, која је имала 6400 посетилаца, било је недовољно да се омогући посета свим заинтересованим. Аутори Изложбе сматрају да са оваквим видом упознавања јасности с хемијом треба наставити. У Збирци постоји велики број артефаката од којих се могу правити тематске изложбе ради развијања свести о хемији и важности историје науке у Србији.

**ЗАХВАЛНИЦА:** Рад је резултат активности на пројекту Теорија и пракса науке у друштву: мултидисциплинарне, образовне и међугенерациске перспективе (ОИ 179048) који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја. Захваљујемо се на пруженој помоћи приликом потавања изложбе колегама из Центра за музеологију и херитологију Одељења Историје уметности Филозофског факултета у Београду.



## ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА

Свечана скупштина Српског хемијског друштва одржана је 4. децембра 2013. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду.

Председник Друштва Живослав Тешић отворио је Скупштину, поздравио присутне чланове, овогодишње лауреате и госте Друштва. У даљем обраћању, председник Тешић, је подсетио на најзначајније активности Друштва у овој години и најавио активности у следећој години.

ске групе са биомолекулима. Примена и значај у меди-

У складу са традицијом, у наставку рада Скупштине, прошлогодишњи добитници Медаље за трајан и изванредан допринос науци и Медаље за прегалаштво и успех у науци одржали су предавања, која ће бити објављена и у неком од наредних бројева «Хемијског прегледа».

Добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2012. годину, Живадин Бугарчић одржао је предавање: *”Инијерација комплекса метала платинцини”*.

Добитник Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2012. годину, Нико Радуловић одржао је предавање: "Од етарских уља до медицинске хемије: развојни пут једног хемичара".

Секретар Друштва, Р.Баошић, је у име Комисије за јавна признања, известила о овогодишњим наградама и признањима Друштва.

**Студентска признања – Специјално признање и Годишња награда** – намењена су најбољим дипломираним студентима хемије и хемијске технологије на Универзитетима у Србији, који су, према Правилнику о наградама СХД, дипломирали у времену од 1. јула претходне године до 30. јуна текуће године са просечном оценом изнад 9. Награђени студенти добијају двогодишње бесплатно чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*.

За 2013. годину **носиоци Специјалног признања** су:

**Милица Китановић**, Природно-математички факултет, Ниш – 9,52  
**Милица Николић**, Природно-математички факултет, Ниш – 9,69  
**Милица Бранковић**, Природно-математички факултет, Ниш – 9,73  
**Марија Перушко**, Хемијски факултет, Београд – 9,03  
**Душица Рађеновић**, Хемијски факултет, Београд – 9,06  
**Бојан Јевтић**, Хемијски факултет, Београд – 9,19  
**Милош Пешић**, Хемијски факултет, Београд – 9,29  
**Ана Милошевић**, Хемијски факултет, Београд – 9,35  
**Александра Косовић**, Хемијски факултет, Београд – 9,39  
**Александра Мандић**, Хемијски факултет, Београд – 9,52  
**Весна Милановић**, Хемијски факултет, Београд – 9,62  
**Марко Поповић**, Хемијски факултет, Београд – 9,68  
**Никола Глигоријевић**, Хемијски факултет, Београд – 9,71  
**Милена Јовановић**, Хемијски факултет, Београд – 9,78  
**Арпад Кираљ**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,00  
**Бранислав Белошев**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
**Бојан Борић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
**Јелена Маргинов**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
**Милош Димитријевић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,11  
**Небојша Драгојевић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,24  
**Ана Видаковић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,29  
**Душица Матић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,31  
**Тамара Марјановић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,40  
**Драгана Жижовић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,46  
**Моника Фачара**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,49  
**Бранимир Павлић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,51  
**Ивана Штака**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,60  
**Саша Лукић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,63  
**Милица Нерловић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,71  
**Немања Теслић**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,74

**Људмила Мало**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,06

**Маја Лончарски**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,21

**Татјана Бороја**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,21

**Ивана Рајковић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,22

**Татјана Борјан**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,24

**Сања Остојић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,26

**Драгана Копривица**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,27

**Јелена Братић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,31

**Мајда Моц**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,32

**Светлана Ђујић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,32

**Наталија Адамовић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,48

**Ненад Сукновић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,55

**Кристина Елесин**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,56

**Нина Кнежевић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,67

**Наташа Рајић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,68

**Гордана Илић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,72

**Марина Давид**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,76

**Наташа Слијепчевић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,77

**Ана Гаџурић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,85

**Снежана Паповић**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,86

**Иван Мема**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,00

**Весна Цветковић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,06

**Александар Стојановић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,22

**Маја Марковић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,29

**Ива Милисављевић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,50

**Ана Милисављевић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,85

**Милица Пантић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,88

**Нада Савић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,26

**Ана Јанићијевић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,34

**Невена Ивановић**, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,58

**Милица Винић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,03

**Анђела Петковић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,41

**Тања Савић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,57

**Драган Цонић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,89

**Добитници Годишње награде СХД за 2013. годину**, признања које носи и новчану награду, су осморо најбољих студената. На Факултету за физичку хемију у Београду је дипломирао двоје студената са просечном оценом 10,00, док је на Хемијском факултету у Београду дипломирао двоје студената са просечном оценом 9,97 колика је била и просечна оцена дипломираног студента са Технолошког факултета у Новом Саду. Управни одбор је прихватио предлог Комисије да, уместо пет, како пише у Правилнику, осам студената буде награђено Годишњом наградом СХД, и то:

**Милан Нешић**, Природно-математички факултет, Ниш – 10,00

**Милош Баљозовић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 10,00

**Бранислав Станковић**, Факултет за физичку хемију, Београд – 10,00

**Владимир Пауновић**, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 10,00

**Ивана Кузминац**, Природно-математички факултет, Нови Сад – 10,00

**Милош Каћански**, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,97

**Симеон Млинић**, Хемијски факултет, Београд – 9,97

**Лука Новковић**, Хемијски факултет, Београд – 9,97

Финансијски део награда за ову годину за петоро студената обезбедили су Природно-математички факултет Универзитета у Крагујевцу и Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, на чему СХД захваљује, а за троје студената награду је обезбедило Српско хемијско друштво.

Друга група признања везана је за избор **почасних и заслужних чланова СХД** које се стиче преданом активношћу у Друштву и у доприносима у области хемије. Ове године за **почасне чланове** изабрани су: **Ерне**

**Киш и Драган Марковић**, док је за **почасног члана из иностранства** изабран **Јиржи Барек**.

За **заслужне чланове** изабрани су: **Бојан Радак и Душан Унковић**

У 2013. години СХД је доделило **Захвалнице** домаћинима Републичког такмичења из хемије и то:

Основној школи **«Светозар Марковић» из Краљева**, као знак признања за подршку организацији Републичког такмичења из хемије за ученике основних школа и **Гимназији „Исидора Секулић“ из Новог Сада**, као знак признања за подршку организацији Републичког такмичења из хемије за ученике средњих школа.

У 2013. години СХД је доделило **Похвалнице** за постигнут успех на Међународној хемијској олимпијади. **Исидори Бањац, Марку Нешићу, Давиду Копривици и Драгану Миладинову**.

Овогодишња стручна и научна признања Друштва за допринос развоју хемијске мисли у нас уручена су:

**Мирјани Марковић** - Медаља за **изванредне резултате у настави**, као израз признања за развој методике наставе хемије

**Јовани Богојески** - Медаља за **прегалаштво и успех у науци**, као израз признања за резултате у области неорганске хемије

**Миљенку Перићу** - Медаља за **трајан и изванредан допринос науци**, као израз признања за допринос у квантној хемији

У оквиру подсећања на историју хемије, **Снежана Бојовић** је прочитала пригодне текстове.

На крају, председник Тешић је још једном честитао добитницима признања и позвао присутне на наставак дружења уз скромни коктел.

**Рада Баошић**,  
секретар Друштва

## АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ

### 25. СЕМИНАР: АПРИЛСКИ ДАНИ ЗА НАСТАВНИКЕ ХЕМИЈЕ

БЕОГРАД, 22. И 23. АПРИЛ 2014. ГОДИНЕ

25. Семинар Априлски дани за наставнике хемије ће бити одржан 22. и 23. априла 2014.г. на Хемијском факултету Универзитета у Београду, Студентски трг 12-16.

Семинар је акредитован од стране Завода за унапређивање образовања и васпитања Републике Србије (каталожски бр. 634), у категорији је обавезних семинара и вреднован је са 12 бодова.

Молимо заинтересоване да на време попуне и пошаљу Пријаву за учешће и изврше уплату котизације.

Информације о Семинару су доступне на Интернет страници Српског хемијског друштва: [www.shd.org.rs/Aprilski\\_Dani/](http://www.shd.org.rs/Aprilski_Dani/)

Програм Семинара ће бити објављен крајем фебруара 2014. године.

За све додатне информације можете се обратити Вери Ступљанин у Канцеларији СХД: тел/факс: 011/33 70 467, електронска адреса: [shd@shd.org.rs](mailto:shd@shd.org.rs)

**Неке сугестије којих би требало да се држи сваки аутор при достављању чланка за објављивање у Хемијском ирепледу:**

1. Рад треба да буде јасно написан.
2. Рад **обавезно доставити у електронској форми, на CD-у, или електронском поштом** (пожељно у програму OpenOffice-Writer или Microsoft Word). Две копије у папиру су пожељне али не и обавезне.
3. Поред имена аутора рада **обавезно се наводи установа** у којој је аутор запослен, обавезна је фотографија сваког аутора, коју треба послати у електронској форми, а неопходна је и електронска адреса аутора (е-пошта).
4. Пожељно је да рад има кратак извод на српском језику, као увод у тему чланка.
5. Како је часопис штампан ћирилицом, потребно је да сви делови текста који треба да остану LATINICNI (на пример: оригинална имена – погледајте тачку 6, или мерне јединице – погледајте тачку 10, или литературни подаци – погледајте тачку 13) буду у фонту различитом од оног којим је написан остатак рада. Ово под условом да аутор цео текст напише латиничним писмом. Избор фонтова препушта се ауторима.
6. Страна имена у чланку требало би да буду транскрибована; а при првом појављивању у тексту потребно је у загради навести име у оригиналу.
7. Слике треба доставити у електронској форми (TIFF, JPG) у одговарајућој резолуцији (цртежи и шеме, као што су хемијске формуле или графици, 600 dpi или више; црно-беле слике (grayscale) и слике у боји 300 dpi или више), али их **не треба уметати у текст**, већ их треба доставити као независне фајлове. Пожељно је, али не и обавезно, слике, цртеже и шеме доставити и на квалитетном белом папиру. Све слике и шеме приспеле од аутора у боји, као такве објављујемо у PDF и html верзији.
8. Препоручујемо да слике молекулских формула **не преузимате са интернета** у облику jpg, bmp, gif и сличних фајлова, већ да их нацртате у ACD/ChemSketch-у (<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>), Accelrys Draw-у (<http://accelrys.com/products/informatics/cheminformatics/draw/index.html>), који су (после регистрације) бесплатно доступни, или неком сличном програму. Исто тако препоручујемо коришћење ACS стила за цртање молекулских формула (предефинисана опција у оквиру препоручених, и већине других, програма за цртање формула).
9. Сви коментари у сликама треба да буду написани ЂИРИЛИЦОМ (ово не важи за ознаке хемијских елемената на цртежима молекулских формула), копија слика са латиничним натписима за html верзију часописа је пожељна.
10. У тексту треба да буде употребљен искључиво Међународни систем мерних јединица (SI). Иако је часопис штампан ћирилицом, мерне јединице треба да буду написане латиницом, одговарајућим фонтом.
11. Хемијска имена свих једињења наведена у тексту требало би да буду усаглашена са IUPAC-овом номенклатуром (<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>).
12. Краћи извод (резиме) рада наводи се на његовом крају, **обавезно на енглеском језику**. Изнад извода текста на енглеском језику треба прво навести наслов рада, затим име аутора и назив установе у којој ради.
13. На крају рада наводи се литература коју је аутор користио при писању текста, или коју жели да читаоцима препоручи за даље читање. Сва наведена литература (имена аутора и скраћенице имена журнала) мора да буде наведена на изворном језику (на пример, руска литература руским писмом, руским фонтом; енглеска – енглеским, итд.). Наводе литературе у тексту треба означавати у угласитим заградама, на пример: [4]. Препоручени формат навођења часописа је: Назив часописа, годиште (година) стр., на пример: J. Serb. Chem. Soc., 44 (1998) 123. Списак стандардних скраћеница имена журнала је слободно доступан са: <http://www.cas.org/expertise/cascontent/caplus/corejournals.html>.
14. Део литературе су и интернет адресе, које треба цитирати на стандардни начин, копирањем потпуног линка који је перманентно везан за навод.

Сваки достављени рад подлеже рецензији, а рецензенте одређује уредништво. Рукописи се не хоришу и не враћају.

Рад се може послати на адресу СХД, Карнегијева бр. 4, или директно у редакцију, на име проф. др Ратко М. Јанков, Хемијски факултет, Студентски трг 16; или електронском поштом на адресу [rjankov@chem.bg.ac.rs](mailto:rjankov@chem.bg.ac.rs)