СХД 1897

'15

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 56
бр. 1 фебруар

YU ISSN 04406826
UDC 54.011.93

српско хемијско друштво

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW

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

Volume 56
NUMBER 1
(February)

Publisher
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Годиште 56

број 1
фебруар

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 2015. 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 нституције..... 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: hempr_ed@chem.bg.ac.rs

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

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

Насловна страна и Интернет верзија часописа:
Слободан и Горан Ратковић, RatkovicDesign
www.ratkovicdesign.net
office@ratkovicdesign.net

САДРЖАЈ

ПРИЧА СА КОРИЦА

Снежана БОЈОВИЋ
Snežana BOJOVIĆ
МИСЛИЛАЦ, ВИЗИОНАР, РЕФОРМАТОР - Александар Деспић
THINKER, VISIONARY, REFORMER - Aleksandar Despić _ _ _ _ _ _2

ЧЛАНЦИ

Иван ГУТМАН
Ivan GUTMAN
ФРАНЦИЈУМ - ПОСЛЕДЊИ ОТКРИВЕНИ ЕЛЕМЕНТ
FRANCIUM - THE LAST ELEMENT DISCOVERED _ _ _ _ _ _ _ _ _5

Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ
Dragan. S. VESELINOVIĆ
УЗРОЦИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
THE CAUSES OF POLLUTION OF THE ENVIRONMENT _ _ _ _ _8

Милан НЕШИЋ, Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ
Milan NEŠIĆ, Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ
БАКАР У ЖИВОМ СВЕТУ
COPPER IN THE LIVING WORLD _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 17

ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Александар М. ЂОРЂЕВИЋ, Ивана С. АНТОНИЈЕВИЋ, Александар Д. КАРАЈИЋ, Јелена З. ДРАГОЈЛОВИЋ
Aleksandar M. ĐORĐEVIĆ, Ivana S. ANTONIJEVIĆ, Aleksandar D. KARAJIĆ, Jelena Z. DRAGOJLOVIĆ
„ОТВОРЕНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ"
Студенти хемије и ученици у заједничкој акцији
„OPEN LABORATORIES"
Common action of Chemistry students and pupils _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 23

ВЕСТИ ИЗ СХД

ПРВА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА _ 28

УВОДНИК

Већ петнаестак година практикујемо да сваке нове календарске године имамо и нови дизајн корица *Хемијског прегледа* који је повезан са неким догађајем из историје хемије. Слику на корицама повезујемо са годишњицом одређене личности или догађаја који су значајно обележили светску или српску хемију. Педесетшесто годиште *Хемијског прегледа* ће красити слика академика **Александра Деспића**. Повод за избор овогодишње теме за корице је десет година од смрти овог великана српске електрохемије, великог мислиоца, визионара и реформатора науке у Србији. Објавио је око 200 радова, од којих већину у иностраним часописима и био је наш најцитиранији научник тога времена. Његови доприноси теоријској електрохемији наводе се у поглављима 14 угледних иностраних монографија и енциклопедија, а доприноси примењеној науци исказали су се у 45 патената. Поред научног рада Александар Деспић се читавог живота бавио и друштвеним радом, да само поменемо оснивање фонда за стипендирање обдарених и талентованих ученика и студената. Богату биографију овог научника описала је **Снежана Бојовић** (Хемијски факултет, БУ) на Свечаној скупштини Српског хемијског друштва 3.12.2014, а на наше задовољство приредила је и као текст за ХП, који можете прочитати у рубрици *Прича са корица*. Ова прича са корица није само приказ биографије једног угледног научника и подсећање на њега и његов рад, већ је и импулс за размишљање како смо током последњих тридесетак година у Србији пропуштали велике и погодне прилике да унапредимо своју науку и образовање.

* * *

Елемент редног броја 87, француијум, последњи је хемијски елемент откривен у природи. Наравно, познати су нам елементи све до редног броја 118, али они нису откривени у природи него вештачки добијени у лабораторији. У веома интересантном чланку "*Француијум - последњи откривени елемент*" **Иван Гутман**, са Природно-математичког факултета из Крагујевца даје основне податке о француијуму, са посебним освртом на интересантна лутања и заблуде везане за његово откриће. Колега Гутман је писањем овог чланка исправио једну велику неправду. У чланку се говори и о Маргрит Пере (Marguerite Perey). Претпостављамо да је већини оних који ће читати овај чланак добро позната легендарна Марија Кири, али претпостављамо и да је мало ко од читалаца икада раније чуо за Маргрит Пере, код нас недовољно познату француску хемичарку која је открила француијум. А то је заиста неправда према овој изузетној хемичарки, која је не само значајно допринела развитку нуклеарне хемије, него је, попут многих истакнутих научника, свој предани научни рад платила животом.

* * *

Прича о загађивању планете Земље, наше животне средине, је сигурно једна од најактуелнијих тема у свету. А деструктивно деловање савременог начина живљења, сада већ више милијарди људи на планети Земљи, доводи у питање даљи опстанак глобалног гео-екосистема у коме могу да наступе промене које ће неумитно угрозити опстанак човека на Земљи. Природни системи на Земљи би се, иако за извесно време поремећени, доцније и даље успешно развијали, али *без човека*.У чланку "*Узроци загађивања животне средине*", колега **Драган С. Веселиновић** (Факултет за физичку хемију БУ) разматра ширење контаминације, примере стварања секундарних загађивача као и примере профита као мотора загађења животне средине. У америчким криминалистичким филмовима, када се тражи узрок почињеног дела, главни кључ је: „пратите трагове новца". Нажалост, и у питањима екологије је слична ситуација, јер је један од главних узрока загађивања животне средине профит. Али, још један једнако важан узрок јесте недостатак одговарајућих знања, а то нас враћа на озбиљну причу о развоју образовања и науке коју смо поменули на почетку овог текста.

* * *

Бакар је један од есенцијалних биометала, који је важна компонента-кофактор многих ензима у живом свету. Код човека они регулишу различите физиолошке функције и имају важну улогу у стварању енергије у ћелији. Активност ових ензима је највећа у срцу, мозгу, јетри и бубрегу. Бакар се у овим ензимима налази у оксидационим стањима +1 и +2, и координационим бројем од 2 до 6, окружен N–, O– или S– донорским атомима из биолиганада. Добри извори бакра су месо, шкољке, ораси, семенке, пшеничне мекиње - житарице и производи од житарица. Недостатак бакра може бити последица неухрањености, лоше апсорпције, претераног узимања цинка, може бити стечен или наследан. Симптоми укључују недостатак крвних ћелија, абнормалности у везивном и коштаном ткиву и неуролошке поремећаје. Токсичност бакра је релативно ретка појава. О овоме можете прочитати у занимљивом чланку "*Бакар у живом свету*", који су за вас написали **Милан Нешић, Ненад Крстић** и **Ружица Николић**, са Департмана за хемију, ПМФ, Универзитета у Нишу.

* * *

Образовање је веома сложен, компликован, али изнимно важан процес, који није једносмеран и линеаран. Стичемо га и формално и неформално, и од старијих и од млађих, и вертикално и латерално, и намерно, плански и случајно кроз интересовања. Ученици и студенти нису само «конзументи» (нажалост, често «трпиоци») образовања већ су и важан ресурс у образовању. То показује и пример четворо наших студената – ентузијаста који су у сарадњи са управом Хемијског факултета 2011. године покренули акцију *Отворене лаборатоније* намењену ученицима и њиховим наставницима. Ове школске године је четврта сезона ове акције, која се одвија сваке суботе у току школске године (период октобар - јун). Врата Отворене лабораторије отворена су за све заинтересоване ученике од 12-18 година, а број ученика у групи је до тридесет. Са ученицима током једног термина ради 6-8 студената волонтера. Циљ акције је да ученици основних и средњих школа открију хемију на интересантан и интерактиван начин и да се измени негативан став ученика према хемији као наставном предмету. О томе вам у чланку под насловом "*Отворене лаборатоније - Студенати хемије и ученици у заједничкој акцији*", а у рубрици *Вести из/за школе* пишу **Александар М. Ђорђевић, Ивана С. Антонијевић, Јелена З. Драгојловић** и **Александар Д. Карајић**.

* * *

У рубрици *Вести из СХД* наћи ћете Извештај о одржаној Првој српској хемијској олимпијади ученика средњих школа (30- 31. мај 2014). Ово такмичење било је истовремено и изборно такмичење за 46. међународну хемијску олимпијаду. У истој рубрици наћи ћете и лепу вест да је члану Председништва СХД проф. др Слободану Д. Петровићу уручена Пупинова медаља.

* * *

Ако до сада нисте објављивали у ХП, учините то ове године. Прикључите се широком кругу аутора сарадника ХП. Упутство за ауторе можете наћи у сваком првом броју новог годишта на задњој корици, као и на интернет страници часописа. Ваши радови и прилози су добродошли, као и Ваше сугестије за даљи развој часописа.

Да вас као читаоце ХП подсетимо да **висина чланарине и претплата** на часописе СХД **за 2015. годину ће остати непромењена**. Као што знате, плаћањем чланарине СХД добијате и часопис *Хемијски преглед*. Ако већ нисте, молимо Вас **да се што пре учланите у СХД или обновите своју чланарину.** Детаље о начину плаћања чланарине можете наћи на импресуму овог броја или на сајту Српског хемијског друштва (www.shd.org.rs). Учланите се у СХД, ојачајте себе и своју професионалну заједницу.

Ратко М. Јанков

ПРИЧА СА КОРИЦА

Снежана БОЈОВИЋ (e-mail: sbojovic@chem.bg.ac.rs)

10 ГОДИНА ОД СМРТИ АЛЕКСАНДРА ДЕСПИЋА (1927-2005), ВЕЛИКОГ ВИЗИОНАРА НАУКЕ У СРБИЈИ[A)]

МИСЛИЛАЦ, ВИЗИОНАР, РЕФОРМАТОР - АЛЕКСАНДАР ДЕСПИЋ

Александар Деспић, електрохемичар, професор на ТМФ, један је од наших најзначајнијих научника друге половине 20. века. Деспић је рођен у Београду 6. јануара 1927. У Београду је завршио гимназију, а затим је дипломирао на Технолошком факулчтету Универзитета у Београду 1951. После дипломирања постављен је за млађег индустријског инжењера на Технолошко-металуршком факултету у Београду. Године 1953. изабран је за асистента на Катедри за физичку хемију и електрохемију Технолошког факултета. На последипломском усавршавању у Лондону на Империјалном колеџу за науку и технологију (Imperial College of Science and Technology) стекао је диплому 1954. а на Универзитету у Лондону (Uiversity of London) докторирао 1955. одбранивши тезу под насловом „Ionic Conductance of Ion – Exchange Resin“. Вративши се у Београд наставио је рад на Факултету прошавши сва наставничка звања (доцент 1958, ванредни професор 1964. и редовни професор 1971). Држао је наставу из следећих предмета: Физичка хемија, Кинетика, Хемијска кинетика, Електрохемијско таложење, Растварање метала.

Као научни сарадник и гостујући професор боравио је два пута у најпознатијем светском електрохемијском центру, у Бокрисовој лабораторији у Пенсилванији у Филаделфији, САД, у укупном трајању од три године. Као предавач гостовао је сем тога у више универзитетских центара у свету, 22 пута у САД.

У Српској академији наука и уметности, чији је члан од 1965. године, био је 13 година потпредседник (1981-1994) и четири година председник (1994-1999). У том периоду, нарочито у првих неколико година потпредседниковања, увео је многе новине и реформе трудећи се да Академију преведе из репрезентативне у радну установу. Научна област истраживања била је физичка хемија. Објавио је 16 радова монографског карактера у виду поглавља у светским серијама и енциклопедијским издањима, попут великог дела под насловом Physical Chemistry-A Comprihensive Tretease у 10 волумена, у издању „Пленум преса“ из Њујорка. Био је сарадник Британске енциклопедије (Encyclopedia Britanica). Објавио је око 200 радова, већином у светским часописима, из области електрохемије. Резултати приказани у монографијама и радовима цитирани су у научној литератури више од 2000 пута. Подовом његовог седамдесетог рођендана, један од најважнијих часописа из области електрохемије, „Journal of Electroanalytical Chemistry“ , посветио му је једну свеску. Умро је 7. априла 2005.

Поред научног рада Александар Деспић се читавог живота **бавио и друштвеним радом**. Овде ће бити речи о овом делу његових активности.

МУЗЕЈ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

На његову иницијативу основан је Одбор за трећи миленијум САНУ, изградња културног центра Београ-

a) Говор Снежане Бојовић на Свечаној скупштини Српског хемијског друштва 3.12.2014.

да у Савском амфитеатру, којим је он руководио 14 година (1979-1993), у оквиру кога је окупио тридесетак академика и један број јавних и културних радника. Данас је тај пројект заборављен и уместо њега имамо „Београд на води“. У оквиру овог пројекта основао је Музеј науке и технике, затим Галерију науке и технике, основао је смер последипломских студија „Историја и филозофија природних наука и математике“ за школовање кадра Музеја – данас је то школа докторских студија при Београдском универзитету. До караја живота водио је бригу о Музеју науке и технике. Њему је оставио и већи део своје имовине.

БРИГА О НАУЧНОМ ПОДМЛАТКУ

Посебно је водио бригу о научном подмлатку. На његову иницијативу основане су две фондације на чијем је он био челу: 80-их година 20 века Републичка фондација за развој научног и уметничког подмлатка и 90-их Фондација за научне и уметничке студије САНУ. Разлог за оснивање фндација била је брига да се најдаровитији млади људи задрже у земљи.У једном интервјуу рекао је да нам прети опасност „да живимо у ситуацији некадашњих колонија из којих је све што је било вредно и способно напуштало сопствену земљу да би се остварило негде у великом свету“ и да „ниједно друштво не сме да занемари науку ма колико сиромашно било“.

Пошто је основао Фондацију за развој научног подмлатка, трудио се да најпре побољша систем одабирања стипендиста. Услов за конкурисање био је да средња оцена на првим двема годинама студија буде најмање девет. Али то није била гаранција да је млад човек наклоњен науци. Зато је Фондација склопила уговор са Институтом за психологију Филозофског факултета који је спроводио тестове за Фондацију (тест интелигенције, тест опште информисаности, тест стваралачке способности и тест посебних способности везаних за одређену струку). [a)]

Фондација је осамдесетих година 20. века давала годишње 130 стипендија. Стипендије су биле у висини просечног личног дохотка, а са Републичким заводом за запошљавање постојао је званичан договор да стипендисти Фондације имају приоритет при запошљавању. Она је обавезивала стипендисте из области природних, техничких и медицинских наука да по завршетку школовања најмање двоструки број година остану да раде у Србији, а то су биле године „највећег стваралачког потенцијала“.

„Међутим, ова мера није била довољна ако се не би обезбедила права средина у којој млади истраживач може да дође до пуног изражаја (...) Када млад човек почне да се бави науком, пресудну улогу игра атмосфера радне средине којом је окружен млади стручњак када се први пут суочи са радом на решавању неког научног проблема. Начин рада не може се научити из књига. И мање способан научни радник, а поготову почетник, у великој је предности у односу на и најспособнијег младог човека који је принуђен да буде самоук (...) без икога поред себе са ким би се могао саветовати и свкодневно измењивати искуства. У томе је предност великих и јаких научних центара и није случајно да се чак и у најразвијенијим земљама одскора посебно подстиче стварање тзв. 'центара изврсности'. У њима, у свакодневном активном односу са другим научним радницима, млади човек, највећим делом сасвим несвесно, свим својим чулима упија искуства, проверава своје идеје и у успутном разговору стиче оно неопходно одушевљење за, наизглед (....) бизаран проблем и налази одговоре на питања која њега и друге с којима сарађује муче данима и месецима. На тај начин он учи да ради, постаје прави научни радник, тако постаје опседнут својим проблемима, без чега нема успеха у науци. Ово се, нажалост, не може ничим заменити и у томе и јесте хендикеп неразвијене средине у којој је број таквих центара, ако их уопште има, мали“.[b)]

ОРГАНИЗАЦИОНА ПИТАЊА НАУКЕ У СРБИЈИ

Деспић се од младости бавио организационим питањима науке. Од шездесетих година 20. века па током следећих неколико деценија, као члан различитих одбора и савета учествовао је у креаирању научне политике Србије. Као млад научник с великим ентузијазмом кренуо је да решава нека од питања за која је сматрао да су узрок нашег заостајања у науци, вршио анализе и састављао предлоге надајући се да ће успети да реши горуће проблеме у науци. С годинама , међутим, стичући искуство у организацији науке, где је и сам био активан учесник, увиђао је да су проблеми на другом месту, не толико у законима и правним нормативима колико у нашем менталитету, традицији, непоштовању закона.

Сматрајући да је интелектуално стваралаштво темељ универзитета и да „интензитет и квалитет тога стваралаштава одређују његов статус и углед у свету“, тврдио је да код нас „доста магле окружује то питање и доста искривљавања уноси се у одговоре у природној тежњи да се заштите неки појединачни или групни интереси.“[c)]

„Посебан утицај на ово стање има одсуство издиференцираног приступа питању научног рада. Сасвим је природна појава да свако своје поимање научног и истраживачког рада у својој струци експлоатише на читав тај спектар, генералишући своја искуства и често се односећи потцењивачки према свему што се не уклапа у ту слику. Јасно је да се стваралаштво у математици по неким битним особинама разликује од оног у биологији, мостоградњи или хирургији. Тежња

a) А. Деспић, „За науку стрпљење и упорност“, *Информативни билтен последипломске наставе,* 10.12.1997. Интервју

b) А.Р.Деспић, „Поглед научног радника на проблем оспособљавања и усавршавања кадрова за научноистраживачки рад“. Уводна реч на Југословенском научном скупу „Оспособљавање и усвршавање кадрова за научноистраживачки рад“, Ниш, 22. новембра 1988.

c) А.Р.Деспић, „Универзитет и научноистраживачки рад“, излагање на трибини о аутономији универзитета, 12. октобра 1992.

ка норматизовању која је била бар до сада тешка болест целог нашег друштва, доношење јединствених писаних норми на основу којих би се могао готово прорачунати квалитет једног универзитетског радника, спотицала се управо о неразумевање потребе за диференцираним приступом и стварала конфликтне ситуације на форумима на којима се одлучивало о детаљима научне политике, кадровским проблемима универзитета или избору у Академију наука.

У ствари једини заједнички критеријум квалитета у целом широком спектру активности на универзитету налази се у интензитету стваралаштва комбинованом степеном његове оригиналности. Мерила и једног и другог, наравно, разликују се од области до области струке, те чак не ни од факултета до факултета већ од катедре до катедре (...). Није зато случајно да на универзитетима дуге традиције нема писмених норматива које кандидат за наставника мора да задовољи, већ се оставља појединицима и телима несумњиве компетентности у датој области, да процене компетентности младог појединца или остварење старијег кога треба да приме у свој круг. Начин одлучивања заснован на хијерархији научног или стручног ауторитета повезан са одговорношћу при доношењу одлука неопходан је саставни део таквог система".

„Подстицати сваког да ствара и при томе остварује врхунски квалитет у својој струци, боља је политика од подстицања на гомилање тзв. научних радова у часописима малог угледа или разним зборницима или одласцима на скупове који се броје као доказ неке активности али којима се квалитет стварно не проверава".

„Ако се прихвати схватање (...) да је први задатак и највећи одговорност сваког наставника да себи одгоји заменика који ће бити бољи од њега, универзитет ће имати будућност (...) Према томе обавезно питање које би се морало поставити сваком наставнику приликом реизбора било би питање колико је младих сарадника упутио путем стваралаштва у датој науци и струци и каква су њихова постигнућа".

Године 1970. године, као члан Одбора за развој научног кадра Заједнице за научни рад Србије сачинио је обимну студију о будућој научној политици. Тражио је да се најпре извршити анализа читаве структуре науке код нас као и анализирање постојећих кадрова (број руководећег кадра, млађих сарадника, постдипломских студената, остварена средства из сарадње са привредом, број и обим практично реализованих резултата, награде и признања, референце о раду аутора у светској и нашој уџбеничкој и монографској литератури, број научних радова у међународним и нашим часописима различитих категорија, број уџбеника, монографија и других књига у иностраним и нашим издањима). На основу ових анализа планирао је категоризацију на којој ће се заснивати читава кадровска политика. Набројао је категорије финансирања кадрова за научну, истраживачку и развојну делатност *и то оних везаних за привреду и оних које се односе на основне научне дисциплине*, обухвативши стипендије за последипломске студије, докторске студије, усавршавања на радном месту, финансирање себатичких одсустава, симпозијума, летњих школа. На крају је навео какву и колику помоћ треба предвидети за решавање стамбених питања постдипломаца (изградња дома од 100.000 м^2 , односно по 20 м^2 за око 5000 постдипломаца) и оних који се завршили последипломске студије и напустили дом (наменски кредити).

За нашу научну политику изјављивао је да је добра, али је неостварљива без финансијске подршке.

ЈОШ ЈЕДАН ПРОБЛЕМ УНИВЕРЗИТЕТА БИЛА ЈЕ „ИНФЛАЦИЈА ПРОФЕСОРА"

„Пре неки дан један наш колега физикохемичар рекао је: 'У време моје младости када се казало професор, знало се на кога се то односи – то је могао бити само Павле Савић. Данас, кад неко на ходнику каже *Професоре*, петорица се окрену'. Враћати се, наравно, постепено и са много пажње, на принцип да на катедри постоји један професор који је и шеф катедре, значајно би унапредило квалитет целог универзитета, јер би се за свако такво место морало да бори и доказује по пет до десет доцената, а за свако доцентско место по пет до дест докторанатa и доктора. При томе требало би увести веома здрав принцип да се факултети не затварају, унапређујући људе који су већ ту, већ да сваки конкурс буде одиста отворен за данас већ врло бројне сараднике свих факултета и института одговарајућих грана. Иначе, веома лепа словенска особина осећајност у односу спрам ближњега, која се на Западу потпуно изгубила ако је икада и постојала када су у питању сарадници на послу, морала би да нестане и са наше друштвене, посебно универзитетске сцене".

„Један од најпогубнијих утицаја на ниво данашњег универзитета имао је аутоматизам помешан са осећајношћу који је ономе, ко је из студентске клупе био биран за асистента, обезбеђивао редовну професуру са одиста малим захтевима за прелазак са једне степенице на другу."[a)]

Све се сводило на обавезно напредовање сваког изабраног асистента до редовног професора. Био је против конкурса факултета затворених за људе са стране и бирање шефова катедара од стране сарадника с катедре. На факултетима би требало да има највише доцената, на катедрама по један редовни професор, а активности асистената требало би да преузму докторанди. „Хијерархични универзитет би много боље обављао послове од самоуправног јер се више етичности може очекивати од појединачног него од колективног одлучивања."

Много времена Деспић је посвећивао проблемима универзитета, науке, одабирању кадрова, исправљању погрешне научне политике. Писао је студије, вршио анализе, слао предлоге и закључке одгова-

a) Исто

рајућим форумима али, сматрао је, да није било много успеха.

„Проблем спровођења оваквих закључака у живот остаје главни проблем реконструкције нашег друштва у циљу придруживања савременом свету, који није пролазио кроз низ дуготрајних и скупих експеримената кроз какве је пролазило наше друштво. Много тога ми морамо да надокнадимо, што смо у блаженој самоуверености оних који су водили друштво, да свету доносимо нешто одиста ново и боље, пропуштали и пропустили док је време неумитно текло и остали свет се удаљаво од нас“.[a)]

ТЕХНОЛОГИЈА И ЖИВОТНА СРЕДИНА

Децембра 1981. одржао је предавање у Сану „Проблеми избора технологије у сукобу настојања на развоју материјалне производње и одржању животне средине“ (*Привредни развој, дугорочни циљеви и потребе).*

У излагању је најпре говорио о односу између технологије и животне средине, изнео чиниоце који утичу на избор технологије, односно навео шта треба узети у обзир при одлучивању за успостављање неке производње и избора најпогодније технологије. О овим питањима је често размишљао, али их је овде изнео на занимљив и сликовит начин:

„Природа и технологија су антиподи. Човек развија технологију да би мењао природу. Сваки материјал као основа материјалне цивилизације извучен из природе, тражио је њену трансформацију. Свака фабрика ствара се уз потискивање природе и мења животну средину. Колико се такав наступ сматра пожељним или угроожавајућим зависи искључиво од вредносних опредељења и у сваком друштву ствара се равнотежа између крајњих становишта поклоника моћи, лепоте и доброчинитељства техничке цивилизације и схватања да се мир људској души може наћи само у повратку природи од које се у давна времена почела да одваја да би то одвајање данас постигло уништавајући врхунац. Ова равнотежа померена је више ка једном или другом екстрему углавном у зависности од већ постигнутог степена материјалног развоја а и у зависности од идеолошких поставки владајућег друштвеног слоја. У глобалним размерама, ако о глобалном просеку уопште има смисла говорити, она данас одражава век који је непосредно следио велика открића науке и технике, која су људски род опчинила сјајем којим дете одушевљава окићена и упаљена јелка. Наравно, ако се проблеми односа технологије и животне средине разматрају на научном скупу који треба да да позитиван допсинос њиховом решавању, неопходно је поћи од ситуације такве каква јесте данас и каква се планира за непосредну будућност, са уверењем да она одражава већ установљену равнотежу вредносних опредељења која никаквим једноставним начином нема услова да се у кратком року измени.

Задатак стручњака је да тражи оптималан однос..... У поређењу са слободним, кажимо разузданим технологијама које не би водиле рачуна ни о каквим ванпроизводним утицајима, а каквих смо имали на претек у раним фазама индустријске револуције, данашње технологије у свим врстама производње врло далеко су већ одмакле на путу обзира према ономе што их окружује,

ЧЛАНЦИ

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

ФРАНЦИЈУМ - ПОСЛЕДЊИ ОТКРИВЕНИ ЕЛЕМЕНТ

Француијум - елемент редног броја 87 - је последњи хемијски елемент откривен у природи. Данас су познати елементи све до редног броја 118, али они нису откривани него вештачки добивани у лабораторији. У чланку дајемо основне податке о француијуму, са посебним освртом на лутања и заблуде везане за његово откриће. Наводимо и биографске податке о Марگрит Пере, код нас недовољно познате француске хемичарке која је открила француијум.

Претпостављамо да је већина оних који ће читати овај чланак од раније чула за легендарну Марију Кири. Такође претпостављамо да је мало ко од читалаца икада раније чуо за Марگрит Пере. То је велика неправда према овој великој хемичарки, која је не само

[a)] А. Деспић, „21. век, природне науке, технолошки развој, Србије“ (излагање на скупу, без датума, Оставштина А. Деспића у Архиву САНУ)

дала значајне доприносе развитку нуклеарне хемије, него је свој научни рад платила животом. Ако смо ову неправду макар и мало умањили, постигли смо циљ.

ПРАЗНИНЕ У ПЕРИОДНОМ СИСТЕМУ

Средином 19. века (тачније: 1869), Мендељејев је сложио тада познате хемијске елементе у таблицу коју ми називамо периодни систем. Он је генијално предвидио да у тој таблици постоје празнине које одговарају у то време још неоткривеним хемијским елементима. Ускоро су неки од тих "хипотетичних" елемената били заиста и откривени: галијум (1875), скандијум (1879), германијум (1886), што је био тријумф Мендељевљеве идеје. Касније су откривани и други елементи, попуњавањући тиме празнине у периодном систему. Међутим, неке од тих празнина било је мало теже попунити. Са данашњим знањима, можемо то посматрати овако:

(1) Неки хемијски елементи који у Мендељејевљево време нису били познати имају стабилне (дакле: нерадиоактивне) изотопе. Њих у природи има, и методама класичне хемије могу се изоловати и добити у довољно великој количини. Такви су, на пример, били хафнијум (откривен 1923) и ренијум (откривен 1925). Ово су, иначе, била и последња два стабилна хемијска елемента која су откривена.[1,2]

(2) Неки од хемијских елемената немају нити један стабилан изотоп, али неки од тих изотопа имају тако дугачко време полуживота да се, ипак, налазе у природи. Такви су, на пример, уран и торијум (који су били познати још у доба Мендељејева), а од касније откривених радијум (1898) и актинијум (1899).[2]

(3) Неки хемијски елементи немају нити један стабилан изотоп, а сви њихови изотопи имају веома кратко време полуживота. Такви, ако су икада и постојали на нашој планети, распали су се и више их нема. Они се, самим тим, не могу "открити", али се могу вештачки произвести техникама нуклеарне физике. Такви су технецијум (добивен 1937) и прометијум (добивен 1945),[2,3] као и сви трансурански елементи, дакле елементи редног броја већег од 92.

(4) Могуће је да су сви изотопи неког елемента краткоживући, али да они настају радиоактивним распадом неког другог елемента. У том случају, успоставља се радиоактивна равнотежа: количина насталог елемента једнака је количини распаднутог. На тај начин, извесна количина тог нестабилног елемента је стално присутна. То је, као што ћемо видети, случај са францијумом. (Накнадно је утврђено да је то случај и са прометијумом.[3])

То знамо данас, али се у 19. веку, па и у првим деценијама 20. века то није знало. Хемичари тих времена су упорно настојали да открију недостајуће елементе. Некада су у томе успевали, а некада не. Како је изгледала заврзлама у вези елемента 87, описујемо у следећем одељку.

ЛАЖНА ОТКРИЋА ЕЛЕМЕНТА 87

Због свог положаја у периодном систему, за елемент 87 се очекује да је алкални метал, сличан натријуму, калијуму, рубидијуму, а нарочито цезијуму. Такође је било извесно да ће тај елемент бити радиоактиван.

Већ око 1870. Мендељејев тај (тада хипотетични) елемент помиње под именом „*ека-цезијум*“ и „*двирубидијум*“.

Године 1913. енглески радиохемичар Кренстон (Cranston) запазио је слабо бета-радиоактивно зрачење из узорка актинијума, које је приписао продукту насталим алфа-распадом актинијума (дакле ономе што се данас назива францијум). То је остало без одјека, а касније се сматрало експерименталном грешком.

Године 1925. руски хемичар Добросердов тврдио је да је пронашао тај елеменат у узорку једињења калијума. Одмах га је назвао „*русијум*“, да би убрзо напустио ово истраживање и потпуно се повукао из науке.

Године 1926. енглески научници Друс и Лоринг (Gerlad Druce, Frederick Loring) у рендгенском спектру једног узорка манган-сулфата нашли су линије које, наводно, одговарају новом елементу. Назвали су га „*алкалинијум*“.

Године 1930. амерички хемичар Алисон (Fred Allison) конструисао је своју „магенто-оптичку машину“ помоћу које је у узорцима литијумовог минерала лапидолита и цезијумовог минерала полуцита доказао постојање новог елемента. Назвао га је „*вирџинијум*“ (по Вирџинији, савезној држави у којој је живео).

Године 1936. румунски научник Холубеј (Horia Holubei) тврдио је да је методом сличном као она коју су користили Друс и Лоринг доказао нови елемент. Назвао га је „*молдавијум*“.

Сва ова открића (осим Кренстоновог) показала су се нетачним и данас се помињу само као историјски куриозитети.[4,5]

ОТКРИЋЕ ЕЛЕМЕНТА 87

Елемент 87 открила је 1938. године Маргрит Пере (Marguerite Perey, 1909-1975) у Институту за радијум у Паризу. Вреди знати да је она у то време имала само 30 година и била лабораторијски техничар са средњошколском дипломом.

У Институту за радијум истраживали су разне појаве везане за радиоактивност, између осталог и оне везане за актинијум. Маргрит Пере је учествовала у овим истраживањима још од 1929. године. У то време се знало да актинијум, тачније изотоп $^{227}_{89}Ac$, са временом полураспада од 21,6 година, подлеже бета-радиоактивном распаду, који у савременим ознака гласи:

$$^{227}_{89}Ac \rightarrow {}^{227}_{90}Th + e^{-} \qquad (1)$$

Маргрит Пере је запазила да бета-зраци који том приликом настају имају још једну, слабију, компоненту која одговара нуклиду са временом полураспада од 22 минута. Она је успела да докаже да тај нуклид на-

стаје алфа-распадом актинијума-227, дакле на следећи начин:

$$^{227}_{89}Ac \rightarrow {}^{223}_{87}AcK + {}^{4}_{2}He \qquad (2)$$

при чему би нуклид означен са AcK, и привремено назван „*актинијум-К*", био до тада непознати елемент 87, с временом полураспада од 22 минута.

Показало се да се око 98,8% актинијума-227 распада по реакцији (1), а само око 1,2% по реакцији (2).

Маргрит Пере је успела да одвоји компоненту AcK (у облику јако разблаженог раствора) и одреди неке њене особине. Признање да се ради о открићу новог хемијског елемента је убрзо уследило. Већ 9. јануара 1939. године, ово откриће је у Француској академији наука приказао нобеловац Жан Перен (Jean Perrin). Маргрит Пере је 1946. године предложила да се нови елемент назове „*катијум*". То се, међутим, није допало њеној шефици Ирени Жолио-Кири, која је смислила име „*францијум*". Године 1949. Међународна унија за чисту и примењену хемију (IUPAC) је то име прихватила и оно је сада званично. Хемијски симбол францијума је Fr.

Јасно је да је име елемента 87 дато у част Француске. Подсетимо се да је и елемент галијум назван по Француској (то јест по њеном античком имену Галија). Елемент лутецијум назван је по Паризу (чије античко име је било Лутеција).

ФРАНЦИЈУМ

Познат је већи број изотопа францијума,[3,6] али у природи се налази изотоп $^{223}_{87}Fr$. То је једна екстремно радиоактивна супстанца, чије време полураспада је 22 минута. Подлеже бета-распаду:

$$^{223}_{87}Fr \rightarrow {}^{223}_{88}Ra + e^{-}$$

Хемијске и физичке особине францијума слабо су испитане. Сви експерименти с тим елементом изводе се са екстремно разблаженим растворима. Сматра се да би његове особине морале бити сличне рубидијуму и цезијуму. То би био најелектронегативнији хемијски елемент, а FrOH би била најјаћа база.

Францијум никада није добивен у чврстом (металном) или у течном стању. На интернету се, међутим, могу наћи бројне слике (фотографије?) металног францијума. То речито говори о поузданости информација које се добивају „гугловањем".

Процењено је да се у читавој Земљиној кори налази само 20-30 грама францијума. Он стално настаје радиоактивним распадом урана, а стално се и распада, па је његова количина непромењива. У Земљиној кори уран и францијум налазе се у равнотежном односу отприлике $2,5 \cdot 10^{15} : 1$. Францијум је најређи хемијски елемент на нашој планети.

слике 1 и 2 долазе отприлике овде

МАРГРИТ ПЕРЕ

Маргрит Пере (Marguerite Perey) рођена је 1909. у градићу Вилмомбл (Villemomble) недалеко од Париза.[7] Отац јој је био банковни службеник. Умро је 1914. године, након чега је породица Пере доспела у финансијске неприлике. Због тога Маргрит није могла да студира медицину (што је желела), него је само завршила средњу техничку школу, као хемијски лаборант. Будући да ју је наука интересовала од ране младости, покушала је да се запосли у Институту за радијум, код Марије Кири . У томе је успела, одмах после дипломирања, 1929. У Институту за радијум, следећих десет година радила је као лаборант на пословима везаним за испитивање актинијума, под непосредним руководством Марије Кири. Маргрит је постала стучњак за припрему актинијумских препарата, коришћених за разна научна истраживања.

Слика 1. Маргрит Пере у млађим и старијим годинама

Слика 2. Маргрит Пере (стоји с десне стране) у лабораторији (око 1930)

У једном од таквих актинијумских препарата приметила је аномалију у емисији бета-зрака, да би крајем 1938. године схватила да та „аномалија" потиче од новог хемијског елемента. О томе је више речено у једном од претходних одељака.

На овом месту треба истаћи да је у време када је учинила своје највеће научно откриће, Маргрит Пере била лаборант без универзитетске дипломе.

Тек после открића францијума, Маргрит је добила стипендију да започне студије на универзитету. Студирала је у Страсбуру, полажући испите из хемије, физике и биологије. Докторирала је 1946. године, а 1949. је на Универзитету у Страсбуру постала професор нуклеарне хемије.

Следиле су награде и признања. Легију части добила ја 1960. Године 1962. изабрана је за дописног члана Француске академије наука. Она је тиме постала прва францускиња академик, чиме је прекинута традиција која је у Академији важила од њеног оснивање 1666. године. (На овом месту се ваља подсетити да пре тога у Француску академију наука није примљена двострука нобеловка Марија Кири, нити њена кћерка Ирена Жолио Кири, такође добитница Нобелове награде.)

Маргрит Пере се није удавала.

Дуготрајно излагање јонизујућем зрачењу нарушило јој је здравље и почела је да побољева. Њени симптоми су збуњивали ондашње лекаре. Око 1960. дијагностикован јој је рак, од чега је после дуге и тешке болести умрла 1975. године.

A b s t r a c t

FRANCIUM - THE LAST ELEMENT DISCOVERED

Ivan GUTMAN

Faculty of Science, University of Kragujevac

Francium – the element with atomic number 87 – is the last chemical element discovered in nature. Nowadays, all elements up to atomic number 118 are known, but these are not discovered but artificially produced in laboratory. The article provides the basic facts on francium, with emphasis on historical controversies concerning its discovery. We also give biographical data on Marguerite Perey, the woman who discovered francium, who is not so well known as she would deserve.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Гутман, *Хем. преглед* **49** (2008) 78.
2. S. Neufeldt, Cronologie Chemie 1800-1970, Verlag Chemie, Weinheim,1977.
3. В. Јанковић, Хемијски елементи - Глобални параметри, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2002.
4. E. Pilgrim, Entdeckung der Elemente, Mundus, Stuttgart, 1950.
5. D. Grdenić, Povijest kemije, Novi Liber, Zagreb, 2001.
6. W. T. Loveland, D. J. Morrissey, G. T. Seaborg, Modern Nuclear Chemistry, Wiley, Hoboken, 2006.
7. Marguerite C. Perey, http://faculty.cua.edu/mag/Perey.pdf

Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ

УЗРОЦИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Деструктивно деловање савременог начина живљења, сада већ више милијарди људи на планети Земљи, доводи у питање даљи опстанак глобалног геоекосистема, у коме могу да наступе такве промене које ће неумитно угрозити опстанак човека на Земљи. Природни системи на Земљи ће се, иако за извесно време поремећени, доцније ***без човека*** *и даље успешно развијати. Једини губитник ће бити човек.*

(Н.Пантић, 1990)

Чини ми се да покушај природе да на овој Земљи створи мисаоно биће није успео.

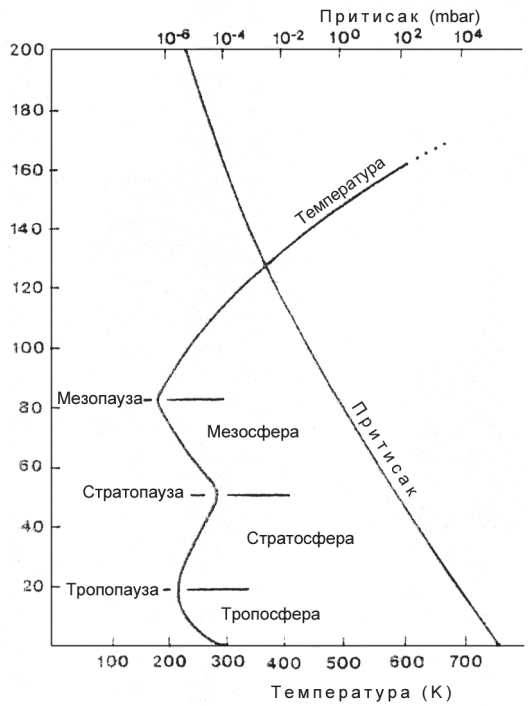
(Макс Борн)

1. НАША ЖИВОТНА СРЕДИНА

Да би се утврдило шта је животна средина има различитих прилаза, на пример урбанистичких, социолошких итд. С обзиром на укупна сазнања о настанку загађења, његовом ширењу као и деградацији површине Земље, односно њених делова, и последицама које су настале, данас под животном средином можемо да сматрамо планету Земљу. У овој животној средини као специфичност можемо да издвојимо радну средину у којој човек борави само одређено време за разлику од животне средине у којој се налази читавог живота [1].

Планета Земља, настала је пре скоро 5 милијарди година и од ужарене масе кроз свој развој дошла је до данашњег стања. Овај процес развоја карактеришу настајања нових хемијских једињења од елемената, која постају све сложенија. Од њих настају први живи организми, који граде још сложенија једињења уз чију помоћ се стварају и виши живи организми, чија круна је човек. Процес стварања човеколиких организама и човека трајао је задња 2 милиона година.

Карактеристике планете Земље, тј. наше животне средине могу се сагледати полазећи од њеног описа. Земља, једна од планета сунчевог система сачињена је од литосфере, хидросфере, атмосфере и биосфере. Литосферу чини чврста земљина кора испод које је усијано језгро планете. Површину литосфере чине континенти, тј. копно као и дно мора и океана. Хидросферу чине сви делови Земље где се налази течна вода, тј. мора-океани и воде на копну. Атмосферу чини гасовити омотач земље. Биосферу чине делови литосфере, хидросфере и атмосфере у којима се налазе живи организми, тј. биосфера прожима све претходно поменуте делове Земље, који се такође међусобно прожимају. Сви поменути делови земље нису јединствени већ се њихове карактеристике мењају. Тако на пример литосферу чине стене различитог хемијског састава и особина, глине, хумусни слојеви итд. Хидросферу чине морске и океанске воде, геотермалне воде, воде река и језера, ледници итд. И атмосфера није хомогена, што се види са сл. 1, која даје њену поделу на основу промене температуре, при чему се мења и хемијски састав, притисак и низ других величина. Биосфера је такође разноврсна, јер је сачињавају различити организми који живе на копну и у води користећи ваздух док поједини микрорганизми опстају и без ваздуха, односно кисеоника. За развој и данашњи опстанак Земље битно је и зрачење Сунца које даје потребну енергију Земљи и омогућава непрекидно одвијање свих врста процеса на њој.



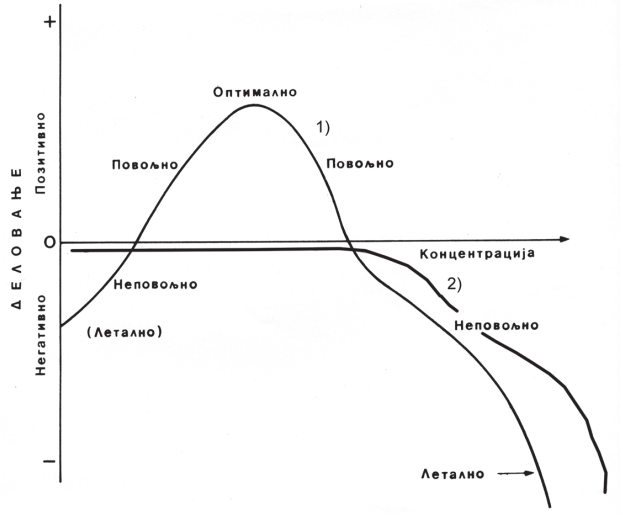
Сл. 1. Подела атмосфере према промени температуре и притиска.

2. УЗРОЦИ ЗАГАЂИВАЊА

2.1. Повољно и неповољно деловање

Сви ми данас смо сведоци загађивања животне средине, али и непосредни учесници у том послу. Зато морамо сами себи да поставимо основно питање: **Који су то узроци који доводе до ове појаве?**

Деловање загађења везано је са једне стране на измењене услове опстанка живих организама, због деградације њихових станишта, а са друге на деловање различитих хемијских једињења чија се концентрација, односно садржај, мења због загађења околине. Тако измењен садржај се уноси у организам изазивајући у њему промене. Деловање хемијске супстанције на организам зависи од њене концентрације у организму али и од порекла, тј. да ли је једињење природно, тј. да већ постоји у природи или је синтетско, тј. не постоји у природи него га је човек направио [1]. У првом случају постоји повољна концентрација (сл.2), повећане или смањене концентрације мање повољно делују а врло ниске или врло високе концентрације могу бити смртно опасне. Које су вредности ових концентрација зависи од врсте супстанце. За разлику од њих синтетске супстанције не испољавају повољан учинак на организам а при вишим концентрацијама су изразито неповољне. Тако на пример садржај кисеоника у ваздуху омогућава опстанак човека. Међутим без кисеоника смрт наступа за 2 - 3 минута а у чистом кисеонику за око 10 мин. Зато и данас важи правило Парацелзуса, још из средњег века. Опасна је не супстанца него концентрација.



Сл. 2. Учинак деловања концентрације хемијских супстанца на живи организам. 1) Природно настала супстанца. 2) Синтетска супстанца.

2.2. Основни узроци загађења

Повезивањем настанка и последица загађивања, тражећи при том заједничке параметре, долази се до два кључна, односно основна, узрока загађивања животне средине. Један од њих је профит. Он је не само моторна снага загађивања него и деградације природе, јер њихово спречавање има своју цену, што за последицу има смањење профита. Међутим измишљен "одрживи развој" даје смањено загађивање, чији се ефекти могу осетити тек након дужег времена, тако да суштински проблем заштите животне средине, односно деградације природе, остаје.

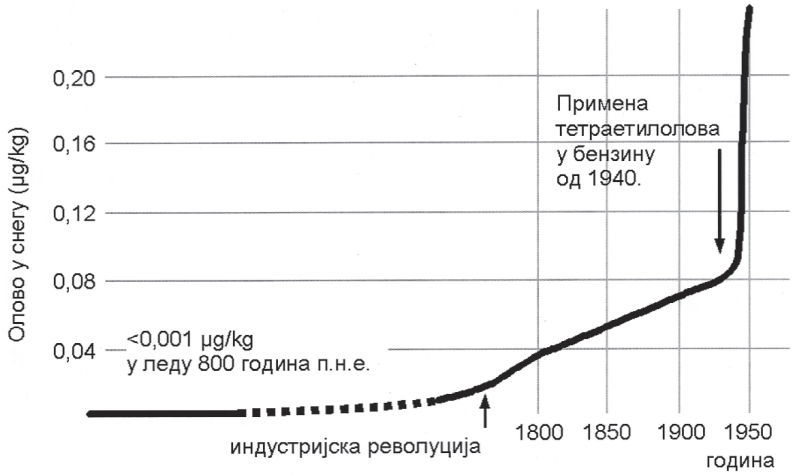
Други узрок загађивања чини посебан облик незнања, који се огледа у занемаривању чињеница да у природи нема изолованих места као ни појединачних процеса, због чега се занемарује и мултидисциплинарни приступ расматрању сваког акта човека који доводи и до поремећаја у природи, односно у равнотежном систему што је она по својој суштини.

Овоме треба додати и теорије, односно расматрања, о човеку као господару природе и заблуде о неограниченим капацитетима природе.

Оба поменута основна узрока обично су присутна истовремено, што доводи до знатног појачавања последица загађивања. Међутим до овог се закључка може доћи тек након детаљније анализе одговарајућих случајева. Из тог разлога расмотримо један број карактеристичних примера.

2.3. Ширење загађења

Илустрација ширења загађења на све тачке на земљиној кугли види се из примера одређивања садржаја олова у леду Гренланда, који се ту скупљао хиљадама година [1,2]. На сл. 3. дата је концентрација олова у функцији старости леда, односно снега из кога је тај лед настао. У периоду од 800 година пре Христа до почетка индустријске револуције, тј. средине 18 века, садржај олова био је веома мали, око 0,001 микрограм у килограму леда, Почетком индустријске револуције садржај олова се повећава због повећања производње и коришћења овог метала, због чега се његова једињења уносе у атмосферу и кретањима ваздушних маса у њој доспевају у ваздух изнад Гренланда, где са снежним падавинама долазе на тло остајући у одговарајућим слојевима леда до данашњих дана. Изразито повећање садржаја олова је у слојевима насталим након почетка коришћења тетраетил олова у бензину, из кога кроз ауспух аутомобила доспева у ваздух и наставља да се преноси на поменути начин. Његова концентрација се повећала у леду Гренланда преко 200 пута, без обзира што се у наведеним регионима аутомобили не користе. Знатно касније, 1995 год. у леду остатка ледника на планини Дурмитор, садржај олова је износио 5-11 микрограма у једном килограму леда, од-



Сл. 3. Промена садржаја олова, приспелог ваздушним струјањима, у леду

носно 5000-11000 пута више него пре скоро 3000 година [3]. Треба напоменути да се и у овом случају место налажења налази ван путева куда се крећу возила, па је и у овом случају олово приспело са падавинама из других области.

Следећа илустрација основне чињенице да нема изолованог места на земљиној кугли је ширење изотопа ^{137}Cs и ^{134}Cs након хаварије нуклеарног реактора у нуклеарној електрани у Чернобиљу (Украјина) 1986. год. Ово је место удаљено око 1500 километара у ваздушној линији од планине Дурмитор. Међутим он је нађен 1993. год. у узорцима биљних материјала и производа, што се добро види из података у Табели бр. 1. тј. у маховини, трави, шишаркама, печуркама, црном луку и цвекли а преко њих доспео је и у месо јагњади, сурутку и млеко, а потом (преко ланца исхране) и до човека, 7 година после хаварије у Чернобиљу [4].

Табела 1. Ниво активности ^{137}Cs и ^{134}Cs у узорцима биљака и прехрамбених производа на планини Дурмитор, мерен 1993 год.

Узорак	Активност (Bq/kg)
Маховина	
– стара	34-43
– млада	2025
Гљиве	
– Грива	228
– Вргањ	375
Суво телеће месо	30
Јагњеће месо	5
Млеко	~ 3
Јечам	1-5
Шаргарепа	2-3
Црни лук	3-5
Цвекла	1-5
Ливадска трава	~10
шишарке	~50

Кише су га донеле и на друга места па је ^{137}Cs нађен и у земљи са ливада у реону Аљиновића у Санџаку, где је 1999. године измерена активност од 229 бекерела (Bq) по килограму земље [5].

Ширење загађивања преношењем загађујућих агенаса ваздушним струјањима није равномерно, него зависи од правца ваздушних струјања, због чега на једну површину може да пристигне већа или мања количина загађујућих супстанци. Висинска струјања ваздуха, која преносе загађујуће супстанце, распоређена су у нашој земљи тако да су највише заступљена (око 20 %) она која пристижу из правца западне и централне Европе [6]. С обзиром да се ради о индустријски развијеним земљама са знатном потрошњом фосилних горива, и другом индустријом, укупан биланс пренете количине сумпорних једињења, односно једињења азота, у нашу земљу је знатно већи него што је пренос из наше земље у друге (Табела 2). Овај пример илуструје да распростирање загађења није равномерно [7].

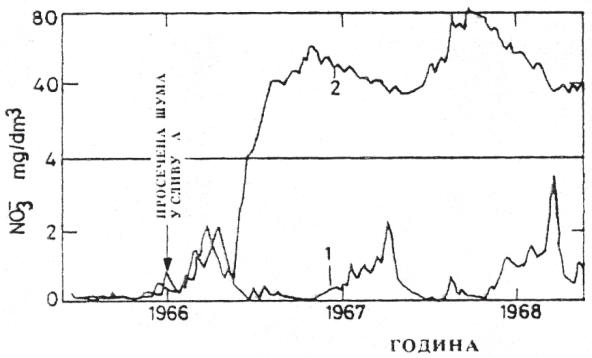
Вода у тлу, текуће и друге воде, тј. хидросфера, такође доприноси ширењу загађења. То се једноставно види из примера у нашој земљи, где вишак нитрата, који се користе као минерално ђубриво у пољопривреди, са наших њива са водом из падавина, киша и

Табела 2. Количине једињења сумпора и азота примљене из других земаља и предате другим земљама

Једињења сумпора (хиљада тона)	
Примљено из других земаља	256
Из сопствених извора	253
Укупно	561
предато другим земљама	147

Једињења азота (хиљада тона)	
Примљено из других земаља	97
Из сопствених извора	17
Укупно	132
Предато другим земљама	34

отопљеног снега, продире дубље у земљиште и преко подземних вода доспева у изворишта а потом и у реке и друге водотокове, односно у наше водоводе. То илуструје и пример дат у Табели 3. за садржај нитрата у води реке Саве [8], који непрекидно расте са годинама, због непрекидног повећаног коришћења поменутих минералних ђубрива на њивама у њеном сливу, што је изазвано жељом за све већим приносима, односно све већом добити и заборављањем граница у којима смемо да мењамо услове који владају у природи. Ово потврђују и подаци који су добијени у САД праћењем садржаја поменутих нитрата у површинским водама два слива, означена са А и Б, која су чинила подручја са шумама. Садржај се мењао равномерно у току једне године (сл. 4), односно једног вегетационог периода, растао је у зимским периодама када је вегетација мировала а опадао у вегетационом периоду, јер је биље користило нитрате за свој развој. Након сече шума у сливу А садржај нитрата у водама повећао се око 40 пута, јер није било вегетација која би га трошила, тј. дошло је до својеврсног загађивања и преноса у друге делове хидросфере [1].



Сл. 4. Годишња промена садржаја нитрата у текућим водама (2) пре и након сече шума у сливу, и (1) без сече шума у сливу.

Овај пример веома много указује да свака наша интервенција у природи мора да буде пре отпочињања вишеструко, тј. мултидисциплинарно, расматрана, а не само једнострано, као у поменутом случају где је искључиво интерес, добијање дрвета,

Табела 3. Садржај нитрата у реци Сави (средње месечне вредности)

Година	mg/dm^3
1979	3,4
1985	4,75
1990	4,88
1995	7,38

био у првом плану док су последице за хидролошки систем занемарене.

Не само унос загађујућих супстанца у хидросферу, него и саме наше измене карактеристика хидролошких система доводе до појаве загађивања, али и појаве коју називама деградација дела територије или система, тј. губљења могућности дотадашњег коришћења. То може да се види на примеру измена насталих након изградње хидроелектране Ђердап, односно Ђердапског језера. Брана овог језера подигла је водостај Дунава скоро до Београда, али и ниво подземних вода у одговарајућим деловима приобаља, односно Баната. Због успоренијег тока долази до таложења честица из воде на дну овог језера, чија се количина стално повећава, али и њихов унос из горњих токова [9]. Од њих се образује муљ, који у себи садржи и низ веома различитих отпадних материја из индустрије и насеља земаља Европе у узводном делу дунавског слива, укључујући и одговарајуће нуклеарне електране. Тиме се ствара својеврсна депонија европског отпада, о чему није својевремено вођено рачуна. Таложење има и додатну последицу, јер у талогу остају и веома мале честице силиката, због чега се смањује њихов унос у Црно море, па долази до смањења бројности низа живих организама у мору, којима су за опстанак потребни минерали из вода Дунава. Такође брана чини и физичку препреку миграцији одређених врста риба, које су овамо долазиле, због чега се мења и састав рибљег фонда. Све су ово последице недовољно мултидисциплинарног приступа решавању потребе производње електричне енергије.

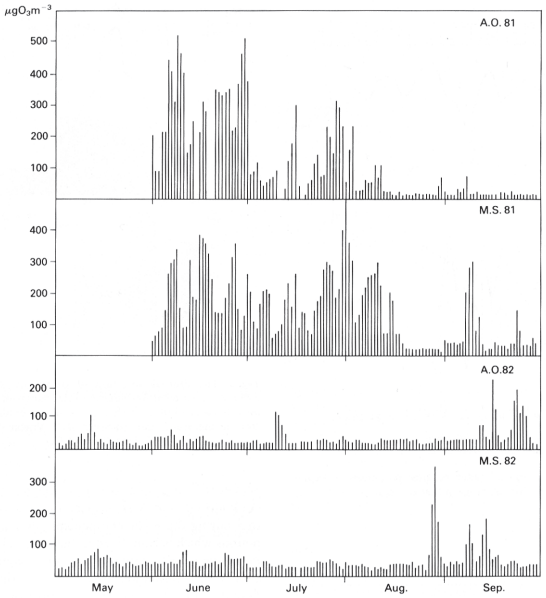
Веома велике последице на деградацију природе имала је и изградња Цимљанског акумулационог језера на реци Дону у Русији. При овоме је приступ био чисто хидроинжињерски, јер је требало решити проблем наводњавања и коришћења воде у неким насељима. При овоме су занемарени геохемијски, климатолошки, физичкохемијски и други процеси, јер је потреба за наводњавањем била једини циљ. Међутим подизањем бране подигнут је и ниво подземних вода, које су доспеле у површински слој тла. Она је имала повећан садржај соли и због степске климе и ниске влажности ваздуха брзо је из површинског слоја отпаравала, чему је доприносила и слаба циркулација подземних вода. Са испаравањем воде у земљишту расте садржај соли, оно прелази у слано земљиште и долази до изумирања вегетације. Након овог процеса ерозија односи површински хумусни слој, па остају песковите пустињске области на местима где је уз реку била бујна вегетација, које се на сл. 5 виде као беле или сиве

Сл. 5 Сателитски снимак долине реке Дона са Цимљанским акумулационим језером. Беле површине на слици су пешчане површине.

површине. Убрзано испаравање воде из акумулационог језера довело је и до повећања њеног салинитета, што је практично онемогућило и њену примену у пољопривреди. Укупан резултат је у крајњој линији био уништење једног природног система због непромишљене трке за својеврсном добити [1,10].

2.4. Секундарно стварање загађујуће супстанције

Поред загађујућих супстанца непосредно избачених у ваздух, односно у околину, из њих у природним условима одговарајућим реакцијама настају нове супстанце, које називамо секундарним загађујућим агенсима. Најпознатији и најприсутнији у овом случају су



Сл. 6. Концентрација оксиданаса у ваздуху Београда измерена на метеоролошкој опсерваторији при нормалном саобраћају, 1981 год. и смањеном саобраћају због несташице бензина, 1982. год.

озон и оксиданси (органска пероксидна једињења). Непосредна веза интензитета саобраћаја и садржаја оксиданаса у ваздуху Београда [1] јасно је потврђена мерењем њихове концентрације у ваздуху 1981 год. када је била нормална потрошња бензина и 1982 год, када је због недостатка бензина у држави издавано само 40 литара месечно по возилу, тако да према подацима на сл. 6. загађивања практично није било. За време санкција покушај мерења оксиданаса на истим местима као и у претходним испитивањима није успео, јер су њихове концентрација биле мање од могућности метода да их одреде, што представља својеврстан допринос чистој животној средини. Ово такође илуструје да поред профита који је моторна снага аутомобилске индустрије и навике људи доприносе загађењу.

Загађивање једне средине може да утиче да се поједини поступци који су примењивани у незагађеним системима покажу сада као опасни, јер изазивају појаву загађујућих агенаса. Пример за ово је познати систем хлорисања ради добијања бактериолошки исправне воде. Када је ова вода незагађена резултати су позитивни јер дају исправну воду. Међутим када је вода пре хлорисања садржала повећану концентрацију органских супстанци, тј. била делимично загађена, након овог поступка, настаје хемијски неисправна вода, што се види из примера у Табели 4. за узорке воде из нишког водовода [11]. У води са изворишта Крупац, из незагађеног предела, практично нема повећања садржаја канцерогених и мутагених хлорних деривата, за разлику од друга два узорка из загађене области, код којих је повећање знатно, па се практично добија хемијски неисправна вода за пиће. И у овом случају занемарен је учинак отпадних вода индустрије на загађивање текућих вода у која се оне уливају, али продиру и даље у приобаље и до изворишта за водоснабдевање. О учинку коришћења ове воде у пољопривредној производњи не треба размишљати, јер није употребљива. И у овом случају заштита вода од загађења због трошкова је занемарена.

3. ПРОФИТ КАО ПОКРЕТАЧ ЗАГАЂИВАЊА

Улога профита и значај потрошачког друштва у загађивању животне средине веома добро се види на примеру аутомобилске индустрије, односно коришћења ових возила. Развој ове индустрије и аутомобилског саобраћаја доприноси загађивању ваздуха, али и других средина, низом једињења, међу којима и канцерогеним бензо(а)пиреном који се налази у издувним гасовима аутомобилских мотора. Побољшањима техничких особина мотора њихова емисија се смањује (табела 5) [1]. Овај позитиван ефекат се поништава повећањем броја аутомобила који се користе. С друге стране у развијеним државама искључују се из саобраћаја возила која због застарелости или другкх разлога не доприносе смањењу загађења, али се не забрањује њихов извоз у друге, сиромашније земље, што претставља допринос ширењу загађења али и остварењу профита при извозу.

Табела 4. Садржај органохлорних једињења у води за пиће пре и након 24 часа после контакта хлорног препарата са водом (μg/L)

Извориште	Време часова	Хлороформ	Дихлоробромметан	Дибромхлорметан	1,1,1,трихлоретан	Угљентетрахлорид	Трихлоретилен	Тетрахлоретилен
Крупац	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	24	0,05	0,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Медијана	0,0	0,17	0,13	0,10	0,62	0,0	1,79	2,16
	24	5,40	0,47	0,66	3,42	0,0	5,90	6,99
П-5	0,0	0,28	0,02	0,02	1,31	0,0	15,21	17,02
	24	7,71	0,23	0,09	7,48	0,02	25,39	29,60

Напомена: садржај 0,0 означава концентрацију нижу од границе детекције коришћене методе

Табела 5. Емисија бензо(а)пирена из аутомобила (μg/kg)

Пре контролисања емисије	7,52
По стандардима из 1963	1,53
По стандардима из 1970	1,00
Аутомобили са катализатором	0,55

Жеља за зарадом у низу случајева доводи и до стављања у промет низа производа који непосредно изазивају погубне последице по појединце. Тако је двадесетих година прошлог века [12] једна америчка фирма пустила у промет лекове у виду раствора за инјекције, за орално узимање или наношење на кожу, у којима је лековита супстанција био радиоактивни радијум, рекламирајући да се њиме може лечити више оболења, што се види са рекламног плаката ове фирме на сл. 7. Ово као и коришћење рентгенског зрачења за депилацију дама у козметичким салонима у Америци спада у исту категорију начина стицања профита. На ову идеју пословни људи су дошли на основу чињенице да је код рада са рентгенским испитивањима болесника, због несавршености уређаја, долазило до опадања длака са коже али и појаве опекотина озрачених. Свакако да је крај ових дама био трагичан.

Непосредно супротстављање неопходности заштите животне средине и потребе за стицањем профита можемо видети из следећих примера. Након утврђивања чињенице да се при коришћењу фосилних горива у термоелектранама у диму поред честица чађи налазе и субмикро честице, чије су димензије тако мале да могу да продиру кроз ћелијску мембрану у саме ћелије особе која удише ваздух са загађењем из димова поменутих централа. Оне су узрочник око 40.000 смртних елучајева годишње у САД. На иницијативу одговарајућих органа да је индустрија дужна да предузме одговарајуће мере за пречишћавање димних гасова и од поменутих честица, стигао је јединствен одговор. У њему се отворено каже да се предузимање ових

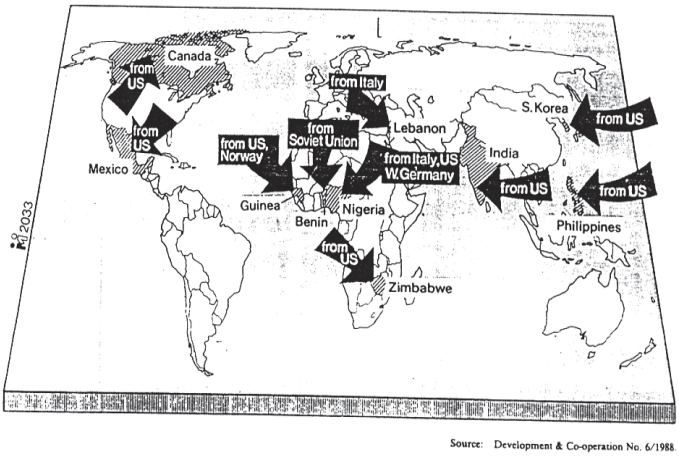
Сл. 7. Рекламни плакат за лекове са радијумом као лековитом супстанцијом

мера не исплати јер им је јефтиније да плаћају трошкове лечења и накнаде за смртни исход [13]. Мере ће предузимати тек када се трошкови накнада оштећеним изједначе са трошковима мера заштите, што је објављено и у обичним листовима. Људски живот је према изнетом постао само одговарајућа роба.

Фреони и неке друге супстнце које се користе у бочицама за распршивање козметичких препарата, боја, лакова и др. доводе до уништавања заштитног омотача планете Земље, озоносфере, од ултра-љубичастог зрачења. Због овога се повећао интензитет овог зрачења али и број оболења од рака коже [14,15]. Срачунато је да ће се због овога број оболелих од рака коже у европском делу бившег СССР повећавати годишње за 7000 - 9000, док у САД, према прорачунима, број оболелих од рака коже рашће за око 20.000 годишње за сваки проценат смањења садржаја озона у озоносфери. Али због заштите профита индустрија водећих земаља, забрана коришћења фреона тек скоро је донета. Међутим већ испуштене количине фреона и других гасова разориће до 50% озона у озоносфери. Треба напоменути да је у научним круговима могућност угрожавања озоносфере била најављена већ после другог светског рата, након полетања млазних авиона у област стратосфере, али овој најави није посвећена потребна пажња. Слична ситуација се данас понавља и са проблемом очувања садржаја кисеоника у атмосфери Земље. Због сече шума (преко 2 милиона хектара годишње), пораста градова, ширења путне мреже и других делатности, смањује се биљни покривач на Земљи, који је једини произвођач кисеоника. То се односи и на морску флору. С друге стране потрошња кисеоника непрекидно расте, због повећања коришћења фосилних горива и других делатности. На пример 3.000 хектара шума производи просечно дневно 35 тона кисеоника. Ова количина потребна је просечно једном млазном авиону за један интерконтинентални лет [14]. Међутим због могућег умањења профита своје индустрије и заустављања њеног развоја САД су одбиле потписивање међународне конвенције о ограничењу сече шума, тачније заустављања повећања површина на којима се она сече [16]. Резултати ће тек доћи!

3.1. Заїађивање извозом оїасних маїерија и оїасних їроизводних їроцеса

Свака производња, као и живљење човека, даје одређене количине отпадних материја које морају да се одлажу на одговарајућа места, одлагалишта – депоније. Када се ради о опасним отпадним материјалима потребан је посебан начин руковања и одлагања. Такође и одлагање обичних отпадних материјала захтева одговарајући поступак. Сва одлагалишта траже сталну контролу јер се могу, а то се веома често дешава,



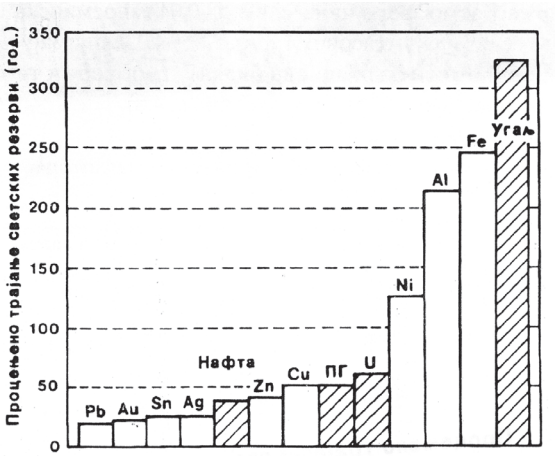
Сл. 8. Главни правци преноса (извоза) опасног отпада.

претворити у нове изворе загађивања животне средине. Уништавање отпадних материја захтева посебне технологије. Све изнето захтева одговарајућа финансијска средства, тј. јавља се као чист трошак било одговарајућих производних организација било државних институција, што би довело до смањивања њиховог профита у крајњем случају. Ради тога прибегавало се, а и сада се прибегава, да се у неразвијене земље извози овај отпадни материјал [17], нарочито када је реч о опасном материјалу, што чине индустријски развијене земље. Путеви кретања овог својеврсног извоза виде се на сл. 8. према подацима објављеним од Уједињених нација. Наравно ово нису сви случајеви. Тако су немачке власти у време најжешћих санкција према Југославији, када је био обустављен сваки железнички саобраћај преко наше земље, дале одобрење за превоз кроз њу опасних остатака из производње пестицида у индустрији Немачке, ради депоновања у Албанију, код Скадра. Тек након појаве опасних последица по околину и становништво ови материјали су враћени а пуна цена њиховог збрињавања морала је бити плаћена [18].

Сл. 9. Изглед зрна од ^{239}U (тежина 292 гр.) нађеног на терену у Босни после НАТО бомбардовања.

Својеврстан "извоз" опасног отпада је и коришћење муниције са осиромашеним ураном [19,20]. Наиме при припреми нуклеарног горива, односно оружја, преостају значајне количине изотопа урана 238 (у САД око 800.000 тона у осталим земљама око 200.000 тона, а можда и више). Део чини и уран из реактора у којима је коришћен за производњу плутонијума, вештачког трансуранског елемента. Он је и онечишћен плутонијумом, истина врло малим његовим садржајем, али који је хемијски веома токсичан. Ова муниција (сл.9) након употребе остаје у земљишту одакле продире у ланац исхране, уласком у биљке које на том терену расту и у воду у земљи, са којом се њеним подземним и надземним токовима шири на околину.

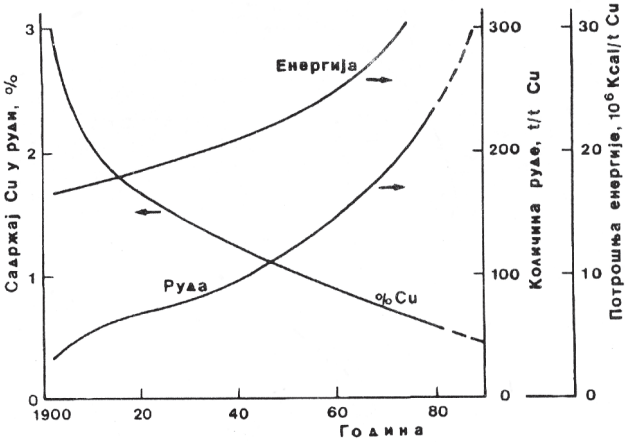
Својеврстан вид смањивања трошкова ради заштите животне средине чини извоз опасних или „прљавих"поступака производње у мање развијене, или неразвијене, земље. У овим срединама, обично без индустријске традиције и без система за интервенције у случају хаварија, последице су често катастрофалне, као на пример у Бопалу у Индији. Због хаваријског испуштања веома опасног хемидског једињења изоцијаната за неколико дана умрло је скоро 2000 људи, грађана, а више хиљада је претрпело тешка тровања са неизвесним последицама. Ухапшени претставник америчке фирме која је пренела ову технологију морао је бити пуштен јер је у уговору о преносу писало да све ризике сноси индијска страна, чиме је продавац заштитио свој финансијски интерес.



Сл. 10. Процењено време трајања светских минералних резерви и горива. (ПГ - природни гас)

Ако погледамо положај наше земље, односно Балканског полуострва, онда се срећемо са чињеницама да на Балкану теку реке из индустријализоване Европе, сливовима Дунава и Саве а ниједна у супротном правцу. Такође, као што је раније назначено, ваздушна струјања чешће стижу изнад наше земље из ових региона него супротно. Из тога следи да је наша земља, као и Балканско полуострво, погодна за депоновање отпадака, односно доношења „прљаве" технологије. О овоме је својевремено дат и коментар у Немачкој, да ће због пооштравања законских норми о заштити животне средине доћи до премештања производње у друге земље, јер би увођење мера заштите животне средине изазвало знатан трошак и умањење профита [21].

Посебно треба благовремено обратити пажњу на проблематику везану за количине основних минералних сировина које стоје на располагању људима на Земљи. Јапански истраживачи пре скоро десет година дали су прорачун времена трајања минералних сировина на нашој планети [1], што је показано на сл. 10. Узимајући при овоме апроксимације које је могуће учинити при прогнозама онда и дупло дуже време коришћења резерви угља, које би износило скоро 700 година, је занемарљиво у односу на то да је само историјски период људског рода око 4-5 хиљада година, а да је од нама добро познате Косовске битке прошло само нешто мање од 700 година. Уместо рационалног коришћења ових сировина њихова потрошња непрекидно расте, као на пример нафте због пораста броја аутомобила, са свим пратећим појавама о којима је



Сл. 11. Повећане количине ископане руде и утрошене енергије за добијање 1 тоне бакра у зависности од његовог садржаја у руди.

било речи претходно. Овај будући проблем је врло јасно, али незапажено потврдила вест у листу Политика од 21. јуна 1998. год., да је према извештају швајцарске фирме Петроконсултанс покривеност потрошње нафте новооткривеним налазиштима у периоду 1978-1982 износила 118% да би у периоду 1992-1997 пала само на 30%, Свесне ове чињенице неке државе конзервирају своја налазишта користећи изворе у другим регијама.

Претходно изнета проблематика о резервама руда и сировина више се односи на геостратешке и геополитичке потезе одговарајућих организација и држава али је индиректно веома значајно везана и за проблематику заштите животне средине. Наиме код коришћења руда за добијање метала прво се искоришћавају оне код којих је садржај метала највећи. Након њиховог исцрпљивања прелази се на сиромашније руде, тј. оне са нижим садржајем метала. То се види са дијаграма на сл. 11 за руду бакра. Ради добијања исте количине метала потребно је зато ископати све већу количину руде, утрошити зато сразмерно већу количину горива и утрошити исто тако већу количину хемикалија у процесу производње концентрата [1]. Потребно је такође и повећање површина земљишта за депоновање повећане количине јаловине и других остатака од прераде руде, што сумарно повећава загађење сразмерно смањењу садржаја метала у руди. Предузимање мера заштите умањиће овај негативан ефекат али га не може у потпуности да уклони.

Значајан учинак на загађивање животне средине чини ефекат "стаклене баште", који је последица, са једне стране жеље за побољшање квалитета живљења, а са друге стране, стицања профита у производњи и другим процесима који ово омогућавају. Ефекат "стаклене баште" је последица непрекидног повећања садржаја CO_2, на првом месту, као и O_2, O_3, CH_4 и H_2O у атмосфери. До овога доводи пораст потрошње фосилних горива за различите намене али и смањење "зелених површина", тј. површина под вегетацијом, јер су оне потрошачи CO_2. Наведени гасови делују у атмосфери као рефлектор за топлотно, инфрацрвено, зрачење са површине тла, које се загрева апсорпцијом сунчевог зрачења. Овим се спречава хлађење површине Земље. Последице су климатске измене на Земљи, које ће оставити неминовно одговарајуће измене у живом свету. Предвиђања последица су разноврсна, од подизања нивоа мора и океана, са плављењем приобаља, због топљења леда на половима, до претварања делова змљишта богата вегетацијом у сушне и полупустињске пределе. Најмоћније државе (САД) одбиле су потписивање међународног уговора о смањивању емисије CO_2, јер би то оставило последице по развој њихове индустрије тј. стицања профита у суштини.

И на крају овога текста може се са сигурношћу рећи да изнети примери, којих још има безброј, илуструју и потврђује поставке о основним узроцима загађивања – недовољном мултидисциплинарном знању у приступању решавања проблематике, као првом, и профиту као другом узроку.

Abstract

THE CAUSES OF POLLUTION OF THE ENVIRONMENT

Dragan. S. VESELINOVIĆ, *Faculty of Physical Chemistry, BU*

Planet Earth is our environment to which we have favorable and unfavorable action of chemical obtained. The main causes of environmental pollution are profit and the absence of appropriate types of knowledge. The paper discusses the spread of contamination (with examples) secondary creation of pollutants and examples of profit as an engine of environmental pollution.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. С. Веселиновић, И. А. Гржетић, Ш. А. Ђармати, Д. А. Марковић, "Физичкохемијски основи заштите животне средине, I. Стања и процеси у животној средини", Факултет за физичку хемију, Београд, 1995.

2. R.A. Horne, "The Chemistry of our Environment", J. Wiley, N.Y, 1973.
3. D. Veselinović, D. Kovačević, D. Marković, Z. Vukmirović, S. Rajšić, S. Stanković, A. Stanković, D. Đorđevic, Inter. Conference in Chem. Sci. and Indust. South-East Europ. Countries, 1998, Halkidiki, Greece, Book of Abstracts, I, PO541.
4. A. Stanković, S. Stanković, Ecologica 11(2) (1995) 16.
5. Д. Веселиновић, Д. Вуковић, Р. Биочанин, IV Југословенски симпозијум "Хемија и заштита животне средине", Зрењанин, 2001, Српско хемијско друштво, Књига извода, 130.
6. Б. Добриловић, Прилози проучавању времена и климе СФРЈ, свеска 3, Савезни хидрометеоролошки завод, Београд, 1978.
7. П. Радичевић, Извештај о стању животне средине у Југославији за 1994 год., Савезно министарство за развој, науку и животну средину, Сектор за животну средину, Београд, 1996.
8. Квалитет површинских вода у Војводини, Извештаји Хидрометеоролошког института, Нови Сад, 1980, 1990, 1991.
9. M. Perišić, Ecologica, 5(4) (1988) 25-35.
10. М. Котляков, С.В. Зони, Т.Г. Рунова, Е.Л. Чернышев, М.В. Концебовская, Вестник Акад. Наук. СССР, 12 (1989) 40.
11. Д. Веселиновић, Г. Вучетић, Д. Илић, II Симпозијум "Хемија и заштита животне средине" Врњачка Бања, 1993, Српско хемијско друштво, Књига извода, 323.
12. L. Hodges,"Environmental Pollution", Holt, Rein. Winst, N.Y. 1973.
13. H.J. Johnson, The next Battle over Clean Air, Rolling Stone, January 18, 2001, 48.
14. Д.А. Марковић, Ш.А. Ђармати, И.А. Гржетић, Д.С. Веселиновић, Физичкохемијски основи заштите животне средине, II. Извори загађивања, последице и заштита, Универзитет у Београду, Београд, 1996.
15. В. Яблоков, Вестник Акад. Наук. СССР, 5 (1989) 124.
16. M. Đukanovic, Ecologica, 4 (4) (1997) 00.
17. Development and Cooperation, No. 6/1988.
18. Политика, 11.12.1993. год.
19. D. Veselinović, M. Kopečni, J.En. Prot. Ecol., Special Issue, (2000) 369.
20. M. Orlić, N. Nikolić, Bulletin Vinča Institute of Nuclear Sciences, 5(1-4) (2000) 3.
21. U. Steger, "UmweIt-Auditing", 5. H. Schilling: Erweiterte Unternehmenshaftung durch neues Umweltrecht, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt, 1991.

Милан НЕШИЋ, Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ, Департман за хемију, Природно-математички факултт, Универзитет у Нишу, (e-mail: nesicmilanvl@gmail.com)

БАКАР У ЖИВОМ СВЕТУ

УВОД

Бакар је један од есенцијалних биометала. Просечан људски организам садржи око 100 mg овог метала који је важна компонента-кофактор многих ензима у живом свету. Код човека они регулишу различите физиолошке функције и имају важну улогу у стварању енергије у ћелији. Активност ових ензима је највећа у срцу, мозгу, јетри и бубрегу. Бакар се у овим ензимима налази у оксидационим стањима +1 и +2, и координационим бројем од 2 до 6, окружен N–,O– или S– донор атомима из биолиганада. Месо, шкољке, ораси, семенке, пшеничне мекиње-житарице и производи од житарица су добри извори бакра. Преко ланца исхране он долази до људи.

Недостатак бакра може бити последица неухрањености, лоше апсорпције, претераног узимања цинка, може бити стечен или наследан. Симптоми укључују недостатак крвних ћелија, абнормалности у везивном и коштаном ткиву и неуролошке поремећаје. Токсичност бакра је релативно ретка појава може бити повезана са повећаним уносом преко ланца исхране, али је често последица и генетских недостатака у метаболизму. Вишак бакра се из организма уклања помоћу хелеотропних агенаса и повећаним уносом цинка и магнезијума.

ХЕМИЈА БАКРА

Према валентној електронској конфигурацији (Cu: [Ar] $4s^1 3d^{10}$) бакар гради једињења са оксидационим стањем +1, +2 и у посебним условима +3. Хемија водених раствора Cu(II) јона је обимна јер овај јон гради бројне растворне соли и велики број комплексних једињења са лигандима различите дентатности и различитим донор атомима. Према броју валентних електрона и физичко-хемијским особинама овај јон гради претежно комплексне честице и фрагменте са координационим бројем 6, деформисане октаедарске структуре због неједнаких дужина везе у аксијалном и екваторијалном положају. Такође, гради и комплексе са координационим бројем 4, тетраедарске и квадратно-планарне структуре. [1,2]

БАКАР У ПРИРОДИ И НАМИРНИЦАМА

Бакар је у природи неравномерно распрострањен ($(2,5\text{-}7,5)\times10^{-3}$%, Земљина кора) у облику стотинак разноврсних минерала, сулфида, арсенида, хлорида, карбоната и других. У морској води га има 1-8 μg/L. [3]. Неке од ових соли су растворне у води, па их биљке из земљишта узимају заједно са њом. Највише бакра садрже банане, грожђе, коштуњаво воће, суво воће, ораси (2 mg/100 g), лишће крушака и јабука, поврће,

овас, соја, пиринач, детелина луцерка, интегралне житарице (зрна, клице, мекиње), бибер, коштано брашно, шећерни сируп од меласе итд. Путем ланца исхране, овај значајан биометал, долази до животиња и даље до човека. Највише га има у: јетри, поготово говеђој, где је његов садржај и до 15 mg на 100 g, бубрезима, печуркама, 5 mg/100 g, риби, шкољкама, жуманцету.

Дневне потребе организма одраслог човека просечне тежине за бакром, на основу препорука Светске здравствене организације, се крећу у интервалу од 0,9 до 1,3 mg/дан, исте се задовољавају коришћењем хране богате овим металом. [4] Препоручени дневни унос бакра за децу од 2 месеца до 4 година је 1mg, а за труднице и доиље 2 до 3mg. [5].

БИОДИСТРИБУЦИЈА И БИОХЕМИЈСКА УЛОГА БАКРА У ОРГАНИЗМУ

Према заступљености прелазних метала у организму човека, само гвожђа и цинка има више него бакра. Од укупног садржаја бакра у организму човека највише га има у скелетном систему, затим у скелетним мишићима, жучи, јетри, мозгу, и крви. Занимљиво је да је концентрација у јетри и кожи фетуса и новорођенчади 5 до 10 пута већа него у јетри и кожи одраслог човека. Људски организам у нормалним физиолошким условима садржи 80-120 mg бакра. Бакар са цинком и гвожђем локализован је у најдоњем слоју покожице, а нарочито високе концентрације нађене су у кожи горње половине врата и лица. Концентрација бакра у еритроцитима је стална, док у серуму варира. Екскреција се врши преко жучи и желудачних сокова, као и урином.[6]

Хормони одговорни за мобилизацију бакра из јетре и његов прелазак у крвоток су адреналин и тироксин. Из организма се бакар елиминише преко дигестивног тракта и то као ресорбовани или нересорбовани бакар. [7]

Такође, он је један од најзначајнијих катализатора у нашем организму. Присутан је у два кључна ензима аеробног метаболизма: цитохром Ц оксидази и бакар-цинк супероксид дизмутази (Cu/Zn SOD) о којима ће касније бити речи. У митохондријама постоји исти протеин као супероксид дизмутаза, само што уместо бакра и цинка садржи манган. Осим у ова два ензима бакар је присутан и у амино-оксидази, тирозинази, урикази, каталазама, моноамино оксидази, допамин хидроксилази и још неким ензимима. Бакар је неопходан за синтезу фосфолипида ћелијске мембране и на тај начин одржава мијелин - облога која одваја нервне ћелије од околине и регулише ниво неуротрансмитера. [8]

Овај биометал је неопходан за синтезу хемоглобина (као и хлорофила у биљкама). Ензими који садрже бакар учествују у транспорту гвожђа кроз цревни зид, при уласку гвожђа у хем, катализују биосинтезу порфирина и сазревање ретикулоцита. Поред бакра и гвожђа за хематопоезу неопходни су и кобалт и ванадијум. У случају мањка бакра смањена је: активност супероксид дисмутазе и продукција хемоглобина, а еритроцити постају крхки и подложни хемолизи. У организму постоји одређена корелација између молибдена, бакра и сулфата; кадмијума, гвожђа и бакра; као и бакра, цинка и гвожђа. [9]

Садржај бакра у телу се повећава у време инфекција или вакцинисања упоредо са стварањем антитела у организму. Овај биометал појачава анти-инфламаторно дејство аспирина (10 до 15 пута) и штити слузокожу органа за варење од његовог штетног дејства. Бакар убрзава разлагање *vitamina C* и веома је важан у стварању имуног одговора на инфекције. Бакар је такође неопходан за сазревање и функционисање Т ћелија (подгрупа лимфоцита). Заједно са витамином Ц битан је у производњи еластина (протеина), а заједно са силицијумом учествује у одржавању еластицитета везивног ткива. Игра важну улогу у контракцијама срчаног мишића, крвних судова, као и функционисању мишића. Стварање меланина (природног пигмента који се налази у коси и кожи) укључује ензиме који садрже бакар, па боја коже и косе умногоме зависи од присуства овог метала. Бакар је такође укључен у метаболизам шећера, масти и холестерола. Укључен је и у синтезу простагландина, једињења која регулишу бројне функције као што су откуцаји срца, крвни притисак и зарастање рана. [10-14]

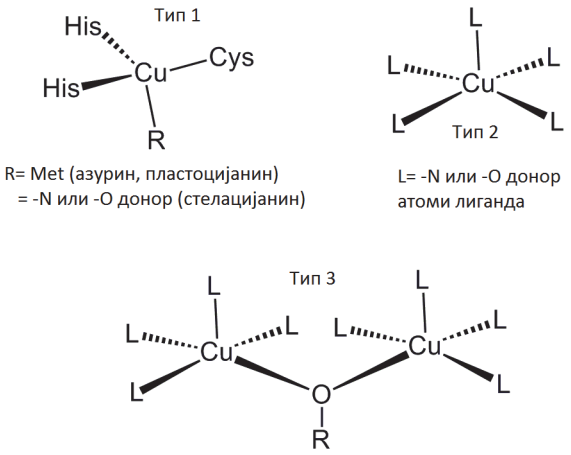
ЕНЗИМИ БАКРА И ЊИХОВА УЛОГА

У праисторији Земље, бакар је био присутан у облику тешко растворних сулфида и био је слабо доступан елемент. Појавом првих већих количина молекулског кисеоника у атмосфери, бакар је постао биодоступнији, као Cu^{2+}-јон. Ензими који су до тада учествовали у аеробном метаболизаму били су „дизајнирани“ да раде при нижим вредностима редокс потенцијала, а присуство молекулског кисеоника довело је до појаве нових ензима са редокс потенцијалима у области у којој је и бакар редокс активан, између 0 и 0,8V.

Данас, бакар је присутан у великом броју ензима, који су укључени у транспорту електрона, елиминацији реактивних кисеоничних врста и других малих молекула из организма, синтези хемоглобина, а код неких нижих животиња и транспорту кисеоника.

У живом свету бакар је присутан у облику комплексних фрагмената са деловима биомолекула као лигандима које веже са координационим бројем од 2 до 6. Cu^{+} се понаша као „мекша“ киселина, са афинитетом за везивање преко S-донор атома, а Cu^{2+} као „тврђа“ и углавном лиганде везује преко N- и O-донор атома . Cu^{2+} гради комплексе са координационим бројевима 2, 3 i 4, а Cu^{2+} sa 4, 5 i 6. Обе форме имају мала времена измене лиганада.

У биолошким системима бакар се може наћи у три различита облика који су у литератури класификовани на основу његове видљивости у UV-VIS и ESR спектрима. (Слика 1) [10]



Слика 1: Типови активних центара са бакром

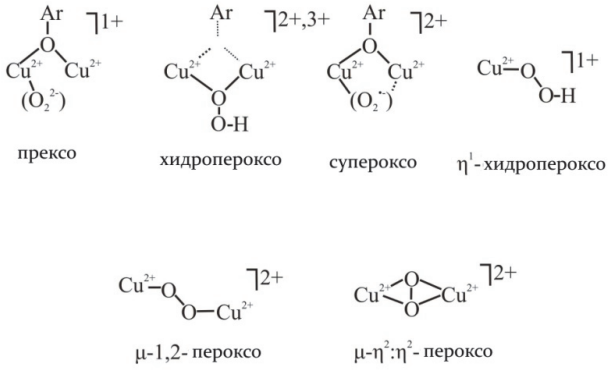
Плави протеини

Бакарни центар типа 1 који је интензивно плаве боје садрже протеини: азурин, пластоцијанин и стелацианин који имају улогу преносиоца електрона. Овај центар даје слаб ESR спекар, са хиперфиним прелазима. Бакар у њему је везан за два хистидина и цистеином; и један или 2 слабија лиганда.

У функционисању ових биохемијских система интересантно је како је могуће да функционише у брзим електрон-транспортним реакцијама, када се Cu^{+} и Cu^{2+} тако много разликују у координацији коју остварују са окружујућим биолигандима: Cu^{+} тетраедарска, а Cu^{2+} квадратно-планарана која, током трансфера електрона, који траје око 10^{-12}s, нема времена за конформациону промену, за шта је потребно 10^{-8}s. Такође, утврђено је рендгеноструктурном анализом, да геометрију места везивања бакра диктира протеин за који је он везан, а не његово оксидационо стање. У овом случају, оно је више одговарало координационој геометрији Cu^{+} јона, доста уврнутој, са два –N донор атома из хистидина и једним –S из цистеина, који леже скоро у равни са металним јоном и једним –S из метионина, који лежи аксијално. [10]

Оксидазе и оксиīеназе

Бакарни центар типа 2. има слаб апсорпциони спектар, па је скоро безбојан, док је ESR спектар карактеристичан за квадратно планарне комплексе. С обзиром да има способност да реверзибилно везује кисеоничне врсте (слика 2)**,** овакав активни центар се налази у многим ензимима, оксидазама и оксигеназама као што су: амино-оксидазе, галактозо-оксидазе, лизил-оксидазе и пептидилглицин–α-хидроксилујуће монооксигеназе. Такође, постоји ензим у нервном систему свих виших организама, који катализује оксидативно разлагање терминалне ацетил групе пептидних прохормона на **Ц**-терминалном крају, (глицински остатак), а потврђено је и да се кисеоник везује за један од два атома бакра типа 2, који се налазе у датом ензиму.



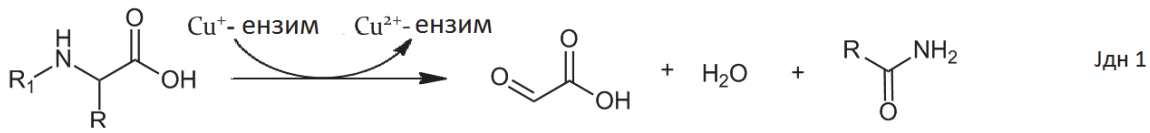
Слика 2. Координација бакра са различитим кисеоничним лигандима

Комплекс бакар-кисеоник се налази „заробљен“ у ензиму, који садржи споро реагујући супстрат, N-ацетилдијодотирозил-D-треонин (IVT), и у присуству кисеоника и аскорбата (да би бакар остао редукован). Структура пре-каталитичког комплекса указује на вероватни механизам где електрон прелази са једног на други атом бакра, који су на растојању од око 11Å, а водоник се преузима из супстрата, што доводи до формирања прелазног α-хидроксиглицина, који се затим конвертује у продукте амида, глиоксалну киселину и воду, што је приказано једначином 1. [10]

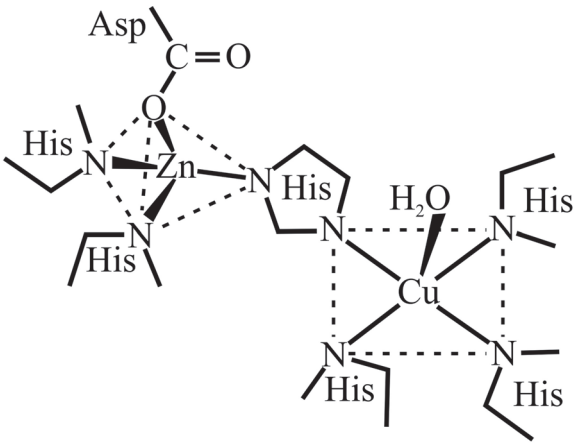
Протеини који садрже динуклеарни бакарни центар

У овом типу протеина атоми бакра у активном центру су обично координисани са 3 хистидина преко –N атома имидазола, и мостним лигандом као што је кисеоник или хидроксилни анјон. То је динуклеарни фрагмент биомолекула који је дијамагнетичан. Има интензиван апсорпциони спектар у блиској UV области (330nm). [8,10]

Овој класи протеина припада транспортни протеин кисеоника код неких бескичмењака, **хемоцијанин** (слика 3). У питању су углавном мекушци: сипе, лигње, хоботнице, пужеви и др., одакле и њихова плава крв. Активни центар се састоји из две јединице бакра везане азотом имидазоловог прстена хистидина које заједно везују молекул кисеоника, због чега безбојни деокси центар Cu^{+} - Cu^{+} прелази у систем са пероксидним мостом плаве боје.



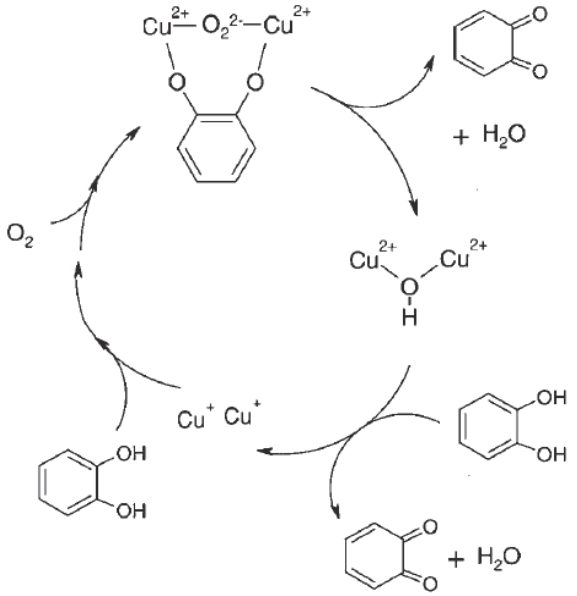
Јдн 1



Слика 3. Активни центар супероксид дизмутазе

Катехол оксидаза и тирозиназа су међу ензимима који имају овакав активни центар. У катехол оксидази из слатког кромпира, у „неактивном стању“ бакарни јони су премошћени хидроксилним јоном. При редукцији ензима, овај мостни лиганд се губи, а растојање Cu-Cu се повећава.

Занимљиво, један од три хистидина-лиганда бакра формира директну ковалентну тиоетарску везу са цистеинским остатком. Упркос томе, каталитичко језгро има врло сличну структуру са местом везивања бакра у хемоцијанину. Катехол охидаза катализује оксидацију два молекула у одговарајуће дикетоне, кроз четири електронске редукције молекула кисеоника до два молекула воде. Поједностављена шема редукционог механизма је приказана на слици 4.



Слика 4. Циклус катехол оксидазе

Прва фаза обухвата интеракцију катехола са хидроксилно премошћеним Cu^{2+} – OH^- - Cu^{2+} и даје дикетоне као продукте, молекул воде и динуклеарну врсту у којој су оба бакра редукована. Друга фаза укључује реакцију другог молекула катехола, са овом врстом у присуству кисеоника, када формира Cu_2-O_2-Cu_2, у којој катехол повезује два бакарна јона са две хидроксилне групе. Други молекул дикетона избацује воду, а ензим се враћа у првобитно стање, када је премошћен хидроксилном групом. [8,10]

Оксидазе са више атома бакра

Важна класа ензима са више атома бакра који обухватају лаказе, аскорбат-оксидазе и церулоплазмин садрже најмање четири бакарна јона, а имају сва три типа активних центара у истом молекулу.[10,15]

Цитохром Ц оксидаза је велики трансмембрански протеински комплекс нађен код бактерија и митохондрија еукариота, и он је последњи ензим у респираторном ланцу. Овај ензим прима електрон од сваког од четири цитихром Ц молекула, и преноси их на молекул кисеоника, конвертујући молекулски кисеоник у два молекула воде.

Овај ензим састоји се из 2 центра, од којих је један дибакарни у коме су јони бакра премошћени са два –S донор атома из цистеина, а сваки бакар има још по два лиганда. У другом центру бакар је координисан са три –S донор атома из хистидина. [10]

Супероксидизмутазе (SOD)

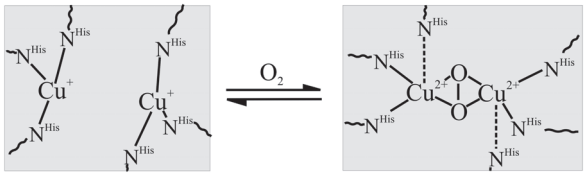
Бројни ензими генеришу супероксид током свог редукционог циклуса. Далеко највећа продукција супероксидног анјона и реактивних кисеоничних врста, које могу бити изведене од њега је у респираторном ланцу, у митохондријама. SOD смањује ниво супероксида, катализујући трансформацију два супероксидна анјона у кисеоник и водоник.

CuZnSOD је лоцирана у периплазматичном простору бактеријских ћелија, цитосолу и митохондријалном интермембранском простору, код еукариотских ћелија. Реакција је двостепени процес у коме молекул супероксида редукује оксидовану (Cu^{2+}) форму ензима, дајући кисеоник и редуковани (Cu^{+}) ензим који затим редукује други молекул супероксида дајући водоник-пероксид и враћајући ензим у оксидовану форму.

Једн 2

Активно место канала који води до бакровог јона је конструисано идеално за мале анјонске врсте као што су супероксиди, допуштајући скоро дифузионо контролисану брзину ензимске катализе, (константа брзине ~$2*10^{-9}$ $m^{-1}s^{-1}$). Људска CuZnSOD је хомодимер, код кога је свака субјединица сачињена од осам стандардних β барела, једног бакра, једног цинка и

садржи интрасубјединицу дисулфида. (Слика 5.) [*9,10,16*]

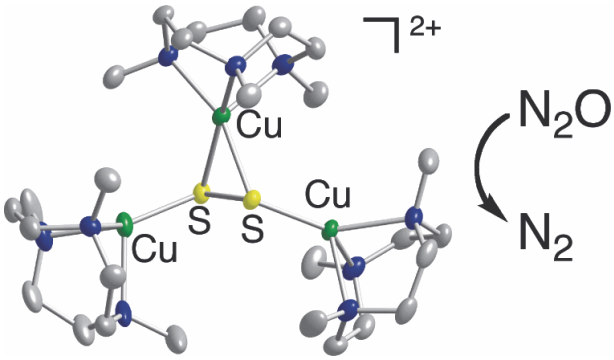


Слика 5. Рзличити облици хемоцијанина

Ензими бакра са другим супстратима мале молекулске масе

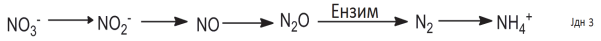
Ензими бакра поред њихове значајне улоге у активацији кисеоника и супероксида учествују и у активацији метана, нитрита и оксида азота. На пример, метанотрофна бактерија, *Methyloccocus capsulatus,* поседује метан монооксидазу.

Азот оксид редуктазе катализују завршни корак у денитрификационом процесу, редукујући N_2O до N_2, и због тога су посебно интересантне (слика 6). Организми који врше денитрификацију користе оксидоване форме азота уместо кисеоника, као терминалне електрон акцепторе за анаеробно дисање, што је повезано преко протонске пумпе, са синтезом АТП. Азот (I) оксид редуктаза је такође и од еколошког значаја јер је N_2O један од гасова одговорних за ефекат стаклене баште, трећи после CO_2 и CH_4. Такође, потенцијално атрактивни оксо-трансфер реагенс за оксидацију органских супстрата у „зеленим реакцијама“ где је једини нус продукт N_2.



Слика 6. Координација бакра у азот(I)оксид редуктази

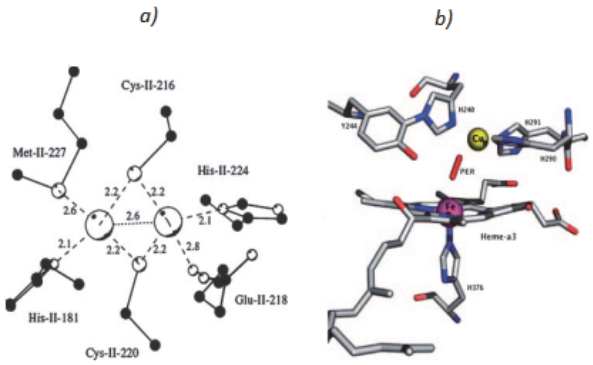
Предпоставља се да се редукција N_2 до N_2O врши везивањем N_2O за бинуклеарни Cu_I/Cu_{IV} крај где он може да интерагује са оба атома бакра, као мостни лиганд. Симултано донирање електрона од стране Cu_I и Cu_{IV} омогућава двоелектонску редукцију N_2O. У овом центру атоми бакра налазе се у разчичитом оксидационом стању премошћени са два Cys лиганда, као и код цитохром оксидаза. [10]



УЛОГА БАКРА У МЕТАБОЛИЗМУ ГВОЖЂА

Пре више од 50 година установљено је да је недостатак бакра у вези са сидеропатичном анемијом код неких животиња, посебно папкара. Из бројних других истраживања закључено је да су оксидазе са више атома бакра неопходне за висок афинитет уноса гвожђа у организам. С обзиром на то, није изненађујуће сазнање да ретка људска неуролошка болест ацерулоплазманемија (где се гвожђе акумулира у јетри и мозгу) показује да је кључна улога церулоплазмина, ензима који који садржи бакар, у ткивном метаболизму гвожђа.

Студије су показале да једна од оксидаза квасца, тзв. Fet3 која садржи церулоплазмин, обнавља хомеостазу гвожђа што је утврђено на примеру ацероплазманемичнх мишева. Претпостављени механизам тог процеса, у коме је мобилилизација гвожђа из макрофага преко Fe^{2+} транспортера феропротеина, оксидација гвожђа до Fe^{3+} везана за фероксидну активацију церулоплазмина и осигуравање његовог уграђивања у апотрансферину, приказан је на слици (7). [*9,10,17,18*]



Слика 7. Дибакарни центар, јони бакра су премошћени са два сумпора из цистеина. (а) Cu_B центрар-бакар координисан са три His лиганда. (б)

БАКАР У ПРЕВЕНЦИЈИ И ТЕРАПИЈИ БОЛЕСТИ

Овај биоелемент утиче на ефикасност деловања витамина Ц против вируса, бактерија и њихових токсина. Поред индиректног деловања, подизањем имунитета, његова ативност заснива се и на директном деловању слободним радикалом који настаје деловањем аскорбата са молекуларним кисеоником, а што катализује јон бакра. На пример, ефикасност витамина Ц у терапији малигног меланома се значајно повећава укључивањем бакра. На апсорпцију овог биоелемента повољно утиче унос мањих количина других биоелемената: цинка, кобалта и гвожђа, а негативно висок унос цинка. Примењује се и у превенцији остеопорозе.

Мањак бакра изазива генералну слабост, ослабљену респирацију и болести коже. У терапијама, бакар се користи уз препарате гвожђа, а код рахитиса уз остале лекове. Интересантно је да мајчино млеко нема довољне количине бакра, које су потребне одојчету, иако га има три пута више (и 2 пута више гвожђа) од

крављег млека, па код новорођенчади до другог месеца често постоји негативни баланс, а исти је нарочито изражен код недоношчади и доводи до одређених поремећаја.

Бакар може бити и токсичан, ако се нађе у организму у превисоким концентрацијама. Бакар унет у већим количинама изазива несаницу, у тежим случајевима опадање косе, поремећај овулације и депресију. Може довести до смањења нивоа цинка и то првенствено у мозгу.

Појачана апсорпција бакра путем танког црева уз смањено излучивање путем жучи постоји код Wilson-ове болести, бакар и церулоплазмин у серуму су ниски, а излучивање бакра урином је појачано па се концентрише у јетри, мозгу и бубрезима.

Уколико дође до значајнијег повећања концентрације, најбоље је применити начин исхране, односно уносити ону храну која садржи бакар у врло малим количинама. Поред тога, треба повећати уносом цинка и магнезијума, јер они подстичу излучивање бакра из ткива. У терапији Wilson-ове болести се користи пеницилaмин орално са витамином Б6, као и цинк-ацетат 150 mg дневно. Поред наведеног, код драстично изражених симптома користе се и хелеотропни агенси, који комплексирају бакар и тиме омогућавају лакше излучивање из организма, неки од дренажних лекова и физикалне терапије. [*10,19,20*]

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је урађен у оквиру Пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије III45017

Abstract

COPPER IN THE LIVING WORLD

Milan NEŠIĆ, Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ, *Faculty of Sciences and Matematics, University of Nis,* (e-mail: nesicmilanvl@gmail.com)

Copper is one of the essential biometal. The average human body contains approximately 100 mg of this metal, which is an important component of many enzymes-cofactors in the living world. In humans, they regulate various physiological functions and play an important role in energy production in the cell. The activity of these enzymes is highest in the heart, brain, liver and kidneys. Copper in these enzymes is present in oxidation states +1 and +2, and coordination numbers from 2 to 6, surrounded by the –N, –O, or-S donor atoms of the bioligand. Meat, shellfish, nuts, seeds, wheat bran-cereal and cereal products are good sources of copper. It comes to the people through the food chain.

Copper deficiency may be due to malnutrition, poor absorption, excessive intake of zinc, and also can be acquired or inherited. the symptoms are deficiency of blood cells, abnormalities in the connective and bone tissue, and neurological disorders. The toxicity of copper is relatively rare. It may be associated with an increased intake through the food chain, but is often the result of the genetic defects in metabolism. Excess copper can be removed from the body by using heliotropic agents and an increased intake of zinc and magnesium.

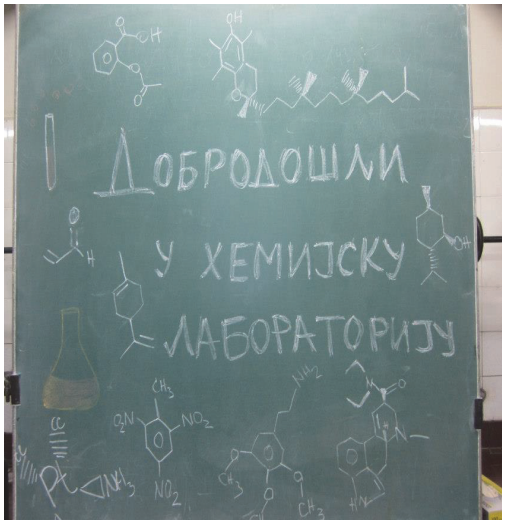
ЛИТЕРАТУРА

1. F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo, M.Bochmann (1999) Advanced Inorganic Chemistry
2. I. Filipović, S. Lipanović, (1982.), Opšta i anorganska hemija.
3. A. Kabata-Pendias and A. B. Mukherjee, (2007.) Trace Elements from Soil to Human.
4. http://www.who.int/en/
5. http://fnic.nal.usda.gov/food-composition
6. J. E. Weder., C. T Dillon., T. W.Hambley, B. J. Kennedy P.A. Lay, J. R. Biffin, H. L. Regtop, N. M. Davies (2002.) Copper complexes of non-steroidal anti-inflammatory drugs: an opportuniy yet to be realized, Coordination chemistry reviews: 232 95-126.
7. J. A. Cowan, (1993.) Inorganic Biochemistry,WHC Publishers, Inc, New York Weinhen, Cambridge.
8. Р. С. Николић, Г. М. Николић, Д. М. Ђорђевић, Н. С. Крстић (2010.) Координациона хемија-Основи, Вежбе и Други Облици Наставе, ПМФ Ниш.
9. М. Цакић, Г. Николић, Д. Цветковић, Љ.Илић, (2007.) Комплекси са Fe(III) олигосахаридима-антианемици. Научна монографија, Технолошки факултет, Лесковац.
10. R. R. Crichton, (2008.)Biological Inorganic Chemistry An Introduction
11. M. C.Linder, M.Hazegh-Azam (1996.), Copper biochemistry and molecular biology. Am J Clin Nutr.
12. *J. W. Erdman, I. A. MacDonald, S. H. Zeisel Wiley-Blackwell (2012.) Present Knowledge in Nutrition. 10th ed. Ames: 540-553*
13. B. B. Bistrain (2006.) Modern Nutrition in Health and Disease. Williams and Wilkins 10th ed. Philadelphia: Lippincott
14. R. Uauy, M. Olivares, M. Gonzalez., (1998.),Essentiality of copper in humans, Am J Clin Nutr.
15. G. Vashchenko, R. T. MacGillivray (2013)Multi-copper oxidases and human iron metabolism.
16. M .A. Johnson, J.G. Fischer, S.E. Kays,(1992.), Is copper an antioxidant nutrient?, Crit Rev Food Sci Nutr.
17. Р. Николић, Н. Крстић (2011) Биолошки значај гвожђа, Хемијски преглед, **52 (1)**, 19-26
18. S. Kono, (2012) Curr Drug Targets. Aceruloplasminemia
19. C. H.Guo, C.L.Wang,(2013.) Effects of zinc supplementation on plasma copper/zinc ratios, oxidative stress, and immunological status in hemodialysis patients., Int J Med Sci.
20. D. B.Milne, S.T.Omaye, (1980.) Effect of vitamin C on copper and iron metabolism in the guinea pig., International Journal for Vitamin and Nutrition Research
21. N. Krstić, (2013.), Испитивање интеракције M(II) јона биометала у модел системима са фармацеутским препаратима и.суплементима типа киселина као потенијалним лигандима, Докторска дисертације, ПМФ-Ниш.

ВЕСТИ из ШКОЛЕ
ВЕСТИ за ШКОЛЕ

Александар М. ЂОРЂЕВИЋ, Ивана С. АНТОНИЈЕВИЋ, Александар Д. КАРАЈИЋ, Јелена З. ДРАГОЈЛОВИЋ, ***otvorenelaboratorije@chem.bg.ac.rs***

„ОТВОРЕНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ“ СТУДЕНАТИ ХЕМИЈЕ И УЧЕНИЦИ У ЗАЈЕДНИЧКОЈ АКЦИЈИ



У сарадњи са управом Хемијског факултета, четворо студената ентузијаста покренуло је акцију *Отворене лабораторије* (у даљем тексту акција ОЛ) у мају месецу 2011. године. Врата ОЛ отворена су за све заинтересоване ученике од 12-18 година. Ове школске године започела је четврта сезона акције Отворене лабораторије. Акција ОЛ одвија се сваке суботе у току школске године (период октобар - јун). Број ученика у групи по једном термину је до тридесет. Са ученицима током једног термина ради 6-8 студената волонтера.

Циљ акције је да ученици основних и средњих школа на интересантан и интерактиван начин уђу у свет хемије и да се измени негативна слика о хемији као ‘‘тешком и незанимљивом наставном предмету”. С обзиром на то да програми хемије за основну и за средњу школу садрже велики број апстрактних појмова и да су наше школе неадекватно опремљене за извођење огледа у оквиру наставе / учења хемије (*Ostojić i sar., 2000; Matijašević i sar., 2013; Matijašević i sar., 2013a)* студенти су дошли на идеју о отварању факултетских лабораторија ученицима и њиховим наставницима. Тиме је ученицима пружена могућност да науче правила понашања у лабораторији и овладају основним вештинама лабораторијског рада. Осим развијања вештина и умења у извођењу различитих лабораторијских техника рада током израде различитих експерименталних вежби, ученици надограђују теоријска знања из различитих области хемије. Један од основних задатака акције ОЛ је неговање тимског рада, развијање комуникативних компетенција и стицање самопоуздања. Подаци показују да је као резултат акције повећано интересовање ученика за хемију и природне науке (*Milčić i sar. 2013*).

Програм акције *Отворене лабораторије* састоји се из три дела.

Посета ОЛ започиње обиласком *Збирке великана српске хемије* (у даљем тексту Музеј хемије), чија је поставка посвећена српским хемичарима који су дали значајан допринос развоју хемије у Србији.

Обилазак Музеја хемије је вођен студентима – „кустосима“. Кроз интерактивну посету Музеју, ученици добијају слику о томе како је изгледала хемијска лабораторија у прошлости, информације о старим инструментима и апаратурама, хемијском прибору с краја XIX па све до осамдесетих година XX века, односно стичу увид у историју развитка хемије у Србији. На овај начин код ученика се подстиче неговање позитивног односа према научној баштини наше земље.

Слика 1. и 2. *Ученици у Музеју хемије*

Слика 3. *Ученици у квизу знања*

Након завршеног обиласка музеја, ученици учествују у квизу знања. Квиз садржи пет игара: *Ко зна, зна*, *Пола-пола*, *Пронађи уљеза*, *Асоцијације* и *Тајанствена личност*. Кроз питања у оквиру игара проверавају се, на забаван начин, основна хемијска знања ученика. Ученици су подељени у два тима која се међусобно такмиче. Током досадашњег спровођења акције, ученици су показали велико интересовање за овај њен део.

Други део посете обухвата *Рад у лабораторији*.

На почетку овог дела акције, студенти објашњавају ученицима правила рада и понашања у хемијској лабораторији. Потом следи демонстрација употребе и руковања различитим хемијским посуђем, склапања апаратура, као и основних лабораторијских техника рада. По завршетку уводног дела сви ученици приступају самосталном извођењу једноставних лабораторијских вежби, на пример, мерење на техничкој и аналитичкој ваги, мерење запремине течности помоћу мензуре, бирете, пипете, филтрирање, итд.

Ученици су показали велико интересовање за рад у лабораторији, јер како често наводе (*Milčić i sar., 2013*), *овај део акције им омогућава да сами овладају основним лабораторијским техникама рада које ће им користити у даљем школовању*. Поред стицања самосталности у раду, овакво ангажовање ученика омогућава вежбање рада у тиму. Наиме, ако ученици сарађују они могу да размењују мишљења и ставове и да заједно успешно савладавају постављене задатке, долазећи при томе до различитих корисних сазнања. У појединим радионицама овог дела ученици праве и различите производе (сапуне, лепкове, мирисе итд.)

Слика 4 и 5. *Ученици у хемијској лабораторији*

Током досадашњег рада показало се да велику пажњу ученика привлачи последњи део акције *Отворене лабораторије*, а то су демонстрациони огледи.

Демонстрациони огледи су огледи који захтевају искуство у раду са супстанцама и различитим лабораторијским прибором и зато их изводе студенти-во-

Слика 6. *Оглед „магично млеко”*

Слика 7. *Оглед „црна мамба"*

Слика 8. *Оглед „слоновска паста"*

лонтери. Огледи су изабрани тако да заинтересују ученике и да буду основа за дискусију. Током демонстрације експеримената од ученика се очекује да у одговорима које дају на постављена питања, комбинују теоријска и практична знања из хемије и других наставних предмета (физика, математика, биологија, историја, географија и др.). Након изведених демонстрационих огледа, кроз дискусију се разматрају различити појмови. То су на пример: брзина хемијске реакције, улога катализатора, својства различитих супстанци, утицај различитих супстанци на животну средину, биохемијски процеси у човековом организму и слично.

На крају посете акцији ОЛ ученици као поклон добијају пластичну епрувету у којој се налази папир са структурном формулом неког молекула, најчешће

Слика 9. *Оглед „вода ватру гаси"*

оних из свакодневног живота. Задатак је да ученици направе краћу презентацију (реферат) на тему задатог молекула и пошаљу је на и-мејл акције ОЛ. Рад на презентацији може бити самосталан или у групи. Тиме се ученици упућују на самостално претраживање литературе и прављење презентације од сакупљених података, у којима може да се испољи њихова креативност.

ЗАКЉУЧАК

Тим ОЛ пружа могућност ученицима да, ради бољег образовања, стекну хемијска знања која ће примењивати у свакодневном животу и раду, и да овладају основним техникама рада у лабораторији. На овај начин долази до промоције и популаризације природних наука у школском добу. Активно учешће ученика у акцији побуђује њихово интересовање за хемију и подизање свести о улози хемије у свакодневном животу и њеном доприносу, не само квалитетнијем животу, већ и различитим аспектима очувања животне средине.

У периоду од три и по године колико програм постоји, у њему је учествовало преко 2000 ученика и њихових наставника из Србије, као и УНЕСКО камп, који је организовала ОШ „Мића Стојковић” из Умчара, у коме су учествовали основци из Русије, Белорусије, Азербејџана и Словеније. Верујемо да сви посетиоци са собом носе лепе успомене.

Током година постојања, тим ОЛ се мењао, али треба истаћи да су се сви студенти који су до сада учествовали у акцији ОЛ веома ангажовали у припреми и реализацији сваке посете, како би на што интересантнији начин ученицима приближили хемију. С обзиром на то да се из године у годину повећава број студената-волонтера који су расположени да раде са ученицима, може се рећи да ОЛ полако постају традиција Хемијског факултета.

До сада су у акцији учествовали: Весна Милановић, Јелена Димитријевић, Александар Салим, Иван Божић, Маја Томановић, Тања Бијелић, Сања Шкаро, Анђела Гајић, Славна Тешановић, Урош Шароњић, Катарина Радуловић, Јелена Видић, Милена Тошић, Милош Козић, Милена Миленковић, Ненад Зарић, Ивана Вујковић Буквин, Слађана Савић, Стефан Илић,

Марија Зорић и други.

Слика 10. *Оснивачи акције (слева на десно) Александар Ђорђевић, Ивана Антонијевић, Јелена Драгојловић и Александар Карајић*

ПОДАЦИ О ОСНИВАЧИМА АКЦИЈЕ ОЛ

Александар Ђорђевић

Рођен је 21.02.1987. године у Крушевцу где је завршио основну и средњу школу. Основне академске и мастер студије завршио је на Хемијском факултету, студијски програм: професор хемије. Од 2009. па надаље се бави волонтерским радом. У периоду од 2009. до 2014. био је координатор организације окружног и републичког такмичења из хемије за ученике основних школа. Један је од оснивача Волонтерског центра Хемијског факултета и Центра за научно – истраживачки рад студента Хемијског факултета. Такође, један од оснивача Отворених лабораторија, чији је координатор до данас. У сарадњи са колегама 2011. покренуо је „Нулте курсеве" за студенте хемије и билологије, док је на истим био и предавач (2011-2013). Током студија као координатор Волонтерског центра учествовао је у организацији и реализацији многих акција за промоцију хемије и Хемијског факултета као што су „Ноћ музеја", „Дани открића", „Фестивал науке", изложба „Лабораторија великана – наслеђе српске хемије" (2013.) и др. У сарадњи са компанијом БАСФ (нем. *Badische Anilin- und Soda-Fabrik)* учествовао је у промоцији едукативног вебсајта *www.chemgeneration.com* (2011.), реализацији научног такмичења за ученике средњих школа „Ланчана реакција" (2013.). Данас је студент докторских студија при Катедри за наставу хемије на Хемијском факултету Универзитета у Београду. Члан је Српског хемијског друштва и Друштва за академски развој.

Ивана Антонијевић

Рођена је 21.02.1989. године у Београду где је завршила основну и средњу школу. Основне и мастер академске студије је завршила на Хемијском факултету, студијски програм: хемичар. Од 2009. до 2014. године била је члан Студентског парламента. У периоду од 2010. до 2012. године била је студент продекан Хемијског факултета. Током студија, интензивно се бавила волонтерским радом и у више наврата је била активан учесник у организацији и реализацији бројних акција промоције Хемијског факултета као што су Фестивал науке, манифестација Ноћ музеја, изложба „Лабораторија великана – наслеђе српске хемије" (2013). Као један од координатора учествовала је у раду организације Републичких такмичења из хемије за ученике основних и средњих школа. Један је од покретача и координатора акција „Отворене лабораторије" и Нулти курсеви за студенте Хемијског и Биолошког факултета у оквиру којих је била предавач. Од марта 2013. године је актуелан главни и одговорни уредник часописа за студенте Хемијског факултета „Позитрон". Данас је студент докторских студија при Катедри за општу и неорганску хемију на Хемијском факултету у Београду.

Јелена Драгојловић

Рођена је 27.07.1989.године у Прибоју, где је завршила основну и средњу школу Гимназију Прибој, природно- математички смер. На Хемијском факултету је на смеру хемичар, апсолвент. Члан је студентског парламента у периоду 2009.-2013.године, а председник од 2011-2012. године. У периоду од 2010. до 2014. била је координатор организације окружног и републичког такмичења из хемије за ученике основних школа. Од 2009. године учествовала у манифестацији Ноћ музеја и Фестивал науке. Године 2011. учествовала у оснивању Центра за научно истраживачки рад студената, чији је координатор била до 2013. године, Волонтерског центра Хемијског факултета на чијем челу је била до 2014.године, Нултих курсева за студенте Хемијског и Биолошког факултета, предавач и организатор истих до 2014.године, један од оснивача Отворених лабораторија, чији је координатор до данас. Учествовала у организацији изложбе "Лабораторија великана, наслеђе српске хемије" (2013) као један од координатора задужен за организацију посета школа из целе Србије. Од 2014. године предавач у Свезналишту УК Пароброд.

Александар Карајић

Рођен 26.09.1987. год. у Чачку, где је завршио основну и средњу школу. Основне и мастер студије хемије завршио на Хемијском факултету у Београду као један од три најбоља студента у генерацији 2006/07. Током студија био је стипендиста града Чачка, Фонда за младе таленте, Министарства просвете и спорта Републике Србије. Дипломирао на студијском програму дипломирани хемичар са просечном оценом 9,48 на основним и 10,00 на мастер студијама. За време студија био је Студент продекан (2009-2010) на Хемијском факултету у Београду и млађи сарадник Истраживачке станице Петница на програму Хемија вода и Геологија.

Године 2012. уписао докторске студије на Универзитету у Бордоу (Француска). Тренутно се бави истраживањем у области биоелектрохемије са посебним освртом на развој материјала за купловане биогориве ћелије - биосензоре. Запослен на Институту за молекулске науке (ИСМ) на Универзитету у Бордоу. Један је од оснивача Отворених лабораторија и Нултих курсева на Хемијском факултету у Београду.

КОМЕНТАРИ ПРОФЕСОРА ИЗ ШКОЛА КОЈЕ СУ ПОСЕТИЛЕ ОЛ

Слика 11. *Ученици Тринаесте београдске гимназије*

„Тек када особа превазиђе личне интересе, тада може остварити своју праву срећу помажући другима и усрећити их...“

Као такве особе сам упознала Александра, Јелену, Ивану и Александра од којих је све са Отвореним лабораторијама на Хемијском факултету почело. Они се већ неколико година одлучују да помажу младим заљубљеницима у хемију да остваре своју љубав на Хемијском факултету.

Своје време, знање и осмехе великодушно дају младим нараштајима (основцима и средњошколцима). Тачно је и то да у посету долазе они ученици који већ воле хемију, али се то дуплира по завршетку обиласка музеја „Сима Лозанић“ и боравка и рада у лабораторији 577.

Чланови тима Отворених лабораторија плене својом гостопримљивошћу, вредноћом и иновативношћу. И то тако да посете Отвореним лабораторијама постају незаборавно пријатно искуство, подједнако за ученике и наставнике; ученицима отварајући нова гледишта на хемију а наставницима будећи носталгију студенских дана.

Тиму Отворених лабораторија желим срећу у даљем раду и напредак у сваком погледу.

Анита Стојчевски, професор хемије
XIII београдска гимназија

Слика 12. *Ученици Фармацеутско – физиотерапеутске школе*

Волим да присуствујем Отвореним лабораторијама на Хемијском факултету јер им је садржај увек разнолик, забаван, и увек нешто ново научим. Студенти који учествују у организацији и одржавању Отворених лабораторија су гостопримљиви и дружељубиви, и увек спремни да одговоре на разнолика питања ученика који присуствују Отвореним лабораторијама. Моји ученици се врате одушевљени науком, хемијом, радом у лабораторији и у приличној мери заинтересовани за наставак учења хемије тј. за студије хемије и стално питају када ће моћи да иду поново на неку нову радионицу.

Александра Ракићевић – Ковачевић,
професор хемије
Фармацеутско–физиотерапеутска школа, Београд

ПРИЈАВА ЗА ОТВОРЕНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ

Термини:

Субота 10:00 – 13:30
14:00 – 17:30

Пријављивање искључиво и-мејлом на: otvorenelaboratorije@chem.bg.ac.rs

У наслову и-мејла ставите „Пријава за Отворене лабораторије".

У тексту наведите број заинтересованих ученика (по разредима), име школе и термине који вам одговарају, а ми ћемо вам у што краћем року одговорити.

Нешто више о акцији сазнајте на:

http://otvorenelaboratorije.weebly.com/

https://www.facebook.com/OtvoreneLaboratorije

Abstract

„OPEN LABORATORIES"
Common action of Chemistry students and pupils

Open Laboratories is the action of students of Faculty of Chemistry, which aims at improving the knowledge and skills of students of primary and secondary schools in Serbia and the promotion of Chemistry in schools. The action comprises of three parts:

1) Visit to the Museum of Chemistry
- During the visit the students are informed about the history of chemistry in Serbia and great Serbian chemists.

2) Laboratory work
- In the lab students have the opportunity to work with basic laboratory equipment, utensils and instruments.

3) Demonstration experiments
- Students perform chemical experiments in interesting ways.

ЛИТЕРАТУРА

1. Matijašević, I., Stojiljković, D. i Korolija, J., (2013): Prikaz prostora za nastavu hemije u beogradskim gimnazijama, *Pedagogija*, br. 2, str. 221-229.
2. Matijašević, I., Jeremić, I. i Korolija J., (2013a): Opremljenost osnovnih škola za nastavu hemije u Loznici, *Hemijski pregled*, br. 4, str. 105-110
3. Milčić, M.K., Đorđević, A.M, Dragojlović, J.Z., Osnovci i srednjoškolci u laboratorijama Hemijskog fakulteta, XVI naučna konferencija: „Pedagoška istraživanja i školska praksa – INOVATIVNI PRISTUPI U OBRAZOVANJU“, Učiteljski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Oktobar 2013
4. Ostojić, M., Vidojković-Ilić, M., Svetozarević, B., Dimitrijević, J., Petrović, M. i Stamentoković, Z. (2000): Opremljenost osnovnih škola u funkciji unapređivanja vaspitno- obrazovnog rada, *Pedagogija*, 38(3-4), str. 253-258.

ВЕСТИ ИЗ СХД

ПРВА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА

У Београду и Новом Саду је од 30. до 31. маја 2014. одржана Прва српска хемијска олимпијада ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Хемијског факултета Универзитета у Београду. Ово такмичење је истовремено и изборно такмичење за 46. међународну хемијску олимпијаду, која ће бити одржана од 20. до 29. јула у главном граду Вијетнама, Ханоју. Практични део такмичења је одржан на Хемијском факултету у Београду 30. маја, а теоријски део у гимназији „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду 31. маја. Свечано проглашење победника, којем су присуствовали, између осталих, и министар просвете, науке и технолошког развоја др Срђан Вербић, председник Српског хемијског друштва др Живослав Тешић, и заменик директора НИС-а Андреј Шибанов, било је у просторијама Нафтне индустрије Србије.

Такмичење се састојало од три практична проблема и осам теоријских задатака. Израда сваког дела трајала је по 5 сати. Комисију су сачињавали: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Ирена Новаковић, др Александра Миловановић, др Полина Благојевић, др Маја Шумар-Ристовић, Видак Раичевић, Срђан Туфегџић, Милица Миленковић, Марко Јеремић и Марија Денић.

Учествовало је 12 такмичара, који су се квалификовали на основу резултата постигнутих на републичком такмичењу (10 првопласираних ученика III и IV разреда и 2 првопласирана ученика II разреда). Наводимо награђене и похваљене такмичаре, као и њихове менторе.

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Награда
1.	Марко Нешић	Средња школа	Крупањ	Милија Тешић	I
2.	Давид Копривица	Ваљевска гимназија	Ваљево	Момир Станојевић	II
3.	Милош Селаковић	Ужичка гимназија	Ужице	Славица Вељовић	II
4.	Алекса Милосављевић	Средња школа	Свилајнац	Марија Јевремовић	III
5.	Ивана Петровић	Гимназија «Исидора Секулић»	Нови Сад	Ивана Рашковић	III
6.	Оливера Живојиновић	Гимназија	Младеновац	Марија Петровић	III
7.	Павле Крављанац	Прва београдска гимназија	Београд	Јасна Петровић	III
8.	Милица Јауковић	Прва београдска гимназија	Београд	Јасна Петровић	похвалница

Душан Сладић

Поводом обележавања 160. годишњице од рођења Михајла Идворског Пупина, Фонд „Младен Селак“ је уручио **Пупинову медаљу** члану Председништва СХД, проф. др Слободану Д. Петровићу, “за изузетне резултате у друштвеном и научно-истраживачком раду чији је резултат иновација примењена у производњи и за посебан допринос развоју Иновацијског покрета“. Признање је уручено на свечаности у Идвору , 9.10.2014. године.

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

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 LATINIČNI (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/), Accerlys 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 ЋИРИЛИЦОМ (ово не важи за ознаке хемијсих 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 угластим 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 хоноришу 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