

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 54

бр. 6 (децембар)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 54

број 6
децембар

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

Volume 54
NUMBER 6
(December)

Publisher
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ
УРЕДНИКА
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ
Владимир Вукотић, Бранко Дракулић, Јелена Радосављевић
и Воин Петровић

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 2013. годину износи:

- за запослене..... 1.800,00
- за професоре у основним и средњим школама..... 1.000,00
- за пензионере, студенте, ђаке и незапослене..... 800,00
- претплата за школе и остале институције..... 3.500,00
- за чланове и институције из иностранства. € 50

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

Web site: <http://www.shd.org.rs/hp/>
e-mail редакције: hempred@chem.bg.ac.rs

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

ЧЛАНЦИ

Драган М. ПОПОВИЋ
Dragan M. POPOVIĆ
ИЗ САЈБЕР ПРОСТОРА - НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ 2013.
NOBEL PRIZE 2013 FOR CHEMISTRY FROM THE CYBER SPACE 142

Јована ШЕЈАТ, Марко ИЛИЋ
Jovana ŠEJAT, Marko ILIĆ
КСАНТАН
XANTHAN 147

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Горица ЂЕЛИЋ,
Иван ГУТМАН
Šimon A. ĐARMATI, Danica V. ĐARMATI, Gorica ĐELIĆ, Ivan GUTMAN
КУКУТА - СОКРАТОВ ЦВЕТ
HEMLOCK - THE FLOWER OF SOCRATES 148

Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Весна
СТАНКОВ ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ,
Jelena CVETKOVIC, Marija DIMITRIJEVIC, Vesna STANKOV JOVANOVIĆ, Violeta MITIĆ
АНАЛИЗА ПОЛИЦИКЛИЧНИХ АРОМАТИЧНИХ
УГЉОВОДНИКА У ХРАНИ И УЗОРЦИМА ИЗ ЖИВОТНЕ
СРЕДИНЕ
ANALYSIS OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FOOD AND ENVIRONMENTAL SAMPLES 153

Јелена АЛЕМПИЈЕВИЋ, Јована АРАНЂЕЛОВИЋ
Jelena ALEMPIJEVIĆ, Jovana ARANĐELOVIĆ
ГУМАРАБИКА
GUM ARABIC 160

ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Љиљана БОЖОВИЋ, Златана ЗАРИЋ,
Ljiljana BOŽOVIĆ, Zlatana ZARIĆ
СЦЕНАРИО ЗА УГЛЕДНИ ЧАС ИЗ ПРЕДМЕТА ХЕМИЈА И
РУКА У ТЕСТУ – ОТКРИВАЊЕ СВЕТА
SCENARIO FOR CHEMISTRY AND HAND IN TEST LESSON - DISCOVERY OF THE WORLD 163

Трибина

Драгомир МИЛОВАНОВИЋ
Dragomir MILOVANOVIĆ
eLIFE – НАУКА ДОСТУПНА СВИМА 166

ВЕСТИ ИЗ СХД

СЕЋАЊЕ НА ПРОФЕСОРКУ ГОРДАНУ ГОЦУ ВУЧКОВИЋ
(1953-2013) 167

ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА ЗА 2014. 168
ИЗМЕНЕ У ПРОПОЗИЦИЈАМА ТАКМИЧЕЊА ЗА СРЕДЊЕ
ШКОЛЕ 168



УВОДНИК

Поштовани читаоци *Хемијској њрепедга*, на самом крају године, у овом последњем броју, можемо да кажемо да смо успешно завршили једну радну годину 54. годишта *Хемијској њрепедга*. На унутрашњим корицама овог последњег броја 54. годишта, као што смо и уобичајили, дати су наслови свих чланака објављених у 2013. години. То, с једне стране, олакшава преглед и налажење текстова који вас занимају, а са друге стране даје један целовити увид у пређашњи рад и може бити основа за низ занимљивих анализа: која област хемије и које теме су биле највише заступљене, да ли има „белина“, тј. непокривених области или тема, и сличне.

* * *

Нобелова награда за хемију за 2013. годину је додељена тројци нагурализованих америчких научника из области теоријске и рачунарске хемије за развој multi-scale модела за комплексне хемијске системе. Награђени су: проф. Мартин Карплус (Martin Karplus) са Универзитета у Стразбуру, Француска и Универзитета Харвард, САД, проф. Мајкл Левит (Michael Levitt) са Универзитета Стенфорд, Лос Анђелес, САД и проф. Ариех Воршел (Arieh Warshel) са Универзитета Јужна Калифорнија (USC), Лос Анђелес, САД. Тим поводом је за читаоце *Хемијској њрепедга* Драган М. Поповић (Центар за хемију, ИХТМ, БУ) написао чланак под насловом „Из сајбер ѡрсијора - Нобелова награда за хемију 2013.“

* * *

Ксантан је полисахарид који представља продукт излучивања бактерија из врсте *Xanthomonas campestris*. То је иста она бактерија која изазива црну трулеж на листу поврћа. Након исцрпног истраживања токсичности, овај биополимер је одобрен за употребу код животиња.. У комерцијалну употребу улази 1968. године, од када се користи као комерцијални адитив у прехранбеној индустрији са ознаком Е415. Чланак о овој интересантној супстанци, која се користи као природни згушњивач и стабилизатор у прехранбеној индустрији, као и у козметичкој и фармацевтској индустрији под насловом „Ксантин“ написали су Јована Шејат и Марко Илић, студенти Хемијског факултета БУ.

* * *

Једна од највећих група заштитних хемијских супстанци биљака јесу алкалоиди, метаболички биопродукти аминокиселина. Кукута је једна од од отровних биљака наших крајева, позната широј публици јер је њеним отровом извршена смртна казна над филозофом Сократом. У чланку „Кукутиа - Сокрајов цвети“

аутори Шимон А. Ђармати (Београдска политехника), Даница В. Ђармати (Висока здравствена школа струковних студија, Београд), Горица Ђелић и Иван Гутман (ПМФ, Крагујевац) су описали кукуту, хемијска једињења (алкалоиде) које она садржи, као и дејства која ова једињења имају на човека, укључујући и неке познате случајеве тровања.

* * *

У чланку „Анализа ѡлицикличних аромайичних уљоводоника у храни и узорцима из животиине средине“ аутора Јелене Цветковић, Марије Димитријевић, Весне Станков Јовановић и Виолете Митић (ПМФ, Универзитет у Нишу), дат је преглед начина како се анализирају полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ), група токсичних једињења која се могу наћи у животној средини и храни.

* * *

Студенткиње Хемијског факултета Јелена Алемпијевић и Јована Аранђеловић су у чланку „Гумарадика“ описале основна својства смеше биополимера, која је коришћена у најразличитије сврхе хиљадама година, а која се користи и данас.

* * *

У Хемијском ѡрепедгу, као што знате, имамо и друге сталне рубрике. За рубрику *Хемија из/за школе* су Љиљана Божовић и Златана Зарић (учитељица и наставница хемије у ОШ „Светозар Марковић“ у Краљеву) написале сценарио за заједнички час за други и осми разред основне школе „Хемија и Рука у тесту – откривање света“, на тему „Биолошки важна органска једињења“.

За рубрику *Трибина Драгомир Миловановић* (докторант у Макс Планк институту, Гетинген, Немачка) је написао прилог „eLife – Наука гостујућа свима“.

У рубрици *Весћи из СХД* наћи ћете и текст - сећање на преминулу професорку Гордану Вучковић.

* * *

Све у свему ово је број у коме ћете сигурно наћи нешто интересантно за читање, макар то био и податак о малој промени правилника за такмичење средњошколаца или да је донета одлука да висина чланарине и претплата на часописе Друштва за 2014. годину остане непромењена у односу на 2013. годину. Учланите се у СХД, читајте ХП, поделите га и са другима, пишите за ХП, једном речју, негујте своју професионалну заједницу!

Ратко М. Јанков



ЧЛАНЦИ



Драган М. ПОПОВИЋ, Центар за хемију, ИХТМ, Универзитет у Београду, (email: dpopovic@chem.bg.ac.rs)

ИЗ САЈБЕР ПРОСТОРА - НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ 2013.



“Нобелова награда за хемију за 2013. годину је додељена тројници најнатурализованих америчких научника из области теоријске и рачунарске хемије. Награђени су:

- проф. Мартин Карплус (Martin Karplus) са Универзитета у Стразбуру, Француска и Универзитета Харвард, САД,
- проф. Мајкл Левиџ (Michael Levitt) са Универзитета Стенфорд, Лос Анђелес, САД и
- проф. Ариех Воршел (Arieh Warshel) са Универзитета Јужна Калифорнија (USC), Лос Анђелес, САД

и то за развој multi-scale модела за комплексне хемијске системе” каже се, између остало, у саопштењу Нобеловој комисији за доделу овогодишњих награда. Тројица научника су добила Нобелову награду за развој компјутерских модела за симулирање хемијских процеса, чиме је ионућен револуционаран и универзалан алат истраживачима у хемији, дизајнерима нових лекова и инжењерима у различитим областима истраживања. Добитници су прекознали то томе што су “иренели извођење експериментално у сајбер простор,” каже се даље у саопштењу.

Седамдесетих година прошлог века, Карплус, Воршел и Левит (види Сliku 1.) су поставили основу за



Слика 1. Тројица Нобеловаца – Карплус, Воршел и Левит у друштву Стучебрукова (први слева, шефа групе у којој је аутор текста предходно радио), на паузи између предавања на конференцији.

моћне компјутерске програме, који се данас користе да би се разумели и предвидели хемијски процеси у ма-

кромолекулским системима, као што су ензими, трансмембрански протеински комплекси, ДНК, липиди,

полисахариди и други природни или синтетички полимери, или нано-материјали. Ови програми омогућавају детаљно испитивање механизма рада ензима, као и енергетике и кинетике процеса. Могуће је испитивати интеракције између природног супстрата и ензима, или инхибитора (односно лека) и ензима, као и израчунавање њихових енергија везивања. На основу ових прорачуна могуће је идентификовати тип интеракција које су одговорне за везивање малих органских молекула за активно место ензима и предвидети структуру нових једињења, као потенцијалних лекова, што је основа за drug design. Међусобне интеракције између два протеина, ензима и ДНК, или ензима и липида су такође успешно испитиване овим методама. Поред тога је могуће симулирати процес увијања протеина (protein folding) до своје природне конформације, као и предвидети тродимензионалну (терцијалну) структуру протеина.

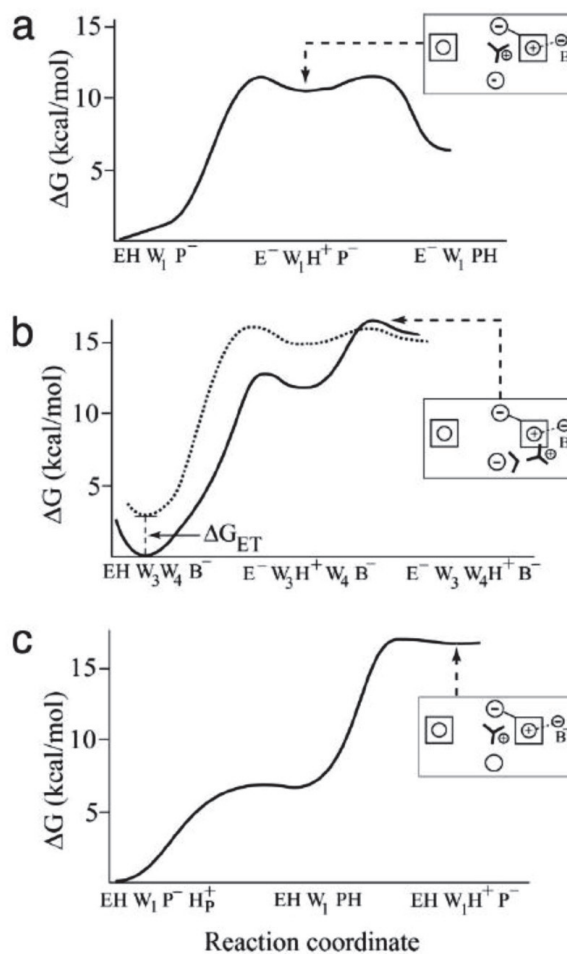
Тако су овим методама проучаване структурне промене протеина изазване наглим повећањем температуре; конформационе промене протеина изазване продором вируса кроз ћелијску мембрану, или променом рН вредности медијума. Такође су моделоване енергетика депротоновања титратибилних група протеина, или промене оксидо-редукционог стања металних центара и других редокс-активних кофактора, изражене преко промене pK_a и E^0 вредности; као и механизам преноса протона, јона (K^+ , Na^+ , Cl^-) или малих молекула кроз полупропустљиву митохондријску или ћелијску мембрану.

Методи моделовања које су развили добитници Нобелове награде омогућавају проучавање и разумевање важних биолошких и биохемијских процеса на молекулском нивоу у ћелијама живих организима, а тиме је генерално и суштински учињен напредак у модерној хемији и биохемији.

Данас је у хемији готово незамисливо да се механизми функционисања биолошких система, претпостављени на основу резултата експерименталних мерења, не проверавају и изучавају и компјутерским симулацијама. Са друге стране, резултати компјутерских симулација и прорачуна траже своју експерименталну потврду, чиме је успостављена чврста симбиоза између традиционалног и новог рачунарског приступа хемијским и биохемијским проблемима.

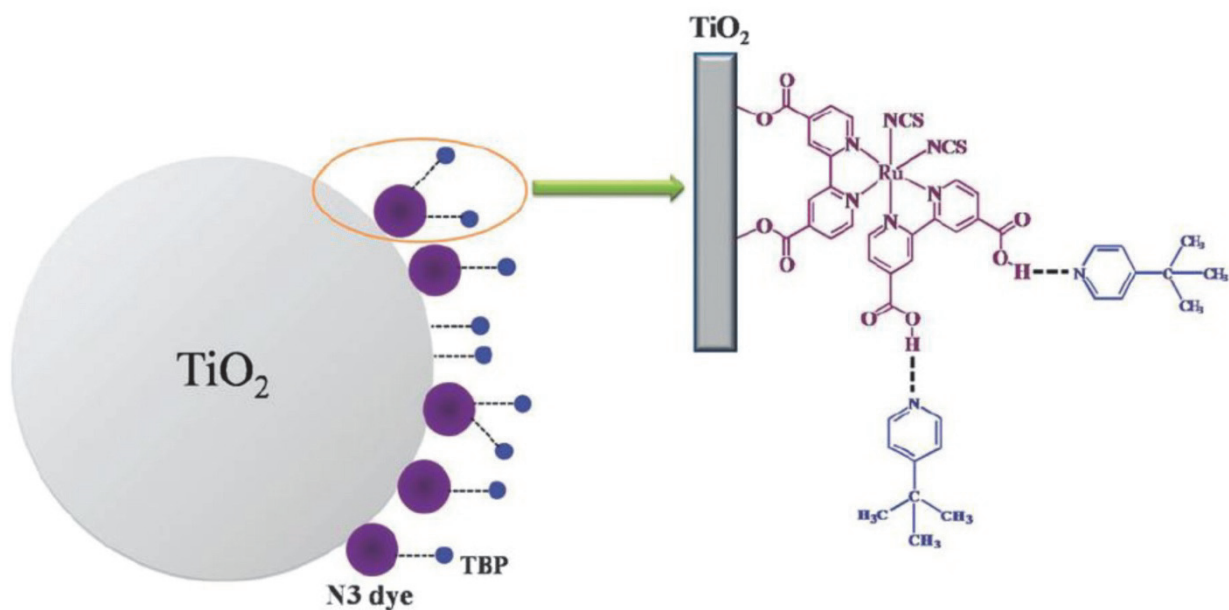
Захваљујући поменутиим компјутерским моделима, чији почеци датирају још из раних 70-тих година прошлог века хемичари широм света су сада у могућности да симулирају јако сложене експерименте на својим рачунарима. У образложењу одлуке Шведске Академије Наука (Royal Swedish Academy of Sciences) се каже, да је понуђени алат универзалан и од помоћи како истраживачима у области фармације за дизајнирања нових лекова и биоактивних супстанци, тако и истраживачима у области еколошки прихватљивих процеса да створе чистије изворе енергије или истраживачима у области нових материјала да креирају паметне (смарт) производе. Бројни научници и истраживачи су до данас успешно користили ове методе како у академ-

ске тако и у индустријске сврхе. Обим и разноврсност multi-scale приступа моделовању различитих биолошких и хемијских система је илустрован примерима приказаним на сликама 2 до 4.

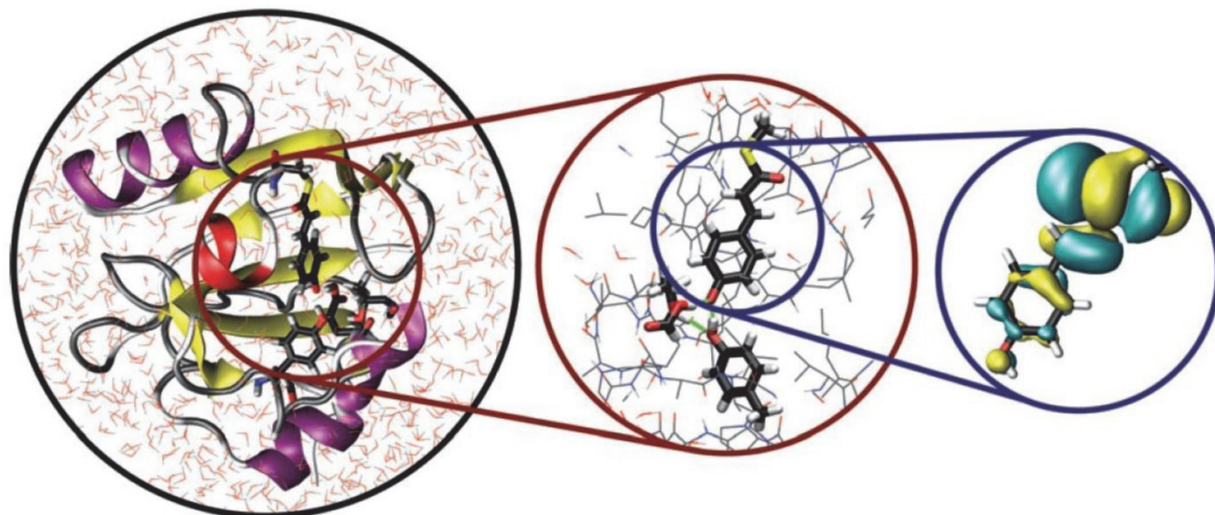


Слика 2. Енергетски профили реакција преноса протона између две титратибилне групе, посредством молекула воде у хидрофобној шупљини између два хема у цитохром ц оксидази, при различитом оксидационом стању металних центара. Примењени Empirical valence bond (EVB) метод омогућава израчунавања Гибсових слободних енергија интермедијерних стања (проучавање термодинамике процеса), као и енергије стања прелазних комплекса и брзине хемијских реакција (проучавање кинетике процеса).

Са убрзаним развојем нових, бржих и ефикаснијих рачунара, рад тројице Нобеловаца је добио још више на значају. Наиме, неки прорачуни за које је некада требало по више дана, сада могу да се заврше за пар минута. То заправо прави огромну разлику, јер сада могу да се раде много компликованији прорачуни на много сложенијим системима. Када је реч о молекулској динамици, време симулације је значајно повећано – од наносекунде до милисекунде, а на суперкомпјутерским кластерима МД трајекторије досежу и до једне секунде. Некада су велики и сложени биолошки системи изучавани тако што је моделована динамика у сфери од 15 Å око активног места или везивног џепа (binding



Слика 3. Испитивање ефекта везивања терц-бутилпиридина на модификоване површине (интерфејс) титан-диоксидних (TiO_2) гранула са везаном 'N3' бојом. Формира се соларна ћелија.



Слика 4. Пример „мулти-скејл“ моделовања применом хибридне методе за изучавање биолошког система. Део система се моделује применом квантне механике, док се остатак система моделује применом молекулске механике.

rocket) протеина, док је остатак протеина био фиксиран у почетној конформацији, или је једноставно замењен усредњеним (average) електростатичким потенцијалом који делује на део макромолекула који је од интереса. Данас је могуће, без битнијег упрошћавања система, радити прорачуне који експлицитно укључују све атоме јако великих система, као што су трансмембрански комплекси протеина, укључујући и експлицитни модел липидне мембране и молекуле медијума, тј. воде и јона, који окружују испитивани систем.

Тројица лауреата су у својим компјутерским моделима, дизајнираним да предвиђају хемијске реакције, такође комбиновали класичну физику са квантном физиком (два до тада супростављена света). Примера реакција у којима се стварају и раскидају хемијске везе

има много. Такве су реакције супстанци 'у епрувети', или реакције у биолошким системима: Ензим хидролизује пептидну везу другог или истог протеина и такав протеин преведе у биолошки активни облик, или приликом оксидативне фосфоризације када се формира електрохемијски потенцијал на ћелијским мембранама и градиент протона кроз мембране органа; када вирус продира у ћелију домаћина; или када долази до ћелијске деобе, итд... Са друге стране ови процеси, пре свега они у биолошким системима катализовани (убрзани) од стране ензима, могу да се одвијају у делићу микросекунде, чиме надмашују конвенционалне алгоритме који покушавају да мапирају динамику процеса корак по корак. Укључивањем квантне физике и комбиновањем са класичним компјутерским моделом, број

могућих стања (комбинација) се еномно повећава, јер она сада дозвољавају могућност да се атоми нађу у различитим квантним стањима у било ком тренутку у току процеса. Такође је потребно да се израчунају и молекулске орбитале за део система који се третира на квантно-механичком нивоу. Све ово захтева огромну компјутерску снагу да би се сви подаци обрадили.

Тројица Нобеловаца су такође били међу зачетницима Монте Карло симулација динамике процеса ДНК и протеина, која, као и неке друге методе уводи одређена упрошћавања и физички оправдане апроксимације, да би уопште могли да се студирају сложени процеси и системи. Једна од апроксимативних метода је и Empirical Valence Bond (EVB) метод, на чијем је развоју и параметризацији за примену на ензимима радио Воршел са сарадницима. Овај метод омогућава моделовање раскидања постојећих и формирања нових хемијских веза и омогућава проучавање хемијских реакција у протеинима. Он је први комбиновао EVB метод са Монте Карло молекулом динамиком, да би израчунао енергетски профил хемијске реакције катализоване ензимом. Поред термодинамичких величина тј. слободне енергије реакције, ентропије и сл., модел омогућава процену активационе енергије прелазног стања и брзине хемијске реакције, дакле проучавање и кинетичких параметера. Multi-scale симулацијама је могуће израчунавање потенцијалне енергије и проучавање равни потенцијалне енергије хемијских реакција које се у протеинима одигравају (protein landscape).

Левит је описао свој сан о симулацији процеса у живим организмима на молекулом нивоу као узбудљиви мисаони експеримент. Компјутерски модели које су развили Нобелови лауреати у хемији за 2013. су моћни алати. У којој мери они још могу да унапреде наше знање, показале будућност.

Компјутерски модели су такође радикално изменили начин на који савремени хемичари раде свој посао, примећено је од стране Академије. Данас је компјутер исто тако важан за хемичара као и епрувета или било који други мерни инструмент или лабораторијска посуда.

Карплус (83) ради на Универзитету у Стразбуру у источном делу Француске и Харварду (САД); Левит (66) је на Стенфорду (САД); док је Воршел (72) на Универзитету Јужна Калифорнија. Они ће поделити награду у висини од око милион евра. У складу са традицијом, лауреати ће примити медаље и награде на формалној церемонији у Штокхолму, 10. децембра, на годишњицу смрти Алфреда Нобела (1896), оснивача фондације из које се додељују награде. Прошле године ова награда је додељена Роберту Лефковицу и Брајану Кобилки (САД) за идентификацију класа ћелијских рецептора, као допринос од виталне важности у објашњавању како виши организми функционишу на молекулом нивоу.

КРАТКЕ БИОГРАФИЈЕ ЛАУРЕАТА

Марџин Карплус, рођен је 1930. године у Бечу у Аустрији. Дипломирао је 1950. год. на Харварду, САД.

Докторску дисертацију је радио у групи професора Линуса Паулинга на Калифорнијском Институту за Технологију (California Institute of Technology, Caltech) у Пасадени, САД, где је и докторирао 1953. Од 1953. до 1955. године био је на постдокторским студијама на универзитету Оксфорд у Великој Британији, где сарађује са професором Чарлсом Коулсоном (Charles Coulson). Од 1955. год. држи професорске позиције на Универзитету Илиноји (University of Illinois) у Колумбији, и на Харварду у Кембриџу, обе у Сједињеним Државама. Карплус је тренутно Professeur Conventionné на Универзитету у Стразбуру, Француска, и Theodore William Richards Professor of Chemistry, Емеритус, на Универзитету Харвард, САД. Проф. Карплус је у надзорном одбору неколико међународних научних часописа, као што су, Journal of Molecular Recognition и Journal of Computational Chemistry. Истакнути је члан Националне Академије Наука Сједињених Америчких Држава (National Academy of Sciences).

Његово истраживање је фокусирано на разумевање електронске структуре, геометрије и динамике молекула, који су од интереса у хемији и биологији. Такође се бави и молекулским моделовањем и вибрационом анализом. У његовој лабораторији је развијен и први софтвер за молекулску-механику и молекулску динамику протеина, под именом CHARMM. Касније је, од стране његових бивших доктораната и сарадника, по узору на CHARMM, развијено више сличних програма, као што су AMBER, GROMOS, GROMACS, NAMD, итд.

Мајкл Левит, је рођен 1947. године у Преторији, у Јужноафричкој Републици. Студирао је физику на Краљевском колеџу (King's College) у Лондону, Велика Британија, где је дипломирао 1967. Докторирао је 1972. у области компјутерске биологије на Гонвил и Кајус колеџу (Gonville and Caius College) у Кембриџу, у Великој Британији. Као ступендиста ЕМБО (European Molecular Biology Organization), провео је наредне две године на постдокторском усавршавању у групи Шнајор Лифсона (Shneior Lifson) на Вајцмановом Институту (Weizmann Institute of Science), у Реховоту, у Израелу. Затим се враћа у Велику Британију, где од 1974. до 1979. године као научни сарадник ради у МРЦ Лабораторији за молекуларну биологију, на Кембриџу (Cambridge). Од 1987. Левит је професор Структуралне Биологије на Стенфорду (Stanford University), у Калифорнији, САД. Истакнути је члан Националне Академије Наука САД-а (National Academy of Sciences) и Краљевског друштва хемичара (Royal Society of Chemistry).

Левит је највише познат по симулацијама молекуларне динамике ДНК и протеина, испитивању интеракција међу њима, као и развоју првог софтвера у ове сврхе. Нешто касније је заједно са Воршелом развио и први метод за предвиђање структура макромолекула.

Ариех Воршел је рођен 1940. године у Кибуц Сде Науму (Kibbutz Sde Nahum) у Израелу. Дипломирао је хемију са оценом *summa cum laude* на Технион универзитету (Technion) у Хаифу, у Израелу, током 1966. године. Затим је магистрирао 1967. и докторирао 1969. годи-

не у области физичке хемије, код проф. Шнајор Лифсона (Shneior Lifson) на Вајцмановом Институту (Weizmann Institute of Science) у Израелу. Две године постдокторског искуства је стекао на Харварду, у Америци, после чега се враћа на Вајцманов Институт. Од 1972. до 1976. године ради на Вајцмановом Институту и Лабораторији за молекуларну биологију, на Кембриџу (Cambridge) у Великој Британији. 1976. године постаје професор на Одсеку за хемију на Универзитету Јужна Калифорнија (University of Southern California, USC), где је остао да ради до данас као редовни професор хемије и биохемије.

Воршел је највише познат по својим радовима из области рачунарске биохемије и биофизике, а посебно по пионирским компјутерским симулацијама испитивања функција различитих биолошких система, и за развој онога што је данас познато као рачунарска/компјутерска ензимологија. Зачетник је развоја методе само-усаглашеног (*self-consistent*) рачунања електростатичке енергије у протеинима; радио је на развоју хибридног метода (квантно-механичког/молекуларно-механичког (QM/MM) приступа); увео је коришћење симулација молекуларне динамике за студирање биолошких процеса, као и употребу микроскопских термодинамичких циклуса за рачунање слободних енергија реакција у биолошким системима. Творац је програма ENZYMIK и POLARIS, који се користе за молекуларно-динамичке симулације на ензимима и рачунања енергетике и кинетике хемијских реакција у њима.

Ариех Воршел је добитник многих награда и признања, укључујући годишњу награду Међународног друштва квантне биологије и фармакологије из 1993., Толманове медаље из 2003., Председничке награде за рачунарску биологију од стране Међународног друштва за квантну биологију и фармакологију из 2006., а 2012. године је награђен са Soft Matter and Biophysical Chemistry Award од стране британског Royal Society of Chemistry. Истакнути је члан Националне Академије Наука САД-а и британског Краљевског друштва хемичара.

ЗА ДАЉЕ ЧИТАЊЕ

Изабране публикације **Мартина Карплуса**:

- Protein Folding: A Perspective from Theory and Experiment, Christopher M. Dobson, Andrej Šali, Martin Karplus, *Angew. Chem. Int. Ed.* **1998**, 37 (7), 868–893.
- The crystallographic structure of the aldose reductase-IDD52 complex shows direct proton donation from tyrosine 48, Federico Ruiz, Isabelle Hazemann, Andre Mitschler, Andrzej Joachimiak, Thomas Schneider, Martin Karplus, Alberto Podjarny, *Acta Crystallogr. Sect. D* **2004**, 60, 1347–1354.
- Asymmetric Synthesis of Pochonin \mathbf{E} and F, Revision of Their Proposed Structure, and Their Conversion to Potent Hsp90 Inhibitors, Ganesan Karthikeyan, Claudio Zambaldo, Sofia Barluenga,

Vincent Zoete, Martin Karplus, Nicolas Winssinger, *Chem. Eur. J.* **2012**, 18, 8978–8986.

Поглавља у књигама **Мартина Карплуса**:

- CHARMM: The Energy Function and Its Parameterization, Alexander D. MacKerell, Bernard Brooks, Charles L. Brooks, Lennart Nilsson, Benoit Roux, Youngdo Won, Martin Karplus, *Encyclopedia of Computational Chemistry* **2002**.

У фебруару 2010. год. *Journal of Molecular Recognition* је публикувао **Специјалну свеску посвећену Мартину Карплусу**. Ово издање је фокусирано на динамику процеса молекуларног препознавања, показујући различите стратегије како полазећи од статичког модела доћи до динамичког модела. У уводном раду Карплус истиче важност разматрања динамичких аспеката динамике молекуларног препознавања.

Изабране публикације **Мајкла Левита**:

- Ab initio protein structure prediction using a combined hierarchical approach, Ram Samudrala, Yu Xia, Enoch Huang, Michael Levitt, *Proteins Struct. Func. Bioinf.* **1999**, 37 (S3), 194–198.
- Simulating the minimum core for hydrophobic collapse in globular proteins, Jerry Tsai, Mark Gerstein, Michael Levitt, *Protein Sci.* **1997**, 6 (12), 2606–2616.
- Computer graphics in real-time docking with energy calculation and minimization, N. Pattabiraman, M. Levitt, T. E. Ferrin, R. Langridge, *J. Comput. Chem.* **1985**, 6 (5), 432–436.
- Folding of Nucleic Acids, G. E. W. Wolstenholme, Maeve O'Connor, *Ciba Foundation Symposium 7 - Polymerization in Biological Systems* **1972**, 147–171.

Изабране публикације **Ариех Воршела**:

- Incorporation of inter- and intramolecular forces in the calculation of crystal packing and lattice vibrations, E. Huler, A. Warshel, *Acta Crystallogr. Sect. B* **1974**, 30 (7), 1822–1826.
- Simulations of ion current in realistic models of ion channels: The KcsA potassium channel, A. Burykin, C. N. Schutz, J. Villá and A. Warshel, *Proteins Struct. Func. Bioinf.* **2002**, 47 (3), 265–280.
- Multiscale simulations of protein landscapes: Using coarse-grained models as reference potentials to full explicit models, Benjamin M. Messer, Maite Roca, Zhen T. Chu, Spyridon Vicatos, Alexandra Vardi Kilshtain, Arieh Warshel, *Proteins Struct. Func. Bioinf.* **2010**, 78, 1212–1227.
- The empirical valence bond model: theory and applications, Shina C. L. Kamerlin, Arieh Warshel, *WIREs Comput. Mol. Sci.* **2011**.
- Towards Quantitative Computer-Aided Studies of Enzymatic Enantioselectivity: The Case of *Candida antarctica* Lipase A, Maria P. Frushicheva, Arieh Warshel, *ChemBioChem*, **2012**, 13, 215–223.
- Are Mixed Explicit/Implicit Solvation Models Reliable for Studying Phosphate Hydrolysis? A

Comparative Study of Continuum, Explicit and Mixed Solvation Models, Shina C. L. Kamerlin, Maciej Haranczyk, Arieh Warshel, *ChemPhysChem* 2009, 10, 1125–1134.

- Associative Versus Dissociative Mechanisms of Phosphate Monoester Hydrolysis: On the Interpretation of Activation Entropies, Shina C. L. Kamerlin, Jan Florián, Arieh Warshel, *ChemPhysChem* 2008, 9, 1767–1773.

Поглавља у књигама **Ариех Воршела:**

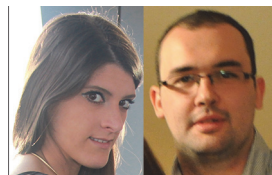
- Computer Simulation of Biological Molecules, Ariel Warshel, *Encyclopedia of Molecular Biology* 2002. The Empirical Valence Bond (EVB) Method, Arieh Warshel, Jan Florián, *Encyclopedia of Computational Chemistry* 2004.

Abstract

NOBEL PRIZE 2013 FOR CHEMISTRY FROM THE CYBER SPACE

Dragan M. POPOVIĆ, Department of Chemistry, Institute for Chemistry, Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Njegoševa 12, 11000 Belgrade, Serbia

Nobel Prize 2013 for chemistry is awarded to three American scientists in the field of theoretical and computational chemistry. Awarded are: Prof. Martin Karplus (Université de Strasbourg, France and Harvard University, USA), Prof. Michael Levitt (Stanford University, Los Angeles, USA) and Prof. Arieh Warshel (University of Southern California, Los Angeles, USA) for development of the multi-scale models for the complex chemical systems. A brief overview of contributions, for which they have been awarded, is presented here.



Јована ШЕЈАТ, Хемијски факултет Универзитета у Београду, студент (e-mail: jovanasejat@yahoo.com)

Марко ИЛИЋ, Хемијски факултет Универзитета у Београду, студент (e-mail: marko.hem@gmail.com)

КСАНТАН

УВОД

Ксантан је полисахарид, који представља продукт излучивања бактерија из врсте *Xanthomonas campestris*. Употреба ксантана почиње ране 1960. године, када је група научника из САД, на челу са *Allene Rosalind Jeanes*, из тима за пољопривреду почела да изучава ксантан као биополимер. Одобрен је за употребу код животиња, након исцрпног истраживања токсичности. У комерцијалну употребу улази 1968. године, од када бива употребљиван као комерцијални адитив у прехранбеној индустрији у САД и Европи, са Е бројем Е415.¹

Ксантан гума добила је назив по врсти бактерија из које се изолује, *Xanthomonas campestris*. То је иста она бактерија, која на поврху које има лишће изазива црну трулеж на самом листу (карфиол, броколи, купус, блитва). Ова бактерија ствара љигаву и вискозну супстанцу која се користи као природни згушњивач и стабилизатор у прехранбеној индустрији, као и у козметичкој и фармацеутској индустрији.¹

ДОБИЈАЊЕ КСАНТАНА

Ксантан је комерцијално гледано најзначајнији микробиолошки полисахарид. То је хетерополисахарид, који се састоји од киселинских остатака D-глюкозе, D-манозе и D-глукуронске киселине (слика 1), у молском односу 2.8 : 2 : 2. У индустријским постројењима ксантан се производи у аеробним условима, синтезом у којој се користи чиста култура *Xanthomonas campestris*, на одговарајућој хранљивој подлози.² То-

ком биосинтезе ксантана, највећи део шећера из хранљиве подлоге се конвертује у биополимер, док остатак обезбеђује енергију потребну за раст ћелија и полимеризацију молекула (слика 2). Ксантан гума је екстрацелуларни полисахарид наведене врсте бактерија, али и неких других облика микроорганизама. Добија се на хранљивим подлогама које поред наведених шећера, (у највећем броју случајева, глукоза), садрже и амонијум-хлорид, као и мешу аминокиселина и минерала.^{2,4}

ОСОБИНЕ КСАНТАНА

Ксантан је, као натријумова со, бела прашкаста супстанца (у облику ове соли се налази као комерцијални производ (слика 3)). Молекулска маса ксантана је већа од 10^6 Mdal. С обзиром на високу вредност молекулске масе, ксантан је у великој мери растворљив у води (у 1L воде раствара се око 2g, да би се добио гел идеалних особина). Овај биополимер се издваја од свих гелирајућих средстава још по неким особинама, које су доста различите, и поприлично необичне када су у питању биополимери великих молекулских маса, као што је висок степен псеудопластичности, висок вискозитет чак и при малим концентрацијама, стабилност и компатибилност са већином соли метала (при чему додатно гелирају), одлична растворљивост и стабилност у киселим и базним растворима. Такође се одликује великом отпорношћу на деградацију при повишеној температури и различитим рН вредностима.³ У већим количинама, ксантан је лаксатив. Овај нежељени ефекат је, срећом, примећен само при великим количинама,

које се не могу наћи у храни (У студији је учествовало осамнаесторо младих људи, којима је току 10 дана давано 15g ксантана дневно, при чему је код неких испитаника примећено лаксативно дејство ксантана, као и блага надутост црева).¹

УПОТРЕБА КСАНТАНА

Допуштена употреба ксантана је свакако у индустрији хране, млинским и пекарским производима, колачима, тестенинама, брзо смрзнутим и сродним производима куване, полутрајне и обарене хране. Такође, конзервисани производи свежег и топљеног сира, дезерти на бази воћа и поврћа (укључујући кечап и сличне производе), рибље салате, замене за млечне производе. Занимљива је и употреба у бомбонама које садрже течне делове унутар чврстог прелива, маса за пуњење, у преливима, прашковима за пудинг, кремовема. Такође, може се додавати и у све врсте сенфова, али и у храну за одојчад и малу децу.⁵

Јако је битна употреба ксантана у производима на бази жита, који не садрже глутен. Код житарица које садрже и ксантан и глутен, може се јавити алергија, јер је оваква комбинација често алергена, поготово код особа које су већ алергичне на глутен. Тада ксантан само убрзава алергену реакцију.¹

ЗАНИМЉИВОСТИ

Ксантан се користи као добро гелирајуће средство за одржавање чорбастих намирница у ресторанима. Употреба се своди на то да се на површини течности направи чврст гел, који, се при мањим померањима неће трансформисати, док се при већим мешањима течности, он разгради и намирница може бити употребљена. Након употребе намирнице, ксантан, после одређеног времена мировања поново гелира и ствара непробојну заштиту од спољашњих утицаја. Ксантан се користи и у нафтној индустрији, за повећање густине течности за бушење рупа.¹

Abstract

XANTHAN

Jovana ŠEJAT, Marko ILIĆ, Students on Faculty of Chemistry, Belgrade University

Xanthan gum is named after a type of bacteria *Xanthomonas campestris* that is isolated from. It is the bacteria that lives on the leaves of vegetables (cauliflower, broccoli, cabbage, chard) and causes black rot on the leaves. This bacterium produces and slimy viscous substance which is used as a natural thickening agent and stabilizer in food industry, in the cosmetic and pharmaceutical industries. Xanthan polysaccharide is the acidic polysaccharide, and is a product of excretion of bacteria *Xanthomonas campestris*.

The use of xanthan begins early in 1960 when a group of scientists from the U.S., led by Allene Rosalind Jeanes from the team for agriculture, began to study as xanthan biopolymer. After extensive toxicity studies xanthan was approved for use in animals. In commercial products it was used in 1968., since when is being-used as a commercial additive in the food industry in the U.S. and Europe, with E number E415.

ЛИТЕРАТУРА:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Xanthan_gum
2. J.A. Casas,¹ V.E. Santos, F. Garcí'a-Ochoa, **Xanthan gum production under several operational conditions: molecular structure and rheological properties**, Dpt. Ing. Química, Fac. CC. Qui'micas, Universidad Complutense, Madrid 28040, Spain
3. Munish Ahuja, Ashok Kumar, Kuldeep Singh, **Synthesis, characterization and in vitro release behavior of carboxymethylxanthan**, Drug Delivery Research Laboratory, Department of Pharmaceutical Sciences, Guru Jambheshwar University of Science and Technology, Hisar 125 001, India
4. F. García-Ochoa, V.E. Santos, J.A. Casas, E. Gomez **Xanthan gum: production, recovery, and properties**, Departamento de QuímicoFísica Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, E-28049 Madrid, Spain
5. <http://www.lghemija.co.rs/Proizvod.asp?intProizvodID=272>



Šimon A. ĐARMATI, Висока школа струковних студија, Београдска политехника, (e-mail: simondjar@yahoo.com)
Даница В. ЂАРМАТИ, Висока здравствена школа струковних студија, Београд, (e-mail: danica.djarmati@gmail.com)
Горица ЂЕЛИЋ, Иван ГУТМАН, Природно-математички факултет Крагујевац (e-mail: gdjelic@kg.ac.rs, gutman@kg.ac.rs)

КУКУТА - СОКРАТОВ ЦВЕТ

У чланку описујемо кукуцу - једну од отровних биљака наших крајева - широј јудници познатој по њеном шито је њом извршена смртна казна над филозофом Сократом. Описујемо хемијска једињења (алкалоиде) које она садржи, као и дејства која ова једињења имају на човека, укључујући и неке познате случајеве тровања.

ОТРОВНЕ БИЈКЕ И АЛКАЛОИДИ

За време протеклих 130 милиона година биљке цветнице су колонизирале практично сваки хабитат на нашој планети. Оне су потиснуле и замениле папрати, односно голосемењаче, којима су се хранили моћни диносауруси. За време небројених векова, цветнице су развиле ингениозне заштитне механизме, како би обе-

схрабриле биљоједне животње. У том смислу су се код лишћа и стабљика развиле разноврсне опасне бодље и жареће маље. Исто тако, код неких биљака, густе сребрнате маље којима су покривене, пружају друге еколошке погодности као што су рефлексивна сунчевог зрачења и спречавање губљења воде у периодима суше. Међутим, показало се да механичка одбрана, заснована на бодљама и маљама, има ограничену вредност и не успева да одврати све гладне хербиворе, нарочито инсекте који сишу и жваћу. Због тога су биљке, као инвентивни хемичари, предузеле *хемијски рай*, одбранбену стратегију базирану на огромном арсеналу хемикалија које су отровне или непријатне за животиње. Стални притисак предатора, који су захваљујући генетским променама временом постали толерантни на одбрамбене хемикалије биљака, резултовало је еволуцијом широког комплекса биљних молекула, од гума и терпена до алкалоида и фенолних компоненти. Једна од највећих група заштитних хемичких супстанци биљака јесу *алкалоиди*, метаболички биопродукти аминокиселина. У преко 300 биљних породица, откривено је виш од 10 000 различитих алкалоида. При томе треба имати у виду да се често не ради о појединачним једињењима, већ о сложеним смешама супстанци, понекад неочекивано разноврсних хемичких структура. Оне су у различитим деловима биљака заступљене у различитим количинама, како у погледу појединачних компоненти тако и у погледу саме смеше.

Алкалоиди имају изражено, специфично и веома снажно физиолошко дејство на човека. Сви су они јаки отрови, али у малим, контролисаним, количинама могу бити лековити. Од праисторијских времена, па све до почетка 20. века, већина лекова који су давани болесницима биле су биљке измењене само сушењем и млевењем. Тек у 20. веку дошло је до значајнијег преокрета ка коришћењу чистих хемикалија, у почетку биљног порекла а касније и добијених хемичким поступцима.

Алкалоиди су одувек занимали и били изазов за хемичаре. Одређивање њихове хемичке структуре, а затим и синтеза у лабораторији, представљале су (а и данас представљају) епохална достигнућа органске хемије. Нас ће посебно занимати отровне биље наших крајева и њихови алкалоиди. Када кажемо "наше" мислимо на оне биљке које у нашим крајевима слободно и у знатном броју расту у природи. У серији од пет чланака,¹⁻⁵ Олга Гашић и сарадници су пре четврт века писали о неким нашим отровним биљкама. О етнофармаколошким аспектима домаћих отровних биљака писао је Воин Петровић.⁶ У једном недавном чланку⁷ приказали смо татулу и њене отровне састојке, чему треба додати и чланак о паприци.⁸ Сада је на ред дошла *кукућа*.

КУКУТА – БОТАНИЧКИ АСПЕКТИ

У овом чланку говорићемо о кукути, чији је научни назив *Conium maculatum L.* У народу је позната и под именима болеглав, буцуника, дудика, мишје зеље, писка, трбуља. Име „кукута“ долази од *cicuta*, како су ову биљку називали у доба Римског царства. Име „*conium*“

потиче од грчке речи „*конас*“ = вртлог, вртоглавица (што је један од симптома тровања овом биљком).

Изглед кукуте се види на слици 1, њеног цвета и стабла на сликама 2 и 3, а њеног зрелог плода на слици 4. За ботаничаре важни детаљи о овој биљци могу се видети на слици 5.



Слика 1. Кукута (*Conium maculatum L.*)



Слика 2. Цваст кукуте



Слика 3. Стабло кукуте



Слика 4. Плод кукуте



Слика 5. Кукута (*Cuminum maculatum* L.) – за ботаничаре важни детаљи

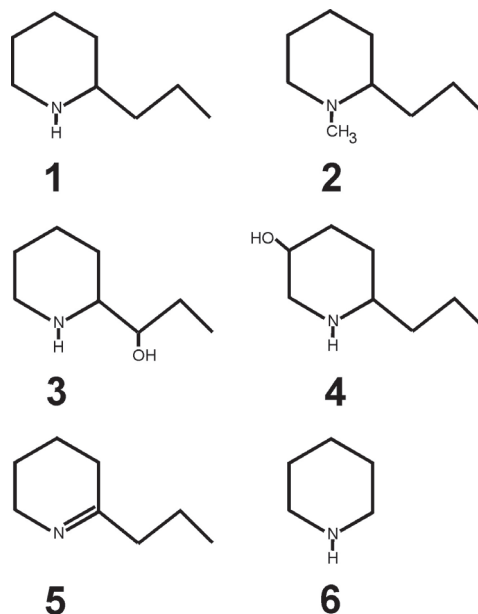
Кукута је зељаста једногодишња коровска биљка која свој животни циклус од семена до семена завршава у току једне климатски повољне сезоне. Са наступањем неповољне сезоне, цела биљка изумире осим семена. Биљка је непријатног мириса нарочито ако се протрља међу прстима. Стабло је усправно, висине 1,2-1,8m, округло, избраздано, шуље. Лако се препознаје по црвенкастим мрљама (отуда име *maculatum*). Те мрље се налазе на стаблу и на доњој страни лисне дршке (сл 5). Листови су наизменично распоређени. На доњем делу стабла листови имају лисну дршку (округла, шуља и при основи прелази у лисни рукавац) и лисну плочу (троструко перасто дељена). Ситнији листови који немају лисну дршку су на горњем делу стабла. Цветови су ситни, бели и груписани у сложену цваст по типу штита (сл. 2). Цвета у јуну и јулу. Расте на земљишту умерене влажности и неутралне pH реакције. То је коровска врста коју налазимо поред атарских путева, на међама, рудинама, ђубриштима, у баштама, свуда где је земљиште богато азотом. Термофилна је

биљка која расте на отвореним стаништима али може да поднесе и засенченост. Распрострањена је на читавој територији наше земље, али и много шире: осим целе Европе, има је и у свим другим крајевима са умереном континенталном климом (укључујући Северну и Јужну Америку, Јужну Африку и Аустралију). Ингересантно је да је у Северну Америку донета као баштенска биљка. У Норвешку је стигла заједно са транспортима пшенице у зрну.

Сви делови биљке су отровни, а нарочито листови, плод и семенке.

КУКУТА – ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ

Кукута садржи већи број алкалоида,⁹ деривате пиперидина, види слику 6. Најважнији је кониин, који је и најотровнији. Осим њега, кукута садржи N-метилкониин, конхидрин, псеудоконхидрин, γ -коницеин и још нека хемијски сродна једињења. Сва она су једноставни деривати пиперидина (или, тачније: 2-пропилпиперидина). Алкалоиди кукуте биохемијски су у вези са аминокиселином лизином, а сматра се да настају биосинтезом од четири ацетатне групе. Доказано је да азот у кониину потиче из аминокиселине аланина.



Слика 6. Најважнији алкалоиди кукуте: кониин (1), N-метилкониин (2), конхидрин (3), псеудоконхидрин (4) и γ -коницеин (5). Сва ова једињења су једноставни деривати пиперидина (6, који кукута не садржи).

Кониин је безбојна течност непријатног мириса (од којег потиче и мирис целе биљке). Јака је база и са киселинама гради соли. Структуру му је 1881. године одредио немачки хемичар Хофман (August Wilhelm Hoffmann, 1818-1892). Године 1886. синтетисао га је немачки хемичар Ладенбут (Albert Ladenburg, 1842-1911). У ствари, кониин је први алкалоид чија синтеза је остварена у лабораторији.

Кониин има један оптички активни угљеников атом, и јавља се у два енантиомерна облика: S(+)-кониин и R(-)-кониин. Оба енантиомерна облика се налазе

у биљци, с тим да је S(+)-форма присутна у већој количини.

Око 90% укупног садржаја алкалоида у кукути отпада на кониин. Највише га има у незрелим плодовима (око 2%), а најмање у лишћу (око 0,1%).

КУКУТА – ФИЗИОЛОШКИ И МЕДИЦИНСКИ АСПЕКТИ

Кукута је најотровнија када почне цветати, а посебно су отровни зелени плодови, цветни штитови, као и семе.

Кониин и остали алкалоиди кукуте су јаки неуротоксини, то јест, делују на централни нервни систем. Довољно велике количине изазивају парализу скелетних мишића, а смрт наступа због гушења услед престанка дисања. За смртни исход је довољно појести 6-8 свежих листова кукуте, или мању количину семења или корена. Летална доза кониина је око 100 милиграма.

Тровање мањом количином кукуте огледа се у општој малаксалости, несвестици, несигурном ходу, губитку моћи говора. Свест је све време очувана. Уколико не наступи смрт, отрована особа ће се током 2-3 дана потпуно опоравити. Да би се избегао смртни исход, отрованом треба давати вештачко дисање и испразнити садржај желуца (изазивањем повраћања и испирањем).

У ранијим временима, грчки, арапски и средњевековни лекари су кукуту користили као седатив и антиспастик за лечење различитих болести, укључујући ујед бесног пса и болове у зглобовима (гихт).¹⁰ У новије време, Васа Пелагић (1833-1899) наводи следеће:¹¹

Мада је кукута отровна биљка, и опет она лечи од више болести. Ми смо осведочени више пута да лечи живу рану, ... и из које вечито тече гној, час овде а час онде. Зато треба набрати лишћа од кукуте један денчић и сварити у чистом суду. Том водом треба испирати рану два пута на дан, а сварено лишће стављати као колачић, па га намазати са једне стране чистим медом и привити намазану страну на рану и оставити да стоји на њој један ред (24 сата). Тако чинити пет-шест дана и болесник је спасен без икаквих рђавих последица. ... Мелем тај треба спаљивати одмах после употребе.

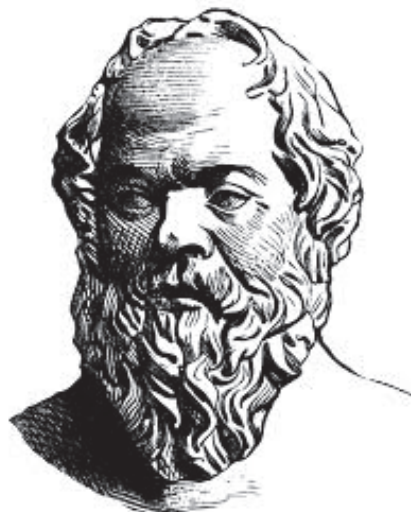
Не улазећи у оцену колико је такво лечење било успешно, чињеница је да се препарати на бази кукуте у савременој медицини не употребљавају.

О тровању кукутом биће више речи у једном каснијем одељку.

СОКРАТ И КУКУТА

Нема сумње да је најчувенији случај тровања кукутом везан за великог грчког филозофа Сократа. Вреди

се, у најкраћим цртама, подсетити на овај догађај, који је оставио неизбрисив траг у историји филозофије.



Слика 7. Сократ (469-399 п.н.е.) – филозоф који је прославио кукуту

Сократи

Сократ је један од највећих филозофа свих времена. Живео је у Атини од 469. до 399. године пре наше ере. Није написао ни једно дело, али су о њему и његовом учењу опширне записе оставили његови ученици, пре свега Платон.

Рођен је у Атини. Отац му је био Софроник, по занимању вајар и каменорезац, а мајка Фенарета, по занимању бабица. Од оца је научио каменорезачки занат и њиме се неко време бавио. Касније је водио школу за филозофе (софисте) и од тога се издржавао. Учествовао је као војник у грађанским ратовима који су се у то време водили у Грчкој (наравно, у војсци Атине).

Био је ожењен Ксантисом, и с њом имао тројицу синова. Колико је тај брак могао бити сретан може се закључити по томе да је до дана данашњег “ксантипа” остала синоним за злу и свадљиву жену.

О Сократовим политичким ставовима говоримо у следећем одељку. О Сократовом доприносу филозофији, заинтересовани читаоци треба да погледају у неки одговарајући уџбеник.

Сократово суђење

Године 399, Сократ је оптужен за безбожништво и кварење омладине. Од тада, па до дана данашњег, суђење које је уследило изазива пажњу филозофа, правника, историчара, а оставило је трага у књижевности и ликовној уметности. Постоје разна мишљења о Сократовом суђењу, а ми ћемо навести само једно од њих.

У време о којем говоримо, у Атини је владала демократија. Не много пре тога, политички систем у Атини је био олигархијски, то јест владала је група од 30 појединаца – тирана. Борбе између демократа и олигарха биле су крваве и свирепе. Сократ је био присталица олигархије, сматрајући да се важне одлуке – каква је била и о његовој кривици – не могу доносити већином гласова неквалификованих грађана. Нема сумње

да је позадина оптужбе против Сократа било његово политичко убеђење (а могуће и деловање).

У демократској Атини судило се на следећи начин. Жребом је одабрано 500 грађана, који су тиме постали судије. Затим су тужиоци током три сата излагали оптужбе, а онда је оптужени (у нашем случају: Сократ) током три сата излагао одбрану. После тога гласало се о кривици. Сократ је проглашен кривим, са 280 гласова за, и 220 против. На основу тога осуђен је на смрт.

Сократови пријатељи понудили су да му организују бекство, што је он одбио. Као филозоф, тврдио је да је пресуда донета законито, и да се законима треба покоравати. Могуће је да је на овај начин хтео да демонстрира бесмисленост и неправедност атинске демократије (што је свакако успео). Сократ је у то време био старац од седамдесет година, вероватно са старачким здравственим тегобама, па му је ово можда била прилика да на спектакуларан начин оконча живот. Расправе о овим детаљима трају већ два и по миленијума.

Сократова смрт

За наш чланак о битно је да је смртна казна над Сократом извршена на начин тада уобичајен у Атини: осуђенику је припремљен напитак од кукуте, коју је он морао попити. Сократ је то учинио у присуству својих пријатеља и ученика, и они су о томе оставили детаљна писана сведочанства. Најпознатији је Платонов извештај, при чему ваља знати да Платон није присуствовао Сократовом самоубиству.

Последњи Сократови тренуци описани су на следећи начин.¹⁰

Дође човек који је имао да пружи отров и већ га је носио спремљена у пехару.

А кад Сократ угледа човека, рече: **Добро, драги мој, ти се разумеш у тим стварима; шта треба да радим?**

Ништа друго, одговори он, него кад попијеш да ходаш около док ти ноге не ошчејају, а онда лези! Ошчрев ће већ сам учинити своје. И пријатно пружи пехар Сократу. А овај га узме ... примаче пехар устима, па сасвим лако и пријатно испи ошчрев.

Он прошепта мало. А кад је приметио да му ноге отежавају, легне на леђа. И у истим мах онај што му је пружио отров чврсто му стисне стопала и запита га да ли осећа, а он одговори да не осећа. И затим учини то исто са голеницама; притискајући тако даље, показивао је како се тело охлађује и кочи.

Затим је Сократ изрекао своје задње речи (који заинтересовани читаоци нека потраже у некој историји филозофије). На то његов ученик Критон рече: **Имаш ли шта друго да нам још кажеш?**

На то његово питање Сократ више не одговори, него се за тренућака сипане шрапама, а онај га човек открије: очи су му биле укочене.

ДРУГА ТРОВАЊА КУКУТОМ

Поступак којим је Сократ је био погубљен, био је стандардан у судској пракси античке Атине. И многи други, мање познати атински злочинци и "злочинци"

морали су да попију напиток од кукуте. Био је то један релативно цивилизован начин извршења смртне казне. Ипак, он се у каснијим временима није практиковао.

У опширној књизи о отровима и тровачима,¹⁰ наводи се још да је кукута у меду био омиљени отров Канидије, професионалне тровачице римског доба, и да је и филозоф и књижевник Сенека попио кукуту. Током многих векова, кукута је била у широкој примени. Наводимо овде један деликатан рецепт Ибн Вашијаха из 9. века.¹⁰ (Дирхам је стара мера за тежину.)

Узећи миша која су изуједале шкорпије, по десет дирхама ошчрема, црне чемерике, семена и екстракта кукуте, један дирхам јеуљиног моза. Измешајте све састојке у оловној посуду. Пажљиво је покријте и похраните испод ћубреца у току две недеље. Затим све добро самлејте ... у фини прах. Ова смеша треба да убије за један дан.

Ми бисмо додали: могло би то и једноставније.

У савременој литератури је описан већи број случајева тровања кукутом. Навешћемо неке карактеристичне.⁹

Током дочека нове 1993. године двојица пијаних и дрогираних Аустралијанаца су набрали лишће кукуте и од тога скували чорбу. Вероватно су се надали да ће се тиме моћи додатно дрогирати. Ујутру су пронађени, заједно са једним дететом из њиховог друштва. Сви су били мртви.¹²

Четворогодишњи дечак и његов отац јели су лишће биљке за коју су мислили да је „дивља мрква“. За пола сата дечак је постао поспан и задремао. Два сата касније почео је да повраћа. Срце му је убрзано куцало, и убрзано је дисао. Будући да је добио адекватну медицинску помоћ, оздравио је.¹³ Отац није имао помена вредне симптоме тровања.

Описан је случај када је четворо деце јело лишће „дивље мркве“. Трогодишњи дечак је после сат времена заспао. Више се није пробудио. Обдукцијом му је у желуцу нађено 142 грама биљног материјала. Остала деца су лишће „мркве“ испљунули и нису се отровала.

Тровања кукутом често настају када се та биљка забуном замени за першун (па користи као зачин), или када се корен кукуте замени за пашканат. Процењено је¹⁴ да трећина свих тровања биљкама потиче од кукуте, и да од тога највише страдају деца на сеоским подручјима, старости између две и једанаест година.

Значајна су и тровања стоке кукутом. На кукуту су нарочито осетљива говеда. Симптоми тровања су слични као код људи. Ако животиња не утине, после неколико дана ће се потпуно опоравити. Интересантно је да ће после тровања кукутом, животиња наставити да пасе ову биљку (ако јој је то омогућено). Ако храна коју узимају говеда садржи само малу количину кукуте, долази до њиховог хроничног тровања. Оно је нарочито штетно за стеоне краве и њихов плод. Кониин прелази и у млеко. Штета коју сточарство трпи због кукуте мери се милионима долара.⁹

Забележена су и тровања дивљих животиња, посебно јелена, са смртним исходом.⁹

Abstract

HEMLOCK - THE FLOWER OF SOCRATES

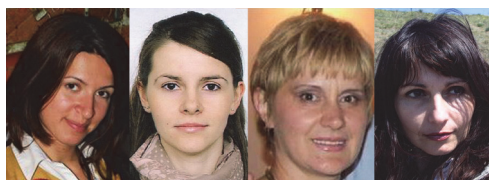
Šimon A. ĐARMATI, Danica V. ĐARMATI, Gorica ĐELIĆ, Ivan GUTMAN, College of Professional Studies, Belgrade Polytechnics, Higher Education School of Professional Health Studies, Belgrade and University of Kragujevac, Faculty of Science

The article is concerned with hemlock – one of the toxic plants of our country (Serbia) – to a broader audience known as the plant by which the philosopher Socrates was executed. We describe the chemical compounds (alkaloids) contained in it, as well as their action on human, including a few cases of intoxication.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Гашић, И. Кањо, *Хем. иреплед* 32 (1991) 64.
2. Р. Бурковић, О. Гашић, М. Поповић, *Хем. иреплед* 32 (1991) 86.

3. О. Гашић, Н. Чанак, *Хем. иреплед* 33 (1992) 23.
4. О. Гашић, Н. Калин, В. Будак, *Хем. иреплед* 34 (1993) 22.
5. М. Поповић, О. Гашић, *Хем. иреплед* 34 (1993) 50.
6. В. Поповић, *Хем. иреплед* 49 (2008) 126.
7. Г. Ђелић, И. Гутман, А. Марковић, *Хем. иреплед* 52 (2011) 58.
8. И. Гутман, Г. Дјелић, А. Марковић, Ј. Ђурђевић, *Хем. иреплед* 50 (2009) 120.
9. J. Vetter, *Food Chem. Toxicol.* 42 (2004) 1373.
10. Ш. А. Ђармати, Д. В. Ђармати, Тајна последњег гутљаја – отрови, тровачи и отровани, Elit Medica, Београд, 2004.
11. Пелагићев народни учитељ, Слобода, Београд, 1972, стр. 451.
12. Н. Drummer, N. Roberts, J. Bedford, L. Crump, H. Phelan, *Austral. Med. J.* 162 (1995) 592.
13. S. Frank, B. Michelson, E. Panter, R. Gardner, *West J. Med.* 163 (1950) 573.
14. A. Oztekin, *Ann. Pharm. France* 52 (1994) 260.



Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Весна СТАНКОВ ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ, Департаман за хемију, ПМФ, Универзитет у Нишу, (е-пошта: jelena.cvetkovic7@gmail.com)

АНАЛИЗА ПОЛИЦИКЛИЧНИХ АРОМАТИЧНИХ УГЉОВОДОНИКА У ХРАНИ И УЗОРЦИМА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ, ПАУ) представљају групу токсичних једињења, која се могу наћи у животној средини и храни. Састоје се из више од два кондензована бензена прстена и штећени су по здравље људи због потенцијалне канцерогене делованости. Управо из тог разлога, прописане су граничне вредности за присуство ових једињења у различитим узорцима. Анализа ПАХ-ова представља сложен процес који се састоји из хомогенизације узорака, екстракције ПАХ-ова, пречишћавања и анализе. У зависности од природе узорака, бирају се различите технике екстракције, пречишћавања и анализе.

УВОД

Полициклични ароматични угљоводоници су молекули који садрже два или више кондензована ароматична прстена. Ова једињења се састоје само из угљеника и водоника, који су у форми поликондензованих ароматичних прстенова. Атоми азота, сумпора и кисеоника могу се лако супституисати у бензеновим прстеновима и формирати хетероциклична ароматична једињења, који су заједнички груписани под називом полициклични ароматични угљоводоници. ПАХ-ови значајни за животну средину садрже од два (нпр. нафта-

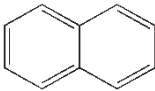
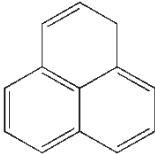
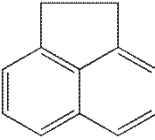
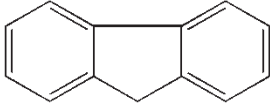
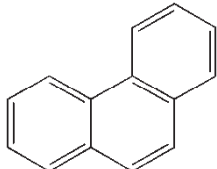
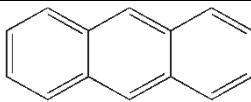
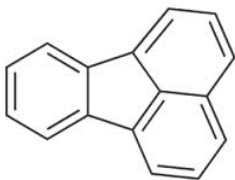
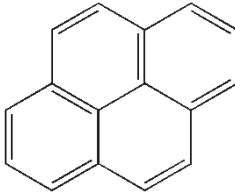
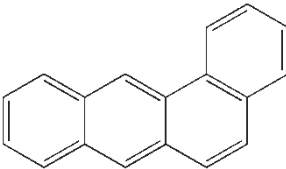
лен) до седам (нпр. коронен) бензенових прстенова. У овом опсегу постоји велики број једињења са различитим бројем прстенова, њиховим распоредом и различитим супституентима. Због њихове разноврсне структуре, Међународна унија за чисту и примењену хемију (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry) предложила је опште смернице за именовање ових једињења:

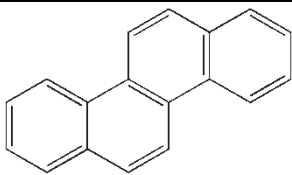
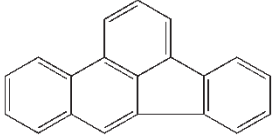
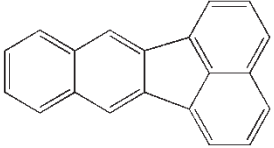
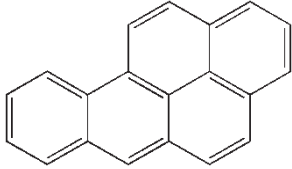
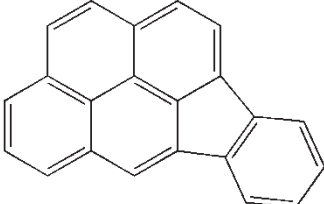
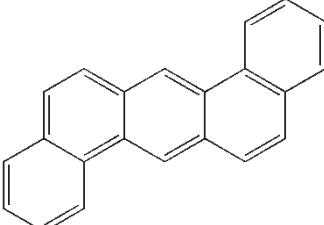
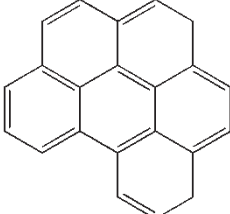
- структурна формула једињења треба да буде написана тако да представља највећи могући број прстенова у хоризонталном реду;
- хоризонтална и вертикална оса су повучене кроз центар хоризонталног реда, док је молекул оријентисан тако да се максималан број прстенова налази у горњем десном квадранту, а минималан број прстенова у доњем левом квадранту;
- атоми угљеника се нумеришу у правцу казаљке на сату, почевши од угљеника који није део ниједног другог прстена и који је смештен у најудаљенијем десном горњем прстену; угљеников атом који је заједнички за два или више прстенова се не нумерише.

Група полиараоматичних угљоводника је веома разнолика, од којих већина има релативно високе молекулске масе, растворљива је у неполарним органским растварачима, слабо је растворна у води и могу се оксидовати и разложити до једињења мање молекулске масе. Постоје и изузеци од наведеног, нрп. нафтаген. Више од 600 једињења припада овој групи, од којих је већина канцерогена[1]. Европска унија одредила је 15+1 приоритетних ПАХ-ова, чије се концентрације у жи-

вотној средини и храни прате[2]. Овој групи припадају : нафтаген, аценафтаген, аценафтилен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бензо[а]антрацен, кризен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бензо[а]пирен, индено[1,2,3-сд]пирен, дибензо[а,х]антрацен, бензо[g,h,i]перилен (Табела 1). Према броју прстенова, деле се на лаке, који садрже 2-3 прстена и тешке, који садрже 4-6 прстенова.. Тешки ПАХ-ови су стабилнији и токсичнији од лаких[3].

Табела 1 ЕУ приоритетни полициклични ароматични угљоводоници

Назив	Структурна формула	Молекулска формула	CAS број	Молекулска маса
Нафтаген		C ₁₀ H ₈	91-20-3	128
Аценафтилен		C ₁₂ H ₈	208-96-8	152
Аценафтаген		C ₁₂ H ₁₀	83-82-9	154
Флуорен		C ₁₃ H ₁₀	86-73-7	166
Фенантрен		C ₁₄ H ₁₀	85-01-8	178
Антрацен		C ₁₄ H ₁₀	120-12-7	178
Флуорантен		C ₁₆ H ₁₀	206-44-00	202
Пирен		C ₁₆ H ₁₀	129-00-0	202
Бензо[а]антрацен		C ₁₈ H ₁₂	56-55-3	228

Кризен		$C_{18}H_{12}$	218-01-9	228
Бензо[b]флуорантен		$C_{20}H_{12}$	205-99-2	252
Бензо[k]флуорантен		$C_{20}H_{12}$	207-08-9	252
Бензо[a]пирен		$C_{20}H_{12}$	50-32-8	252
Индено[1,2,3-cd]пирен		$C_{22}H_{12}$	193-39-5	276
Дибензо[ah]антрацен		$C_{22}H_{14}$	53-70-3	278
Бензо[ghi]перилен		$C_{22}H_{12}$	191-24-2	276

НАСТАНАК И ПРИСУСТВО У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ

ПАХ-ови су широко распрострањени у животној средини, па се тако могу наћи у ваздуху, везани за честице прашине, растворени у води, биљкама и храни. Они настају сагоревањем органских супстанција, које потичу из природних и антропогених извора. Највећа количина ПАХ-ова настаје при сагоревању дрвета и цигарета на 500-700°C [4]. Ова једињења могу настати у процесима прераде угља, припреме хране, сагоревањем нафте и природног гаса, дрвета, смећа и сл. Од природних извора ПАХ-ова најзначајнији су шумски пожари, ерупције вулкана и хидротермални процеси. Овако

формирани ПАХ-ови се акумулирају у води, ваздуху и земљишту, а кроз ланац исхране доспевају до човека. У водену средину и организме доспевају преко загађеног земљишта [5]. ПАХ-ови из загађеног ваздуха доспевају у биљке и најчешће остају у надземном делу [6]. Посебан проблем представља настајање ПАХ-ова у процесу прераде хране, јер већ на температурама већим од 200°C, пиролизом масти долази до формирања ПАХ-ова [7], а на температурама вишим од 500 °C, угљеноводоничне и угљеничне везе угљоводоника се кидају и формирају се радикали, који, као крајњи производ, формирају ПАХ-ове. Пиролиза других органских супстанција присутних у храни, као што су протеини и угљени хидрати, може допринети њиховом формирању,

али се пиролиза масти сматра главним извором настанка ПАХ-ова [8]. На формирање ПАХ-ова током термичке обраде меса на роштиљу осим количине масти у месу знатан утицај има и близина пламена [9]. Нека истраживања указују на присуство ових једињења у храни која није термички обрађена [10]. Као индикатор присуства ПАХ-ова у узорцима користи се бензо[а]пирен.

Молекулска маса полицикличних ароматичних угљоводоника има утицај на њихово понашање у атмосфери. Тешки ПАХ-ови се адсорбују на честицама прашине, док лакши остају у гасовитој фази, док не буду уклоњени падавинама [11]. Концентрација у ваздуху варира од 5 до 200000 ng/m³ [12,13]. Примећено је да је концентрација ПАХ-ова у ваздуху већа у урбаним срединама и током зиме. Њихова концентрација у води је јако мала (до 100 ng/L), због ниске растворљивости у овој средини, па је то главни разлог њихове акумулације у земљишту и воденим организмима. Највећи садржај ПАХ-ова у храни примећен је у грилованом месу и риби.

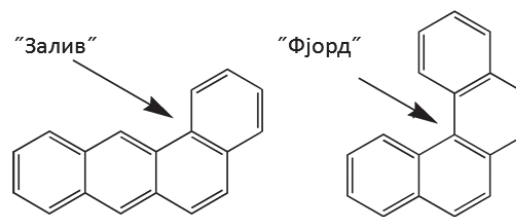
ТОКСИЧНОСТ

Када се ПАХ-ови нађу у организму, доспевају у лимфу и крв, и метаболишу се у јетри и бубрезима. Не постоји много података о метаболичким путевима ових једињења у људском организму, па се користе подаци добијени у студијама на животињама. Њихова елиминација из организма је врло брза, због великог броја ензима који их трансформишу најпре у епоксиде, а затим у дихидродиол деривате и феноле који су растворљивији у води [14], па се глукурониди и сулфати ових метаболита из организма избацују урином. Најчешће одређиван метаболит ПАХ-ова у урину је 1-хидроксипирен [15, 16]. С обзиром на то да су липофилни, најчешће се акумулирају у мајчином млеку и масном ткиву.

Имајући у виду да су ПАХ-ови присутни у ваздуху, води, земљишту и храни, главни начини уношења ових једињења у организам су респираторни и перорални док је уношење дермалним путем слабије изражено. Примећена је повезаност изложености ПАХ-овима и радног места, па су тако најугроженији радници на путевима, у процесу прераде алуминијума, димничари, рудари у рудницима угља, роштиљције, аутомеханичари, радници у штампаријама, радници у производњи гумаи сл [14].

Седамдесетих година прошлог века, ПАХ-ови су због своје токсичности постали главни предмет истраживања. За већину њих је потврђено да су канцерогени, мутагени и генотоксични [7], и то у облику својих метаболита. Најзначајнији метаболит бензо [а] пирена је бензо[а]пирен-7,8-диол-9,10-епоксид, који има јако изражено канцерогено дејство због интеракције са протеинима или ДНК [17]. Постоји мало података о томе како алкиловање утиче на токсичност ПАХ-ова, али се сматра да су метиловани деривати токсичнији од несупституисаних једињења. Диол епоксиди ПАХ-ова имају мутагено дејство и утичу на диференцијацију ћелија,

формирањем продуката са ДНК. Теорија која описује токсичност ПАХ-ова ("the bay theory") објашњава већу реактивност ПАХ-ова у форми "залива", од ПАХ-ова у форми "фјорда". (Слика 1.) [18]. Канцерогенеза индукована ПАХ-овима је резултат формирања продуката ПАХ-ова и ДНК. Ћелије које су највише подложне утицају ових једињења су кошгана срж, кожа и плућа, док је јетра мање подложна утицају. Канцерогени потенцијал ПАХ-ова доказан је на лабораторијским животињама, које су обољевале од рака коже, плућа, јетре и желуца. Такође, доказан је и утицај на крвне ћелије и имуни систем, као и на репродуктивне органе и мозак [19, 20].



Слика 1. Структуре "Залива" и "Фјорда"

Акутно излагање ПАХ-овима доводи до главобоље, мучнине, респираторних проблема и оштећења коже. Међутим, ови симптоми се доводе у везу са другим хемикалијама. Хронично излагање ПАХ-овима изазива бронхитис, кашаљ, дерматитис, рак плућа и усне дупље, леукемију, рак бубрега...

ПРИПРЕМА УЗОРАКА И МЕТОДЕ АНАЛИЗЕ

Методе припреме узорка и анализе у многама зависе од врсте узорка који се анализира. Ипак, за сваки тип узорка поступци анализе се могу посматрати кроз следеће фазе:

1. Хомогенизација узорка
2. Екстракција, како би се ПАХ-ови издвојили из сложеног матрикса
3. Пречишћавање, како би се уклониле коекстраховане нечистоће
4. Анализа, како би се утврдила количина и присуство ПАХ-ова у узорку.

Главни проблеми у анализи ПАХ-ова представља њихова мала концентрација у узорку, коекстракција других органских једињења и слична структура самих ПАХ-ова, тако да се најчешће анализирају као смеше. Квантификација ПАХ-ова у узорку врши се помоћу калибрационе криве стандардних раствора. Стандарди ПАХ-ова се чувају у ампулама, на хладном и мрачном месту. Унутрашњи стандарди би требало да буду супстанце које се не налазе у узорку, и у те сврхе се најчешће користе деутерисани аналози ПАХ-ова (фенантрен-d10, кризен-d12, перилен-d12).

Узорци земљишта се најпре суше на ваздуху или лиофилизацијом. Не препоручује се сушење на повишеним температурама због испарљивости ПАХ-ова. Могу се применити и средства за сушење, најбоље Na₂SO₄ или MgSO₄. Избор технике екстракције не само да има утицај на тачност анализе, већ утиче и на време

и трошкове целог поступка. За припрему узорака земљишта примењује се неколико типова екстракција, које се разликују од екстракције узорака воде и осталих течних узорака. ПАХ-ови из земљишта се могу екстраховати мешањем са органским растварачима од којих се најчешће користе ацетон и хексан, пошто су јефтинији и безбеднији за употребу од толуена или бензена [21]. Време екстракције треба да буде довољно дуго, како би се постигла већа ефикасност, па се у неким случајевима може применити и двадесетчетворочасовна екстракција. Време трајања екстракције може се смањити употребом ултразвука или Соклетове (Soxhlet) екстракције.

Ултразвучна екстракција [22] је најједноставнија метода. Препоручује се да се узорци који садрже мање концентрације ПАХ-ова екстрахују најмање два пута, увек свежеом порцијом растварача. Од растварача је најбоље применити смешу ацетон/метилен хлорид (1:1 v/v) или ацетон/хексан (1:1 v/v).

Соклетова екстракција је најчешће примењивана за екстракцију испарљивих и слабо испарљивих органских једињења из чврстих узорака [23]. Узорак се смешта у целулозну чауру, и екстракција се врши континуално, увек додатком свеже порције растварача. Екстракција се врши на температури испод тачке кључања растварача брзином од 4-6 циклуса на сат у временском интервалу од 16-24 часа. Течна екстракција под притиском (Accelerated solvent extraction, Pressurized fluid extraction) је једна од новијих техника екстракције, која се за екстракцију ПАХ-ова примењује од деведесетих година прошлог века [24, 25]. Узорак и растварач се убацују у екстракциону ћелију и она се затвара. Након тога, узорак се третира на повишеној температури и под притиском, 5-10 минута, па се растварач одстрањује из система.

Микроталасна екстракција користи микроталасе као извор загревања смеше узорак-растварач [26]. Обично се бирају они растварачи који апсорбују микроталасе. Велика предност ове технике је што применом микроталасне екстракције не долази до деградације узорка.

Технике пречишћавања омогућавају издвајање анализата од осталих потенцијално екстрахованих органских једињења. Код узорака који садрже мало органских једињења, овај корак је једноставнији. Пречишћавање се може се вршити хроматографијом на колони [27], екстракцијом чврстом фазом (SPE) [28] или течном хроматографијом високе ефикасности (HPLC) [29]. Иако HPLC има најбољу моћ раздвајања, више се користе остале технике, због једноставности и цене анализе.

Од инструменталних техника за анализу ПАХ-ова у узорцима земљишта препоручују се гасна хроматографија са масеном спектрометријом (GC-MS) и HPLC. Уколико се изабере HPLC, стационарна фаза би требала да буде од октадецилсилана или неког другог материјала специјализованог за анализу ПАХ-ова. За елуирање се може користити смеша метанол/вода или ацетонитрил/вода. Градијентно елуирање започиње

смешом органски растварач/вода 50% и завршава се чистим органским растварачем, а траје око 40 минута. За детекцију се користи или флуоресцентни или UV детектор. Ипак, за анализу ПАХ-ова најчешће се користи гасна хроматографија где стационарна фаза може бити неполярна или слабо поларна, док се као носећи гас бира хелијум.

За анализу ПАХ-ова у ваздуху најчешће се користи гасна хроматографија у комбинацији са масеном спектрометријом. Ова техника је у предности у односу на остале због високе селективности, резолуције и осетљивости [30].

За прикупљање узорака, велика запремина ваздуха се концентрује на сорбенту или одговарајућем филтру. Овај корак је неопходан због ниске концентрације ПАХ-ова у узорцима ваздуха. Најчешће се као сорбент користи полиуретанска пена, али примену налазе и XAD-2 и XAD-4 (полимерна влакна), CarborackC (активни угљ), и Tenax (порозни полимерни адсорбент) [31 - 34].

Адсорбовани ПАХ-ови су подложни оксидацији, па тако могу настати окси или нитро ПАХ-ови. Постојање ових реакција доказали су Шауер и сарадници [35]. Овако настали деривати могу утицати на резултат, односно приказати мању концентрацију ПАХ-ова него што је стварно у узорку. Из овог разлога, време прикупљања узорака мора бити ограничено. Након прикупљања узорка, сорбент и филтри се исперу неким органским растварачем (дихлорметан, толуен, хексан, ацетонитрил или метанол). Екстракција се може вршити само испирањем или аутоматски (Соклетова екстракција или ASE). Битно је да се за екстракцију користи што мање растварача, како би концентрација ПАХ-ова у екстрактима била што већа. Препоручено је коришћење следећих поступака и растварача [36]:

1. Екстракција уз рефлукс; толуен
2. Соклетова екстракција; толуен, дихлорметан, хексан/ацетон (1:1)
3. Микроталасна екстракција; хексан/ацетон (1:1)
4. ASE; толуен, дихлорметан
5. Ултразвучна екстракција; толуен, дихлорметан

ПАХ-ови у ваздуху најчешће се анализирају помоћу GC-MS.

Узорци хране, због свог сложеног састава, захтевају комплекснију припрему. Због своје липофилне природе, ПАХ-ови се из узорака хране екстрахују заједно са липидима, који морају бити уклоњени у кораку пречишћавања. Пре било ког поступка, посуђе које се користи мора бити испрано ацетоном или хексаном. Како би се избегла контаминација узорка, неопходно је коришћење алуминијумског, стакленог или челичног посуђа, док се пластично мора избегавати. Како је већина ПАХ-ова фотосензитивна, узорци морају бити заштићени од директне светлости. Испарљивост ових једињења веома утиче на тачност анализе, тако да директно упаравање није пожељно. Као и код осталих узорака, припрема се састоји из корака екстракције и пречишћавања. Припрема узорака хране се изводи различито, у зависности од количине масти у узорци-

ма. Код узорака који имају мањи садржај масноће екстракција и пречишћавање се могу извести у једном кораку, док код узорака богатих мастима ова два корака морају бити одвојена. ПАХ-ови су липофилна једињења, тако да је храна са мало масноће мање контаминирана [17]. Овом типу узорака припадају узорци воде и сокова. При анализи оваквих узорака, екстракција и пречишћавање се могу извести помоћу SPE (екстракција на чврстој фази), задржавањем анализата на колони, и његовим елуирањем што мањом количином растварача [37]. Обично се за елуирање користи смеша поларног и неполарног растварача (нпр. хексан/дихлорметан), како би се постигла што боља екстракција тешких и лаквих ПАХ-ова. Избор чврсте фазе зависи и од типа узорка и од избора методе анализе, па тако за HPLC са флуоресцентним детектором одличне резултате даје C18, али ова стационарна фаза није погодна за GC-MS анализу. SPE је као техника екстракције примењена у анализи кафе [38], чаја [39] и алкохолних пића [40, 41]. У узорке са повећаним садржајем масти спадају млеко, риба, биљна уља и месо. Главни проблем код анализе ПАХ-ова у овим узорцима је како одвојити аналит од триглицерида и масних киселина присутних у узорку. Од техника за припрему узорака издвојила се SPE, због своје осетљивости и брзине, те се може користити и као техника екстракције, али и у току пречишћавања узорка. Као чврста фаза могу се употребити C18/Florisil, PS-DVB, или смеша C18 и Florisil. Код неких узорака, као што је маслиново уље, због високог садржаја незасићених угљоводоника, потребан је и додатни корак пречишћавања [42].

Треба поменути да се у последње време све више користе и технике MSPD (matrix-solid phase dispersion – екстракција распршивањем узорка кроз чврсту фазу) [43] и MSPE (magnetic solid-phase extraction, магнетна екстракција на чврстој фази) [44]. Претходно поменуте технике се могу користити у циљу пречишћавања узорка након екстракције. Најпре се екстрахује липидна фракција, која поред ПАХ-ова садржи и остале липидне компоненте, а потом следи пречишћавање помоћу SPE, гел пермеационе хроматографије или сапонификације. Ове технике захтевају доста времена и велике количине растварача, тако да се препоручује екстракција течно-чврсто и ултразвучна екстракција.

Неке од новијих техника екстракције које се користе у анализи ПАХ-ова у храни су екстракција под притиском (PLE) и микроталасна екстракција (MAE). PLE, у екстракцији ПАХ-ова из узорака хране, је први пут описана у раду Ванга и сарадника (1999) [45]. Пречишћавање је извршено помоћу концентроване сумпорне киселине, а након тога на Florisil кертриџу. Један од начина за припрему узорака масне хране је и алкална дигестија, и пречишћавање помоћу SPE. Последњих година развијала се QuEChERS техника (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe), коју су први пут употребили Анастасидес и сарадници [46] у анализи пестицида, док су Рамалхоса и сарадници [47] први пут применили ову технику у анализи ПАХ-ова. За саму ана-

лизу најчешће се користе хроматографске технике (LC и GC).

ЗАКЉУЧАК

Анализа ПАХ-ова, због њихове мале количине у комплексним узорцима, представља велики изазов за истраживаче. Последњих година развиле су се технике екстракције које су брзе и не захтевају велике количине токсичних, органских растварача. За анализу се користе хроматографске технике, највише LC и GC. Код узорака са високим садржајем масти (узорци меса и уља), захтева се додатни корак пречишћавања, због екстракције липида са ПАХ-овима. Иако сложена, анализа ПАХ-ова у узорцима из животне средине је неопходна у сагледавању стања човекове околине.

Abstract

ANALYSIS OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FOOD AND ENVIRONMENTAL SAMPLES

Jelena CVETKOVIĆ, Marija DIMITRIJEVIĆ, Vesna STANKOV JOVANOVIĆ, Violeta MITIĆ, *Department of Chemistry, Faculty of Science and Mathematics, University of Nis, Serbia*

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are ubiquitous compounds, well-known to be carcinogenic, which can reach the food and environmental samples. They contain two or more fused benzene rings in linear, angular or cluster arrangements. Due to their proved carcinogenic activity, they have been largely investigated. In general, PAH analysis is a multi step process – sample homogenization, PAH extraction, clean up step and analytical step. Sample preparation technique and analytical method depend on the type of the sample.

ЛИТЕРАТУРА

1. International Agency for Research on Cancer (2010), Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Vol. 92.
2. European Commission (2005), Commission recommendation of 4 February 2005 on the further investigation into the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in certain foods, Official Journal of the European Union, L 34, 43–45.
3. Wenzl T., Simon R., Klieiner J., Anklam E., (2006), Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union. *Trends Anal. Chem.* 25, 716–725.
4. Bordajandi L. R., Dabrio M., Ulberth F., Emons H., (2008), Optimisation of the GC-MS conditions for the determination of the 15 EU foodstuff priority polycyclic aromatic hydrocarbons. *J. Sep. Sci.* 31 1769–1778.
5. Pule B. O., (2011), Solid-phase extraction based sample preparation for the determination of drug and organic pollutant residues. Masters thesis, Rhodes University.
6. Simonich S. L., Hites R. A., (1995), Organic pollutant accumulation in vegetation. *Environ. Sci. Technol.* 29, 2905–2914.
7. Scientific Committee on Foods of EC (2002), Opinion of the Scientific Committee on Food in the Risk to Human Health of PAHs in Food. *Food Contaminants: Sources and Surveillance*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 41–60.

8. Bartle K. D., Analysis and Occurrence of PAHs in food. In: Creaser C S, Purchase R, editors. Food contaminants: Sources and Surveillance. Cambridge: Royal Society of Chemistry: (1991) 41-60.
9. Kazerouni N., Sinha R., Hsu C.H., Greenberg A., Rothman N., (2001), Analysis of 200 food items for benzo(a)pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. Food Chem. Toxicol. 39, 423-436.
10. Phillips D. H., (1999) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. Mut Res 443, 139-147.
11. Skupinska K., Misiewicz L., Kasprzycka-Guttman T., (2004), Polycyclic aromatic hydrocarbons: physicochemical properties, environmental appearance and impact on living organisms. Acta Pol Pharm 61, 233-240.
12. Cherg S. H., Lin S. T., Lee H., (1996), Modulatory effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on the mutagenicity of 1-nitropyrene: a structure-activity relationship study. Mut Res 367, 177-185.
13. Georgiadis P., Kyrtopoulos S.A., (1999), Molecular epidemiological approaches to the study of the genotoxic effects of urban air pollution. Mut Res 428, 91-98.
14. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2009), Case Studies in Environmental Medicine Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs).
15. Popp W., Vahrenholz C., Schell C., Grimmer G., Detbarn G., Kraus R., Brauksiepe A., Schmeling B., Gutzeit T., Von Bulow J., Norpoth K., (1997), DNA single strand breakage, DNA adducts, and sister chromatid exchange in lymphocytes and phenanthrene and pyrene metabolites in urine of coke oven workers. Occup Environ Med 54, 176-183.
16. Santella R. M., Hemminki K., Tang D. L., Paik M., Ottman R., Young T.L., et al., (1993), Polycyclic aromatic hydrocarbon-DNA adducts in white blood cells and urinary 1-hydroxypyrene in foundry workers. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2, 59-62.
17. Purcaro G., Moret S., Conte L., (2013), Overview on polycyclic aromatic hydrocarbons: Occurrence, legislation and innovative determination in foods. Talanta 105, 292-305
18. Weis L.M., (1998), Bay or baylike regions of polycyclic aromatic hydrocarbons were potent inhibitors of gap junctional intercellular communication. Environ. Health Perspect. 106, 17-22.
19. Dasgupta P.S., Lahiri T., (1992), Alteration of brain catecholamines during growth of benzo[a]pyrene induced murine fibrosarcoma. Neoplasia 39, 163-165.
20. Szczeklik A., Szczeklik J., Galuszka Z., Musial J., Kolarzyk E., Tarqoz D., (1994), Humoral immunosuppression in men exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons and related carcinogens in polluted environments. Environ. Health Perspect. 102, 302-304.
21. Khan Z., Troquet J., Vachelard C., (2005), Sample preparation and analytical techniques for determination of polyaromatic hydrocarbons in soils. Int. J. Environ. Sci. Tech. 2, 275-286.
22. Eiceman G. A., Viu A. C., Karasek F.W., (1980), Ultrasonic extraction of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and other organic compounds from fly ash from municipal incinerators. Anal. Chem. 52, 1492-1496.
23. Method 3540C, Soxhlet Extraction, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods, 3rd ed., EPA/SW-846, US Environmental Protection Agency Washington, DC, 1996, 1-10.
24. Popp P., Keil P., Moder M., Paschke A., Thuss U., (1997), Application of accelerated solvent extraction followed by gas chromatography, high-performance liquid chromatography and gas chromatography; mass spectrometry for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons, chlorinated pesticides and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in solid wastes. J Chromatogr. 774, 203-211.
25. Saim N., Dean J. R., Abdullah M. P., Zakaria Z., (1998), An experimental design approach for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons from highly contaminated soil using accelerated solvent extraction. Anal. Chem. 70, 420 - 424.
26. Eskilsson C. S., Bjorklund E. J., (2000), Analytical-scale microwave-assisted extraction. J Chromatogr A, 902, 227 - 250.
27. Saponaro S., Bonomo L., Petruzzelli G., Romele L., Barbaferi M., (2002), Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) slurry phase bioremediation of a manufacturing gas plant (MGP) site aged soil. Water Air Soil Pollut. 135, 219-236.
28. Meyer S., Cartellieri S., Steinhart H., (1999), Simultaneous determination of PAHs, hetero-PAHs (N,S,O) and their degradation products in creosote-contaminated soils. Method development, validation and application to hazardous waste sites. Anal. Chem. 71, 4023-4029.
29. Brooks L. R., Hughes T. J., Claxton L. D., Austern B., Brenner R., Kremer F., (1998), Bioassay-directed fractionation and chemical identification of mutagens in bioremediated soils. Environ. Health Perspect. 106, 1435-1440.
30. Poster D. L., Schantz M. M., Sander L. C., Wise S. A., (2006), Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in environmental samples: a critical review of gas chromatographic (GC) methods. Anal. Bioanal. Chem. 386, 859-881.
31. Bertoni G., Tappa R., Allegrini I., (2001), The internal consistency of the 'Analyst' Diffusive sampler - a long-term field test. Chromatographia 54, 653-657.
32. Liu K. L., Han W. J., Pan W. P., Riley J. T., (2001), Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) emissions from a coal-fired pilot FBC system. J. Hazard M. 84, 175-188.
33. Re-Poppi N., Santiago-Silva M., (2005), Polycyclic aromatic hydrocarbons and other selected organic compounds in ambient air of Campo Grande City, Brazil. Atmos. Environ. 39, 2839-2850.
34. Wei M. C., Chang W. T., Jen J. F., (2007), Monitoring of PAHs in air by collection on XAD-2 adsorbent then microwave-assisted thermal desorption coupled with headspace solid-phase microextraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. Anal. Bioanal. Chem. 387, 999-1005.
35. Schauer C., Niessner R., Pöschl U., (2003), Polycyclic aromatic hydrocarbons in urban air particulate matter: decadal and seasonal trends, chemical degradation, and sampling artifacts. Environ. Sci. Technol. 37, 2861-2868.
36. European Committee for Standardization, EN 15549:2008 Air Quality- Standard method for the measurement of the concentration of benzo[a]pyrene in air, CEN, Brussels, Belgium, 2008.
37. Marce R. M., Borrull F., (2000), Solid-phase extraction of polycyclic aromatic compounds. J. Chromatogr. A 885, 273-290.
38. Housseou J. K., Benac C., Delteil C., Camel V. R., (2005), Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Coffee Brew Using Solid-Phase Extraction. J. Agric. Food Chem. 53, 871-879.
39. Kayali-Sayadi M. N., Rubio-Barroso S., Cuesta-Jimenez M. P., Polo-Díez L. M., (1998), Rapid determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in tea infusion samples by high-performance liquid chromatography and fluorimetric detection based on solid-phase extraction. Analyst 123, 2145-2148.
40. Da Porto C., Moret S., (2007), Comparison of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) between smoked marc spirits and whiskies. Food Chem. Toxicol. 45, 2069-2071.
41. Galinaro C. A., Cardoso D. R., Franco D. W., (2007), Profiles of polycyclic aromatic hydrocarbons in Brazilian sugar cane spirits: discrimination between cacha-

- gas produced from nonburned and burned sugar cane crops. *J. Agric. Food Chem.* 55, 3141–3147.
42. Moreda W., Rodriguez-Acuna R., Del Carmen Perez-Camino M., Cert A., (2004), Determination of high molecular mass polycyclic aromatic hydrocarbons in refined olive pomace and other vegetable oils. *J. Sci. Food Agric.* 84, 1759–1764.
 43. Bogusz M. J., El Hajj S. A., Ehaideb Z., Hassan H., Al-Tufail M., (2004), Rapid determination of benzo(a)pyrene in olive oil samples with solid-phase extraction and low-pressure, wide-bore gas chromatography-mass spectrometry and fast liquid chromatography with fluorescence detection. *J. Chromatogr. A* 1026 1–7.
 44. Zhao Q., Wei F., Luo Y. B., Ding J., Xiao N., Feng Y.-Q., (2011), Rapid Magnetic Solid-Phase Extraction Based on Magnetic Multiwalled Carbon Nanotubes for the Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Edible Oils. *J. Agric. Food Chem.* 59, 12794–12800.
 45. Wang G., Lee A. S., Lewis M., Kamath B., Archer R. K., (1999), Accelerated Solvent Extraction and Gas Chromatography/Mass Spectrometry for Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Food Samples. *J. Agric. Food Chem.* 47, 1062–1066.
 46. Anastasiades M., Lehotay S. J., Stajnbaher D., Schenck F. J., (2003), Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. *J. AOAC Int.* 86, 412–431.
 47. Ramalhosa M.J., Paiga P., Morais S., Delerue-Matos C., Oliveira M. B. P. P., (2009), Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish: Evaluation of a QuEChERS Extraction Method. *J. Sep. Sci.* 32, 3529–3538.



Јелена АЛЕМПИЈЕВИЋ, Јована АРАНЂЕЛОВИЋ, студенти IV године Хемијског факултета Универзитета у Београду (е-пошта: joka.arandjelovic@gmail.com)

ГУМАРАБИКА

Гумарабика или гума акације је смеша биополимера, коришћена у најразличитије сврхе хиљадама година. У древном Египту се користила у бојама хијероглифских инскрипција и за ланене завоје при балсамовању мумија. При анализи старих Јеврејских списа нађена је чак и у мастилу. Тако је нашла свој пут и до Европе преко Арапских лука и тако добила име гума арабике по свом пореклу добављања. Гума се добија сушењем излучевина дрвећа Акација (*Acacia*), Акација сејал (*Acacia seyal*) и Акација сенегал (*Acacia senegal*).

Акација сенегал расте у Сахелском појасу, који се простире од пустиње Сахаре на северу, до екватора на југу и од Сомалије на истоку до Сенегала на западу. Осим због гуме, узгајање овог дрвећа спречава даље ширење пустиње на југ и извор је хране за животиње. Постоји више од 1000 познатих врста Акације, више од 700 воде порекло са Афричког континента. Акација сенегал спада у скупину Вулгарес (*Vulgares*) и верује се да се појављује у четири варијетета, са других 12.

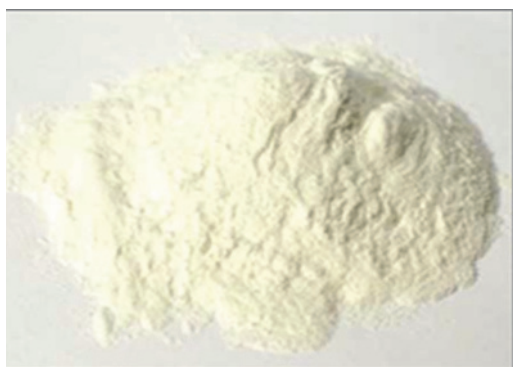
Гуму производе дрвећа стара од 3-30 година, а биосинтетички процес, који се назива гумоза, се покреће када биљка трпи стрес, било од повреда, лошег тла, недостатка влаге и високе температуре. Прецизан механизам гумозе није познат, али је могуће довести га у везу са бактеријским, вирусним и гљивичним инфекцијама. Запажено је да се гума ствара у региону између унутрашње стране коре дрвета и камбијума, и да је могућа последица реструктуирања као одговор на адаптацију хелија, јер је примећена висока активност хемилулазе и целулазе у ткивима где се гума стварала.

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ

Производња гуме започиње засецањем коре дебла и грана секиром, без да дође до оштећења камбијума (део између ксилема и флоема заслужан за секундарни раст биљке). Лепљива течност која цури са места усека, суши се на сунцу и формира стакласте куглице или траке, обично неколико центиметара у пречнику, које се скупљају након 3-4 недеље. Боја гуме се може кретати од бледо жуте до ћилибарне па до браон. Скупљање се затим врши сваких 10 дана кроз сезону, која у Судану траје од октобра до маја. Гума се разврстава по боји и величини и по разредима чистоће смоле. Даља обрада може укључивати механичко млевење, техника познатија као киблинг (*kibbling*), који разбија куглице гуме у више различитих одређених величина. Даљи процес укључује спреј-сушење (суви прах се добија када се атомизирани честичке величине 50-100 μm распршују на високој температури) или сушење ваљцима (раствор се пропушта кроз паром загрејане ваљке и вода се суши протоком врућег ваздуха).



Слика 1 Гумарабика

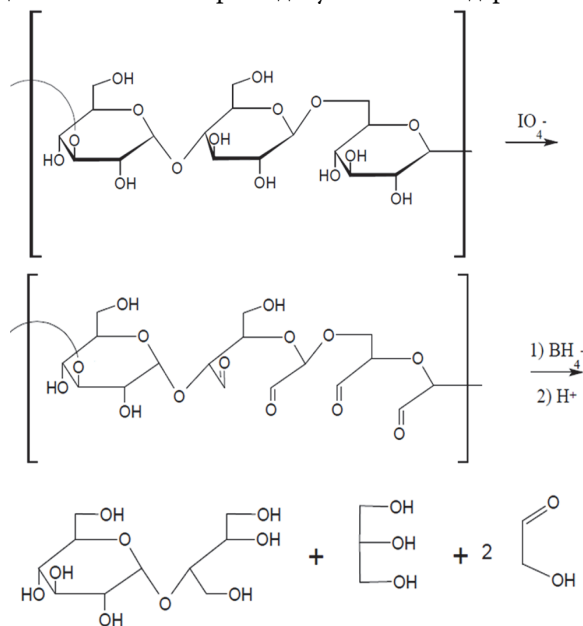


Слика 2 Гумарабика после спреј сушења

Ови процеси подразумевају растварање кибловане гуме у води уз загревање и мешање, али се пази да температура буде што нижа да се не би оштетиле функционалне карактеристике гуме (протеинског дела). Раствор гуме се затим пропушта кроз сито, декантује или филтрира (да се уклоне нерастворни делови) и пастеризује одмах после сушења.

СТРУКТУРА ГУМИРАБИКЕ

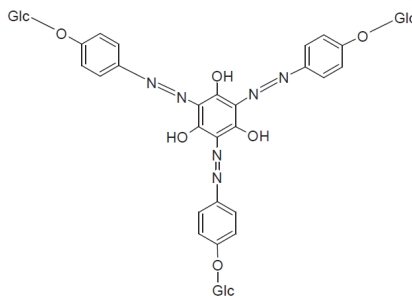
Структура гуме Акација сенегал је одређена излагањем узорка низу Шмитових деградација (*Schmidt-ova degradacija*). Ова деградација је продужење перјодатне оксидације у којој се оксидовани полисахарид прво редукује у полиалкохол натријум-борхидридом, а потом се хидролизује разблаженом киселином на ниској температури. Ацеталне везе се раскидају и дају фрагменте у којима 1,3-везани шећери остају нетакнути и гликозидно су везани или за друге шећере (1,6 гране садрже галактозу, арабинозу, рамнозу и глукуронску киселину) или фрагменте остале после оксидације. Ово је потврдио и C-NMR спектрима документовао Андерсон.



Слика 3. Шмитова деградација састојака гумарабике

Акијама (Акијама) и сарадници су открили и протеински део ковалентно везан за полисахарид преко

хидроксипорлин-олигоарабинозида и серин-угљенохидратних веза. Тада су дошли до закључка да је у питању арабиногалактански-протеински комплекс (АГП) јер је реаговао са Јаровим реагентом. Јаров реагент је синтетички фенолгликозид који специфично реагује са арабиногалактанским-протеинским комплексом.



Слика 4. Јаров реагент

Гума је како се испоставило веома хетероген материјал, што је доказано како фракционим таложењем, тако и јон-измењивачком хроматографијом, гел пропусном хроматографијом, и хидрофобно-афинитетном хроматографијом. Анализом UV апсорпцијом на 206 nm и детекцијом мултиангуларног скретања открито је (помоћу рефрактивних индекса) да постоје два пика, где један већи припада материјалу молекулске масе око 250,000 а други мањи материјалу од 1.000,000 до 2.000,000. Веће фракције које припадају шећерној компоненти припада удео од 90% а протеинској само око 10%.

ХЕМИЈСКА КАРАКТЕРИЗАЦИЈА

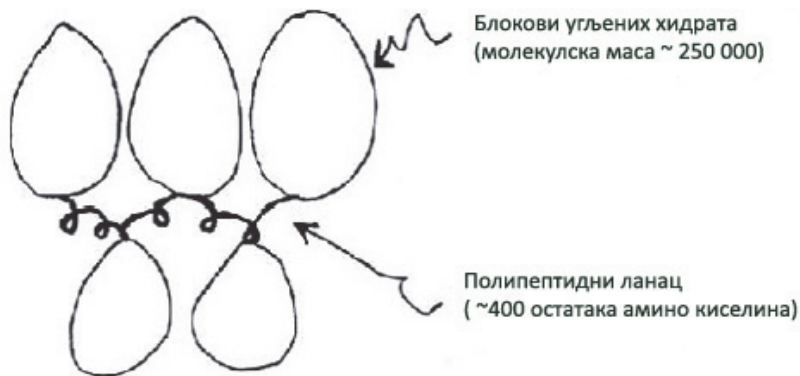
Гумарабика је сложена смеша променљивог састава коју углавном чине: арабиногалактански олигосахариди, полисахариди и гликопротеини. Зависно од извора шећерне компоненте садрже веће делове D-арабинозе у односу на D-галактозу (у Акацији сејал) или D-галактозе у односу на L-арабинозу (Акација сенегал). Акација сејал садржи више 4-О-метил D-глукуронске киселине али мање L-рамнозе и несупституисане D-глукуронске киселине од Акација сенегал.

Арабиногалактански део је везан за протеин и улази у састав ћелијског зида. Садржи до 10% протеинске компоненте. Кисео је и садржи претежно хидроксипролин, серин, аланин и глицин. Шећерни део се састоји од галактозе, манозе, галактуронске киселине и глукуронске киселине и има релативно висок ниво полимеризације. АГП имају улогу у међућелијским интеракцијама као сигнални молекули и у одбрани биљке.

ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ И ФУНКЦИЈЕ

Гумарабика има две главне карактеристике: лако се раствара у води да направи високо-концентроване растворе релативно ниске вискозности и површински је активна што значи да стабилизује емулзије (смеше уља у води).

Спрејно сушена или ваљком-сушена гумарабика се добија у виду белог праха јако мало величине честица које се лако растварају у води. Добијена на друти на



Слика 5. Шематски приказ структуре Акације сенегал

чин, на пример у комадима се јако тешко раствара и потребни су некада и сати да се раствори. Могу се припремити раствори високе концентрације (око 50%) са релативно ниском вискозношћу, што је последица њене веома разгранате и компактне структуре. Вискозност постаје значајна када концентрација достигне такозвани полу-разблажени режим где молекули почињу да се преплићу због макромолекулског гомилања (ефекат на понашање макромолекула у раствору тако да се чини да је концентрација већа него што заиста јесте).

Вискозност се смањује на ниским и високим рН и у присуству електролита, јер како су молекули јако разгранати врло је могуће да се ово догађа због појаве контракција молекулског ланца (као у случају линеарних полиелектролита). Редукција је последица смањења ефективне величине молекула због компресије електричног двоструког слоја аналогно ситуацији за глобуларне портеине.

Вискозност раствора гумарабике се неповратно смањује после загревања услед денатурације и таложенија протеина велике молекулске масе. Вилијамс (Williams) и сарадници су открили, да при загревању 19% -ног раствора вискозност после 6.5 сати загревања на 102°C на рефлуксу се смањује за пола.

Гумарабика се навелико користи као стабилизатор емулзија, али је тек од скоро познат њен механизам стабилизације деловања. Доказано је да гумарабика формира густу високо-еластични филм на међудодирној површини медијума уље-вода и да течне особине и емулзиона стабилизација зависе од садржаја протеина и молекулске масе гумарабике. Стабилизација је могућа јер гумарабика садржи и хидрофилни и липофилни део у својој хемијској структури. Око диспергованих капљица праве заштитни слој, и смањују међуповршински напон система. Како је сугерисано, они свој хидрофилни полисахридни део ланац излажу молекулима воде, а хидрофобни полипептидни део ка уљаним капима и тако спречавају агрегацију капљица и коалесценцију (спајање двеју фаза).

ПРИМЕНЕ ГУМАРАБИКЕ

Око 80% све гуме иде у прехранбену индустрију, а од тога половина у производњу слаткиша. Традиционалне гуме бомбоне се праве од гумарабике, њеног

раствора концентracије између 40-55% укупног удела.

Гумарабика се користи и као емулзификатор за бомбоне и карамеле, за чоколаде и лешнике, за припрему премаза и прелива, као и за мућење пенастих производа као што је манчмелоу. После избијања несташице 1970-тих година, цене су скочиле па су произвођачи тражили замене у виду других хидроколоида као што су пектин, скроб итд.

Гумарабика се нашироко користи и за припрему концентрованих емулзија уља са укусима за коле и цитрусне газирани сокове. Гума је неопходна да успори флокулацију (скупљање честица у агрегате на дну колоидног раствора) и коалесценцију не само у концентрованим, већ и веома разблаженим газираним растворима шећера пре флаширања. Емулзије се припремају контролисаним додавањем уља у водени раствор тако да се понашају као агенси за повећање специфичне тежине.

Примери су глицерол естар колофонске смоле и дамар гума. Такве супстанце се користе да подесе густину уљане фазе на ону ближе води и стога инхибирају емзионе капи од скупљања. Типичан пример емулзије за пића садржи 5-20% гумарабике, 4-8% уља са укусом, и 4-8% агенса за подешавање тежине.

Гумарабика налази употребу и као агенс за енкапсулацију укуса који се уводе у суву храну као што су дехидриране супе, десерти и пића у праху. Гума формира омотач око молекула укуса и инхибира оксидацију и испаравање материјала. Некада се користила само гумарабика, данас се користи у садејству са малтодекстрином.

Гума се користи и у пекарској индустрији да да сјајан премаз и за пецива и цералије. Користи се као концентровани 30-50% -тни раствор који се распрши у виду спреја пре печења.

Користи се као везиво у акварел бојама јер се лако раствара у води. Пигмент било које боје суспендује се у гуми у различитим односима, што резултира акварел бојом. Вода делује као средство или растварач да се разреди акварел и помаже да се боја пренесе на површину за сликање. Када сва влага испари гума је основно везивно средство које задржава боју на површини тако што везује пигмент за њу. Након што испари вода, гумарабика повећава сјај боје и спречава да је светлост оштеги. Гумарабика дозвољава већу прецизност код премазивања зато што боја не цури и не слива се ван прелаза четкице. Такође гума успорава испаравање воде сто повећава трајност.

Историјски посматрано гумарабика се користи у фотографији код бихроматских фотографија где се користи гума помешана са амонијум или калијум дихроматом и пигментом да би се створила обојена фотографска емулзија која постаје релативно нерастворљива у води након излагања ултраљубичастом светлу. У завршној штампи гума трајно везује пигменте за папир.

Гумарабика се користи за заштиту и урезивање слике у литографским процесима. Мастило тежи да

испуни беле делове фотоалуминијумског лима ако они нису прекривени слојем гуме. У литографији се нагризање гуме користило да се добију најфинији сиви тонови на фотографији. Фосфорна киселина се додаје гуми у различитим концентрацијама ради нагризања, резултат су различите нијансе сивих тонова па све до тамно црне нијансе. Вишеструки слојеви гуме се наносе након барокописног процеса да би се изградила заштитна баријера која спречава да се мастило разлије приликом штампања.

Важан је састојак крема за ципеле а може се користити и за израду домаћих тамјана. Такође, користи се као јестив лепак, на пример за поштанске марке и код папира за цигарете. Литографски штампачи их користе за облагање делова посуђа (тањира) због реакције са водом. Ово такође доприноси да се заустави оксидација алуминијумских плоча за штампу у интервалу између обраде плоче и њеног коришћења на штампарској машини.

Abstract

GUM ARABIC

Jelena ALEMPIJEVIĆ, Jovana ARANĐELOVIĆ, students, Faculty of Chemistry, University of Belgrade

Gum arabic is mixture of biopolymers which has found wide application in everyday life. Gum got its name from arabian ports from where it was supplied to Europe. The gum is excretion product of the Acacia tree, Acacia Senegal and Acacia Seyal.

Biosynthetical process which is called "gummosis" occurs whenever plant suffers from some sort of outside "stress", although precise mechanism is not revealed yet it has been

related to adverse weather conditions, infections, insect problems, or mechanical damage. Higher activity of cellulose and hemicellulose is observed at the place of gum formation.

Using various chromatographic techniques it has been revealed that this gum material is highly heterogeneous, and UV spectra showed that it is consisted of 90% sugar and only 10% protein parts. It is mainly consisted of arabinogalactans, polysaccharides and glycoproteins.

Gum arabic has two main characteristics. Those are the facts that it is readily water soluble and can make highly concentrated solutions of low viscosity, and in fact it is surfactant which means it can act as emulsifier.

Almost eighty percent is used in food industry, half of which are used for candy production. Also it is widely used as emulsifier for coca-cola and citrus juices. Historically, it has been used for photographs as it can bond pigments to cellulose.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mark L. Dreher, Susan Sungsoo Cho, Handbook of Dietary Fiber.
2. McNeil M, Darvill AG, Fry SC, Albersheim P. (1984) Structure and function of primary cell walls of plants. *Anna Rev Biochem* 53:625-663
3. Webb, James L. A. (2009). "The Trade in Gum Arabic: Prelude to French Conquest in Senegal". *The Journal of African History* 26
4. Acacia senegal gum: continuum of molecular species differing by their protein to sugar ratio, molecular weight, and charges. Renard D, Lavenant-Gourgeon L, Ralet MC and Sanchez C, *Biomacromolecules*, September 2006



ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ

Љиљана БОЖОВИЋ, наставник хемије, ОШ „Светозар Марковић“, Краљево
Златана ЗАРИЋ, учитељица, ОШ „Светозар Марковић“, Краљево

СЦЕНАРИО ЗА УГЛЕДНИ ЧАС ИЗ ПРЕДМЕТА ХЕМИЈА И РУКА У ТЕСТУ – ОТКРИВАЊЕ СВЕТА

Наставни предмет: Хемија и Рука у тесту – откривање света

Разред: други и осми разред основне школе

Наставна јединица: Биолошки важна органска једињења

Тип часа: Обнављање

Циљеви часа

За ученике осмог разреда:

- да ученик уме да наведе физичка својства масти и уља, угљених хидрата, протеина и витамина
- да ученик уме да наведе примере биолошки важних органских једињења

- да ученик уме да наведе најважније улоге масти и уља, угљених хидрата, протеина и витамина у живим организмима
- да ученик разуме основна хемијска својства масти и уља (сапонификацију и хидролизу), угљених хидрата, витамина и протеина
За ученике другог разреда:

- да се ученик, кроз илустрације, упозна с биолошки важним органским једињењима и њиховим основним својствима

Наставна средства: радни листови, слике, картице за формирање група, радни задаци за групе, прибор за илустровање

Методе наставног рада: метода усменог излагања, метода разговора, текстуална метода, метода демонстрације, метода учења путем открића

Облици наставног рада: фронтални, индивидуални, групни

Временска организација часа:

- Уводни део часа: 10 минута
- Главни део часа: 25 минута (15+10 минута)
- Завршни део часа: 10 минута

ТОК ЧАСА

УВОДНИ ДЕО ЧАСА:

Корак 1: Уводна реч учитеља/наставника – *представљање*

Корак 2: Формирање група на основу слика на картицама:

1. група - ЈАБУКА
2. група – БАНАНА
3. група – НАРАНџА
4. група – ЛИМУН
5. група – КИВИ

Сваку групу, по принципу случајног избора, формирају три ученика другог и три ученика осмог разреда (Прилог 1)

Корак 3: *Распевање*

Ученици певају децје песме: „**Вишњичица род родила**“, „**Дуње ранке**“, „**Фабрика бомбона**“

Корак 4: *Квиз*

Групе се такмиче у квизу чије коначно решење открива главну тему часа (Прилог 2)

Корак 5: *Откривање теме часа*

ГЛАВНИ ДЕО ЧАСА:

Корак 6: *Задаци за групе*

- Свака група , по принципу случајног избора, добија радни лист с задацима (Прилог 3)

Корак 7: *Рад група*

- Док ученици решавају задатке из радних листова, учитељ и наставник се старају да групе раде према упутствима и дају објашњења ако је потребно. Корак траје 15 минута

Корак 8: *Презентација и извођење закључака*

- Свака група презентује свој рад (2 минута). Очекује се да ученици осмог разреда обраде физичка својства биолошки важних органских једињења, заступљеност у намирницама, улогу у организму и последице неправилног уношења, а да ученици другог разреда све то илуструју на тај начин стекну основна знања о важним органским једињењима
- Ученици у сарадњи с наставником и учитељем резимирају сазнања до којих су групе дошле

ЗАВРШНИ ДЕО ЧАСА:

Корак 9: *Зајонетке*

- Свака група случајним избором добија загонетку (Прилог 4) коју треба да реши. Кроз решавање се, на занимљив начин, проверава знање које су ученици стекли током часа

Корак 10: *Проглашавање победника*

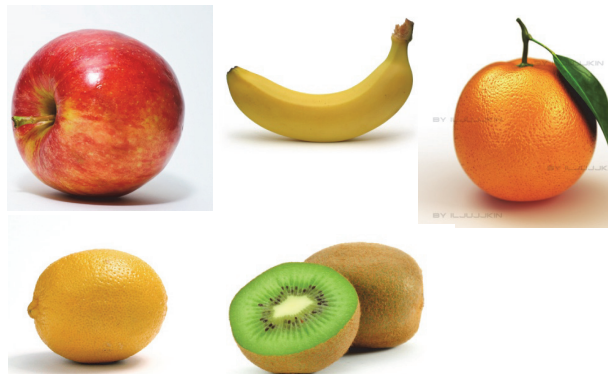
- Учитељ и наставник проглашавају победничку групу

Корак 11: *Подела дипломе и воћа*

- Сви ученици добијају дипломе (Прилог 5).
- Ученицима се дели воће за добро здравље и освежење

ПРИЛОГ 1

Предлози за називе група



ПРИЛОГ 2

Питања за квиз

1. Од понуђених намирница изабери ону која не припада датом низу:
 - а) сир
 - б) јаја
 - в) јабучке
 - г) млеко
2. У пшеничном брашну има највише:
 - а) масти
 - б) воде
 - в) угљених хидрата
 - г) протеина
3. Сви су они слатког укуса. Један од њих је најслађи природни шећер, а назива се:
 - а) сахароза
 - б) лактоза
 - в) глукоза
 - г) фруктоза
4. Од понуђених растварача изабери онај у коме се растварају масти и уља:
 - а) кишница
 - б) бензин
 - в) вода за пиће
 - г) алкохол
5. У меду животиња има највише:
 - а) шећера
 - б) масти
 - в) протеина
 - г) витамина
6. У пчелињем меду има највише:
 - а) протеина
 - б) минерала
 - в) шећера
 - г) витамина
7. Маргарин се из уља добија:
 - а) дестилацијом
 - б) кристализацијом
 - в) супституцијом
 - г) хидрогенизацијом

8. Детерџенти су супстанце које користимо за отклањање нечистоћа, а добијамо их прерадом:

- а) масти и уља
- б) скроба
- в) целулозе
- г) деривата нафте

9. Која од наведених намирница не припада низу:

- а) павлака
- б) паприка
- в) пасуљ
- г) пиринач

10. Сапуни се најбоље растварају у?

- а) тврдој води
- б) дестилованој води
- в) мекој води
- г) морској води

ПРИЛОГ 3

Загаци за јрује

1. група

Суштина приче није у томе да се ђаци намерно муче, већ да знају, да храном у организам треба унети све састојке који су потребни за раст, производњу енергије, обнављање ћелија и правилан ток свих животних процеса. Зато су ту МОНОСАХАРИДИ, ДИСАХАРИДИ... и још нека једињења.

2. група

Макромолекули, изграђени од великог броја остатака истог или различитих моносахарида, основа су биљног света. Један **гради**, други **храни**...ти помози па објасни. Структура је наша знана – ХИДРОЛИЗА нам је рана.

3. група

Од предјела, супа, сосева, све до салата и слаткиша...њихов додатак помаже новим кулинарима, а старе подсећа на добра и испробана јела. Пред вама је задатак, којим ћете лако и с уживањем да нам мало сликом, мало причом објасните МАСТИ и УЉА.

Прилог 5

<p>Овом ДИПЛОМОМ</p> <p>наставница Љиљана и учитељица Златана награђују</p> <hr/> <p>за тимски рад, радозналост, посвећеност, другарство, жељу за новим знањима...</p> <p>Краљево, 14.5.2013. године ОШ „Светозар Марковић“</p>
--

4. група

Риба би бар једном недељно требало да се нађе на нашој трпези јер је богата фосфором и калцијумом као и ЕСЕНЦИЈАЛНИМ АМИНОКИСЕЛИНАМА, ПРОТЕИНИМА...

5. група

За вашу лепоту и здравље наранџе, лимун, јабуке и друго воће у дневном јеловнику ставите на прво место. Унесите ВИТАМИНЕ, осетите снагу освежења и будите спремани/не за нове изазове.

ПРИЛОГ 4

Зајонейке

Најслађи су на свету, слатки к'о торта Мимоза, има их и у воћу. То су _____
--

И тога нам треба, али не много. Ако се претера опасност вреба, јер ће свуда да куља. То су _____

Од њега мозак, срце и крв брже раде, мишиће и кожу граде, неопходни су и фини. То су _____

Они су важни, они су фини, чувају здравље, то су _____

Нисам лиза да би ме деца јела, ал' ми та реч у имену стоји. Вода ме дели на два дела. Нисам ни Мона Лиза. Ја сам _____
--

Abstract

SCENARIO FOR CHEMISTRY AND HAND IN TEST LESSON - DISCOVERY OF THE WORLD

In this paper, we present an innovative approach to teaching sugars, fats and oils, proteins and vitamins to elementary school students. In this approach, second and eight

grade elementary school students form groups within which, through joint effort, they learn about these important organic compounds.



ТРИБИНА



Драгомир МИЛОВАНОВИЋ, докторант у Одељењу за неуробиологију, Макс Планк институт за биофичку хемију, Гетинген, Немачка

eLife – НАУКА ДОСТУПНА СВИМА

У години која је за нама славили смо 200 година од штампања првих српских новина. Интересантно је напоменути да су "Новине сербске", како се лист звао, штампане у дијаспори (прецизније у Бечу), а да су уредници били студенти медицине - Димитрије Давидовић (Земунац; комшија аутора ових редова - барем по просторним, ако не по временским координатама) и Димитрије Фрушић.

Жеља за свежим и квалитетним информацијама није ништа мања ни данас. Међутим, суштинска разлика је у обиљу који се нуди. Са једне стране имамо велики број стручних часописа (у принципу, основни вид комуникације у свету савремене науке), са друге стране квалитет није пропорционалан квантитету и велики број публикованог материјала (не) пролази довољно темељну рецензију.

С обзиром да су *Хемијском њрепеду* циљна група љубитељи хемије свих узраста и професионалних делатности, сетимо се колико нам се пута током спремања испита или осмишљавања експеримената догодило да нам изађе портал за плаћање, тј. да нам је рад практично недоступан. Ово је један (али не и једини!) разлог због кога је "свето тројство модерне науке": Howard Hughes Medical Institute из САД-а, Max Planck друштво из Немачке и Welcome Trust из УК-а одлучило да представи нови концепт публиковања. Јесени 2012. рођен је eLife – нови, електронски часопис потпуно отвореног приступа. За разлику од сличних електронских издања отвореног типа (попут PLOS "Public Library of Science", "Bio-Med Central"-а) рецензију и коначан избор радова раде активни научници, а не едитори.

ШТА ЧИНИ eLife ЈЕДИНСТВЕНИМ НАУЧНИМ ЧАСОПИСОМ СА ВРХУНСКИМ РЕЗУЛТАТИМА?

eLife рецензија подразумева обједињено мишљење ревидора. Класичан начин рецензије (многим одлично познат) подразумева да едитор пошаље рад рецензентима; након што прими њихова (одвојена, независна)

мишљења едитор доноси одлуку о евентуалном објављивању рада. Често се дешава да двоје рецензента буду усаглашеног мишљења, а да трећи рецензент има поприлично другачије ставове (понекад и у директном, личном тону). Јаз у оцени рада од стране рецензента доводи до фрустрације аутора рада. Међутим, eLife функционише по другачијем концепту: едитор одабере потенцијалне рецензенте и представи их једне другима (тако да вео тајне не постоји). Рецензенти имају неколико недеља да, у сарадњи са едитором, пошаљу обједињено писмо рецензије ауторима рада. Такође, рецензенти имају могућност да одлуче да се њихова имена заједно са писмом рецензије јавно публикују. Тиме се доприноси квалитетном оцењивању фокусираном на саме експерименте, а изузимају се лични фактори (поготово такмичарска атмосфера која постоји међу групама и утиче на објективност).

ЗАШТО ЈЕ eLife ПОГОДАН ЗА КОРИШЋЕЊЕ ОД СТРАНЕ СТУДЕНАТА?

Учење из уџбеника (које свакако има своје предности!) данас бива потиснуто мултимедијалним приручницима, одлично дизајнираним интернет порталима, као и јавним предавањима са најпрестижнијих светских универзитета која су потпуно бесплатно доступна "online". Све је присутније да се непознати концепти, на које сви наилазимо током студрања и истраживачког рада, директно траже на интернету. eLife омогућава да се једноставно претражују радови према области интересовања, тј. кључним категоријама у којима су радови сврстани (попут биохемије, биофизике, неуронаука, имунологије и других). Одређена истраживања, издвојена од стране едитора, представљени су додатно и у облику чланка намењеног ширем аудиторијуму. Изузетно је важно напоменути да се сваком радом може оставити коментар чиме се отвара могућност дискусије непосредно са ауторима.

Конечно, желим да истакнем да редовно прегледање и претраживање јавно доступних ресурса, не само

eLife-a већ и осталих водећих часописа, јесте значајно из три разлога: (1) праћење развоја мултидисциплинарности која је саставни део фундаменталних открића; (2) учење са самог извора знања – читање примарне научне литературе подстиче критичко разматрање експерименталних и дискусија; (3) помаже нам да одржимо свестра-

ност и креативност изван наше уже теме интересовања. Методе и истраживачки приступи проблему у једној области, често дају изузетно значајне и јако занимљиве резултате кад се примене у другом пољу науке.



ВЕСТИ ИЗ СХД

IN MEMORIAM

СЕЋАЊЕ НА ПРОФЕСОРКУ ГОРДАНУ ГОЦУ ВУЧКОВИЋ (1953-2013)



Јуна 11. 2013. године с неверицом смо примили вест да је преминула др Гордана Вучковић, редовни професор Хемијског факултета, Универзитета у Београду.

Гордана Вучковић, рођена Михајловић, родила се 1. септембра 1953. године у Грделици, надамак Лесковца.

Као треће дете, Гордана је била вољена и чувана са посебном пажњом, васпитавана и привилегована, тако да се њена личност испојила још у раном детињству, а њена упорност и доследност већ тада су долазиле до изражаја. Основну школу је уписала у Београду, а затим је завршила у Лесковцу, где уписује гимназију, 1968. године. Гордана је у том узрасту била омиљена међу другарима због свог ведрог духа, искрености и слуха за музику. Свирала је клавир, учила класичну музику, волела је да свира и пева старо-градске песме. Горданином опредељењу шта ће да студира пресудила је победа на регионалном такмичењу из хемије у Лесковцу. Те 1972. године уписује хемију на Природно-математичком факултету, коју као добар студент завршава јануара 1977. а годину дана касније запошљава се на Факултету.

Од краја 1988. па до краја 1989. је година која је умногоме утицала на Гордану, њену каријеру и приватан живот. Заједно са породицом одлази у Јапан, на острво Кјушју, у град Фукуока на последокторско усавршавање, као стипендиста Јапанског друштва за унапређење науке. Источна култура и цивилизација додатно су јој прошириле видике и отвориле путеве у животу и раду. Због свог карактера и отворености брзо се прилагодила и уклопила у живот, рад и обичаје културе различите нашој. Бескрајно инспирисана и креативна постаје након боравка тамо, а контакте са тамошњим

професорима одржавала је годинама. Своје договорштине и анегдоте је записала и често причала како би јапанску културу свима приближила, а своје искуство поделила са другима.

Научно-истраживачки рад професорка Вучковић је посветила координационој хемији и преко 70 радова је публиковано у реномираним часописима. Хроматографским проучавањем, како експерименталним тако и теоријским, обухваћена су бројна комплексна једињења, од којих се преко 100 односило на комплексе кобалта(III). Други део истраживања базиран је на синтезама комплекса са различитим макроцикличним лигандима, карактеризацији, те многим феноменима у њиховим својствима и понашању. Овај део истраживања професорка Вучковић је започела да ради у Јапану, а затим као утемељивач макроцикличне координационе хемије у нашој земљи, професорка Вучковић је утрла пут њиховом даљем истраживању. Запажена цитираност њених научних радова од око 600 цитата је потврда и њиховог високог квалитета.

Професорку Вучковић су красиле дивне људске особине, знала је да приђе људима у невољи и несобично понуди своју помоћ и саосећа са њима било да су близу или далеко. Борац за правду, у првим редовима студентских протеста 1996. године, преко сто дана је неуморно носила врућ чај у термосу својим студентима и колегама, решена да правда победи и осигура младим генерацијама бољу будућност.

Била је предана свом послу а студенти и колеге су је поштовале и волеле. Колегиница са којом је свака сарадња била квалитетна и поучна, јер је своје знање умела да пренесе и подели са студентима, дипломцима, магистрантима, докторандима, али и са колегама. Посебан допринос је био њен предан и дугогодишњи рад у Српском хемијском друштву, као подуредник часописа JSCS у области неорганске хемије. За свој самопрегортан, ентузијастички и успешан рад у Друштву проглашена је за његовог Заслужног члана.

Својим изненадним одласком, који нико није могао да спречи, па ни она сама, професорка Вучковић је оставила велику празнину у животима своје породице,

пријатеља, колега и студената. Заувек је променила нашу свакодневицу, која без њене позитивне енергије није више испуњена. Радо ћемо се сви сећати наше Гоце уз широк осмех и помињати је, а њено насмејано лице

са симпатичним рупицама на образима, памтићемо и чуваћемо у нашим мислима.

Софија Совиљ

ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА ЗА 2014.

Управни одбор СХД, на седници која је одржана 31.октобра 2013. г. донео је одлуку да **висина чланарине и претплата на часописе Друштва за 2014. годину остане непромењена у односу на 2013. годину:**

ЧЛАНАРИНА

за запослене 1.800 дин
 за студенте докторских студија 1.800 дин
 за професоре у основ. и средњим школама 1.000 дин
 за пензионере, студенте основних и
 мастер студија и незапослене 800 дин
 за чланове у иностранства 50 еура

JSCS

за запослене чланове 2.500 дин
 за чланове студенте докторских студија 2.500 дин
 за чланове пензионере, студенте основних и

мастер студија и незапослене 1.000 дин
 за институције 16.000 дин
 за чланове из иностранства 50 еура
 за институције из иностранства 150 еура

XII

за школе и остале институције 3.500 дин
 за институције из иностранства 50 еура

Информације о уплатама не односе се на чланове који су признањем или наградом СХД стекли право на бесплатно чланство и претплату за 2014.годину.

ИЗМЕНЕ У ПРОПОЗИЦИЈАМА ТАКМИЧЕЊА ЗА СРЕДЊЕ ШКОЛЕ

I-ТЕСТ И ПРАКТИЧНИ ДЕО

Број учесника на републичком такмичењу у школској 2013/2014. години дат је у следећој табели:

Школска управа	I	II	III и IV
Крагујевац	3	3	3
Краљево	3	3	3
Лесковац	3	5	3
Ниш	3	3	3
Нови Сад	4	4	4
Пожаревац	3	3	3
Сомбор	3	3	3
Ваљево	5	3	5
Зајечар	3	3	3
Зрењанин	3	3	3
Београд	6	5	8
Чачак	3	4	4
Ранилуг	3	3	3

Косовска Митровица	3	3	3
Ужице	3	3	3
Јагодина	3	3	5
Крушевац	3	3	3

II-ТЕСТ И САМОСТАЛНИ ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Такмичари прво раде тест који је исти као и за вид такмичења I. Истраживачки рад брани се пред оцењивачком комисијом почев од међуокружног такмичења. Одбрани рада приступају такмичари који су на тесту освојили више од 40% поена првопласираног ученика за оба вида такмичења (*раније је било 50 %*), а у категорији разреда у којој се такмичи. Ученици који нису освојили наведен број поена на тесту могу приказати резултате свог рада пред жиријем и заинтересованима, без могућности освајања поена.

Целокупне пропозиције се налазе на сајту www.mojahemija.org.

ГОДИШЊИ САДРЖАЈ (2013)

ПРИЧА СА КОРИЦА

100 ГОДИНА ОД ПУБЛИКОВАЊА БОРОВОГ
МОДЕЛА АТОМА ----- 2

ЧЛАНЦИ

Драган А. МАРКОВИЋ, Марк АДЛЕР
Dragan A. MARKOVIĆ, Mark ADLER
ДА ЛИ ЗНАМО ИСТИНУ О ГЛОБАЛНОМ ЗАГРЕВАЊУ
DO WE KNOW THE THRUT ABOUT GLOBAL WARMING ----- 3

Бранко Ј. ДРАКУЛИЋ
Branko J. DRAKULIĆ
СЕДАМДЕСЕТ МИЛИОНИТИ МАЛИ МОЛЕКУЛ У ЕЛЕКТРОНСКОЈ БАЗИ
ПОДАТАКА CHEMICAL ABSTRACT -A
70 MILLIONTH & COUNTING - 70 MILLIONTH SMALL MOLECULE
RECORDED IN CAS ----- 12

Ерне Е. КИШ, Горан Ц. БОШКОВИЋ, Анђелка В. ТОМАШЕВИЋ
Erno E. KISS, Goran C. BOŠKOVIC, Anđelka V. TOMAŠEVIĆ
КАТАЛИЗА У СЛУЖБИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
CATALYSIS SERVICES IN ENVIRONMENT PROTECTION ----- 13

Биљана Ђ. ГЛИШИЋ, Марија Д. ЖИВКОВИЋ, Снежана РАЈКОВИЋ и Милош И. ЂУРАН
Biljana Đ. GLIŠIĆ, Marija D. ŽIVKOVIĆ, Snežana RAJKOVIĆ and Miloš I. DJURAN
МЕДИЦИНСКА НЕОРГАНСКА ХЕМИЈА – РАЗЛИЧИТИ АСПЕКТИ
ПРИМЕНЕ КОМПЛЕКСА МЕТАЛА У МЕДИЦИНИ
MEDICINAL INORGANIC CHEMISTRY – DIFFERENT ASPECTS OF
APPLICATION OF THE TRANSITION METAL COMPLEXES IN MEDICINE ----- 30

Габријела БРАЂАН
Gabrijela BRAĐAN
ПСИХОАКТИВНО ДЕЈСТВО ПЕЧУРКИ
PSYCHOACTIVE EFFECTS OF MUSHROOMS ----- 37

Шимон А. ЂАРМАТИ
Šimon A. DJARMATI
САМОТРОВАЊЕ РОМЕА МОНТЕГИЈА
SELF-POISONING OF ROMEO MONTAGUE ----- 39

Драган М. ПОПОВИЋ
Dragan M. POROVIĆ
ЦИТОХРОМ Ц ОКСИДАЗА - МОЛЕКУЛСКА ПРОТОН ПУМПА И ЊЕН
РЕАКЦИОНИ МЕХАНИЗАМ
DISCOVERY OF CYTOCHROME C OXIDASE AS MOLECULAR PROTON PUMP
AND ITS PUMPING MECHANISM ----- 58

Тијана СТАМЕНКОВИЋ, Маријета ПЕТРОВИЋ, Татјана АНЂЕЛКОВИЋ, Александра ЗАРУБИЦА
Tijana STAMENKOVIĆ, Marijeta PETROVIĆ, Tatjana ANĐELKOVIĆ, Aleksandra ZARUBICA
ПЕСТИЦИДИ - ФОТОЛИЗА И ФОТОКАТАЛИЗА
PESTICIDES - PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS ----- 66

Рада ЈОВАНОВИЋ и Иван МРКИЋ
Rada JOVANOVIĆ and Ivan MRKIĆ
КСАНТОФИЛИ - СТРУКТУРЕ И УЛОГЕ
XANTHOPHYLLS- STRUCTURES AND ROLES ----- 74

Миљан ВИГОВИЋ
Miljan VIGOVIĆ
DMF У ОРГАНСКОЈ СИНТЕЗИ: МАЛО ПОЗНАТИ АСПЕКТИ ДОБРО
ПОЗНАТОГ ЈЕДИЊЕЊА
DMF IN ORGANIC SYNTHESIS: LESS-KNOWN ASPECTS OF WELL-KNOWN
COMPOUND ----- 86

Шимон А. ЂАРМАТИ
Šimon A. Đarmati
ПРОБА КОЈА ЈЕ СПАСИЛА МНОГЕ ЖИВОТЕ
METHOD THAT SAVED MANY LIVES ----- 94

Ерне Е. КИШ
Erno E. KISS
КАТАЛИЗА У ФАРМАЦЕУТСКОЈ ИНДУСТРИЈИ
CATALYSIS IN PHARMACEUTICAL INDUSTRY ----- 98

Драган МОШИЋ
Dragan MOŠIĆ
ПРИРОДНИ АНТИМАЛАРИЦИ
NATURAL ANTIMALARIAL DRUGS ----- 114

Јелена ПОПОВИЋ-ЂОРЂЕВИЋ
Jelena POROVIĆ-ĐORĐEVIĆ
АФЛАТОКСИНИ – КАНЦЕРОГЕНИ АГЕНСИ ИЗ ЛАБОРАТОРИЈЕ
ПРИРОДЕ
AFLOATOXIN – A CARCINOGENIC AGENT FROM THE LABORATORY OF
NATURE ----- 119

Јелена СТЕВАНОВИЋ, Катарина КУЛЕЗИЋ
Jelena STEVANOVIĆ, Katarina KULEZIC
БРАДИКИНИН
BRADYKININ ----- 124

Кристина ПАНТЕЛИЋ, Сандра ВУКАШИНОВИЋ
Kristina PANTELIĆ i Sandra VUKAŠINOVIĆ
ГЛУТЕНСКИ ПРОТЕИНИ
GLUTEN PROTEINS ----- 128

Драган М. ПОПОВИЋ
Dragan M. POROVIĆ
ИЗ САЈБЕР ПРОСТОРА - НОБЕЛОВА НАГРАДА ЗА ХЕМИЈУ 2013.
NOBEL PRIZE 2013 FOR CHEMISTRY FROM THE CYBER SPACE ----- 142

Јована ШЕЈАТ, Марко ИЛИЋ
Jovana ŠEJAT, Marko ILIĆ
КСАНТАН
XANTHAN ----- 147

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Горица ДЈЕЛИЋ, Иван ГУТМАН
Šimon A. ĐARMATI, Danica A. ĐARMATI, Gorica ĐELIĆ, Ivan GUTMAN
КУКУТА - СОКРАТОВ ЦВЕТ
HEMLOCK - THE FLOWER OF SOCRATES ----- 148

Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Весна СТАНКОВ ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ,
Jelena CVETKOVIĆ, Marija DIMITRIJEVIĆ, Vesna STANKOV JOVANOVIĆ, Violeta MITIĆ
АНАЛИЗА ПОЛИЦИКЛИЧНИХ АРОМАТИЧНИХ УГЉОВОДНИКА У
ХРАНИ И УЗОРЦИМА ИЗ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
ANALYSIS OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FOOD AND
ENVIRONMENTAL SAMPLES ----- 153

Јелена АЛЕМПИЈЕВИЋ, Јована АРАНЂЕЛОВИЋ
Jelena ALEMPIJEVIĆ, Jovana ARANĐELOVIĆ
ГУМАРАБИКА
GUM ARABIC ----- 160

ХЕМИЈА из/за ШКОЛЕ

Даринка ШКОРИЋ, Милош РАДЕНКОВИЋ
Darinka SKORIĆ, Miloš RADENKOVIĆ
ПРИМЕНА ИСТОРИЈЕ НАУКЕ У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ
HISTORY OF CHEMISTRY IN CHEMISTRY EDUCATION ----- 23

Тамара ПРЕМОВИЋ
Tamara PREMOVIĆ
PRTL МЕТОДА – МЕТОДА ВРШЊАЧКИ ВОЂЕНОГ ИСТРАЖИВАЧКОГ
ГРУПНОГ УЧЕЊА ХЕМИЈЕ – 1. ДЕО
PRTL METHOD - PEER-LED TEAM LEARNING OF
CHEMISTRY ----- 44

Бојан ПОЉАК
Bojan POLJAK
СЦЕНАРИО ЗА ЧАС: МАСТИ И УЉА
FATS AND OILS ----- 77

49. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ
ШКОЛА ----- 80

49. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ
ШКОЛА ----- 81

АПРИЛСКИ ДАНИ ЗА НАСТАВНИКЕ ХЕМИЈЕ ----- 82

Игор М. МАТИЈАШЕВИЋ, Ивана Д. ЈЕРЕМИЋ, Јасминка Н. КОРОЛИЈА
Igor M. MATIJAŠEVIĆ, Ivana D. JEREMIĆ, Jasminka N. KOROLIJA
ОПРЕМЉЕНОСТ ОСНОВНИХ ШКОЛА ЗА НАСТАВУ ХЕМИЈЕ У
ЛОЗНИЦИ
CHEMISTRY INSTRUCTION EQUIPMENT IN ELEMENTARY SCHOOLS IN
LOZNICA ----- 105

Блаженка ПЕТРИЧЕВИЋ, Драгица КОВАЧЕВИЋ, Драган ВЕСЕЛИНОВИЋ
Blaženka PETRIČEVIĆ, Dragica KOVAČEVIĆ, Dragan VESELINOVIĆ
ЖВАКАЋА ГУМА - ШТА ЂАЦИ ЗНАЈУ О ЊОЈ
CHEWING GUM – WHAT DO STUDENTS KNOW
ABOUT IT ----- 131

ПРАВИЛНИК ЗА ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНЕ
ШКОЛЕ ----- 135

Љилана БОЖОВИЋ, Златана ЗАРИЋ,
Ljiljana BOŽOVIĆ, Zlatana ZARIĆ
СЦЕНАРИО ЗА УГЛЕДНИ ЧАС ИЗ ПРЕДМЕТА ХЕМИЈА И РУКА У ТЕСТУ
– ОТКРИВАЊЕ СВЕТА
SCENARIO FOR CHEMISTRY AND HAND IN TEST LESSON - DISCOVERY OF
THE WORLD ----- 163

Трибина
НАГРАДЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА
СИМА ЛОЗАНИЋ И МАРКО ЛЕКО ----- 49

Драгомир МИЛОВАНОВИЋ
eLife – НАУКА ДОСТУПНА СВИМА ----- 166

БЕЛЕШКЕ
Ивана АНТОНИЈЕВИЋ
ПОЗИТРОН - ЗАТО ШТО СМО ПОЗИТИВНИ! ----- 110

Бранимир ЈОВАНЧИЋЕВИЋ
TEMPUS програми у развоју универзитетске наставе
у Србији ----- 137

ПРИКАЗ УЏБЕНИКА ----- 139

ВЕСТИ ИЗ СХД
ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СХД ----- 27

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СХД У 2012. ГОДИНИ ----- 49

In memoriam
Срђан Благојевић ----- 55
Раде Марковић ----- 55

ОСНОВНА ШКОЛА У ГУЧИ ДОБИЛА ЈЕ ИМЕ „АКАДЕМИК МИЛЕНКО
ПУШИЋ“ ----- 111

КОНКУРС ЗА НАГРАДЕ И ПРИЗНАЊА У 2013. ГОДИНИ ----- 112

ВЕЛИКИ УСПЕХ НАШИХ УЧЕНИКА НА 45. МЕЂУНАРОДНОЈ
ХЕМИЈСКОЈ ОЛИМПИАДИ У МОСКВИ ----- 139

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СА МЕЂУНАРОДНЕ КОНФЕРЕНЦИЈЕ ICOSSECS 8
СЕЂАЊЕ НА ПРОФЕСОРКУ ГОРДАНУ ГОЦУ ВУЧКОВИЋ (1953-2013) ----- 167

ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА ЗА 2014. ----- 168

ИЗМЕНЕ У ПРОПОЗИЦИЈАМА ТАКМИЧЕЊА ЗА СРЕДЊЕ ШКОЛЕ ----- 168