



# '14

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 55  
бр. 6 децембар

YU ISSN 04406826  
UDC 54.011.93

## 50 година

од смрти Панте С. Тутунџића,  
утемељивача електрохемије у Србији

Хемијски Преглед  
[www.shd.org.rs/hp.htm](http://www.shd.org.rs/hp.htm)



Потенцијали електрод  
(нормалних) електрода



Константна електрода  
(Pt/H<sub>2</sub>/2nH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
Hg/HgCl<sub>2</sub>/2nKCl,  
Hg/HgCl<sub>2</sub>/0.1nKCl,  
Hg/HgSO<sub>4</sub>/2nH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
Hg/HgSO<sub>4</sub>/0.1nH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
Hg/HgSO<sub>4</sub>,  
Ag/AgCl,  
Ag/AgBr,  
Ag/AgI,  
Zn/ZnSO<sub>4</sub>/0.1

ЕЛЕКТРОХЕМИЈА  
ПОТЕНЦИЈАЛНИ МЕТОДИ  
И МЕТОДИ РАБОТА

ПРИРОДНЕ  
ХЕМИЈСКЕ СИГНАЛИ

Панта С. Тутунџић  
1900-1964

српско хемијско друштво

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 55

број 6  
децембар

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

Volume 55  
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 2014. годину износи:

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

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

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

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

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

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

## САДРЖАЈ

### ЧЛАНЦИ

Илија БРЧЕСКИ

Илија BRČESKI

ОПАСАН ОТПАД У СРБИЈИ - ПРАКТИЧНА ИСКУСТВА

DANGEROUS WASTE IN SERBIA - PRACTICAL

EXPERIENCES ..... 142

Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ

Dragan S. VESELINOVIĆ

ЗАГАЂИВАЊЕ ЈЕЗИКА КАО ДЕЛА ЖИВОТЕ СРЕДИНЕ

POLLUTION OF LANGUAGE AS INTEGRAL PART OF

ENVIRONMENT ..... 145

Мима РОМАНОВИЋ, Невена ТРШИЋ

Mima ROMANOVIĆ, Nevena TRŠIĆ

КАКАО

CACAO ..... 146

Милица ПОПОВИЋ

Milica POROVIĆ

ПРОТЕИНИ БИЉАКА У ОДБРАНИ ОД ПАТОГЕНА 2

PATHOGENESIS RELATED PLANT PROTEINS 2 ..... 149

Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ, Милена КРСТИЋ

Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ, Milena KRSTIĆ

БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ МАНГАНА

BIOLOGICAL IMPORTANCE OF MANGANESE ..... 154

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Горица ЂЕЛИЋ,

Иван ГУТМАН, Давор ЈОВАНОВИЋ

Šimon A. ĐARMATI, Danica A. ĐARMATI, Gorica ĐELIĆ, Ivan

GUTMAN, Davor JOVANOVIĆ

ИМЕЛА - МАГИЧНА, ОТРОВНА, ЛЕКОВИТА

MISTLETOE - MAGIC, POISONOUS, SALUTARY ..... 158

### ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Катарина ПУТИЦА, Драгица ТРИВИЋ

Katarina PUTICA, Dragica TRIVIĆ

КОГНИТИВНИ РАЗВОЈ УЧЕНИКА КРОЗ НАСТАВУ ХЕМИЈЕ

COGNITIVE DEVELOPMENT OF STUDENTS THROUGH THE

CHEMISTRY TEACHING ..... 162

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ О УЧЕШЋУ СРБИЈЕ НА 46. МЕЂУНАРОДНОЈ

ХЕМИЈСКОЈ ОЛИМПИЈАДИ ..... 168



## УВОДНИК

Екологија је изузетно актуелна тема у светским оквирима. Код нас се много мање говори, а још мање ради на овим изузетно важним питањима. Зато смо замолили нашег колегу, професора **Илију Брческог** са Хемијског факултета БУ, који има добар увид у еколошко стање ствари у Србији да напише текст за ХП. Прочитајте његов текст "*Ојасан ојийад у Срдији - йракийична искусйива*" јер базирано на подацима говори о загађењу околине и показује ону тамнију страну наше хемијске (технолошке) професије.

\*\*\*

Поред природне екологије, све шеће е говори и пише о друштвеној екологији. Језик, и речи које га чине, део су нашег свакодневног живљења и део животне, али културне средине. Језик није само средство међусобног општења људи него је одраз развоја и културе једног народа, његових умења и стања духа. Као што постоји биолошка разноврсност, тако постоји и језичка разноврсност која се огледа у обиљу разних језика. Биолошка истоветност била би погубна за „живот“, а језичка истоветност била би погубна за људску врсту, јер би водила не само језичкој, него и психолошкој и културној униформности. Зато је неспорно да и језик мора да се чува као део животне, тј. социо-културне средине једног народа. О овом виду специфичног загађивања средине, које није хемијско већ језичко, говори се у чланку "*Загађивање језика као дела животије средине*" аутора **Драгана С. Веселиновића** са Факултета за физичку хемију, БУ.

\*\*\*

То што ми Европљани познајемо какао као биљку треба да захвалимо Кристоферу Колумбу (Christopher Columbo), јер га је 1502. године донео из Америке. Какао је дуго сматран за лековиту биљку и не без разлога. Препознати су његови добри и корисни ефекти на тело, па се од старих времена до данас проширила његова примена у прехранбеној индустрији и медицини. Једна од најновијих употреба је у производњи новог типа чоколаде која смањује кардиоваскуларне болести. У раду под насловом "Какао", који су написале **Мима Романовић** и **Невена Тршић**, студенти Хемијског факултета БУ, дати су интересантни подаци о саставу какао зрна, о физиолошком деловању као и примени какао данас у свету.

\*\*\*

Иако је присутан у малим количинама у организму, манган има веома важну биолошку улогу. Углавном се налази у ћелијама јетре, бубрега, панкреаса, а има га у костима и срцу у животињском свету. Овај микроелемент важан за људски живот и здравље у биолошким системима је везан са протеинима у комплексним фрагментима. Значајан је за формирање везивног ткива, раст и развој костију, синтезу холестерола, а регулише и ниво глукозе у крви. Такође, учествује у синтези масних и нуклеинских киселина. Манган је потребан за стварање интерферона – протеина који су значајни и важни за имунитет. Ензими који садрже манган, заједно са витамином К учествују у згрушавању крви. Овај метал је важан и за нормално функционисање мозга и нервног система, а укључен је и у синтезу хормона штитасте жлезде. Ве ово наћи ћете објашњено у тексту "*Биолошки значај мангана*" који су написали **Ненад Крстић**, **Ружица Николић** и **Милена Крстић**, са Департмана за хемију, ПМФ Универзитета у Нишу.

\*\*\*

У вишевековној борби са патогенима биљке су развиле мноштво сложених и компликованих механизма одбране, о чему сте могли да читате у *Хемијском прегледу* 55(4) 103 (2014). Истовремено, исти ти патогени развиле су начине да савладају одбрамбене механизме биљака. У одговору биљне ћелије на стрес, између осталог долази и до синтезе великог броја протеина који спадају у групу протеина повезаних са патогенозом. У свом раду под насловом "*Пројектни биљака у одбрани од патогена - 2*" **Милица Поповић** (Катедра за биохемију, Хемијски факултет БУ) наставља анализу ПР протеина, који су протеини које биљке синтетишу у одговору на патолошке ситуације, а њихова производња је често системска и јавља се као део одговора на инфекције гљивама, бактеријама или вирусима. Индукција експресије ПР протеина пронађена је код многих биљних врста које припадају различитим фамилијама, што потврђује њихову улогу у прилагођавању на услове биотичког стреса. Главни критеријум по коме се неки протеин може уврстити међу ПР протеине је да се експримира *de novo* током инфекције. Према овој дефиницији, протеини који се конститутивно експримирају у ткивима у малим, али детектабилним количинама, а до чије индукције долази током патолошких услова не сматрају се ПР протеинима, већ ПР-сличним протеинима. Термин ПР-слични протеини користи се да би се описали ПР-хомологи протеини који су присутни у здравом биљном ткиву, који се експримирају ткивно-специфично током развоја. Ови протеини, који се не синтетишу као одговор на присуство патогена су доминантно базни и лоцирани унутар ћелије или у вакуоли.

\*\*\*

У нашем образовном систему ученици се с хемијом први пут сусрећу у 7. разреду основне школе и то није случајно. Тек на том узрасту, према теорији когнитивног развоја Жана Пијажеа, ученици почињу да развијају способности формалних операција, хипотетичко-дедуктивног и апстрактног мишљења. На стадијуму формалних операција ученици могу да баратају апстрактним структурама, симболима и појмовима који се не одnose на конкретне објекте, што им омогућава да разумеју хемију. Настава хемије је образовни садржај који може да подстиче, да „вуче“ развој нових компетенција ученика. Како учење/ настава хемије може утицати на дејчи развој говори текст колегице **Катарине Путице** (Иновациони центар ХФ) и **Драгице Тривић** (Хемијски факултет, БУ) „*Којинијивни развој ученика кроз настава хемије*“. У раду се приказују разлике у начину размишљања и понашања ученика који се налазе на нивоу конкретних и на нивоу формалних операција. У чланку се приказују и стратегије које наставници хемије могу да примене да би подстицали развој апстрактног мишљења ученика и стратегије које наставници могу да користе да би оспособљавали ученике за примену апстрактног мишљења у различитим ситуацијама с којима се могу сусрести у оквиру наставе хемије.

\*\*\*

У рубрици *Вести из СХД*, наћи ћете Извештај о учешћу Србије на 46. међународној хемијској олимпијади одржане у Ханоју јула 2014. године.

Ратко М. Јанков





## ЧЛАНЦИ



Илија БРЧЕСКИ, Хемијски факултет, Београд, е-пошта: [ibrceski@chem.bg.ac.rs](mailto:ibrceski@chem.bg.ac.rs)

### ОПАСАН ОТПАД У СРБИЈИ - ПРАКТИЧНА ИСКУСТВА

Научни или стручни радови који се публикују у Хемијском прегледу су, по правилу, резултат рада појединаца и тимова из одређене области, често поткрепљени референтним наводима домаће и светске литературе. Скоро никад нису емпиријски. Интерпретација у раду који читате је управо таква, емпиријска, тј. ово није нити научни, нити стручни рад. Направљена је на захтев главног уредника, а циљ јој је да покаже тамнију страну наше хемијске (технолошке) професије. Наравно да је потребно говорити и о томе, али ни близу није довољно, с обзиром на реално стање у Србији. Аутор је користио и труд других особа, али како их је многи тешко их је побројати (правила су јасна), аутор ће сам присвојити све њихове заслуге. Једино чиме ће им се одужити је да ће користити МИИ уместо ЈА. Скромност је врлина.

Иако су неки датуми за податке из овог текста старији, ништа се, на жалост, није променило боље. Вишеструко проверено. Имена индустрије аутор није споменуо, као у филмовима где пише да је прича истинита, а имена измишљена. У овом раду није споменут радиоактивни отпад, али и сматрамо да је то проблем физичара, тј. да и друге професије имају тамну страну. И тзв. „наменска“ индустрија, која је посебан случај, није обихваћена овим радом.

Технологије седамдесетих и осамдесетих година прошлог века (значи да су пројектоване још десетак година раније) увек су стварале отпад у количинама које су знатно веће од садашњих. Веровали или не, та постројења понегде су до данас још увек у функцији, а чак и ако су затворена, остала су са великом количином отпада (Младеновац, Ниш, Београд...). Одређене немале количине овог отпада имају особине опасног отпада јер садрже супстанце које имају штетан ефекат на људско здравље и квалитет животне средине. Постоји низ докумената, веома гломазних, административно недоречених и најчешће нестручно двосмислених, који регулишу ову област и дефиниције комуналног и опасног отпада. Ми их разликујемо по следећим особинама:

Као **комунални отпад дефинише** се отпад генерисан од свих слојева становништва и најчешће са непријатним и другим визуелним карактеристикама.

Последице присуства оваквог отпада осећају се у непосредној околини где је генерисан или депонован. Околина где се трпе последице има предвидљиве границе, а непријатно дејство је релативно кратко - скоро никада не траје дужи од биолошког времена оних који су га генерисали.

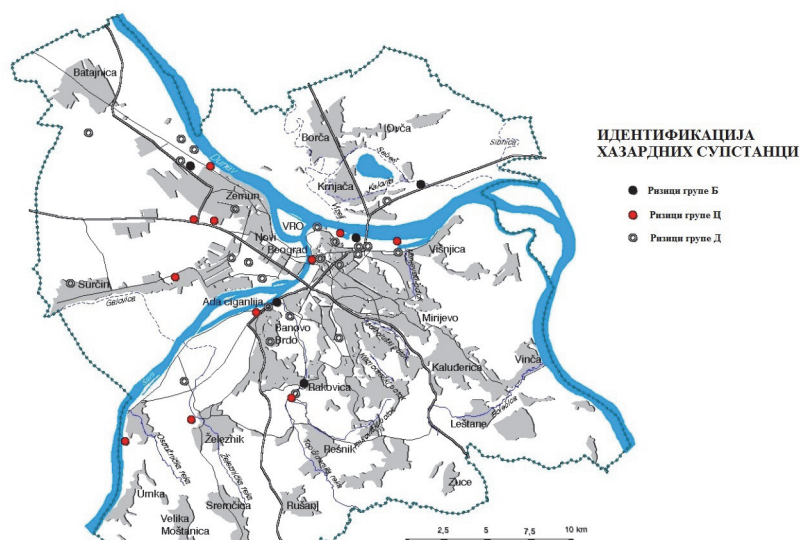
**Опасан отпад** је најчешће (по правилу!) генерисан од стране високообразованих стручњака у различитим областима. Последице су да контаминира површину која никад нема предвидљиве границе и неупоредиво је већа од најбољег математичког модела предвиђања, а трпе их и генерације које немају никакву одговорност за настанак загађења (више деценија па и стотина година се у стручним круговима сматра прогностички добрим). Нека вам као илустрација послужи чињеница да се и у реномираним научним институцијама код нас најтоксичније хемикалије у најчистијем (најконцентрованијем) облику бацају у канализацију, а без иједног суда за опасан отпад!

Наша индустрија (оно што је од ње остало) најчешће је била лоцирана у близини великих урбаних зона. Како су се оне временом шириле, индустријска инфраструктура је лагано постајала саставни део урбаног подручја (Слика 1.), а ново померање индустрије било врло скупо.

Како су у хемијској индустрији већином старе технологије, ниво емисија штетних материја је изузетно висок. Не треба заборавити ни чињеницу да ми имамо и велике хемијске производне капацитете који су, из разних разлога, престали са радом, без предходног збрињавања отпада и опасног отпада.

Иако постоје многи спискови и евиденције (сада се они зову „базе података“), у Србији, на жалост, не постоји свеобухватан попис опасног отпада.

Велики је број супстанци чије присуство у отпаду сврстава такав отпад као опасан. Лекови, већи број основних хемикалија, метални јони из групе тешких метала, минерална уља, халогеновани угљоводоници (посебно полихлоровани бифенили) или угљоводоници алифатичне, ароматичне, моно- или полициклическе структуре... Набрајање би обухватило на стотине једињења. Не треба заборавити ни масу амбалаже у коју су били упаковани. Простим збрајањем долази се



Слика 1. Ризична индустрија на територији Београда, [2].

најмање до стотине хиљада тона опасног отпада. Наше искуство говори да се ради и о већој количини, тј. о бар милион тона опасног отпада који је практично небринут! Највећи део овог отпада је изузетно близу густо насељених места. Радиоактивни и биолошки отпад, као што смо рекли на почетку, овде није обухваћен.

Посебан проблем је и непостојање одлагалишта за опасан отпад на нашој територији. Како ни до сада није постојала (и још не постоји) технолошка целина за деstrukцију опасног отпада, јасно је да се он деценијама гомилао по фабричким круговима, на депонијама комуналног отпада или једноставно емитован у природне реципијенте. Понекад је индустрија "креативно" налазила „могућности“ за неутрализацију ван свих техничко- технолошких норми.



Слика 2. Примери „депоновања“ опасног отпада [3].

Последице оваквог стања са отпадом здравствени и финансијски: у урбаним срединама земљишта су контаминирана тешким металима, често је контаминација

стигла у дубље слојеве што се одразило на лош квалитет подземних и вода за пиће и енормни трошкови ремедијације простора да би био прихватљив за намене под условима Европске Уније.

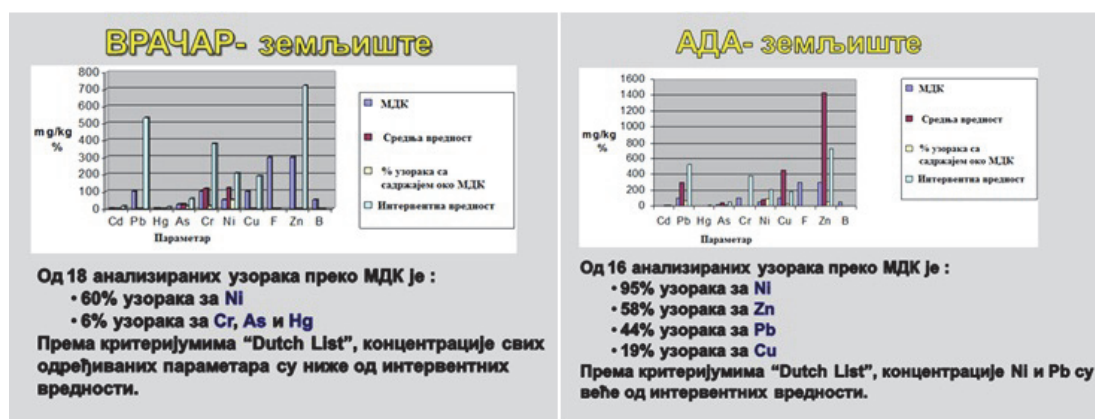
У последње време развија се и законска регулатива у овој области, укључивши и формирање и развој институција који се непосредно баве овом проблематиком. Треба напоменути да су подзаконска акта која регулишу ову област или изузетно стара (понека из 1968 г. до скоро важећа) или такоређи тек донешена (квалитет земљишта), што значи да ће требати доста времена да се усагласи систем мониторинга.

Поред изнетог, намећу се многа питања, од којих су барем три посебно важна:

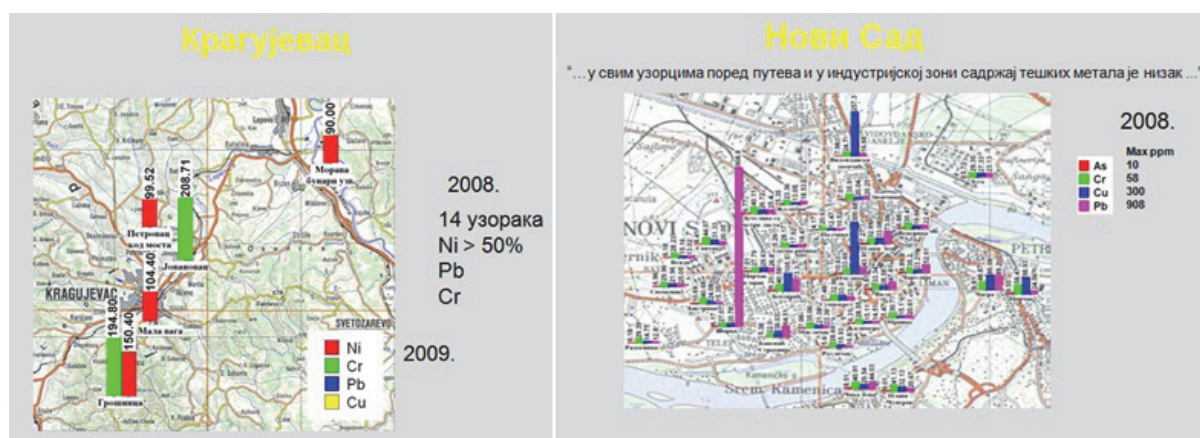
1. Да ли је ово испричано? Јесте! И то више пута у многим приликама и на свим нивоима друштвене одговорности. Овде је последња шанса.
2. Да ли је неко озбиљно схватио? Не, и поред понављања приче, опет не (осим, надамо се, читаоци *Хемијској ирејледа*). Једина видљива активност у овој области тренутно је диригована преписивачка делатност, са грешком, иностраних, нама тешко спроводивих административних аката.
3. Да ли је публиковано? Наравно, у званичним државним публикацијама [1] сваке године. Најчешће остаје непрочитано, а о предузимању мера не вреди ни причати.

Можда вам све ово и не делује посебно уверљиво. Можда се нисте уплашили, или мислите да је све ово од података мало, ево вам још података из Србије:

- 170-200 милиона тона пепела из термоелектрана
- 8-10.000.000 тона електрофилтарског пепела годишње
- 1,4-1,7 милијарди тона рударских жаловина, односно



Слика 3. Пример контаминираних зона у Београду [3]



Слика 4. Пример концентрација тешких метала у урбаним зонама [1]

- 700 милиона тона сепарационих и флота-ционих јаловина.
- 35 тона осиромашеног урана

Контаминација са тла спира се временом, тако да је већина наших водотокова прилично лошег квалитета. Типична слика је дата у једном од званичних извештаја.

Рударска јаловишта представљају посебан извор контаминације. У последњих неколико недеља (октобар-новембар, 2014) изузетно је погоршан квалитет реке Дрине, практично је река уништена. Не треба заборавити да ће се тешки метали везати за речни седимент и да ће њихово испирање трајати десетинама година. Кажу да је то био последњи природни резервоар питке воде у Европи.

Проблем је практично нерешив, али ипак, минимални неопходни кораци које свакако треба предузети су:

- детаљан инвентар опасног отпада
- израда привременог складишта за опасан отпад
- већа и ажурнија улога државе у решавању овог проблема

Сагледавањем комплексности технологије деградације, количине које се годишње генеришу као и нашу технолошку инфраструктуру, извоз ове врсте

Табела 26. Концентрације потенцијално токсичних елемената (PTEs) у водотоцима Републике Србије (2009)

Приоритетна станица	Име станице	Водоток	Датум узорковања	МДК (µg/l)	Измерена прекомерна концентрација (µg/l)
Кадмијум	Банатска Паланка	Дунав	21. Мај	2	2,6
Кадмијум	Јаша Тонић	Тамиш	22. Април	2	3,7
Кадмијум	Добричево	Караш	26. Април	2	3,4
Кадмијум (раств.)	Богојево	Дунав	21. Април	2	2,2
Кадмијум (раств.)	Кучево	Пек	23. Октобар	2	20,84
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	21. Мај	2	7
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	26. Јун	2	2,4
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	16. Јул	2	2,1
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	21. Август	2	5,6
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	25. Септембар	2	2,5
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	14. Октобар	2	3,26
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	17. Новембар	2	3,07
Кадмијум (раств.)	Рготина	Борска Река	18. Децембар	2	8,74
Кадмијум (раств.)	Раковица	Топчидерска река	19. Август	2	4
Кадмијум (раств.)	Раковица	Топчидерска река	21. Октобар	2	18,12
Никел	Добричево	Караш	28. Април	50	55
Никел	Кушић	Нера	28. Април	50	90
Никел	Хетин	Стари Бегеј	23. Април	50	65
Никел (раств.)	Панчево	Дунав	26. Октобар	50	56,4
Никел (раств.)	Чокоњар	Тимок	25. Септембар	50	172
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	21. Мај	50	400
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	26. Јун	50	70
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	16. Јул	50	284,6
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	25. Септембар	50	92,8
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	14. Октобар	50	130,3
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	17. Новембар	50	130
Никел (раств.)	Рготина	Борска Река	18. Децембар	50	920,2
Никел (раств.)	Багдан	Велика Морава	24. Август	50	61,2
Никел (раств.)	Бачко Градиште	Канали ДТД	1. Јун	50	125
Олово	Добричево	Караш	26. Август	25	38,3
Олово (раств.)	Смедерево	Дунав	19. Август	25	43
Жива (раств.)	Нови Бечеј	Тиса	20. Мај	0,5	1
Жива (раств.)	Тител	Тиса	7. Децембар	0,5	1,9
Жива (раств.)	Бадовинци	Дрина	27. Април	0,5	0,9
Жива (раств.)	Багдан	В. Морава	26. Јун	0,5	1,1
Жива (раств.)	Младеновац	Велики Луг	25. Август	0,5	0,8
Жива (раств.)	Љубињски Мост	Велика Морава	17. Јун	0,5	2,8
Жива (раств.)	Печењевци	Јабланица	24. Јун	0,5	1,5
Жива (раств.)	Пепељевац	Топлица	23. Октобар	0,5	0,9

Слика 5. Извод из извештаја о квалитету површинских вода, [1]



отпада која се сада генерише, уз контролу државних органа, се намеће као најефикасније решење.

Аутор(и) нису спремни на полемику, о овоме су написане на хиљаде страница последњих неколико година, Овај текст треба да представља само помоћ приликом суочавања свих нас са стварношћу.

**Сврха овог текста није да омаловажи напоре државе, нити да неког оптужи за лош рад, већ да подигне оптимизам и укаже на светлију будућност. Шалимо се.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Министарство животне средине и просторног планирања Р. Србије, Извештај о стању животне средине у Републици Србији, Београд, 2009, 2010.

2. Еколошки атлас Београда, Градски завод за јавно здравље, Београд, 2005.г. и касније
3. Институт МОЛ, Извештаји о стању на појединим локалитетима, 2005-2012.

## Abstract

### DANGEROUS WASTE IN SERBIA – PRACTICAL EXPERIENCES

Ilija BRČESKI, Faculty of Chemistry, Belgrade

In this article is given a preview about treating dangerous waste in Serbia, as a personal experience of the author. Basic problems and some of their consequences are given here. The author has showed, with a variety of examples, that dangerous waste is in a big amount of cases practically untreated and that the negative effects for the quality of the environment will be visible in a very long time in future.



Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ, Факултет за физичку хемију, Београд

## ЗАГАЂИВАЊЕ ЈЕЗИКА КАО ДЕЛА ЖИВОТЕ СРЕДИНЕ

Језик, и речи које га чине, део су нашег свакодневног живљења и део животне средине. Језик није само средство међусобног општења људи него је одраз развоја и културе једног народа, његових умења и стања духа. Као што постоји биолошка разноврсност тако постоји и језичка разноврсност која се огледа у обиљу разних језика. Биолошка истоветност била би погубна за „живот“, а језичка истоветност била би погубна за људску врсту, јер би водила не само језичкој једноликости, него и психолошкој и културној. Зато је неспорно да језик такође мора да се чува као део животне средине одговарајућег народа.

Потврду о овоме чини и забрана коришћења ћирилице у Србији издата од стране Аустријанаца за време окупације Србије у току Првог светског рата, јер је и азбука, као део језика, једна од окосница идентитета једног народа и тиме део његове животне средине.

Развој науке намеће потребу за међусобном разменом података и сазнања коришћењем језика, међутим са новим знањима јављају се и нови појмови и нове речи поникле у језичком подручју где су ти нови подаци и сазнања настали (и бирократске фразе су део загађења). Неспорно је да их у одређеној мери морамо користити, и тада настају проблеми који доводе до загађивања језика. Како долази до овог? У немалом броју случајева у свом језику можемо наћи погодну реч, док некад морамо усвојити реч која се користи у другом језику. Тиме почиње процес обogaђивања језика новим појмовима и изразима, али и истовремено отварање врата загађивању језика. До тога не долази само некритичким преузимањем израза из других језика него и увлачењем страних конструкција рече-

ница и начина исказивања. Јавља се нова мода која се често брани потребом за краткоћом изражавања, звучношћу, односно, као део већ широко распрострањене праксе. Ово среће код недовољно образованих појединаца, АЛИ веома забрињавајуће јесте то што се и они образовани приклањају овом својеврсном „новом говору“, па се и многи изрази и називи који постоје годинама замењују овим из „новог говора“. Да се присетимо неких примера.

Пошто се ради о заштити животне средине и језику као њеном делу, појмимо од речи *ЕКОЛОГИЈА*. Она се, сходно принципима „новог говора“ користи у низу случајева потпуно погрешно, нарочито као придев *еколошки...* Морамо се, на пример, упитати шта значи „еколошко образовање“? Да ли је то учење екологије као науке која постоји већ годинама, што је једино и исправно, јер се и у другим областима користе одговарајући изрази, на пример математичко образовање, музичко образовање итд? Али на жалост у овом случају је реч о образовању из домена заштите животне средине, па је ово пример неодговарајућег израза, односно пример загађивања језика.

Следећи болан пример је реч *едукација* коју користе и неке јавне личности у својим говорима ширећи тиме загађивање језика. Она се користи уместо речи *образовање*, познате и постојеће већ годинама, од првих школа и просветитеља. А добро познати наставник или професор, односно учитељ, скочио је веома високо – у едукатора – правог Европејца. А корак даље иде кованица – *еколошка едукација* – која на жалост уопште не звучи гордо, али је, мисли се, веома савремена и напредна.

Набројмо само још одређени број примера које користе, како поменуте јавне личности, новинари, стручњаци, политичари, тако и обични људи, срећом не сви. То су: валидан, лимитиран, апликативан, интродукован, транспарентан, трансфер, филинг, скор... за које постоје у нашем језику изрази: поуздан, ограничен, применљив, уведен, изложен, провидан/прозиран (или, можда, још боље, јасан поступак који се може контролисати, проверити, пошто провидан има потенцијално негативан призвук у нашем језику, често означава неку врсту невеште лажи – „то ти је провидно“), пренос, пуњење, резултат...

Изнети примери су они који улазе у групу речи којима се замењују постојеће. Оне друге, које су ушле у језик с новим појмовима, као на пример: аутомобил, камера и тд. доприносе обogaћењу, а не загађењу језика.

Који су разлози за загађивање језика као и мотиви појединаца за прихватањем овог процеса?

У основи, узроци загађивања језика веома су јасни. На првом месту јесте недовољна стручност појединаца који, бавећи се за њих непознатом (или недовољно познатом) облашћу, морају да преведу на српски језик текст са страног језика. Непознавање уско стручних израза на свом језику решава се једноставно узимањем туђе речи. Други узрок је потпуно личан и није везан за природне науке. Последица је колонијалне психологије у којој је све оно што долази са стране боље, лепше, савременије, научније итд. И уместо да напегне своје снаге и реши одговарајућу језичку проблематику, човек такве психологије загађује властити језик. Како је, по њима, језгровитије рећи – „focal point“ уместо жижа или средиште.

Ако тражимо разлоге за оваквом понашањем појединаца, можемо се вратити знатно уназад и видети да се практично ништа није изменило у психи људи у дугом низу година. Потврду за ово можемо наћи у делима Јована Стерије Поповића, који је, од 1982. до 1848. гдине; био начелник у српском *Појечийаљсѣву йросвешѣенија*. Он у комедији „Покондирана тиква“ делом обрађује овај проблем.

Један од ликова у овом делу, Сара, каже: „А нове локне! Rihtig! По последњем журналу, Šarmant, ala boner! Главна јунакиња Фема јој одговара: „Ово су из Париза, бечке ништа не ваљаду, а мој је пасион, знате, да ми је све француски.“ Још карактеристичнији је разговор између Феме и Јована. Фема му каже, поред осталог: „Ти се више нећеш звати Јован него Ханц.“ Јован пита: „Зар сам ја коњ?“, А њен одговор је: „Најлепши пединтери имају то име.“ Јован ће на то: „Нисам ја пединтер него шегрт, нити је мени отац казивао да се немчим, него да останем који сам био.“ На ово ће му Фема: „Кукавица, то је nobles. Гледај како је суптилно Ханц, боље него гурбијанско Јован.“

Знатно касније о томе говори и дело Бранислава Нушића, „Госпођа министарка“, где „отмени“ секретар министарства, Нинковић каже једном пригодом: „То је госпођа ствар вашег укуса, ствар ваших..... како да се изразим, in keston d o sentiment entim!“

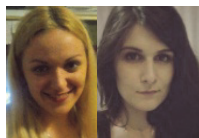
И на крају, ако упоредимо данашње и некадашње примере, можемо закључити да је највећа промена у томе што је немачки и француски језик данас замењен енглеским језиком. Такође су се измениле и кулисе животног позоришта, док је суштина комада остала непромењена. Савремена Фема, која се значајно културно уздигла, сигурно неће рећи: „... то је nobles!“ Обратиће се речима: „... то је кул.“ Какав преображај! Он показује, према Дарвину, да је предак остао исти.

#### Abstract

#### POLLUTION OF LANGUAGE AS INTEGRAL PART OF ENVIRONMENT

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

Language, and words which make it, is a part of our daily lives and a part of the environment. Therefore, it is undisputed that the language must also be kept as part of the environment of the appropriate people. The process of enriching the language with new concepts and expressions at the same time is opening the door to the pollution of the language.



**Мима РОМАНОВИЋ**, студент, Хемијски факултет, Универзитет у Београду (e-mail: romanovicmima92@gmail.com)

**Невена ТРШИЋ**, студент, Хемијски факултет, Универзитет у Београду (e-mail: trsico15@gmail.com)

## КАКАО

### УВОД

Прво европско сусретање са какаом омогућио је Кристофер Колумбо (Christopher Columbo), када га је 1502. године донео из Америке.[6]

Какао дрво се данас гаји у тропским шумама Америке, најчешће у пределу Еквадора. У дивљем облику може се пронаћи у подножју Анда и близини реке Ориноко. Латинско име ове биљке је „*Theobroma cacao*“, што значи „храна богова“. Биљка расте испод неке друге, најчешће банане и на тај начин се штити од



директног утицаја сунца и ветрова. Плодови се јављају пет година након засађивања биљке, живи најдуже двадесет година ако се правилно негује. Биљка годишње даје 6.000 цветова од којих ће само око 20 дати плодове.



Слика 1. Цвет биљке „*Theobroma cacao*”

Плодови су дуги око 20 см, овалног су облика, а у њему је у низу поређано од тридесет до четрдесет зрна какаа. Током зрења плод мења боју и потребно је много знања и искуства да би тренутак скидања плода задовољио квалитет зрна, што се препознаје интензитетом боје и звуком приликом куцања у исти.

Какао зрна се ваде заједно са пулпом која га окружује и постављају на подлогу од лишћа банана, затим покривају истим. На тај начин се подстиче ферментација, која траје шест дана. За то време боја зрна из пурпурне прелази у браон и почиње отпуштање мириса чоколаде. Квалитет зрна зависи од сушења, правилне ферментације, печења [5] и врсте какао зрна којих има три, а то су Криоло, Форастеро, Тринитарио. Од зрна се у фабрикама добија какао путер, који се комбинује са различитим примесима и као такав користи у прехранбеној индустрији.

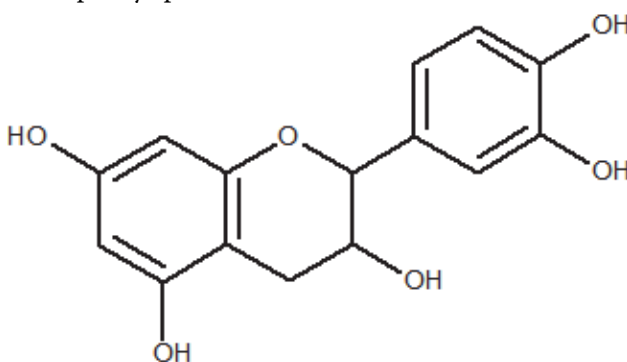


Слика 2. Изглед биљке „*Theobroma cacao*” и плода

## САСТАВ КАКАО ЗРНА

У зрну, сирови какао, у комадићима или праху, сматра се једном од најхранљивијих намирница на свету.

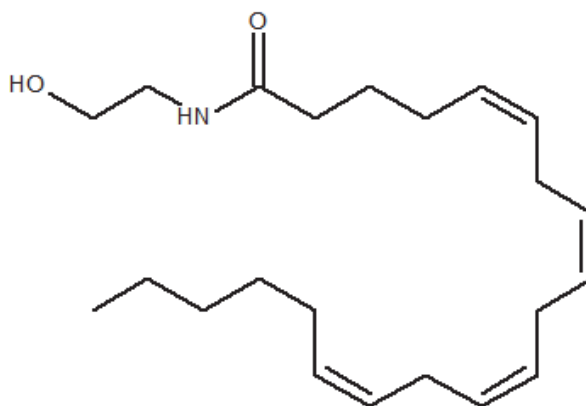
Садржи више од три стотине састојака које могу помоћи организму. Међу њима су теобромин, угљени хидрати, протеини, биљне масти. Епикатехин је супстанца која је привукла пуно пажње, а због низа корисних дејстава на организам сматрају је новим витамином. У какао праху може се наћи обиље гитофенола и полифенола. Какао садржи још минерале, омега 6 масне киселине, витамине, метале попут бакра, гвожђа, калијума и магнезијума. Доказано је да се конзумирањем 22 грама какаа дневно смањује ниво лошег холестерола у крви.



Слика 3. Формула епикатехина

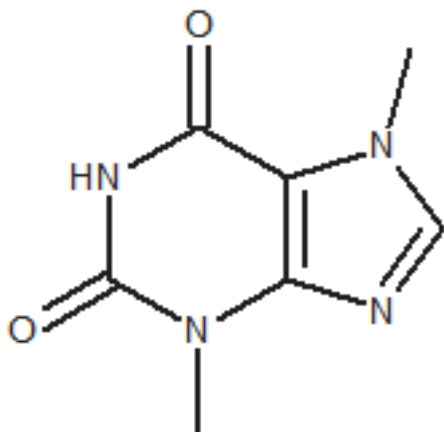
## ФИЗИОЛОШКО ДЕЈСТВО

Од давнина се користи као лек. Познат је као биљка која штити организам од утицаја слободних радикала, смањује стрес и депресију, штити од болести срца и крвних судова и многих врста канцера. Магнезијум јача срчани мишић, утиче на развој костију. Конзумирањем 28 грама какаа дневно уноси се доза гвожђа која је довољна за нормалано преношење кисеоника до хелија. Анандамид је супстанца која се природно налази само у људском организму и отпушта се након неке физичке активности и у какау, при чему се директно уноси и тако утиче позитивно на расположење и изазива осећај задовољства. Сличан ефекат има и активна компонента марихуане,  $\Delta^9$ -ТНС, која делује на исте рецепторе, канабиноидне неуротрансмитере, као анандамид.



Слика 4. Формула анандамида

Теобромин, као антибактеријска супстанца, уништава бактерију *Streptococcus mutans*, одговорну за настанак карјеса, такође шири крвне судове.[3] Теобромин уједно штити и саму биљку, одговоран је за горак укус и на тај начин негативно утиче на биљоједе.



Слика 4. Формула теобромина

## ПРИМЕНА КАКАА

Најчешћа примена је у прехранбеној индустрији, али се користи и у козметичкој.

У прехранбеној индустрији какао се користи у форми какао праха, какао путера, сирупа, пасте и у разним врстама чоколаде.[2]

Сирови какао путер додаток је ораховом млеку, соковима, може се мазати на кожу. Користи се као додаток уљима за масажу у комбинацији са другим базичним уљима. Повећава либидо, концентрацију и енергију у организму.

Какао маслац је сировина жуте боје, масног и чврстог изгледа, укуса на чоколаду, а мириса на какао. Добија се из махуна цеђењем, без загревања. Садржи шездесет одсто засићених масних киселина. Има јако стабилну структуру, тешко се квари, а на то утиче велика концентрација антиоксиданаса коју садржи. У козметички се користи као додаток сапунима, балзамима за усне, кремама за смањење и превенцију стрија. Кожи даје влажност и мекоћу, спречава иритације, користи се у масажама због свог релаксирајућег и опуштајућег дејства и пријатног мириса. У прехранбеној индустрији база је за прављење чоколаде [4], даје јој пре свега добар и карактеристичан укус, мирис и чврстину. Све добробити чоколаде заправо потичу од активних компонената какаа. Она потпомаже стварање и активност фенилаланина, такозване љубавне супс-

танце која се ствара у мозгу заљубљених особа, а у центрима задовољства претвара у допамин. Допамин шири крвне судове, повећава ниво глукозе у крви, што изазива осећај будности.[8] У новије време произведена је нова врста чоколаде у Швајцарској, за коју је доказано да смањује ризик од настанка кардиоваскуларних проблема и срчаног удара.[7] Наиме приликом производње из какаа се не уклањају флавоноиди, што је пракса у другим производњама чоколаде, они чине крвна зрнца еластичнијим и олакшавају на тај начин струјање крви.

Зрна какаа су се некада користила као новац у Европи, па се за сто зрна какаа куповао роб, а за четири обилна вечера.

Abstract

CACAO

Mima Romanović, student, Faculty of Chemistry, University of Belgrade

Nevena Tršić, student, Faculty of Chemistry, University of Belgrade

Cacao has long been regarded as a medicinal herb. Its good and positive effect on the body extends its application in various industries and medicine. The proof of this is its use in the production of new type of chocolate that decreases cardiovascular diseases. Such properties are based on the fact that during the process of making chocolate flavanoids, which is naturally found in the cacao seeds, wasn't removed, which are previously removed from this process.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хемија природних производа; Б. Грујић-Ињац, С. Лајшић, Универзитет у Нишу, Ниш, 1983., стр 501
2. Sotelo A., Reyna G. Alvarez, *J. Agric. Food Chem.*, 1991, 39 (11), pp 1940–1943
3. Pereira-Caro G., Borges G., Nagai C., Jackson M., Yokota T., Crozier A., Ashihara H., *J. Agric. Food Chem.*, 2013, 61 (2), pp 427–434
4. Sanbongi C., Osakabe N., Natsume M., Takizawa T., Gomi S., Osawa T., *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46 (2), pp 454–457
5. Payne M., Hurst W. J., Miller K. B., Rank C., Stuart D. A., *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (19), pp 10518–10527
6. Cooper R., *J. Nat. Prod.*, 2011, 74 (7), pp 1672–1672
7. Francisco A. Tomas-Barberán, Cienfuegos-Jovellanos E., Marín A., Muguerza B., Gil-Izquierdo A., Cerdá B., Zafrilla P., Morillas J., Mulero J., Ibarra A., Pasamar M. A., Ramón D., Espín J. C., *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55 (10), pp 3926–3935
8. Tannenbaum G., *J. Chem. Educ.*, 2004, 81 (8), p 1131
9. <http://www.kakao.net>
10. <http://www.theobroma-cacao.net>
11. <http://www.botanical.com>



Милица ПОПОВИЋ, Хемијски факултет Универзитета у Београду; Студентски трг 12-16; 11000 београд; Србија

## ПРОТЕИНИ БИЉАКА У ОДБРАНИ ОД ПАТОГЕНА 2

### САЖЕТАК

Један од механизма којима се биљке бране од напада патогена је и синтеза великог броја протеина који имају одбрамбену функцију. Ови протеини се називају протеин повезани са патогенозом (ПР протеини ен. Pathogenesis related proteins). ПР протеини се експримирају системски као део одговора на биотички стрес нпр. инфекцију љивама, бактеријама или вирусима. ПР протеин су подељени у 17 фамилија по редоследу открића, а класификација је извршена на основу сличности у секвенци и биохемијским особинама. Циљ овог рада је краћи преглед класификације, функције и улоге различитих класа ПР протеина.

### УВОД

У одговору биљне ћелије на стрес између осталог долази и до синтезе великог броја протеина који спадају у групу протеина повезаних са патогенозом. ПР протеини су протеини које биљке синтетишу у одговору на патолошке ситуације [1], а њихова производња је често системска и јавља се као део одговора на инфекције љивама, бактеријама или вирусима. Индукција експресије ПР протеина пронађена је код многих биљних врста које припадају различитим фамилијама [2] што потврђује њихову улогу у прилагођавању на услове биотичког стреса. Главни критеријум по коме се неки протеин може уврстити међу ПР протеине је да се експримира *de novo* током инфекције [1]. Према овој дефиницији, протеини који се конститутивно експримирају у ткивима у малим али детектабилним количинама, а до чије индукције долази током патолошких услова не сматрају се ПР протеинима, већ ПР-сличним протеинима. Термин ПР-слични протеини користи се да би се описали ПР-хомологи протеини који су присутни у здравом биљном ткиву, који се експримирају ткивно-специфично током развоја. Ови протеини, који се не синтетишу као одговор на присуство патогена су доминантно базни и лоцирани унутар ћелије или у вакуоли [1].

ПР протеини су подељени у 17 фамилија од ПР-1 до ПР-17 по редоследу откривања [3]. Подела у фамилије извршена је на основу сличности у секвенци и биохемијским особинама (имунолошкој реактивности, ензимској активности итд.) [1]. Различитим члановима исте фамилије додељена су слова на основу редоследа у коме су описани. Функција многих ПР протеина и данас је непозната.

У даљем тексту биће дат кратак преглед класификације, функције и улоге ПР протеина.

### ПР-1 ФАМИЛИЈА ПРОТЕИНА

ПР-1 фамилија протеина је често најзаступљенија група протеина и код инфекције се јавља јако висок ниво индукције синтезе ових протеина, тако да могу да чине 1-2% укупних протеина листа [4]. Ова фамилија протеина је високо конзервирана и детектована је у готово свим до сада испитиваним врстама биљака. Хомологи протеини откривени су код гљива, инсеката и кичмењака, укључујући и људе [3]. Биолошка функција ПР-1 протеина до сада је непозната и механизам дејства им није разјашњен али показано је имају антифунгалну активност како *in vitro* тако и *in vivo* [5; 6]

ПР-1 протеини могу да се поделе у две групе, једну киселу и једну базну. Хомологија у секвенци између група је око 65% [4].

### ГЛУКАНАЗЕ (ПР-2 ФАМИЛИЈА)

Ламинариназе или  $\beta$ -1,3-ендоглюканазе (Е.С. 3.2.1.6) су заступљене код великог броја биљака (у вегетативним деловима и семенима), животиња (кичмењака и бескичмењака) и микроорганизама [7]. Биљне  $\beta$ -1,3-глюканазе спадају у групу ПР-2 протеина која је подељена на три класе. Глуканазе класе I су базни протеини, масе око 33 кДа и локализоване су у вакуоли [8]. У класу II и III спадају кисели екстрацелуларни протеини чија маса је око 36 кДа [9]. Ови протеини учествују имају улогу и у нормалној биљној физиологији и развоју. Класа I поред физиолошке има и улогу у одбрани биљке од фунгалних патогена што је потврђено и *in vitro* и *in vivo* експериментима [10]. Класа II  $\beta$ -1,3-глюканаза показује *in vitro* антифунгалну активност само у комбинацији са хитиназама или класом I  $\beta$ -1,3-глюканаза [9].

### ХИТИНАЗЕ (ПР-3, 4, 8, 11 ФАМИЛИЈЕ)

Хитиназе (Е.С. 3.2.1.14) чине другу највећу групу антифунгалних протеина. Оне катализују хидролизу  $\beta$ -1,4-гликозидне везе присутне у биополимерима Н-ацетил-д-глукозамина, нпр. хитину. Хитиназе могу да се поделе у две категорије: егзохитиназе, које хидролизују нередукуюће крајеве ланаца хитина и ендохитиназе, које хидролизују унутрашње везе у молекулу хитина [11]. Ови ензими су чешће ендохитиназе и као производ реакције хидролизе добијају се хито-олигосахариди и остаци 2-6-Н-ацетил-д-глукозамина [12]. Више биљке синтетишу седам различитих класа хитиназа које се разликују по својој структури, супстратној специфичности и осетљивости на инхибиторе [13]. Хитиназе су пронађене у великом броју организама који садрже или не садрже хитин, као што су вируси,



бактерије, гљиве, биљке (гимносперме и ангиосперме) и животиње (инсекти, пужеви, рибе, водоземци и сисари)[14].

Хитиназе, као и многи ПР-протеини могу да буду конститутивно или индуцибилно синтетисане. Хитиназе су ускључене у бројне физиолошке процесе у току развоја и раста биљке. Код организама који имају хитин, сматра се да су укључене у морфогенезу ћелијског зида и егзоскелета [15]. Хитиназе имају и улогу у исхрани код неких врста бактерија које их секретују чиме им је омогућено да расту на хитину као једином извору угљеника [16]. Чак и код биљних хитиназа показано је да имају улогу током раста и развоја, процеса нодулације и програмиране ћелијске смрти [17; 18]. До сада су описане хитиназе које служе као вегетативни резервни протеини у воћу [19], имају улогу у одбрани биљке од мраза [20], инхибирају аспартат протеазе [21] или амилазе [22]. Биљне хитиназе могу да инхибирају раст гљива, а хитин олигосахариди појачавају одбрамбену реакцију. Многе хитиназе су индуковане нападом патогена. Због свега овога може се сматрати да хитиназе имају јако битну улогу у одбрани биљке од патогена.

#### ХИТИН ВЕЗУЈУЋИ ПРОТЕИН (ПР-4 ФАМИЛИЈА)

Биљни хитин везујући протеини класификовани су као ПР4 протеини [9] и подељени су у две класе: (и) ПР-4 протеини класе I садрже хитин везујући домен сличан ономе који присутан код хевеина и припадају групи хитин везујућих лектина и [23] класа II ПР-4 протеина која не садрже хитин везујући хевеински домен [9; 24]. Хитин везујући протеини чију синтезу индукује етилен пречишћени су из врсте руже (*Hydrangea macrophylla*) [25]. Антифунгална активност хитин везујућих протеина почива у њиховој способности да вежу хитин из ћелијског зида што за последицу има поремећај поларности ћелије и инхибицију раста, али тачан механизам још увек није разјашњен [26]. Описани су и хитин везујући протеини који имају антифунгалну активност али нису део ПР-4 фа-

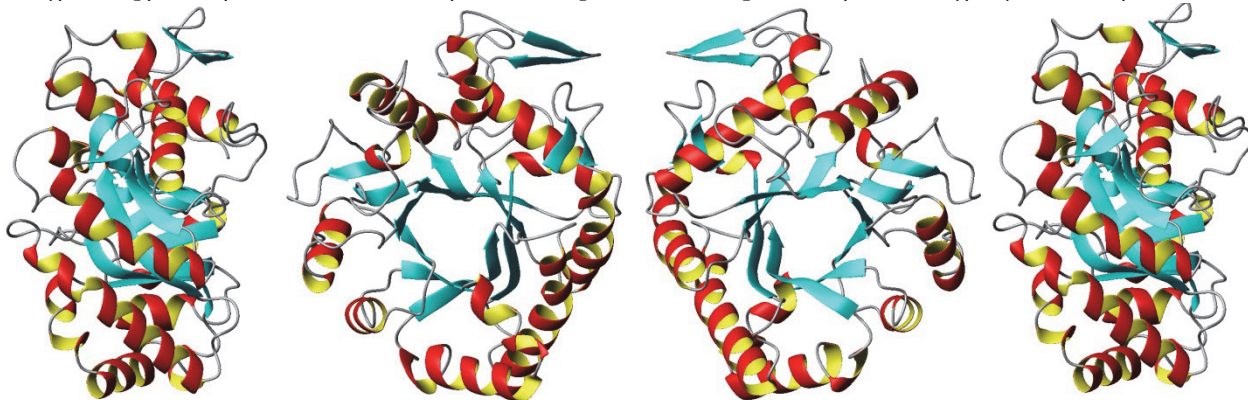
милије протеина. Овакви протеини су до сада изоловани из бактерија, биљака, инсеката и ракова [24].

#### ТАУМАТИНУ СЛИЧНИ ПРОТЕИНИ (ПР-5 ПРОТЕИНИ)

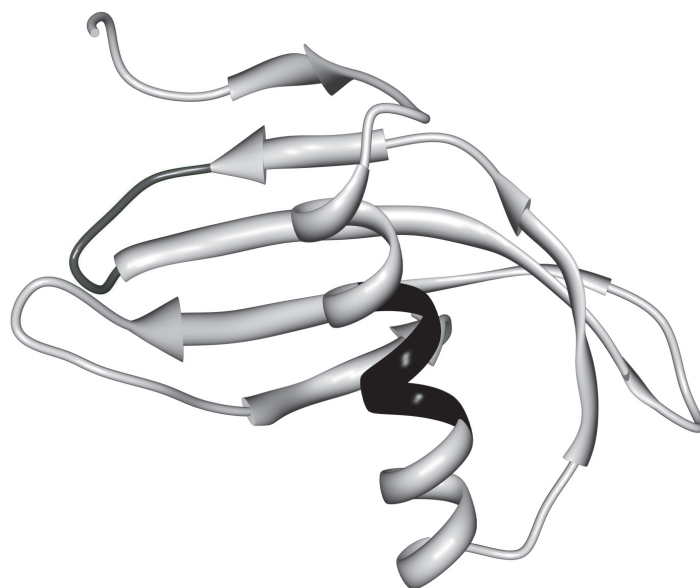
Осмотин и тауматину слични протеини ТЛ протеини (енг. Taumatin-like) су базни протеини од око 24 kDa који припадају ПР-5 фамилији протеина и деле висок ново хомологије са слатким протеином, тауматином који је изолован из јужноафричке Кетемфе жбунасте бобице (*Thaumatococcus danielli*) [27]. ТЛ протеини су детектовани у великом броју биљака нпр. грожђу [28], интрацелуларној течности листа биљке *Lupinus albus* [29], стабла и корена биљке *Cicer arietinum* [30]. Биљке продукују ТЛ протеине у условима различитог стреса [31]. Осмотин и ТЛ протеини способни су да изазову цурење фунгалне ћелије кроз специфичне интеракције са плазма мембраном које као крајњи резултат имају формирање трансмембранских пора [32]. Такође је показано да ови протеини поседују  $\beta$ -1,3-глюканазну активност [33] или везују актин [34]. Ови протеини показују антифунгалну активност *in vitro* [35] и појачану литичку активност у комбинацији са хитиназом и/или  $\beta$ -1,3-глюканазом.

#### ИНХИБИТОРИ ПРОТЕАЗА (ПР-6 ПРОТЕИНИ)

Класа протеина присутна у неким биљним ткивима су припадници ПР-6 класе протеина и укључују инхибиторе метало, аспартат, серин и цистеин протеаза. Инхибитори серин протеаза, као што су трипсин и химотрипсин, некада се посматрају као бифункционални протеини јер могу да инхибирају и друге ензиме као што су амилазе [24]. Биљни цистеин протеазни инхибитори називају се фитоцистатини и припадају одвојеној фамилији од њихових животињских хомолога. Постоје три типа фитоцистатина: (и) тип I су молекули од 12-16 kDa који не садрже дисулфидне мостове и инхибирају папаин и њему сличне цистеин протеазе, [23] тип II су молекули од ~ 23 kDa који имају карбокси терминалну екстензију која им омогућава да ин-



**Слика 1.** Приказ тродимензионалне структуре Hev b 2 протеина. Хеликси су приказани као црвено и жуто обојени,  $\beta$ -плочице плаво, док је остатак полипептидног низа сив. Преузето из D. Fuentes-Silva, Mendoza-Hernandez, G., Palomares, L.A., Munoz-Cruz, S., Yopez-Mulia, L., Rodriguez-Romero, A., Structural insights into the recognition of the natural glycoallergen Hev b 2 by human basophils. To be Published.



**Слика 2.** Приказ предвиђене тродимензионалне структуре фитоцистатина из кивија урађена у Phyre програму. Модел је базиран на хомологији са ОС-I цистатином из пиринча.

хибирају легумаину сличне цистеин протеазе и тип III су мултицистатини 60-80 kDa који садрже неколико цистатинских домена [36]. Улога ових молекула није још увек у потпуности разјашњена али сматра се да поред регулације активности ендогених цистеин протеаза током сазревања и герминације [37] доприносе и одбрани биљке од патогена инхибирајући егзогене цистеин протеазе те штите биљку од бактерија, гљива, нематода и инсеката [38; 39; 40; 41]. Показано је да трансгене биљке које претерано експримирају фитоцистатине показују повећану резистенцију на инсекте и нематодe [42] [43].

#### ЕНДОПЕПТИДАЗЕ (ПР-7 ФАМИЛИЈА)

ПР-7 фамилију протеина сачињавају ендопро-теазе. Сматра се да утичу на разградњу ћелиског зида микроба и да на тај начин учествују у одбрани биљне ћелије [44]. До сада је најбоље описана индуцибилна субтилизину-слична протеаза од 69 kDa из парадајза (*Lycopersicon esculentum*) која се синтетише у одговору на напад патогена вирусног типа али и као одговор на нематодe и гљиве [45].

#### ПЕРОКСИДАЗЕ (ПР-9)

Пероксидазе су ензими који користе водоник-пероксид у низу оксидационих реакција. Годинама су проучаване код виших биљака јер њихова активност и изоензимски профил корелира са растом и развојем биљака као и са одбрамбеним функцијама.

Одбрамбена функција пероксидаза у екстрацелуларном матриксу поразумева следће улоге: уклањање водоник-пероксида [23], синтезу суберина, синтезу лигнина и [21] конструкцију интрамолекуларних веза. Вероватно је да пероксидазе имају и улогу у инактивацији ензима како домаћина тако и патогена оксидованим фенолима [46]. Постоје значајни докази да је гене-

рисање супероксид радикала важан догађај у одговору биљке на патоген, као производ реакције супероксид дисмутазе (СОД) настаје водоник пероксид који пероксидазе потом уклањају из система [47; 48].

#### ПР-10 ФАМИЛИЈА ПРОТЕИНА

Чланови ПР-10 фамилије протеина пронађени су у многим биљкама као што је першун, грашак, пасуљ, кромпир и љиљан. То су мали, кисели, интрацелуларни протеини резистентни на протеазе [49]. Већину индукују различити стимулуси као што су: напад патогена, мрак, фитохормони и слично. Поред индуцибилне форме, пронађено је могу да буду и конститутивно експримирани у разним биљкама као што су соја, бреза, целер и јабука [50]. ПР-10 протеини имају важну улогу како током развоја биљке, тако и током њене одбране од стреса. Биолошка функција ПР-10 протеина није још увек потврђена али деле хомологију са рибонуклеазом из ђумбира па се сматра да имају рибонуклеазну активност. Ови протеини у својој структури имају фосфат везујућу петљу II-петљу за коју је показано да везује АТФ или ГТФ [51]. У скорије време за ПР- протеин из брезе, Bet V 1 показано је може да везује велики број лиганада као што су масне киселине, флавоноиди, цитокини те је претпостављена транспортна и/или скалдиштна функција овог протеина [52].

#### ДЕФЕНЗИНИ И ТИОНИНИ (ПР-12 И ПР-13 ПРОТЕИНИ)

Дефензини и тионини су фамилија нискомолекуларних (~5 kDa), цистеином богатих пептида (45-54 аминокиселине) који су пронађени код сисара, инсеката, биљака и гљива [9]. Биљни дефензини (ПР-12) и тионини (ПР-13) присутни су и у монокотиледоним и дикотиледоним биљкама и токсични су за гљиве, па је

претпостављено да имају заштитну улогу у одбрани семена од инфекције патогенима [53].

Механизам дејства биљних дефензина није још увек у потпуности разјашњен, али зна се да ови пептиди изазивају брз ефлукс калијума, узимање калцијума, алкализацију средине и промену потенцијала мембране. За разлику од других протеина који делују на нивоу мембране дефензини не праве поре на вештачким мембранама [9; 53].

Тионини су токсични за анималне ћелије јер повећавају пермеабилност мембране чиме се спречава унос шећера и долази до цурења калијума, фосфата, протеина и нуклеотида из ћелије. Тионини су веома заступљени у семенима биљака јер ту имају заштитну улогу [53].

#### ПРОТЕИНИ ЗА ТРАНСФЕР ЛИПИДА (ПР-14)

Биљни липидни трансфер протеини (ЛТП) су мали базни протеини (9 kDa), стабилизирани дисулфидним мостовима, чија функција је да трансферују фосфолипиде између мембрана. ЛТП садрже унутрашње, тунеласте хидрофобне шупљине које пролазе кроз молекула [24]. ЛТП могу бити специфични и неспецифични у односу на липид који могу да трансферују и до сада су откривени у великом броју биљака [54].

Тачна локализација ЛТП у ћелији није позната. Механизам њиховог антифунгалног дејства није познат али је предложено да се ови протеини унећу у ћелијске мембране гљива својом хидрофобном шупљином и формирају поре, при чему долази до ефлука јона и ћелијске смрти [24]. Неспецифични ЛТП (нсЛТП) имају улогу у одбрани биљке од гљива и бактерија. ЛТП су због своје структуре и дисулфидних мостова изузетно отпорни на ензимску хидролизу и кисело рН.

#### ОКСАЛАТ ОКСИДАЗА (ПР-15) И ГЕРМИНУ СЛИЧНИ ПРОТЕИН (ПР-16)

Оксалат оксидаза је један од ензима који продукује водоник-пероксид у биљкама. Овај ензим продукује угљен-диоксид и водоник-пероксид из кисеоника и оксалне киселине, које у биљкама има у малим количинама. Овај ензим је први пут изолован и описан из јечма (*Hordeum vulgare*) и пшенице (*Triticum aestivum*) [55]. Оксалат-оксидаза из пшенице је познат и као гермин. Гермин је мултимерни, гликозиловани ензим из апопласта који је отпоран на термалну денатурацију и деградацију протеазама или водоник-пероксидом [56]. Гермину сличне протеазе су изоловане из многих виших биљака, како дикотиледоних тако и монокотиледоних. И ови ензими деле хомологију у секвенци са гермином, али само они изоловани из јечма, кукуруза, овса, пиринча, ражи и бора имају оксалат оксидазну активност. Недавно је показано да постоји група екстрацелуларних оксалат оксидаза које садрже манган и имају и оксалат оксидазну активност и супероксид дисмутазну активност [57]. Супероксид дисмутазна активност може довести до продукције водоник пероксида.

Гермин и гермину слични протеини се експримирају у високом нивоу током герминације семена, а у одраслим биљкама приликом напада патогена [58]. Један од патогена који најјаче индукује експресију гермина је гљива *Sclerotinia sclerotiorum* која напада преко 400 биљних врста у свим фазама раста.

Некада су гермин, и гермину слични протеини сматрани маркерима раног развоја биљке али данас се зна да имају улогу у многим процесима биљног живота као што су развој, сигнализација, одбрана, диференцијација и апоптоза.

#### ПР-17 ФАМИЛИЈА ПРОТЕИНА

Протеини из јечма означени као HVPR-17a и HVPR-17b припадају ПР-17 фамилији протеина [59]. Овој фамилији припадају и NtPRp27 из дувана и WCI-5 из јечма који се јављају у одговору на виралне и фунгалне инфекције, респективно. HVPR-17a и HVPR-17b су чланови мале протеинске фамилије и деле 83% хомологије у секвенци са WAS-2 протеином из пшенице [60]. WAS-2 је кисели протеин који је индукован абие-тинском киселином и стерсом. HVPR-17a и ХВІР-17b имају молекулске масе од 26 и 24 kDa респективно и скупљају се у апопласту након инфекције биљке гљивама [59]. То су мономерни полипептиди. Нађени су у стаблу али само HVPR-17a се јавља у корену у високом нивоу у корену док се HVPR-17b може наћи и у лишћу али у мањем нивоу [59].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. L. van Loon, W. Pierpoint, T. Boller, V. Conejero, Plant Molecular Biology Reporter 12 (1994) 245-264.
2. L. van Loon, Occurrence and properties of plant pathogenesis-related protein in Datta SK, Muthukrishnan S, eds. Pathogenesis-related Proteins in Plants CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.
3. L.C. Van Loon, E.A. Van Strien, Physiological and Molecular Plant Pathology 55 (1999) 85-97.
4. J. Jayaraj, Anand, A. and Muthukrishnan, S, Pathogenesis-related proteins and their roles in resistance to fungal pathogens. In: Fungal Disease Resistance in Plants. Biochemistry, Molecular Biology, and Genetic Engineering, Haworth Press, New York, 2004.
5. T. Niderman, I. Genetet, T. Bruyere, R. Gees, A. Stintzi, M. Legrand, B. Fritig, E. Mosinger, Plant Physiology 108 (1995) 17-27.
6. A. Tahiri-Alaoui, E. Dumas-Gaudot, S. Gianinazzi, Physiological and Molecular Plant Pathology 42 (1993) 69-82.
7. S.T.E.-S. Jwanny E. W., A. M. Salem and A. N. Shehata Pakistan Journal of Biological Sciences 4 (2001) 271-276.
8. M.V.D. Bulcke, G. Bauw, C. Castresana, M. Van Montagu, J. Vandekerckhove, Proceedings of the National Academy of Sciences 86 (1989) 2673-2677.
9. T. Theis, U. Stahl, Cellular and Molecular Life Sciences 61 (2004) 437-455.
10. F. Mauch, B. Mauch-Mani, T. Boller, Plant Physiology 88 (1988) 936-942.
11. A. Kasprzewska, Cell Mol Biol Lett 8 (2003) 809-824.
12. A. Stintzi, T. Heitz, V. Prasad, S. Wiedemann-Merdinoglu, S. Kauffmann, P. Geoffroy, M. Legrand, B. Fritig, Biochimie 75 (1993) 687-706.



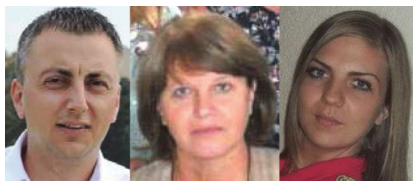
- [13] F. Brunner, A. Stintzi, B. Fritig, M. Legrand, *The Plant Journal* 14 (1998) 225-234.
- [14] S. Goormachtig, S. Lievens, W. Van de Velde, M. Van Montagu, M. Holsters, *The Plant Cell Online* 10 (1998) 905-916.
- [15] G.W. Gooday, *Journal of General Microbiology* 67 (1971) 125-133.
- [16] S.L. Wang, W.T. Chang, *Applied and Environmental Microbiology* 63 (1997) 380-386.
- [17] D.B. Collinge, K.M. Kragh, J.D. Mikkelsen, K.K. Nielsen, U. Rasmussen, K. Vad, *The Plant Journal* 3 (1993) 31-40.
- [18] S. Helleboid, T. Hendriks, G. Bauw, D. Inzé, J. Vasseur, J.L. Hilbert, *Journal of Experimental Botany* 51 (2000) 1189-1200.
- [19] J. Van Parijs, W.F. Broekaert, I.J. Goldstein, W.J. Peumans, *Planta* 183 (1991) 258-264.
- [20] S. Yeh, B.A. Moffatt, M. Griffith, F. Xiong, D.S.C. Yang, S.B. Wiseman, F. Sarhan, J. Danyluk, Y.Q. Xue, C.L. Hew, A. Doherty-Kirby, G. Lajoie, *Plant Physiology* 124 (2000) 1251-1264.
- [21] M.G. Guevara, C.R. Oliva, M. Machinandiarena, G.R. Daleo, *Physiologia Plantarum* 106 (1999) 164-169.
- [22] M.B. Ary, M. Richardson, P.R. Shewry, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure and Molecular Enzymology* 999 (1989) 260-266.
- [23] Y. Desaki, A. Miya, B. Venkatesh, S. Tsuyumu, H. Yamane, H. Kaku, E. Minami, N. Shibuya, *Plant and Cell Physiology* 47 (2006) 1530-1540.
- [24] C.P. Selitrennikoff, *Applied and Environmental Microbiology* 67 (2001) 2883-2894.
- [25] Q. Yang, Z.-z. Gong, *Protein Expression and Purification* 24 (2002) 76-82.
- [26] C. Bormann, D. Baier, I. Hörr, C. Raps, J. Berger, G. Jung, H. Schwarz, *Journal of Bacteriology* 181 (1999) 7421-7429.
- [27] H. van der Wel, K. Loeve, *European Journal of Biochemistry* 31 (1972) 221-225.
- [28] S. Monteiro, M.A. Picarra-Pereira, V.B. Loureiro, A.R. Teixeira, R.B. Ferreira, *Phytochemistry* 68 (2007) 416-425.
- [29] A.P. Regalado, C. Ricardo, *Plant Physiology* 110 (1996) 227-232.
- [30] T. Hanselle, Y. Ichinoseb, W. Barz, *Z Naturforsch C* 56 (2001) 1095-1107.
- [31] B. Zhu, T. Chen, P.H. Li, *Plant Physiology* 108 (1995) 929-937.
- [32] W.K. Roberts, C.P. Selitrennikoff, *Journal of General Microbiology* 136 (1990) 1771-1778.
- [33] J. Grenier, C. Potvin, J. Trudel, A. Asselin, *The Plant Journal* 19 (1999) 473-480.
- [34] D. Takemoto, K. Furuse, N. Doke, K. Kazuhito, *Plant and Cell Physiology* 38 (1997) 441-448.
- [35] L.S. Melchers, M.B. Sela-Buurlage, S.A. Vloemans, C.P. Woloshuk, J.S. Van Roekel, J. Pen, P.J. van den Elzen, B.J. Cornelissen, *Plant Mol Biol* 21 (1993) 583-593.
- [36] R. Margis, E.M. Reis, V. Villeret, *Arch Biochem Biophys* 359 (1998) 24-30.
- [37] E. Wesierska, Y. Saleh, T. Trziszka, W. Kopec, M. Siewinski, K. Korzekwa, *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 21, (2005) 59-64.
- [38] M. Abe, K. Abe, M. Kuroda, S. Arai, *Eur J Biochem* 209 (1992) 933-937.
- [39] M. Martinez, Z. Abraham, M. Gambardella, M. Echaide, P. Carbonero, I. Diaz, *Journal of Experimental Botany* 56 (2005) 1821-1829.
- [40] M. Pernas, E. Lopez-Solanilla, R. Sanchez-Monge, G. Salcedo, P. Rodriguez-Palenzuela, *Mol Plant Microbe In* 12 (1999) 624-627.
- [41] P.E. Urwin, C.J. Lilley, M.J. McPherson, H.J. Atkinson, *Parasitology* 114 (1997) 605-613.
- [42] J.C. Leplé, M. Bonadé-Bottino, S. Augustin, G. Pilate, V.D. Lê Tân, A. Delplanque, D. Cornu, L. Jouanin, *Mol Breeding* 1 (1995) 319-328.
- [43] Y. Zhao, M.A. Botella, L. Subramanian, X. Niu, S.S. Nielsen, R.A. Bressan, P.M. Hasegawa, *Plant Physiol* 111 (1996) 1299-1306.
- [44] L. Jordá, V. Conejero, P. Vera, *Plant Physiology* 122 (2000) 67-74.
- [45] P. Tornero, V. Conejero, P. Vera, *Proc Natl Acad Sci U S A* 93 (1996) 6332-6337.
- [46] U. Matern, R. Kneusel, *Phytoparasitica* 16 (1988) 153-170.
- [47] V.P. Wingate, M.A. Lawton, C.J. Lamb, *Plant Physiol* 87 (1988) 206-210.
- [48] L. Almagro, L.V. Gómez Ros, S. Belchi-Navarro, R. Bru, A. Ros Barceló, M.A. Pedreño, *Journal of Experimental Botany* 60 (2009) 377-390.
- [49] I.E. Somssich, E. Schmelzer, P. Kawalleck, K. Hahlbrock, *Molecular and General Genetics MGG* 213 (1988) 93-98.
- [50] F. Wu, M. Yan, Y. Li, S. Chang, X. Song, Z. Zhou, W. Gong, *Biochemical and Biophysical Research Communications* 312 (2003) 761-766.
- [51] M. Saraste, P.R. Sibbald, A. Wittinghofer, *Trends in biochemical sciences* 15 (1990) 430-434.
- [52] J.E. Mogensen, R. Wimmer, J.N. Larsen, M.D. Spangfort, D.E. Otzen, *Journal of Biological Chemistry* 277 (2002) 23684-23692.
- [53] R.B. Ferreira, S. Monteiro, R. Freitas, C.N. Santos, Z. Chen, L.M. Batista, J. Duarte, A. Borges, A.R. Teixeira, *Molecular Plant Pathology* 8 (2007) 677-700.
- [54] J.-C. Kader, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 47 (1996) 627-654.
- [55] V.P. Kotsira, Y.D. Clonis, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 340 (1997) 239-249.
- [56] B.G. Lane, *Biochem J* 349 (2000) 309-321.
- [57] E.-J. Woo, J.M. Dunwell, P.W. Goodenough, A.C. Marvier, R.W. Pickersgill, *Nat Struct Mol Biol* 7 (2000) 1036-1040.
- [58] Z. Zhang, D.B. Collinge, H. Thordal-Christensen, *The Plant Journal* 8 (1995) 139-145.
- [59] A.B. Christensen, B.H.O. Cho, M. Næsby, P.L. Gregersen, J. Brandt, K. Madriz-Ordeñana, D.B. Collinge, H. Thordal-Christensen, *Molecular Plant Pathology* 3 (2002) 135-144.
- [60] C. Kuwabara, K. Arakawa, S. Yoshida, *Plant and Cell Physiology* 40 (1999) 184-191.

## Abstract

## PATHOGENESIS RELATED PLANT PROTEINS 2

**Milica POPOVIC**, *Department of Biochemistry, Faculty of Chemistry, University of Belgrade; Studentski trg 12-16; 11000 Belgrade; Serbia*

One of the main mechanisms of plant resistance to pathogen attack includes synthesis of large number of proteins that have a defensive role. These proteins are referred to as Pathogenesis related proteins (PR proteins). PR proteins are expressed systemically as a part of a response to biotic stress such as fungal, bacterial or viral infection. PR proteins are divided into 17 families by order of discovery. Classification was made based on sequence similarity and biochemical properties. The aim of this paper is to give a sort overview of classification, function and role of different classes of PR protein.



Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ, Милена КРСТИЋ, Департаман за хемију, Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу,  
(e-mail: nenad.krstic84@yahoo.com)

## БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ МАНГАНА

Манган има веома важну биолошку улогу, иако је присутан у малим количинама у организму. Углавном се налази у ћелијама јетре, дубрега, панкреаса, а има га и у костима и срцу у животињском свету.

Овај микроелемент, важан за људски живот и здравље, у биолошким системима је везан са протеинима у комплексним фракцијама. Значајан је за формирање везивног ткива, раст и развој костију, синтезу холестерола, а регулише и ниво глукозе у крви. Такође, учествује у синтези масних и нуклеинских киселина. Манган је потребан за стварање интерферона – протеина који су значајни и важни за имунитет. Ензими који садрже манган, заједно са витамином К учествују у згушћавању крви. Овај метал је важан за нормално функционисање мозга и нервног система, а укључен је и у синтезу хормона тироидне жлезде. Састављач је неколико физиолошки важних металoenзима (ариназа, пируват-карбоксилаза и супероксиддисмутаза), енoлаза, а такође је и активатор већег броја ензима (хидролазе, киназе, декарбоксилазе, трансферазе), иако га има важну улогу у редокс процесима у организму. Код биљака, манган улази у састав фотосинтетичких протеина и ензима. Главна улога мангана је везана за учешће у процесу фотосинтезе. Процес фотосинтезе се одвија у хлоропластима (органели које садрже зелени пигмент-хлорофил). У овом процесу, под дејством светлости и разменом електрона, долази до разградње воде при чему се као производ добија кисеоник. Манган је биљкама доступан у облику јона ( $Mn^{2+}$ ), и као такав се транспортује кроз изданке биљака.

### РАСПРОСТРАЊЕНОСТ

У Земљиној кори је манган заступљен са око 0,1%. Најважније руде мангана су по саставу оксидне или хидратисане оксиди са следећим минералима: пиролузит ( $MnO_2$ ), манганит ( $MnO(OH)$ ), браунит ( $Mn_2O_3$ ), родохрозит ( $MnCO_3$ ), хаусманит ( $Mn_3O_4$ ).

Према валентној електронској конфигурацији Mn:  $[Ar] 4s^2 3d^5$  може да гради једињења у различитим оксидационим стањима: +2, +3, +4, +6, +7, тако да се понаша у природним условима и као регулатор оксидо-редукционих процеса у природној средини. [1]

Намирнице у којима се може наћи манган су: житарице, кестени, лешници, бадеми, зелено поврће (посебно спанаћ), маслине, грашак, авокадо, кокос, шљиве, ананас, банане. Значајан извор мангана је и зелени чај (нпр. једна кесица зеленог чаја садржи 0,5 - 1,5 mg мангана), а има га и у сувом бобичастом воћу (боровницама и купинама), као и у зачинама, ђумбиру и каранфилићу.

Дневне потребе човека за манганом су око 2 mg. У телу одраслог човека има око 10-20 mg мангана и унос не би требало да прелази 10 mg дневно због нежељених ефеката истог. Дневне потребе крећу се од 0,003 mg код одојчади па до 2 mg код трудница и одраслих мушкараца. Уравнотеженом исхраном се задовољава дневна потреба за манганом. Велике количине овог олигоелемента су штетне, али без њега би многи метаболички процеси били угрожени. Количина мангана у организму не сме да пређе 20 mg. [2, 3, 4]

### МАНГАН У ЉУДСКОМ ОРГАНИЗМУ

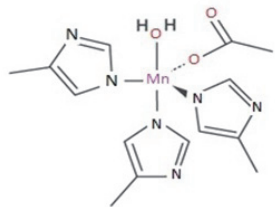
У биолошким системима оксидациона стања мангана су: Mn(II), Mn(III), Mn(IV). Као редокс активни метал, активност истог зависи од присуства других метала у организму. Постоји велика разлика између мангана и осталих редокс активних метала као што је гвожђе.

Mn има мањи редукциони потенцијал и термодинамички је стабилнији у односу на гвожђе у биолошким системима.  $Mn^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  су јони исте електронске конфигурације (полуиспуњене d орбитале), али је  $Mn^{2+}$  стабилнији у односу на  $Mn^{3+}$ , а  $Fe^{3+}$  јон је стабилнији у односу на  $Fe^{2+}$  јон ( $E^\circ(Mn^{3+}/Mn^{2+}) = 1.51 V$ ,  $E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.77 V$ ). Због оваквог редокс потенцијала,  $Mn^{2+}$  јон може да учествује у редокс процесима на сличним супстратима као и  $Fe^{3+}$  јон, при чему је  $Mn^{2+}$  јон неактиван под условима у којима би  $Fe^{2+}$  јон изазвао стварање радикала. Према томе, ћелије могу да "толеришу" високе концентрације  $Mn^{2+}$  јона без негативних последица, што није случај са осталим биолошки важним редокс металима као што су гвожђе и бакар. [5]

Једна од физичко-хемијских особина, од којих зависи биолошка функција мангана, јесте та да  $Mn^{2+}$  јон (70 pm) има "сличан" јонски радијус као  $Mg^{2+}$  јон (72 pm), тако да се лако може заменити са  $Mg^{2+}$  јонима. Везе  $Mn^{2+}$  јона са лигандима су флексибилније од веза  $Mg^{2+}$  јона са лигандима, па та флексибилност доводи до ефикаснијег снижавања енергије активације. Супституцијом  $Mg^{2+}$  јона у активном центру ензима, долази до повећања активности ензима. [6, 7]

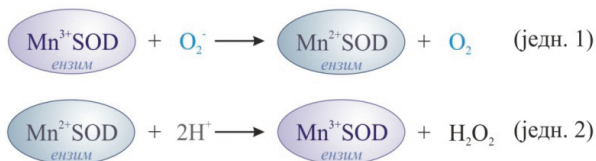
У фрагментима биомолекула комплексног типа манган остварује везе преко O-донор атома аминокиселинских остатака протеина, глутаминске киселине, воде или преко N-донор атома имидазоловог прстена хистидина (Слика 1). Mn је кофактор каталаза, пероксидаза и СОД (супероксид-дисмутаза) и сви ови ензими су укључени у процесу детоксикације од реактивних кисеоничних врста. СОД је један од примарних антиоксидативних ензима чија је улога смањење оксидативних оштећења. Антиоксидативни ензими произведени у људском телу су комплексни протеини у

чији састав улазе биометали као што су манган, цинк, бакар. Ензим Mn-SOD је пронађена у еукариотима, у митохондријалном матриксу. Потпуно функционалан ензим постоји као тетрамер. Mn-кофактор је пента координисан преко N-донор атома из His-52, His-107, His-198, O-донор атома из Asp-194 и молекула воде. [6, 8]



Слика 1. Mn у ензиму Mn-SOD.

СОД катализује конверзију супероксидног анјона у  $O_2$  и  $H_2O_2$ . Та трансформација се зове дисмутација па отуда назив СОД. Први молекул СОД редукује оксидовани  $Mn^{3+}$  стварајући неактивни молекул  $O_2$  (Слика 2, једн. 1), а редукована форма ензима са ( $Mn^{2+}$ ) тада реагује са секундарним СОД анјоном и два протона дајући  $H_2O_2$ , (Слика 2, једн. 2), при чему се враћа оксидована форма ензима.

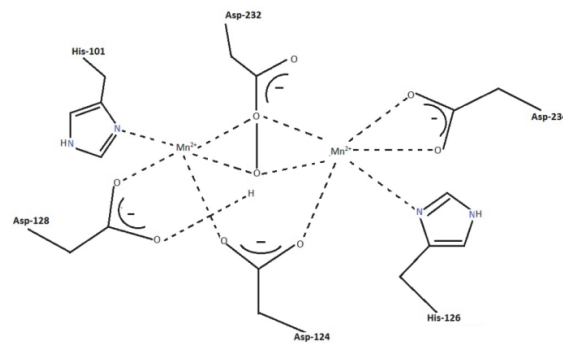


Слика 2. Реакција дисмутације

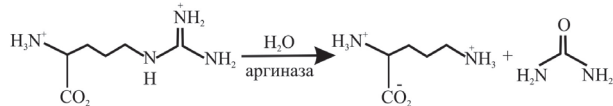
Реактивне кисеоничне врсте се формирају редукцијом  $O_2$ . Једноелектронском редукцијом кисеоника настаје супероксид анјон ( $O_2^-$ ), двоелектронском водоник-пероксид ( $H_2O_2$ ), а троелектронском хидроксил радикал ( $HO^\bullet$ ). Ове реактивне честице се јављају као последица нормалне метаболичке активности и при ниским концентрацијама имају важну улогу у ћелији. Кисеоник је од суштинског значаја за живот, али производи његове редукције га чине токсичном супстанцом за живи свет. Повећана продукција реактивних кисеоничних врста уз смањену антиоксидативну заштиту, може да доведе до оксидационих оштећења ћелије. На пример, здрав колаген је одговоран за еластичност коже и даје младалачки изглед кожи. Старењем, реактивне кисеоничне врсте постепено оштећују молекуларну структуру колагена, услед чега се јављају спољашњи знаци старења као што су боре и опуштање коже. Такође су способне да зауставе процес везивања протеина, липида и нуклеинских киселина мењајући њихову биолошку активност, а то може довести и до генетских мутација. [9, 10]

Бројни су ензими са димерним Mn центрима. Један од њих је аргиназа која катализује хидролизу L-аргинина до L-орнитина и урее. Сваки човек лучи око 10 kg урее годишње, као резултат хидролизе аргинина у завршном кораку циклуса урее. Ова реакција омогућава одлагање "азотног отпада" при разлагању протеина, а катализована је од стране ензима јетре – арги-

назе (Слика 4). Све аргиназе, било да су из еукариота или прокариота садрже две спарене Mn(II) подјединице (Слика 3). [11]



Слика 3. Димерни Mn центри у ензиму аргиназа.фиф



Слика 4. Реакција хидролизе L-аргинина до L-орнитина и урее.

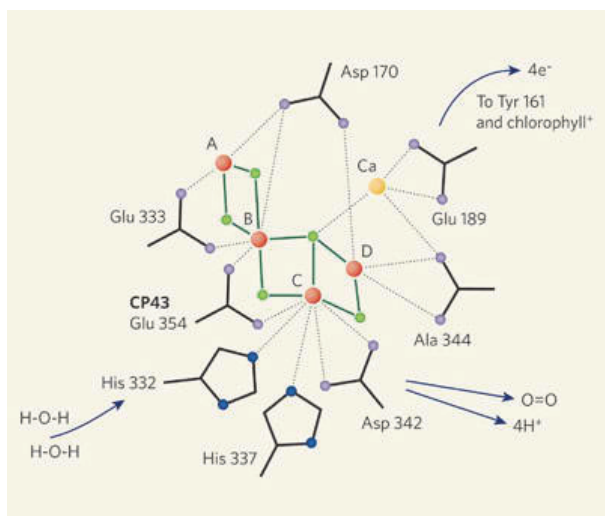
## МАНГАН У БИЉНОМ СВЕТУ

Биолошка улога овог елемента у биљном свету везана је за његово присуство у хлорофилу и учешће у процесу фотосинтезе. Манган је потребан биљкама за процес разградње воде, који је примарни корак у циклусу исхране биљака. Фотосинтетичка разградња воде или еволуција кисеоника је једна од најважнијих реакција на планети, јер се у процесу кружења воде обезбеђује целокупни кисеоник у атмосфери. [12]

Један од првих стадијума фотосинтезе укључује тзв. - фотосистем II. Фотосистем II је мултимолекулски протеинско-пигментни комплекс "уроњен" у липидни матрикс тилакоида. Центар фотосистема II је сложени кластер  $[Mn_4Ca]$ . Овај кластер је преко атома кисеоника везан за реакционе центре протеина (Слика 5). Реакциони центар фотосистема II је окружен молекулима хлорофила (Слика 6). [13]

Молекул хлорофила је добар фоторецептор јер садржи незасићене двоструке везе. Након апсорпције светлости, односно добијања енергије, молекул хлорофила почиње да вибрира. Та вибрациона тј. резонанциона енергија се преноси од једног до другог молекула хлорофила све док не стигне до молекула P680 (Слика 6). То је један од облика молекула хлорофила који апсорбује светлост на 680 nm. Када се P680 побуди, апсорпцијом фотона, он преноси електрон на феофитин (молекул хлорофила у коме је  $Mg^{2+}$  јон замењен са два протона). Тај електрон се даље креће, пролази кроз пластохинон А и долази до пластохинона В. Када прими довољно електрона овај мали молекул (пластохинон В) се ослобађа из фотосистема и носи своје електроне до следеће компоненте у електрон-транспортном ланцу. Пластохинони врше транспорт електрона и протона у процесу фотосинтезе. Када се електрон пренесе са молекула P680 на феофитин до-



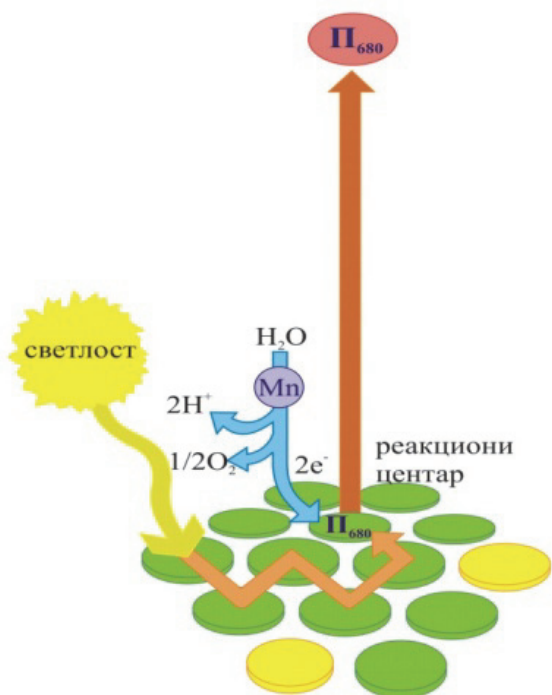


Слика 5. Модел структуре  $[Mn_4Ca]$  кластера у фотосистему II.

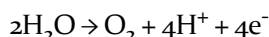
традија мангана као и недостатак мангана мења физиолошке, биохемијске и молекуларне процесе на ћелијском нивоу биљака. Географско порекло врста и климатски услови утичу на степен токсичности мангана код биљних врста. Познавање начина узимања мангана, акумулације и механизма резистенције је од великог значаја за побољшање приноса неких биљних култура, као и из еколошких разлога. [16]



Слика 7. Токсичност мангана на лишћу пасуља – појава неправилних жуто-зелених зона и браон некротичних мрља.



Слика 6. Процес фотосинтетичког разлагања воде. лази до формирања позитивног наелектрисања  $P680^+$ , који је веома јак оксиданс и врши оксидацију воде при чему се формира молекула  $O_2$  и водонични јони:



Водонични јони, који се стварају оксидацијом воде, помажу у формирању трансмембранског протонског градијента за синтезу молекула АТФ-а (носиоца енергије). Обзиром да циклус енергије почиње са манганом, количина енергије која се троши ограничена је процентом мангана који је доступан за синтезу АТФ-а. [14, 15]

Манган се сматра суштинским микроелементом за метаболичке процесе у биљкама. Повећана концен-

## ИСКОРИШЋЕНОСТ (БИДОСТУПНОСТ) МАНГАНА

На усвајање једног метала из земљишта утиче састав истог, киселост и базност земљишта, као и присуство других елемената. Између бидоступности мангана и гвожђа постоји корелација која се огледа у томе да превише мангана у организму смањује искоришћење гвожђа. А ако у организму има вишка гвожђа, могућност искоришћавања мангана се смањује, тако да то доводи до његовог недостатка. Такође, повећан унос калцијума или фосфора спречава апсорпцију мангана. Недостатак калцијума повећава апсорпцију мангана. [17]

## ПОРЕМЕЋАЈИ МЕТАБОЛИЗМА МАНГАНА

Манган се уноси у организам преко хране и воде. Прекомеран, али и недовољан, унос овог биоелемента је штетан по здравље људи.

Недостатак мангана у организму може довести до смањене синтезе везивног и скелетног ткива, до поремећаја у метаболизму угљених хидрата и липида. Дефицит може довести и до поремећаја у систему за равнотежу. Симптоми који се јављају услед недостатка мангана су: слабост, вртоглавица, несвестица, губитак слуха, спорији раст косе и ноктију.

Прекомеран унос мангана може довести до смањења функције јетре, репродуктивних, респираторних и психичких поремећаја. Повећан унос мангана нарушава активност металоензима са бакром.

Симптоми који се јављају као последица различитих нивоа токсичности мангана су од болова у мишићима и поремећене равнотеже па до несанице и различитих неуролошких поремећаја, па се и ниво токсич-

ности дефинише као блага, умерена и озбиљна токсичност. [17]

Манган ретко изазива нежељене ефекте кад се узима орално. Може бити токсичан за људе који често удишу паре мангана, као што су индустријски радници у челичанама и рудницима. Тада манган не долази до јетре већ иде до мозга и може доћи до појаве “манганског лудила” које се манифестује главобољом, раздражљивошћу, поремећајима у говору. [7]

## БИОДИСТРИБУЦИЈА МАНГАНА У ОРГАНИЗМУ

На апсорпцију мангана у танком цреву утичу метали као што су Mg, Ca, Fe јер углавном користе исте протеине за апсорпцију тако да веће количине ових метала додатно успоравају апсорпцију мангана и могу нарушити његову равнотежу у организму. Апсорбован Mn се транспортује крвотоком, до јетре где се везује за албумин, а затим се преноси до других ткива. Екскреција мангана се врши првенствено преко дигестивног тракта (фецеса), док је излучивање преко урина заступљено у веома малим количинама.

Манган је доступан у облику суплемената, као и остали елементи који имају биолошку улогу. Соли мангана које се могу користити су сулфати, цитрати, сукцинати, фумарати итд. Суплементи мангана се могу узимати као таблете или капсуле, обично са другим витаминима и минералима у облику мултивитамина. Дијететске суплементе треба узимати под надзором лекара због интеракције мангана са лековима и појаве нежељених ефеката на организам. [2, 4]

## МЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ МАНГАНА

Манган се може користити за спречавање појаве болова код жена са предменструалним синдромом. Неопходан је за здравље костију, тако да помаже смањењу развоја остеопорозе. Истраживања су показала да манган у мањој мери може да смањи развој неких болести, али не потврђују да може да лечи одређене болести. На пример, неке студије су показале да људи који болују од артритиса имају низак ниво СОД а да људи који болују од дијабетеса имају низак ниво мангана, али нема доказа да манган може да помогне у лечењу дијабетеса и артритиса.

Обзиром да утицај мангана на организам са медицинског аспекта није довољно проучен, потребно је извршити више клиничких истраживања. [7]

## ЗАХВАЛНИЦА

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

## Abstract

### BIOLOGICAL IMPORTANCE OF MANGANESE

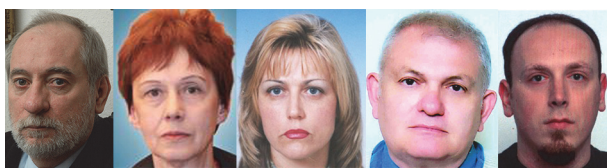
**Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ, Milena KRSTIĆ,**  
*Department of Chemistry, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Nis, (e-mail: nenad.krstic84@yahoo.com)*

Manganese (Mn) is a trace mineral of importance to human life and health, and is associated with proteins in biological systems. It is found mostly in bones, liver and kidneys. Manganese is a component of physiologically important enzymes (superoxide dismutase, arginase). Superoxide dismutase reduces oxidative damage. Manganese is also an essential element for plants, as it helps in the process of photosynthesis. Photosystem II uses solar energy to power the oxidation of water to dioxygen by a special centre containing four Mn ions.

Manganese deficiency in the body may lead to reduced synthesis of connective and skeletal tissues and cause disturbances in the metabolism of carbohydrates and lipids. Excessive intake of manganese can lead to a decrease in liver function, respiratory and mental disorders. Manganese is available in a wide variety of forms.

## ЛИТЕРАТУРА

1. I. Filipović, S. Lipanović (1995) *Opća i anorganska kemija*, Školska knjiga, Zagreb.
2. C. A. Burtis, E. R. Ashwood, D. E. Bruns (2008) *Fundamentals of Clinical Chemistry*, Elsevier.
3. V. Daničić (2012) *Vitaminologija*, Tarifa Beograd, Beograd.
4. [umm.edu/health/medical/altmed/supplement/manganese](http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/manganese)
5. D. A. Skoog, D. M. West (1982) *Fundamentals of Analytical Chemistry*, Holt-Saunders International, Philadelphia.
6. R. R. Crichton (2008) *Biological Inorganic Chemistry An Introduction*, Elsevier.
7. A. F. Wells, (1984) *Structural Inorganic Chemistry*, Clarendon Press, Oxford University Press in Oxford [Oxfordshire], New York.
8. E. Luk, M. Carroll, M. Baker, V.C. Culotta (2003) Oxygen toxicity and the health and survival of eukaryote cells, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100(18) 10141-10143.
9. D. Kiefer (2006) Superoxide dismutase Boosting the Body's Primary Antioxidant Defence, *Life Extension Magazine*.
10. J. W. Whittaker (2010) Metal Uptake by Manganese Superoxide Dismutase, *Biochimica Biophysica Acta* 1804(2), 298-307.
11. D. E. Ash (2004) Structure and Function of Arginases, *Journal of Nutrition*, 134(10), 2760S-2764S.
12. P. J. Lester (2005) Manganese in plants – some insight into the function of it, *Quantum Laboratories Ltd*.
13. J. F. Allen, W. Martin (2007) The water-splitting reaction centre, *Nature*, 445, 610-612.
14. D. Goodsell (2004) Photosystem II.
15. B. Miles (2003) Photosystem I and II.
16. R. Millaleo, M. Reyes-Diaz, A. G. Ivanov, M. L. Mora and M. Alberdi (2010) Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(4), 470 - 481.
17. E. Blaurock-Busch (2002) The Clinical effects of Manganese (Mn), *Townsend Letter*, 180, 92.



Горица ЂЕЛИЋ, Иван ГУТМАН, Давор ЈОВАНОВИЋ, Природно-математички факултет Крагујевац (e-mail: gdjelic@kg.ac.rs, gutman@kg.ac.rs, eko\_daki@yahoo.com)

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

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

## ИМЕЛА - МАГИЧНА, ОТРОВНА, ЛЕКОВИТА

У чланку описујемо имелу - биљку која у митологијама и веровањима многих народа игра важну улогу, која се мноо примењује у народној медицини, а која има и занимљива хемијска, токсиколошка и диолошка својства.

### ОТРОВНЕ БИЉКЕ НАШИХ КРАЈЕВА

У неколико претходних чланака описали смо хемијски састав и токсиколошке особине неколико биљака наших крајева: татуле<sup>1</sup>, кукуте<sup>2</sup>, рододендрона<sup>3</sup>, а нешто раније и паприке<sup>4</sup>. О сличним темама недавно су у *Хемијском прегледу* писали и други аутори.<sup>5-8</sup> Сада је на ред дошла имела. С обзиром на то да ће се већи део овог чланка односити на народна веровања везана за имелу, а да је чланак ипак намењен хемичарима, изложићемо прво ботаничке и хемијске аспекте имеле.

### ИМЕЛА – БОТАНИЧКИ АСПЕКТИ

Биљка о којој је у овом чланку реч, научно се зове *Viscum album* L., а код нас је позната под именом имела, бела имела, лепак, мела, и омела. То је разгранат, лоптасти, вечно зелени грмић, који живи на различитом дрвећу. Може се наћи на свим континентима осим на Антарктику.

Имела је полупаразит јер од биљке домаћина узима воду и минералне материје а помоћу својих листова врши фотосинтезу. Има слабо развијен коренов систем, који је у стању да продре у проводно ткиво домаћина одакле узима хранљиве састојке и воду. Стабло је кратко у облику жбуна висине до 1м. Гране су чланковите, зелене боје и лако се ломе. Има листове који су кожасте, зимзелени.

Цвета од фебруара до маја. Биљка је дводомна тј. постоји мушка биљка на којој су само мушки цветови и женска биљка са женским цветовима. Цветови су бледожутебоје, слабог мириса којим привлаче опрашиваче - муве.

Плод је бела бобица која је испуњена слузавом и лепљивом материјом. Обично садржи једну семенку. Семе имеле преносе птице (дрозд имелаш) које се хране плодовима ове биљке. Погрешно је схватање да семе клија само ако прође кроз дигестивни тракт птица јер су експерименти показали да може и без тога да клија само ако се задржи на гранама. Семе не клија ако падне на земљу.

Развија се на различитим врстама дрвећа како на листопадним (тополи, врби, липи, бресту, јасену, гло-

гу, лески, ораху, јабуци, крушки, трешњи, а ређе на брези, платану, букви, храсту) тако и на четинарским врстама (јели, смрчи, бору). Имела никада не расте на храсту лужњаку.<sup>9</sup>



Слика 1. Имела на дрвећу



Слика 2. Цветови имеле; А) - мушки, Б) женски





Слика 3. Плод имеле



Слика 4. Имела (*Viscum album* L.) – за ботаничаре важни детаљи

## ИМЕЛА – ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ

Имела је врло сложеног хемијског састава, који уз то и варира. Садржи отровни полипептид вискотоксин (до 0,1%). То је бела аморфна супстанца, која спада у групу биљних тионина, протеина богатих сумпором (који потиче од аминокиселине цистеина). Вискотоксин се састоји од 46 аминокиселина, а изоловано је најмање седам различитих вискотоксина са ознакама A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B, C<sub>1</sub>, 1-PS, U-PS). Пример ради, вискотоксин-B има следећу секвенцу аминокиселина: дећи рачуна да не падне на њло како се не би онечис-

Lys-Ser-Cys-Cys-Pro-Asn-Thr-Thr-Gly-Arg-Asn-Ile-Tyr-Asn-Thr-Cys-Arg-Leu-Gly-Gly-Gly-Ser-Arg-Glu-Arg-Cys-Ala-Ser-Leu-Ser-Gly-Cys-Lys-Ile-Ile-Ser-Ala-Ser-Thr-Cys-Pro-Ser-Tyr-Pro-Asp-Lys

Друга токсична протеинска компонента имеле је вискумин, који спада у групу такозваних лектина.

Лектини су протеини који су способни да се везују за угљене хидрате (шећере), укључујући и угљене хидрате у ћелијским или бактеријским мембранама. Поједини лектини су специфични за одређени угљени хидрат, и имају важне физиолошке улоге. Детаљније о томе видети у чланку Романе Масникосе.<sup>10</sup> Овде подсећамо да неки од најснажнијих биљних отрова спадају у групу лектина, на пример рицин из рицинуса.

Имела се од памтивека примењује у народној медицини и зато је њен хемијски састав детаљно испитиван. Поред вискотоксина и вискумина, у имели су нађене бројне друге супстанце:

висцерин, алфа-вискол (бета-амирин), бета-вискол (лупеол), холин и његови деривати (ацетилхолин, пропионилхолин), гликозид вискалбин, амини: норвискалбин, вискамин, тирамин, бета-фенилетиламин, алкохоли: пинит, квебрахит, d-кверцит, олеинска и урсинска киселина, уља која садрже олеинску, линолеинску и палмитинску киселину и др. У бобицама се поред инозитола (до 1,2%), налазе и смоласте материје, каротен, витамин C, каучук, а у кори гликозид синрингин.<sup>11</sup>

## ВЕРОВАЊА ВЕЗАНА ЗА ИМЕЛУ

Почнимо једним романтичним веровањем: жену која се задеси испод имеле сваки мушкарац може пољубити. У вези тога, у западноевропским земљама и Америци обичај је да се у децембру на кућна врата стави гранчица имеле.

Имела, као и храст, у давна времена је била предмет обожавања. Разлог за ово, према Плинију, лежи у томе, да се све што је расло на храсту сматрало од неба послатим, јер је сам Бог изабрао храст.

Имела је расла, цветала и остајала вечно зелена, док су храст (или друго „њено“ дрво) губили лишће током зиме. Њени кожasti листови су добро издржавали јесење олује, снег и хладноћу.

Имела нема корене у земљи, а древни народи нису могли да схвате одакле се она појављује на дрвету будући да је тамо нико није посејао или засадио. И ова чињеница је додатно појачала посебан однос према њој. Према Вергилију, имела је посвећена Персефони, богињи подземља. Захваљујући грани имеле, Енеју се отвара пут ка царству смрти, што му омогућава састака са преминулим оцем. Плиније Старији описује дубоко поштовање, којим је имела била окружено од стране свештеника древних Келта – друида: „Имела је веома рејка, али када се њронађе, она се њрикуйља на свечаним церемонијама. Она се углавном скуйља шес-тйој дана месеца, односно када је месец у њуној снази тйј. када је њун. Друид у белој одећи њење се на дрво. Злаћним сриом сече имелу коју сћавља у делу њканину во-йтила.“

Не мање поштовања „златној грани“ указивала су и германска племена. Она су повезивала имелу са легендом о борби доброг бога пролећа и светлости Балдера и злог Локија. Према тој легенди, Балдер је убијен стрелом направљеном од гранчице имеле. На дан зимског солистиција имела губи разорну снагу, стиче своја лековита својства и постаје симбол поновног рађања угашене соларне енергије и Балдеровог оживљавања. У Ирској се и данас долазак нове године честита речима "Са граном имеле у Нову годину", уз даривање гранчица имеле.

У хришћанству је имела такође од давнина поштована. Она се сматра биљком Јована Крститеља и свеисцелитељним средством. По једном старом француском веровању, имела је отровна јер је расла на дрвету од којег је направљен крст на ком је разапет Исус.

У Швајцарској је називана "метла грома" јер се мислило да се појављује на дрвећу од муња. У Чешкој се веровало да "метла грома" изгорела у пожару, треба да послужи за заштиту куће од грома. Шведски сељаци су је користили за заштиту куће од пожара и грома. Имела није само играла улогу громобрана, већ је била и универзални кључ способан да отвори ма коју браву. Међутим, њена најдрагоценија особина била заштита од магије и владжбина. У Аустрији је грана имеле стављана на праг куће да би се укућани ослободили од кошмара. У Шведска стручак имела висео је на плафону кућа и штала да тролови не могу да повреду људе или животиње.

У књизи<sup>12</sup> Павла Софрића, о имели се може наћи и следеће: *"Осијаци кулџа о имели налазе се још и данас у њразноверицама француској народа. А њошћо се имела веома рејћко налази на лесковом дрвећу, наш народ верује да њод оном леском, на којој је имела, дора-ви љуја са грајим каменом на љави, или још какво друјо баснословно блајо."*

## ИМЕЛА У ВРАДЖБИНАМА И НАРОДНОЈ МЕДИЦИНИ

Имела пажњу привлачи не само необичним изгледом, већ и својим лековитим својствима. О примени биљака у лечењу од прадавних времена, сведоче многа дела старих Грка, Римљана, Феничана и Кинеза, као и рељефи Египћана и Асираца на којима поред локвања, рицинуса, винове лозе, брезе, значајно место припада и имели.

Верује се да напиток припремљен од имела даје плодност јаловим животињама и да је лек против сваког отрова.

У древним медицинским трактатима имела се помиње као лек за лечење епилептичних напада, крварење и разних тумора и неоплазми. У првом веку Плиније препоручује имелу као врло добро средство за нападе епилепсије и вртоглавице. Пошто имела, чврсто везана за гране дрвета не пада на земљу, веровало се да ни епилептичар не може пасти при нападу док има комад имеле у свом джепу или њен екстракт у стомаку.

Ратници у Сенегамбији (некадашња конфедерација Сенегала и Гамбије) носили су лишће имеле као део талисмана "gris-gris" (григри) специјално дизајни-

раног да спречи повреду у рату. Слична веровања забележена су у народу Аину, домородаца са јапанског острва Хокаидо, и код швајцарских сељака. Веровање древних друида да је имела универзални противотров, задржало се до данашњих дана код сељака на југу Француске где се имела ставља на стомак пацијента и даје му се да је попије њен екстракт. Оваква схватања прихватили су и угледни лекари Енглеске и Холандије. Као лек за епилепсију имела се препоручивала све до краја 18. века.

Имела се много примењује и у нашој народној медицини. Њена лековитост се повезује са биљком домаћином. Тако је на пример, имела која расте на јабуци и јели токсичнија је од оне са тополе. Најлековитијом се сматра имела сакупљена са крушке,<sup>13</sup> а добре су и оне са јабуке, шљиве и тополе.

Лековити делови биљке су изданци, листови и плодови. Од почетка октобра до краја децембра и од марта до априла беру се и суше листови и тањи изданци (гранчице), док се плодови сакупљају од октобра до децембра (касније их нема јер их птице поједу). Користи се у облику чаја, тинктура, свежег сока, мелема.

Они који верују у лековито дејство имеле сматрају да она:

- побољшава размену материја и рад жлезда дигестивног система;
- делује на кардиоваскуларни систем - спречава закречење артерија, отклања последице шлога, зауставља крварења, побољшава циркулацију и рад срца, регулише крвни притисак;
- као топла купка или као топли облози користи се против упале зглобова, спондилозе, лумбага, ишијаса, слабе циркулације у ногама и проширених вена;
- код жена регулисањем крвотока зауставља менструалне тегобе, нарочито код јаког крварења, као и после порођаја.
- отклања тегобе везане за климактеријум: аритмију, лупање срца, валунзи, страх, гушење;
- свежи сок помаже у случају стерилитета код жена;
- има антиканцерогено дејство.

## ИМЕЛА У ОФИЦИЈЕЛНОЈ МЕДИЦИНИ

Резултати експерименталних студија су показале да ефикасност различитих лекова на бази имеле зависи осим од порекла и од начина припреме, и од облика и начина примене. Стога, када се препарати на бази имеле примењују орално, смањују крвни притисак делујући на центре продужене мождине, смањују екситабилност централног нервног система, испољавају вазодилаторни ефекат. Алкохолни екстракт имеле има позитиван јонотропни ефекат на срце. Студија утицаја биљних екстраката на ћелијске културе показује да инхибира деобу ћелија и синтезу ДНК. Клиничке студије показују да (према већини аутора) у скоро 50% случајева екстракт или мацерат имеле испољавају активно дејство на пацијенте. Она смањује главобоље, побољшава сан, опште здравље, смањује притисак при хипертоничној болести, олакшава кли-

мактеричне појаве и повољно делује код трауматских повреда мозга.

У савременој онкологији и имунологији нарочита пажња посвећена је утицају вискотоксина и лектина имеле на малигни раст, деобу ћелија и имуни одговор организма. Лектини из имеле су испитивани као имуностимулатори и као лекови против канцера.<sup>14</sup> Међутим, деловање на туморске ћелије ових супстанција могуће је само при поткожном уношењу препарата имеле, с обзиром на то да се лектини разграђују у гастроинтестиналном тракту.

Такође је важно напоменути да неконтролисана употреба имеле у облику алкохолних екстраката може да доведе до нежељених ефеката као што су вртоглавица, бол у стомаку, мучнина, губитак апетита, малаксалост.

У научној медицини водени екстракт имеле употребљаван је при млитавости црева, плућних и носних крварења и посебно при хипертоничној болести првог и другог стадијума.

У европским земљама почев од четрдесетих година 20. века препарати имеле - "Isador", "Abnoba viscum", "Isucin", "Helixor", "Isorel", "Viscum compositum" активно се примењују за лечење онколошких болесника. Многобројне публикације описују високо имуномодулаторно и антитуморно дејство ових лекова.

## ТРОВАЊА ИМЕЛОМ

Основни допринос токсичности имеле дају вискотоксин, вискумин и алкалоид тирамин из бобица. Она је је проучавана на белим мишевима, мачкама, зечевима и жабама. При поткожном уношењу белим мишевима препарата (мацерат добијеног од 42 g свежих у јануару прикупљених листова имеле која је расла на врби у 100 ml воде) у дози од 0,0015 mg/kg телесне тежине, запажено је успорено дисање, смањење покретљивости, слабење рефлекса и угинуће неких животиња. При подкожном уношењу мачкама дозе од 0,03 ml/kg телесне тежине, запажена је њихова општа потиштеност. Животиње су се мало кретале, лоше је ле. За жабе је апсолутна смртна доза износила 0,0007 ml.

Вискумин, цитотоксични протеин, делује истим механизмом као и токсични албумин рицин из рицинуса.<sup>15</sup>

У књизи<sup>16</sup> наводи се случај две жене које су употребиле препарат имеле са циљем да намерно прекину трудноћу. Као резултат, дошло је до парализе свих мишића тела осим окуломоторних. Због парализе желу-

дачно-цревног тракта, пацијенткиње нису могле гутати и умрле су од исцрпљености; црева су била потпуно млитава и испуњена фекалијама. Такође су били парализани и сви мишићи вокалног апарата. Дечак узраста 14 година појео је бобице имеле. Ускоро је осетио вртоглавицу, а затим је изгубио свест. Када су га нашли, утврдили су хиперемију лица, цијанозу усана, умерено раширене зенице са укоченим погледом, пулс је био успорен и неправилан, дисање успорено и стридорозно. После умивања хладном водом дечак је дошао к свести, али му је говор остао неразговетан, запажене су визуелне халуцинације и тенденције ка делириозном стању.

## Abstract

### MISTLETOE - MAGIC, POISONOUS, SALUTARY

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

The basic biological (botanical) facts on mistletoe are outlined, together with its chemical composition. Because of its unusual appearance and toxicity, mistletoe plays role in countless folk beliefs and mythological stories. The usage of mistletoe in folk medicine and its toxicological aspects are also described.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Ђелић, И. Гутман, А. Марковић, *Хем. прејлег* **52** (2011) 58.
2. Ш. А. Ђармати, Д. В. Ђармати, Г. Ђелић, И. Гутман, *Хем. прејлег* **54** (2013) 148.
3. Ш. А. Ђармати, Д. В. Ђармати, И. Гутман, Г. Ђелић, *Хем. прејлег* **55** (2014) 3.
4. И. Гутман, Г. Ђелић, А. Марковић, Ј. Ђурђевић, *Хем. прејлег* **50** (2009) 120.
5. В. Петровић, *Хем. прејлег* **49** (2008) 126.
6. В. Петровић, *Хем. прејлег* **50** (2008) 145.
7. Г. Брђан, *Хем. прејлег* **54** (2013) 37.
8. В. Петровић, *Хем. прејлег* **55** (2014) 114.
9. М. Сарић, *Лековите биљке Србије*, САНУ, Београд, 1989.
10. Р. Масникоса, *Хем. прејлег* **50** (2009) 12.
11. В. П. Махлазук. *Лекарственные растения в народной медицине*, Москва, 1992.
12. П. Софрић Нишевљанин, *Главније биље у народном веровању и певању код нас Срба*, БИГЗ, Београд, 1990.
13. Ј. Туцаков, *Лечење биљем*, Рад, Београд, 1989.
14. U. Mings, D. Göthel, E. Leng-Peschlow, *Anticancer Res.* **22** (2002) 1399.
15. F. Stirpe, K. Sandvig, S. Olsnes, A. Pihl, *J. Biol. Chem.* **257** (1982) 13271.
16. J. H. Clarke, *A Dictionary of Practical Materia Medica*, Forgotten Books, London, 2013.





## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Катарина ПУТИЦА, Иновациони центар Хемијског факултета у Београду,  
puticakatarina@gmail.com  
Драгица ТРИВИЋ, Хемијски факултет у Београду, dtrivic@chem.bg.ac.rs

### КОГНИТИВНИ РАЗВОЈ УЧЕНИКА КРОЗ НАСТАВУ ХЕМИЈЕ

У овом раду ће бити размотрене разлике које се могу уочити на часовима хемије по питању начина размишљања и понашања ученика који су у оквиру свог когнитивног развоја достигли стадијум конкретних, односно, стадијум формалних операција, стратегије које наставници хемије могу да примене како би помогли ученицима на стадијуму конкретних операција да развију апстрактно мишљење и достигну стадијум формалних операција, као и стратегије које наставници могу да користе како би оспособили ученике да апстрактно мишљење успешно примењују у најразличитијим ситуацијама с којима се могу сусрести у оквиру наставе хемије.

#### УВОД

У нашем образовном систему ученици се с хемијом први пут сусрећу у 7. разреду основне школе. То је узраст на коме би према теорији когнитивног развоја Жана Пијажеа требало да су достигли највиши стадијум когнитивног развоја, стадијум формалних операција. Стадијум формалних операција карактерише развијена способност апстрактног мишљења које ученицима омогућава баратање структурама, симболима и концептима који се не морају односити на конкретне објекте у њиховом окружењу (Asubel & Asubel, 1966; Berk, 2006). Последиčno, развијена способност апстрактног мишљења од кључног је значаја за савладавање градива хемије које је у највећој мери засновано на апстрактним теоријама, принципима и структурама. Ученици на стадијуму формалних операција способни су да размишљају о свим могућим исходима неког научног проблема, а не само о онима који су најочигледнији, тј. имају способност хипотетичко-дедуктивног резонувања (Asubel & Asubel, 1966; Berk, 2006). Коначно, ученици који су достигли овај стадијум когнитивног развоја имају и развијену способност пропорционалног резонувања (Berk, 2006), које им је, између осталог, неопходно за различита стехиометријска израчунавања.

Многобројна истраживања спроведена широм света, показала су, међутим, да велики број ученика

старијих од 11 година (овај узраст представља старосну границу на којој би по Пијажеу требало да достигну стадијум формалних операција) није достигао стадијум формалних операција. На пример, истраживање спроведено у Великој Британији с ученицима старости 15 година, показало је да је свега 32% ученика овог узраста достигло стадијум формалних операција (Lovell, 1961), док је студија у Аустралији с ученицима узраста 14 година показала да је способност апстрактног мишљења развијена код свега 25% ученика (Dale, 1970). Чак и на узрасту од 17 година, способност апстрактног мишљења има тек око 60% ученика (Towler & Wheatly, 1971). Ученици који нису достигли стадијум формалних операција налазе се на нижем стадијуму когнитивног развоја, стадијуму конкретних операција, у оквиру кога имају развијену способност логичког размишљања, али су у стању да баратају само с конкретним, голим оком видљивим, објектима и процесима (Asubel & Asubel, 1966; Berk, 2006).

Имајући у виду да је достизање стадијума формалних операција кључно за разумевање и усвајање апстрактног градива хемије, као и чињеницу да се велики број ученика адолесцентног узраста и даље налази на стадијуму конкретних операција, у овом раду ћемо најпре размотрити разлике у понашању и способностима ученика на ова два стадијума когнитивног развоја, које се могу уочити на часовима хемије. Затим ћемо размотрити да ли и на који начин наставници хемије могу да помогну ученицима на стадијуму конкретних операција да развију апстрактно мишљење и достигну највиши степен когнитивног развоја. Финално, размотрићемо и стратегије за вежбање и усавршавање примене формалних операција у настави хемије. Овој тематици се такође мора посветити значајна пажња, пошто је установљено да и ученици који имају развијену способност апстрактног мишљења показују тенденцију регресије на стадијум конкретних операција при сусрету с новим и непознатим апстрактним теоријама и проблемима (Berk, 2006).

## РЕЗОНОВАЊЕ И ПОНАШАЊЕ УЧЕНИКА НА СТАДИЈУМУ КОНКРЕТНИХ И ФОРМАЛНИХ ОПЕРАЦИЈА НА ЧАСОВИМА ХЕМИЈЕ

Ради илустровања основних карактеристика резоновања и понашања ученика на стадијуму конкретних и формалних операција на часовима хемије, Херон (Herron, 1975) наводи следеће примере:

- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да појме атомску масу неког елемента као масу одређеног броја атома тог елемента ( $6 \times 10^{23}$  атома), али не и као однос маса једног атома тог елемента и једног атома другог елемента, који је узет као стандард.
- Ученици на стадијуму конкретних операција су у стању да применом сета правила који им је изложио наставник одреде коефицијенте у једначинама хемијских реакција, пишу хемијске формуле и одреде молекулску масу једињења, али нису у стању да применом основних хемијских закона сами изведу ова правила.
- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да, применом дефиниција које су изведене на основу Ле Шателеовог принципа, утврде како ће промена концентрације реактанта или промена температуре утицати на брзину дате хемијске реакције, али неће бити у стању да на основу теорије судара објасне зашто промена концентрације реактанта и промена температуре утичу на промену брзине хемијске реакције.
- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да врше рутинска мерења и прате промене видљивих физичких величина, али то не могу да ураде и за "изведене" физичке величине које нису видљиве голим оком, као што је, на пример, енталпија хемијске реакције.
- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да решавају типске стехиометријске задатке применом познатог алгоритма, чак иако он укључује пропорције, али не могу да примене пропорције у решавању проблемских задатака који се не могу решити по строго одређеном алгоритму. На пример, ученици на стадијуму конкретних операција могу на основу дефиниције да припреме  $1000 \text{ cm}^3$  раствора неке супстанце количинске концентрације  $1 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$ , али не могу да припреме  $25 \text{ cm}^3$  раствора те супстанце количинске концентрације  $2,5 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$ , нити да од раствора концентрације  $3 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$  припреме  $1000 \text{ cm}^3$  раствора концентрације  $0,25 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$ .
- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да прихвате да су киселине супстанце чији водени раствори боје лакмус хартију у црвено, али не могу да појме киселине као

супстанце које у воденом раствору отпуштају протон.

- Ученици на стадијуму конкретних операција могу да утврде присуство јона у раствору на основу његове електричне проводљивости, измере јачину струје коју раствор електролита проводи и разумеју да се маса метала који се издваја на електроди у раствору за електролизу повећава током времена и с повећањем јачине струје. Ипак, они не могу да одреде колико се време трајања електролизе мора продужити ако се јачина струје смањи за одређену вредност како би се на електроди издвојила иста количина метала као у првобитним условима, или да израчунају број атома метала који се на електроди издвоји при датој јачини струје или за дато време трајања електролизе.

Поред наведених примера, Херон (Herron, 1978) је описао и већи број искуства у раду с ученицима на стадијуму конкретних, односно, формалних операција, из школске хемијске лабораторије.

Приликом планирања и извођења неког експерименталног истраживања, ученици на стадијуму формалних операција имају свест о томе које све варијабле могу да утичу на резултате истраживања и у стању су да на одговарајући начин контролишу њихов утицај. На пример, ученик који је достигао стадијум формалних операција решио је да експериментално провери да ли се брже замрзава топла или хладна вода. У две идентичне пластиче посуде овај ученик је сипао по  $500 \text{ cm}^3$  чесменске воде, с тим што је у једној посуди вода била врућа, а у другој хладна. Затим је обе посуде, истовремено, ставио у замрзивач, након чега је с времена на време проверавао шта се дешава с водом у свакој од њих. Тако је утврдио да се топла вода замрзава брже од хладне. Дакле, ученик је био свестан већег броја варијабли које могу да утичу на исход експеримента и потрудио се да у оба експериментална система њихов утицај буде контролисан и уједначен (иста запремина течности у оба суда, која су изложена истој ниској температури у замрзивачу, током идентичног временског периода).

Насупрот томе, други ученик, који је још увек на стадијуму конкретних операција, експериментално је проучавао процес горења свеће. Запалио је свећу, прекрио је стакленом теглом и мерио колико је времена потребно да прође док се свећа не угаси. Затим је извадио уташену свећу, поново је запалио и прекрио теглом која је била мања од претходне. Овај поступак је, потом, поновио с још неколико тегли различите величине. Наизглед, овај ученик је био свестан неких од варијабли које утичу на исход експеримента и трудио се да контролише њихов утицај. Међутим, ученици на стадијуму конкретних операција су у стању да предвиде и контролишу експерименталне варијабле само ако је њихов број мали (највише три варијабле) и ако су на основу неког ранијег конкретног искуства, које уопште не мора бити блиско експерименталној тема-

тици којом се тренутно баве, закључили да би оне евентуално могле да утичу на исход експеримента. Због тога се често дешава да неке од варијабли које контролишу уопште и немају утицај на исход датог експеримента. Поврх свега, ови ученици имају тенденцију да се фокусирају на значај само једне од одабраних варијабли, без обзира на то што имају свест о потенцијалном утицају још неких варијабли. Када је упитан о томе које су то варијабле на које обавезно мора да обрати пажњу приликом извођења експеримента како би његови закључци били валидни, ученик на стадијуму конкретних операција навео је да је то пре свега облик свеће. Ученик се на ову варијаблу фокусирао највероватније због тога што је лако уочљива голим оком. Упитан да објасни због чега се свећа брже гаси када се прекрије мањом теглом, овај ученик самоуверено одговара да је то због тога што се испод мање тегле налази мање кисеоника, који је потребан за сагоревање свеће. Откуда овакав одговор? У оквиру свог ограниченог предзнања ученик трага за подацима који се тичу процеса сагоревања. Чим дође до првог податка који му је добро познат, а то је да је за сагоревање супстанци неопходан кисеоник, фокусира се на њега, више не разматра друге опције и дефинише свој одговор у складу с овом информацијом. Дакле, ученик на стадијуму конкретних информација никада неће разматрати више различитих објашњења неке појаве. Чим утврди да нека од информација која је њему добро позната може да буде од користи за формулисање објашњења, он тврдоглаво одбија разматрање било које друге могућности.

### **УНАПРЕЂИВАЊЕ УЧЕНИЧКИХ КОГНИТИВНИХ СПОСОБНОСТИ КРОЗ ЛАБОРАТОРИЈСКИ РАД И ДЕМОНСТРАЦИОНЕ ОГЛЕДЕ**

У складу с Пијажеовом теоријом когнитивног развоја, Херон (Herron, 1977) истиче да усвајање апстрактних хемијских закона и принципа мора почети од конкретних искустава. Због тога се ученицима мора омогућити да сами манипулишу супстанцама и лабораторијским посуђем, изводе огледе и експериментална истраживања. Другим речима, кључ за стицање конкретних искустава у настави хемије је у самосталном лабораторијском раду ученика.

Међутим, у нашим школама врло често нису остварени основни материјално-технички услови за спровођење оваквог вида наставе, јер су школске хемијске лабораторије углавном веома слабо опремљене, док их велики број школа уопште и не поседује. Поред тога, озбиљан проблем с којим се суочавају и наставници хемије широм света представља то што оспособљавање ученика за самостални рад у хемијској лабораторији представља релативно дуг и сложен процес. Због недовољно доброг сналажења у лабораторији врло често се дешава да су ученици фокусирани искључиво на спровођење упутства за рад које су добили од наставника, што је додатно изражено онда када се од њих очекује да у раду примене лабораторијску технику с којом се до тада нису сусрели. У таквим ситуацијама ангажман ученика се своди на ману-

елни рад, док изостају ментална активација и промишљање шта је суштина огледа који се изводи (Roadruck, 1993).

Решење за превазилажење наведених проблема представљају демонстрациони огледи. Приликом демонстрације огледа, троши се мала количина супстанци и користи мање лабораторијског прибора него код самосталног лабораторијског рада ученика, тако да су материјални трошкови знатно мањи. Пошто огледе не изводе самостално, ученици нису фокусирани на практично спровођење експерименталне процедуре, због чега у потпуности могу да се посвете посматрању огледа и размишљању о процесима које оглед илуструје. Док наставник демонстрира одређени оглед ученици су у прилици да примете промену боје, појаву талоба, ослобађање мехурића гаса или осете мирис супстанце која се у датој хемијској реакцији наградила и тако, посредством чула, стекну конкретна искуства. Коначно, сваком наставнику хемије је добро познато да ученици воле да посматрају демонстрационе огледе, па је ово један од веома значајних начина да се привуче њихова пажња током часа и подстакне мотивације за учење хемије (Roadruck, 1993; Bounce, 2001). Међутим, да би се од конкретних искустава и тренутног привлачења пажње ученика дошло до разумевања апстрактних хемијских закона и принципа и трајног повећања мотивације за учење, приликом извођења демонстрационих огледа наставник мора да води рачуна о неколико битних ставки (Roadruck, 1993; Bounce, 2001).

Оглед који наставник демонстрира мора бити у потпуности инкорпориран у градиво које се на датом часу обрађује (Bounce, 2001). Демонстрација каталитичке разградње водоник-пероксида по експерименталном протоколу познатом под називом слонова паста свакако ће одушевити ученике, али ослобађање кисеоника до кога притом долази тешко да може да оправда извођење овог огледа на часу који је посвећен гасним законима.

Иако у циљеве извођења хемијских демонстрација свакако спадају привлачење пажње и повећање ученичке мотивације, требало би избегавати демонстрирање огледа који својом упадљивошћу лако могу да замаскирају суштину процеса који наставник жели да прикаже ученицима (Bounce, 2001). На пример, приликом демонстрирања утицаја катализатора на брзину хемијске реакције разградње водоник-пероксида, далеко упадљивији визуелни ефекат се постиже применом експерименталног протокола слонова паста (калијум-јодид као катализатор у присуству течности за прање судова), него ако се у чашу која садржи 3% раствор водоник-пероксида дода кашичица калијум-перманганата. Ипак, примена овог протокола повлачи и далеко већу опасност од тога да ученичка пажња буде скренута са самог процеса катализе. То се посебно односи на ученике који су још увек на стадијуму конкретних операција, за које је познато да настоје да се фокусирају само на поједине, лако уочљиве и упадљиве карактеристике неког процеса.

Да би се подстакло ментално активирање ученика од кључног значаја је сам начин на који наставник



презентује одређени демонстрациони оглед. На пример, наставник може да саопшти ученицима да се приликом разградње водоник-пероксида у присуству калијум-перманганата као катализатора ослобађа кисеоник, услед чега ужарени комадић дрвета изнад епрувете у којој се одвија ова хемијска реакција почиње да гори. Након тога наставник може да демонстрира наведени оглед. У овом случају, појава пламена ће вероватно привући пажњу ученика, али их посматрање самог демонстрационог огледа неће ментално активирати, јер за тим и нема потребе. Наставник им је унапред већ изложио шта ће се, и због чега, у огледу десити.

Да би се створили услови који захтевају менталну активацију, наставник пре извођења демонстрационог огледа ученицима само треба да нагласи да пажљиво посматрају дату демонстрацију, те да на основу онога што виде и знања која се претходно стекли формулишу хипотезе о томе шта се, и због чега, у огледу који су управо посматрали десило. Као помоћ око формулисања хипотеза ученици по завршетку огледа добијају радне листове с питањима која их наводе да управо стечена конкретна искуства повежу с знањима која већ поседују. Након излистивања различитих хипотеза до којих су ученици дошли, на нивоу разреда се развија дискусија кроз коју се финално стиже до потпуног објашњења процеса који је демонстриран (Roadruck, 1993). Питања на које ученици одговарају након посматрања огледа морају бити таква да стеченим конкретним искуствима дају смисао који ће моћи да прихвате и ученици на стадијуму конкретних операција. Због тога се међу овим питањима морају наћи и она која, из угла стручњака у области хемије, али и ученика код којих је развијено апстрактно мишљење, делују банално и непотребно. На пример, када је у питању демонстрација каталитичке разградње водоник-пероксида, може се поставити питање у ком агрегатном стању се налази супстанца од које потичу мехурићи који се ослобађају. Ученици на стадијуму формалних операција знају да појава мехурића недвосмислено указује на то да је у датој хемијској реакцији настао гас, али то не важи и за ученике на стадијуму конкретних операција, који гасове доживљавају као супстанце које нису видљиве голим оком. Због тога ће се ови ученици веома изненадити када сазнају да је реч о гасу, али ово изненађење, тј. когнитивни конфликт који се јавио, имаће вишеструке позитивне ефекте. У првом тренутку омогућиће ученицима на стадијуму конкретних операција да нову информацију барем лакше запамте, док ће их на дуже стазе мотивисати да самостално у литератури, или кроз дискусију с наставником и вршњацима расветле феномен који је изазвао когнитивни конфликт. На тај начин ће и ученици на стадијуму конкретних операција успети да разумеју одређене елементе апстрактног градива и неће остати у "потпуном мраку". Константним усмеравањем и "расветљавањем" једног по једног дела градива ученици на стадијуму конкретних операција ће током времена успети да развију апстрактно мишљење, односно овладају апстрактним хемијским појмовима (Bounce, 2001).

## **ПРИМЕНА АНАЛОГНИХ МОДЕЛА СТРУКТУРА И ПРОЦЕСА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ**

Велики проблем у настави хемије представља чињеница да се оно о чему се учи у великом броју случајева не може видети голим оком. Суочени с таквом ситуацијом неки наставници, на пример, формирање јонске везе између јона натријума и хлора у кристалној решетки натријум-хлорида, покушавају да сликовито прикажу применом аналогних модела (што такође представља један вид хемијских демонстрација), тако што ученицима покажу међусобно привлачење два магнета. Иако је само привлачење у овом случају очигледно, аналогije овог типа код ученика који су на стадијуму конкретних операција могу поред корисних имати и негативне ефекте, првенствено због тога што оно што виде ови ученици узимају „здро за готово“ (Roadruck, 1993). Тако ученици на стадијуму конкретних операција могу развити представу о томе да јони натријума и хлора имају облик попут магнета. Такође, ако су магнети исте величине, ови ученици ће сматрати да је то случај и с јонима натријума и хлора.

Пошто се употребом аналогних модела обично потенцира само одређени аспект неке структуре или процеса, док су остали аспекти занемарени или чак погрешно представљени, пожељно је да њихово коришћење у раду с ученицима који су на стадијуму конкретних операција буде врло ограничено. У случају примене аналогних модела у настави, наставник се мора потрудити да они, с што је могуће већом прецизношћу, приказују процесе и структуре о којима се учи. С друге стране, уколико је ученик способан да самостално дизајнира аналогни модел, који с релативно великом прецизношћу приказује главне карактеристике одређене структуре или процеса, то указује како на висок степен разумевања градива у оквиру кога је ученик стекао потребна знања о овој структури или процесу, тако и на развијену способност апстрактног мишљења, пошто је ученик у стању да низ апстрактних информација разуме, повеже и преточи у реалан модел (Herron, 1978).

## **СТРАТЕГИЈА ЦИКЛИЧНОГ УЧЕЊА И ПРИМЕР ЊЕНЕ ПРИМЕНЕ У НАСТАВИ ОРГАНСКЕ ХЕМИЈЕ**

Када се, по Пијажеу, појединац сусретне с непознатим стимулусом, он покушава да га протумачи на основу свог претходно стеченог знања, тј. да га асимилиује у своје већ постојеће сазнајне структуре. Уколико је то немогуће, јавља се когнитивни конфликт, који појединца подстиче да своје сазнајне структуре акомодира у складу с новом ситуацијом, тако што ће кроз анализу непознатог стимулуса активно тражити разлог његовог неразумевања и поставити нову хипотезу за његово разјашњавање и усвајање. Према томе, процес учења заснива се на циклчном смењивању процеса асимилације и акомодације (Berns, 2003; Berk, 2006). Имајући у виду ову чињеницу Карплус (Karplus, 1977) је развио тзв. стратегију циклчног учења (енгл. learning cycle) чија примена у настави омогућава веж-

бање и усавршавање примене хипотетичко-дедуктивног мишљења у различитим ситуацијама (Berk, 2006).

Учење засновано на стратегији цикличног учења одвија се у три фазе (Karplus, 1977; Libby, 1995; Berk, 2006). Прва фаза се назива фазом истраживања. У овој фази потребно је активирати предзнање које ученици већ поседују, а везано је за ново градиво које се на часу обрађује. Да би се то постигло, ученицима се кроз одабрани уводни текст, задатак или излагање наставника указује на то који ће им елементи градива, које су претходно већ обрадили, бити потребни за савладавање новог градива. Након тога им се задаје проблем који треба да реше користећи претходно стечена знања, а чије решење за њих представља ново сазнање. Дакле, од ученика се на крају фазе истраживања очекује да применом знања која већ поседују, поставе хипотезе које представљају потенцијално решење задатог проблема. Следећа фаза, фаза откривања, почиње тако што ученици наводе све хипотезе до којих су дошли. Наставник их бележи на табли тако да свима буду јасно видљиве и кроз разговор с ученицима долази до информација о томе на који начин су до њих дошли. Када су хипотезе свих ученика излистане, покреће се даља дискусија у оквиру које, кроз пажљиво вођење од стране наставника, ученици сами долазе до тачног решења задатог проблема, односно до новог знања. У трећој, последњој, фази примене, од ученика се очекује да управо стечено знање примене у решавању нових примера проблемских задатака.

Добар пример примене стратегије цикличног учења, приликом обраде појма индуктивног ефекта у оквиру курса за органску хемију у средњој школи, развио је Либи (Libby, 1995). У овом случају, због комплексности теме, секвенца коју чине фаза истраживања и фаза откривања понавља се два пута.

На почетку прве фазе истраживања ученици добијају задатак (Задатак 1) кроз који треба да утврде који фактори, и на који начин, утичу на  $pK_a$  вредности наведених карбоксилних киселина.

У овом случају задатак директно указује на то која претходно стечена знања морају бити активирана не би ли се поставила хипотеза о факторима који утичу на јачину карбоксилних киселина. Имајући у виду чињеницу да ученици често имају проблема с разумевањем протолитичке теорије, можда је најбоље да фаза истраживања започне тако што ће наставник кроз

**Задатак 1. Утврдите који фактори и на који начин утичу на  $pK_a$  вредност наведених карбоксилних киселина.**

Киселина	Конјугована база	$pK_a$
<chem>CC(=O)O</chem>	<chem>CC(=O)[O-]</chem>	4,8
<chem>CCCC(=O)O</chem>	<chem>CCCC(=O)[O-]</chem>	4,8
<chem>ClCCCC(=O)O</chem>	<chem>ClCCCC(=O)[O-]</chem>	4,7
<chem>CC(Cl)CC(=O)O</chem>	<chem>CC(Cl)CC(=O)[O-]</chem>	4,5
<chem>CCC(Cl)C(=O)O</chem>	<chem>CCC(Cl)C(=O)[O-]</chem>	4,1
<chem>O=C(O)</chem>	<chem>O=C([O-])</chem>	3,7
<chem>CCC(Cl)C(=O)O</chem>	<chem>CCC(Cl)C(=O)[O-]</chem>	2,8
<chem>ClCC(=O)O</chem>	<chem>ClCC(=O)[O-]</chem>	2,8
<chem>ClC(=O)O</chem>	<chem>ClC(=O)[O-]</chem>	0,9
<chem>F3C(=O)O</chem>	<chem>F3C(=O)[O-]</chem>	0,0

дискусију с ученицима обновити како се по овој теорији дефинишу киселине, по чему се разликују јаке и слабе киселине, да ли јаче киселине имају већу или мању  $pK_a$  вредност од слабијих киселина и зашто је то тако.

На основу података у задатку и предзнања ученици формулишу хипотезе о факторима који утичу на јачину карбоксилних киселина, које наставник, потом, у оквиру фазе откривања бележи на табли. На пример, неке од ученичких хипотеза могу гласити:

**X1:** Присуство електронегативних атома у близини карбоксилне групе смањује киселост карбоксилних киселина.

**X2:** Присуство електронегативних атома у близини карбоксилне групе повећава киселост карбоксилних киселина.

**X3:** Што је више електронегативних атома у молекулу карбоксилне киселине, она је слабија.

**X4:** Што је више електронегативних атома у молекулу карбоксилне киселине, она је јача.

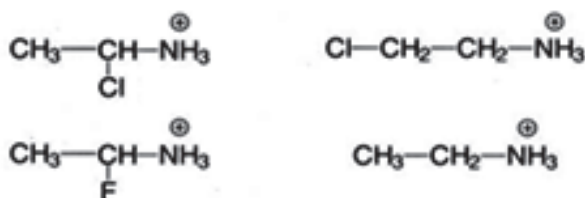
**X5:** Што је електронегативни атом удаљенији од карбоксилне групе, мањи је његов утицај на јачину карбоксилне киселине

**X6:** Присуство електронегативних атома у близини карбоксилне групе, олакшава отпуштање протона карбоксилне групе.

Након исписивања свих постављених хипотеза ученици, кроз дискусију с наставником, дефинишу који од наведених фактора заиста утичу на јачину карбоксилних киселина. Тако долазе до закључка да присуство електронегативних атома на алфа угљениковом атому смањује  $pK_a$  вредност дате карбоксилне киселине, те да што је број електронегативних атома везаних за алфа угљеников атом већи, дата карбоксилна киселина бива јача.

Тако формирано ново знање сада представља предзнање за још једну секвенцу фазе истраживања и фазе откривања. Наиме, од ученика се у оквиру следећег задатка (Задатак 2) очекује да примене закључке до којих су дошли на врло сличним примерима, али и да објасне механизам по коме присуство електронегативног атома на алфа угљениковом атому у молекулу карбоксилне киселине утиче на нижу  $pK_a$  вредност те киселине.

**Задатак 2. а) Поређајте наведена једињења према растућој киселости.**



б) На примеру једињења за које сте утврдили да је најкиселије, објасните механизам по коме очекујете да електронегативни атом утиче на његову киселост.

На основу претходно вођене дискусије може се очекивати да ће ученици релативно лако доћи до одговора на први захтев, док се за друго питање могу очекивати различите хипотезе, које наставник записује на табли. Два најчешће гласе:

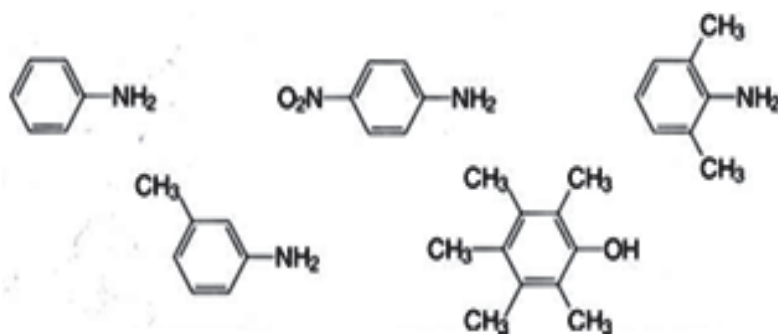
**X1:** Електронегативни атом флуора директно електростатички привлачи електронски пар из везе коју формира кисели протон.

**X2:** Атом флуора свој електрон-привлачни ефекат испољава најпре на електронски пар који учествује у формирању хемијске везе с атомом угљеника, затим на електронски пар који учествује у формирању хемијске везе између овог угљениковог атома и атома азота и коначно на електронски пар који учествује у формирању хемијске везе између овог атома азота и киселог протона.

Затим се на нивоу разреда поново развија дискусија из које произилази закључак да је друга хипотеза тачна, тј. да механизам који је у оквиру ње изложен представља суштину индуктивног ефекта. Тиме је и друга секвенца фазе истраживања и фазе откривања завршена.

Коначно, у завршној фази стратегије цикличног учења, фази примене, од ученика се очекује да знање које су стекли о индуктивном ефекту примене на новим примерима из различитих класа органских једињења (Задатак 3).

**Задатак 3. Поређајте следећа једињења према растућој базности:**



## ЗАКЉУЧАК

Иако се од ученика адолесцентног узраста очекује да су у свом когнитивном развоју достигли стадијум формалних операција и имају развијену способност апстрактног мишљења, у пракси се показало да то често није случај. Многи адолесценти су у оквиру свог когнитивног развоја и даље „заробљени“ на стадијуму конкретних операција, због чега нису у могућности да разумеју апстрактно градиво хемије, нити да на адекватан начин организују и спроведу експериментална истраживања у школској хемијској лабораторији. Ипак, кроз самостални експериментални рад, посматрање демонстрационих огледа и адекватну примену

аналогних модела хемијских структура и процеса, ови ученици имају прилику да стекну конкретна искуства повезана с градивом хемије, и да их затим, правилним вођењем од стране наставника, преточе у закључке и генерализације. Осим што тако могу да допринесу когнитивном развоју својих ученика и олакшају њихов прелаз с стадијума конкретних на стадијум формалних операција, наставници хемије су у могућности да додатно утемеље и усаврше примену апстрактног мишљења својих ученика у најразличитијим ситуацијама применом приступа као што је стратегија цикличног учења.

## Abstract

### COGNITIVE DEVELOPMENT OF STUDENTS THROUGH THE CHEMISTRY TEACHING

Katarina PUTICA, Inovation Center of Faculty of Chemistry, University of Belgrade, puticakatarina@gmail.com

Dragica TRIVIĆ, Faculty of Chemistry, University of Belgrade, dtrivic@chem.bg.ac.rs

In this paper the differences in reasoning and behaviour of students that have remained on the concrete operations stage and students that have reached the formal operations stage in their cognitive development during chemistry lessons are elaborated. We also elaborated the strategies that chemistry teachers can apply in order to help students that have remained on the concrete operations stage to reach the formal operations stage, and strategies that will enable students to apply abstract reasoning in wide variety of situations they may encounter during chemistry lessons.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Asubel, D. P., Asubel, D., (1966), Cognitive development in adolescence, *Review of Educational Research*, 36(4), 403-413.
2. Berk, E. L., (2006), *Development through the lifespan*, (4th ed.), Pearson Education.
3. Bunce, D. M., (2001), Does Piaget still have anything to say to chemists, *J. Chem. Educ.*, 78(8), 1107-1112.
4. Byrnes, P. J., (2003), Cognitive development during adolescence. In G. R. Adams & M. D. Berzonsky (Eds.), *Blackwell Handbook of Adolescence*, Malden, MA: Blackwell, 227-246.
5. Dale, L. G., (1970) The growth of systematic thinking: Replication and analysis of Piaget's first chemical experiment, *Australian Journal of Psychology*, 22, 277-286.
6. Herron, J. D., (1978), Piaget in the classroom: Guidelines for application, *J. Chem. Educ.*, 55(3), 165-171.
7. Herron, J. D., (1977), Using chemistry problems to provoke self-regulation, *J. Chem. Educ.*, 54(1), 41-44.
8. Herron, J. D., (1975), Piaget for chemists: Explaining what good students cannot understand, *J. Chem. Educ.*, 52(3), 146-151.
9. Karplus, R., (1977), Science teaching and the development of reasoning, *JRST.*, 14, 169-174.
10. Lovell, K., (1961), A follow-up study of Inhelder and Piaget's The growth of logical thinking, *British Journal of Psychology*, 52, 143-154.
11. Libby, D. (1995), Piaget and organic chemistry: Teaching introductory organic chemistry through learning cycles, *J. Chem. Educ.*, 72(7), 626-672.
12. Roadruck, M. D., (1993), Chemical demonstrations: learning theories suggest caution, *J. Chem. Educ.*, 70(12), 1025-1029.
13. Towler, J. O. & Wheatly, G., (1971), Conservation concepts in college students, *Journal of Generic Psychology*, 118, 265-270.



## ВЕСТИ ИЗ СХД

### ИЗВЕШТАЈ О УЧЕШЋУ СРБИЈЕ НА 46. МЕЂУНАРОДНОЈ ХЕМИЈСКОЈ ОЛИМПИЈАДИ

У Ханоју (Вијетнам) је од 20. до 29. јула 2014. одржана 46. Међународна хемијска олимпијада, на којој је учествовао 291 такмичар из 75 земаља. То је било треће учешће Србије на овом, најугледнијем такмичењу ученика средњих школа. Такмичење се састоји од теоријског дела, који носи 60 поена, и експерименталног дела, који носи 40 поена. Сви наши ученици су освојили медаље – сребрну медаљу Алекса Милосављевић, ученик III разреда Средње школе „Свилајнац“, а бронзане медаље Марко Нешић, ученик IV разреда Средње школе из Крупња, Давид Копривица, ученик IV разреда Ваљевске гимназије и Милош Селаковић, ученик III разреда Ужичке гимназије. Марко Нешић и Давид

Копривица су били освајачи медаља и прошле године на 45. Међународној хемијској олимпијади у Москви. Двонедељне припреме за олимпијаду су, у организацији Српског хемијског друштва, одржане на Хемијском факултету Универзитета у Београду под руководством др Душана Сладића, професора тог факултета и др Ника Радловића, ванредног професора Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу, који су били и ментори екипе на олимпијади. Учешће екипе је финансирано од стране Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Српског хемијског друштва.

Душан Сладић



# САДРЖАЈ ЧАСОПИСА ЗА 2014. ГОДИНУ (ГОДИШТЕ 55.)

## ПРИЧА СА КОРИЦА

Весна МИЛАНОВИЋ

ПАНТА С.ТУТУНЦИЋ (1900-1964)

50 ГОДИНА ОД СМРТИ ПАНТЕ С. ТУТУНЦИЋА, УТЕМЕЉИВАЧА  
ЕЛЕКТРОХЕМИЈЕ У СРБИЈИ

2

## ЧЛАНЦИ

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Иван ГУТМАН, Горица ЂЕЛИЋ

*Šimon A. ĐARMATI, Danica A. ĐARMATI, Ivan GUTMAN, Gorica ĐELIĆ*

ОТРОВНИ МЕД

*TOXIC HONEY*

3

Марија ДИМИТРИЈЕВИЋ, Јелена ЦВЕТКОВИЋ, Весна Станков

ЈОВАНОВИЋ, Виолета МИТИЋ

*Marija ĐIMI TRIJEVIĆ, Jelena CVETKOVIC, Vesna STANKOV*

*JOVANOVIĆ, Violeta MITIĆ*

IN VITRO МЕТОДЕ ОДРЕЂИВАЊА АНТИОКСИДАТИВНИХ  
ОСОБИНА У УЗОРЦИМА ХРАНЕ

*IN VITRO METHODS FOR DETERMINATION OF  
ANTIOXIDANT PROPERTIES IN FOOD SAMPLES*

7

Ерне Е. КИШ

*Ernő E. KISS*

ПРВА ДОКТОРКА ХЕМИЈЕ - ТРИ ПРИЈАТЕЉИЦЕ

*THE FIRST LADY DOCTOR OF CHEMISTRY - THREE*

*GIRLFRIENDS*

13

Живадин Д. БУГАРЧИЋ, Ана РИЛАК

*Ana RILAK, Živadin D. BUGARČIĆ*

ИНТЕРАКЦИЈЕ КОМПЛЕКСА МЕТАЛА ПЛАТИНСКЕ ГРУПЕ СА  
БИОМОЛЕКУЛИМА. ПРИМЕНА И ЗНАЧАЈ У МЕДИЦИНИ.

*INTERACTION OF PLATINUM GROUP METAL COMPLEXES WITH  
BIOMOLECULES. APPLICATION AND IMPORTANCE IN*

*MEDICINE.*

30

Миљан БИГОВИЋ

*Miljan BIGOVIĆ*

АЛКЕНИ У ОРГАНОМЕТАЛНОЈ ХЕМИЈИ: МАЛИ МОЛЕКУЛИ НА  
ВЕЛИКИМ ЗАДАЦИМА

*ALKENES IN ORGANOMETALLIC CHEMISTRY: SMALL MOLECULES ON  
IMPORTANT*

*IMPORTANT*

37

Наталија ПОЛОВИЋ и Бранкица РАШКОВИЋ

*Natalija POLOVIĆ and Brankica RAŠKOVIĆ*

КОЛАГЕН – СТРУКТУРА, ФУНКЦИЈА, ИЗОЛОВАЊЕ И ПРИМЕНА

*COLLAGEN – STRUCTURE, FUNCTION, ISOLATION AND APPLICATIONS*

58

Даница МИЛОЈКОВИЋ, Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ

*Danica MILOJKOVIĆ, Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ*

БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ КАЛЦИЈУМА

*BIOLOGICAL IMPORTANCE OF CALCIUM*

67

Шимон А. ЂАРМАТИ

*Šimon A. ĐARMATI*

ЧЕТРДЕСЕТ ПЕТ ГОДИНА ЕКОТОКСИКОЛОГИЈЕ

*FORTY-FIVE YEARS OF ECOTOXICOLOGY*

68

Милан Р. НИКОЛИЋ

*Milan R. NIKOLIĆ*

МОЛЕКУЛИ ЉУБАВИ

*MOLECULES OF LOVE*

86

Светозар Р. НИКЕТИЋ

*Svetozar R. NIKETIĆ*

МОЛЕКУЛСКО МОДЕЛИРАЊЕ

*MOLECULAR MODELING*

91

Милица ПОПОВИЋ

*Milica POPOVIĆ*

ПРОТЕИНИ БИЉАКА У ОДБРАНИ ОД ПАТОГЕНА

*PATHOGENESIS RELATED PROTEINS*

103

Воин ПЕТРОВИЋ

*Voин PETROVIĆ*

ТРОВАЊА ГЉИВАМА

*MUSHROOM POISONING*

114

Јелена ПОПОВИЋ-ЂОРЂЕВИЋ, Весна ВИТНИК

*Jelena POPOVIĆ-DJORDJEVIĆ, Vesna VITNIK*

ЦИКЛИЧНИ ИМИДИ:

општи поступци за затварање имидног прстена примењени у синтезата  
биолошки активних једињења 5

*CYCLIC IMIDES: General methods for imid ring closing applied in synthesis  
of biologically active compounds*

117

Теодора ДИМИТРИЈЕВИЋ, Марија ЛАЗИЋ

*Teodora ĐIMI TRIJEVIĆ, Marija LAZIĆ*

ДЕПСИДИ

*DEPSIDES*

126

Живота СЕЛАКОВИЋ

*Života SELAKOVIĆ*

ЕБОЛА ВИРУС

*EBOLA VIRUS*

131

Илија БРЧЕСКИ

*Ilja BRČESKI*

ОПАСАН ОТПАД У СРБИЈИ - ПРАКТИЧНА ИСКУСТВА

*DANGEROUS WASTE IN SERBIA – PRACTICAL  
EXPERIENCES*

142

Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ

*Dragan S. VESELINOVIC*

ЗАГАЂИВАЊЕ ЈЕЗИКА КАО ДЕЛА ЖИВОТЕ СРЕДИНЕ

*POLLUTION OF LANGUAGE AS INTEGRAL PART  
OF ENVIRONMENT*

145

Мима РОМАНОВИЋ и Невена ТРШИЋ

*Mima ROMANOVIĆ, Nevena TRŠIĆ*

КАКАО

*CACAO*

146

Милица ПОПОВИЋ

*Milica POPOVIĆ*

ПРОТЕИНИ БИЉАКА У ОДБРАНИ ОД ПАТОГЕНА 2

*PATHOGENESIS RELATED PLANT PROTEINS 2*

149

Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ, Милена КРСТИЋ

*Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ, Milena KRSTIĆ*

БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ МАНГАНА

*BIOLOGICAL IMPORTANCE OF MANGANESE*

154

Шимон А. ЂАРМАТИ, Даница В. ЂАРМАТИ, Горица ЂЕЛИЋ, Иван

ГУТМАН, Давор ЈОВАНОВИЋ

*Šimon A. ĐARMATI, Danica A. ĐARMATI, Gorica ĐELIĆ, Ivan*

*GUTMAN, Davor JOVANOVIĆ*

ИМЕЛА - МАГИЧНА, ОТРОВНА, ЛЕКОВИТА

*MISTLETOE - MAGIC, POISONOUS, SALUTARY*

158

## ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Александар ЂОРЂЕВИЋ

*Aleksandar ĐORĐEVIĆ*

ХЕМИЈСКА ПИСМЕНОСТ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ И СРЕДЊИХ  
ШКОЛА

*CHEMICAL LITERACY OF PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS  
STUDENTS*

17

Јасна АДАМОВ, Слободан ГАЏУРИЋ, Ивана ИВАНЧЕВ ТУМБАС,

Татјана ЂАКОВИЋ СЕКУЛИЋ, Божо ДАЛМАЦИЈА, Иван ГРЖЕТИЋ,

Милан АНТОНИЈЕВИЋ

*J. ADAMOV, S. GADŽURIĆ, I. IVANČEV TUMBAS, T. ĐAKOVIĆ SEKULIĆ,*

*B. DALMACIJA, I. GRŽETIĆ, M. ANTONIJEVIĆ*

ПРЕПОРУКЕ ЗА ДЕФИНИСАЊЕ ЦИЉЕВА СТУДИЈСКИХ ПРОГРАМА  
И ИСХОДА УЧЕЊА У ХЕМИЈИ

*RECOMMENDATIONS FOR DEFINITION OF STUDY GOALS AND  
LEARNING OUTCOMES IN CHEMISTRY*

47

Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Милена ТОШИЋ и Игор МАТИЈАШЕВИЋ

УЧЕЊЕ О АДИТИВИМА У ХРАНИ ПУТЕМ ОГЛЕДА

72

Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Јелена ЂУРЂЕВИЋ, Милена ТОШИЋ,

Игор МАТИЈАШЕВИЋ и Иван ГУТМАН

ХЛЕБ У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ

106

ИЗВЕШТАЈ СА 50. РЕПУБЛИЧКОГ ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

138

50. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ

ШКОЛА

139

Катарина ПУТИЦА, Драгица ТРИВИЋ

*Katarina PUTICA, Dragica TRIVIĆ*

КОГНИТИВНИ РАЗВОЈ УЧЕНИКА КРОЗ НАСТАВУ ХЕМИЈЕ

*COGNITIVE DEVELOPMENT OF STUDENTS THROUGH THE  
CHEMISTRY TEACHING*

162

## БЕЛЕШКЕ

Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Игор МАТИЈАШЕВИЋ, Даница

СТОЈИЉКОВИЋ, Зорана ЂОРЂЕВИЋ, Милена ТОШИЋ

НАСЛЕЂЕ СРПСКЕ ХЕМИЈЕ У ГАЛЕРИЈИ НАУКЕ И

ТЕХНИКЕ САНУ

20

## ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАЊЕ СКУПШТИНЕ СРПског ХЕМИЈског

ДРУШТВА

26

АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ

28

In Memoriam

Академик ПАУЛА ПУТАНОВ (1925-2014)

55

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПског ХЕМИЈског ДРУШТВА

У 2013. ГОДИНИ

77

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СА 51. САВЕТОВАЊА СРПског ХЕМИЈског

ДРУШТВА

111

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СА 2. КОНФЕРЕНЦИЈЕ МЛАДИХ

ХЕМИЧАРА

112

ИЗВЕШТАЈ О УЧЕШЋУ СРБИЈЕ НА 46. МЕЂУНАРОДНОЈ ХЕМИЈској

ОЛИМПИЈАДИ

168