



# '14

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 55 бр.  
3 јун

YU ISSN 04406826  
UDC 54.011.93

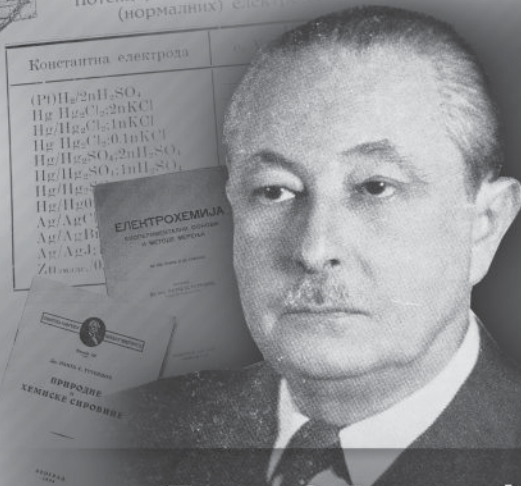
## 50 година

од смрти Панте С. Тутунџића,  
утемељивача електрохемије у Србији

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



Потенцијал електрод  
(нормалних) система



Панта С. Тутунџић  
1900–1964

српско хемијско друштво

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 55

број 3  
јун

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

Volume 55  
NUMBER 3  
(June)

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](http://RatkovicDesign.com)  
[www.ratkovicdesign.net](http://www.ratkovicdesign.net)  
[office@ratkovicdesign.net](mailto:office@ratkovicdesign.net)

## САДРЖАЈ

### ЧЛАНЦИ

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

### ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ

Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Милена ТОШИЋ и Игор  
МАТИЈАШЕВИЋ  
Учење о адитивима у храни путем огледа ..... 72

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА  
У 2013. ГОДИНИ ..... 77



## УВОДНИК

Ванћелијски матрикс представља део ткива који је испуњен сложенем мрежом биомакромолекула. Овај матрикс има веома важну улогу у одржању структуре, организације и функције ткива и органа. Кључни структурни протеин ванћелијског матрикса сисара је колаген (од грчке речи *колла* што значи лепак). Он је најзаступљенији компонента у ткивима тегива, лигамената, хрскавице, коже, костију, зуба и крвних судова. У телу човека колаген чини једну трећину свих присутних протеина. Појединачни молекули колагена (тропоколаген), организују се на комплексан хијерархијски начин, дајући најпре микрофибриле, потом веће фибриле и на крају макроскопска влакна колагена изузетне стабилности и чврстине. Из чврсте и ригидне структуре колагена проистиче и његова функција да обезбеђује ткивима чврстину и механичку отпорност. Колаген је кључни структурни протеин ванћелијског матрикса сисара. У телу човека колаген чини једну трећину од свих присутних протеина. Структуре сличне колагену нађене су и у деловима молекула двадесетак других протеина. Колаген и желатин због својих структурних карактеристика и особина налазе широку примену у медицини, фармацији, козметици и прехранбеној индустрији. О свему овоме много више и детаљније можете прочитати у чланку *"Колаген – структура, функција, изоловање и примена"* **Наталија Половић** и **Бранкица Рашковић** са Катедре за биохемију, Хемијски факултет, Универзитет у Београду.

\* \* \*

Калцијум је биометал који има значајну улогу у физиологији и биохемији свих живих организама. Највеће количине овог елемента се налазе у чврстим ткивима. Код људи 99% калцијума је депоновано у костима, док се преосталих 1% налази у ванћелијској и унутарћелијској течности. У организму постоји динамичка равнотежа између депонованог и растворног облика овог елемента уз интензиван промет калцијумових јона, који може да буде уравнотежен, позитиван или негативан. Метаболизам калцијума регулишу паратиroidни хормон, калцитриол и калцитонин. Поремећаји у метаболизму калцијума доводе до поремећаја у минерализацији коштаног ткива, костију и зуба, поремећаја у коагулацији крви, појачане раздражљивости и различитих облика хиперкалцемије и хипокалцемије. Разноврсном и редовном исхраном се могу обезбедити потребне количине калцијума, а најбољи природни извори калцијума су млеко и млечни производи, као и зелено поврће и орашаста плодова. О овоме за Хемијски преглед су рад под насловом *"Биолошки значај калцијума"* написали **Даница Милојковић**, **Ненад Крстић** и **Ружица Николић**, са Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу.

\* \* \*

**Шимон А. Ђармати** (Висока школа струковних студија Београдска политехника) у чланку *"Четиридесет година екотоксикологије"* пише о светској прекретници која се догодила пре скоро пола века. Познато је да су пестициди и друге пољопривредне хемикалије унеле праву револуцију повећавајући приносе у пољопривреди и шумарству. Потенцијални штетни ефекти примене оваквих хемикалија по животну средину су сматрани безначајним у поређењу са користима коју је таква пракса доносила. Све је почело да се мења када је Рејчел Карсон објавила књигу „Тихо пролеће. У својој књизи она је описала случајеве масовног утинућа риба и птица које је проузроковала управо примена инсектицида. Ова књига је имала озбиљне ефекте. С једне стране, упознала је јавно мњење са могућим негативним последицама неконтролисане примене хемикалија и тиме допринела да се људи освесте и забрину за стање животне средине. С друге стране, књига је покренула формирање нове научне дисциплине - *екотоксикологије*.

\* \* \*

**Јасминка Н. Королија**, **Милена Тошић** и **Игор Матијашевић** (Хемијски факултет Универзитета у Београду) у рубрици *Хемија из/за школе* написали су у интересантан чланак *"Учење о адитивима у храни путем огледа"* намењен колегама који желе да на часовима уведу НТД (енг. STS, од Science–Technology–Society) приступ учењу хемије - тј. коришћење ситуација из свакодневног живота у настави природних наука, познато под називом Наука–технологија–друштво. Овај приступ се у свету почео развијати у другој половини 20. века, а процват је доживео осамдесетих година. Рад се односи на стицање знања о храни у чему важну улогу може, и требало би, да има настава хемије. У првом делу рада приказан је један начин обраде појма *адитиви у храни* на основу повезивања знања из више наставних предмета. У другом делу рада дат је пример проблемског учења уз коришћење огледа са адитивима у храни.

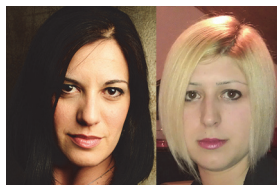
\* \* \*

Увек је добро осврнути се и погледати шта смо претходно урадили. Још је боље када то некако и забележимо, и када планирамо активности, а и када сводимо рачуне о урађеном. Зато, поред добрих чланака из разних области хемије које доноси овај број *XII*, у рубрици *Вести из СХД* наћи ћете обиман Извештај о раду Српског хемијског друштва у 2013. години. Овај Извештај поднела је **Александра Перић-Грујић**, секретар СХД, на Годишњој скупштини 27. марта 2014. године. Овај извештај нас подсећа шта смо сви заједно урадили током прошле године, а видећете да тога није било мало.

**Ратко М. Јанков**



## ЧЛАНЦИ



Наталија ПОЛОВИЋ и Бранкица РАШКОВИЋ, Катедра за биохемију, Хемијски факултет, Универзитет у Београду (e-mail: polovicn@chem.bg.ac.rs; braskovic@chem.bg.ac.rs)

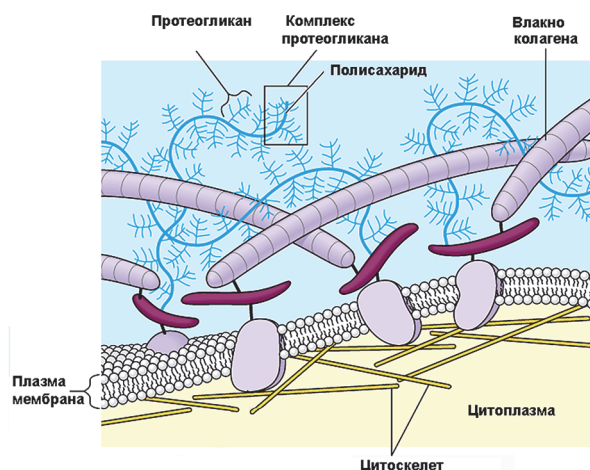
### КОЛАГЕН – СТРУКТУРА, ФУНКЦИЈА, ИЗОЛОВАЊЕ И ПРИМЕНА

Ванћелијски матрикс представља део ткива који је испуњен сложенем мрежом биомакромолекула. Овај матрикс има веома важну улогу у одржању структуре, организације и функције ткива и органа. Колаген је кључни структурни протеин ванћелијског матрикса сисара. Најзаступљенија је компонента ванћелијског матрикса тетива, лигамената, хрскавице, коже, костију, зуба и крвних судова. У телу човека колаген чини једну трећину свих присутних протеина. Највећи део колагена у везивном ткиву синтетичу фибробласти. Код сисара се јавља 46 различитих полипептидних ланца колагена који се називају  $\alpha$ -ланци а који образују 28 типова колагена (тип I - XXVIII). За  $\alpha$ -ланце је карактеристична понављајућа аминокиселинска секвенца Gly-X-Y (где је X често остатак пролина, а Y често остатак хидроксипролина). Молекули колагена се састоје из три паралелна полипептидна ланца од којих се сваки налази у конформацији левог хеликса сличног конформацији полипролинског II хеликса, а који се међусобно увијају један око другог као конопац формирајући троструки десни хеликс. Појединачни молекули колагена (тропоколаген), организују се на комплексан хијерархијски начин, дајући најпре микрофибриле, потом веће фибриле и на крају макроскопска влакна колагена изузетне стабилности и чврстине. Из чврсте и ригидне структуре колагена проистиче и његова функција да обезбеђује ткивима чврстину и механичку отпорност. Колаген и желатин (делимично хидролизован и термално денатурирани производ колагена) због својих структурних карактеристика и особина (биокомпатибилни су и биоразградиви, показују ниску имуногеност, нису токсични, структура и особине им се могу модификовати према специфичним захтевима) налазе широку примену у медицини, фармацији и прехранбеној индустрији.

#### ВАНЋЕЛИЈСКИ МАТРИКС

Ванћелијски простор представља део ткива изван ћелије. Испуњен је сложенем мрежом биомакромолекула а има важну улогу у одржавању структуре, организације и функције ткива и органа. Ова структура је

у везивном ткиву позната као ванћелијски матрикс (Слика 1).



Слика 1. Шематски приказ ванћелијског матрикса и његових основних компоненти.

Постоји више типова ванћелијског матрикса који се међусобно разликују према заступљености и организацији биомакромолекула из којих се састоје. Структура ванћелијског матрикса одговара функционалним захтевима датог везивног ткива. Тако је матрикс који се налази у костима и зубима калцификован (уз помоћ хидроксиапатита), матрикс рожњаче је прозиран, док матрикс који се налази у тетивама има структуру конопаца што му даје чврстину и отпорност на истезање. Ванћелијски матрикс који се налази на додирној површини између епителног и везивног ткива формира базалну ламину која има важне улоге у регулацији понашања ћелије [1,2].

Две главне класе биомакромолекула изграђују ванћелијски матрикс (Слика 1): (1) полисахаридни ланци гликозаминогукана који су обично ковалентно повезани са протеинима дајући протеогликани и (2) фибрилни (влакнасти) протеини, као што су колаген, еластин, фибронектин и ламинин [3, 4].

Колаген (од грчке речи *kollos* што значи лепак) је кључни структурни протеин ванћелијског матрикса сисара. Налази се у кожи, тетивама, лигаментима, хрс-

скавици, костима, зубима, базалној мембрани и крвним судовима [5]. У телу човека колаген чини једну трећину од свих присутних протеина. Структуре сличне колагену нађене су и у деловима молекула двадесетак других протеина [6, 7].

## СТРУКТУРА КОЛАГЕНА

Код сисара се јавља 46 различитих полипептидних ланаца колагена, који се називају  $\alpha$ -ланци, а који

образују 28 типова колагена (Табела). Молекул колагена се састоји из три полипептидна ланца. Неки типови колагена се састоје из истих, а неки из међусобно различитих ланаца ( $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$  и  $\alpha 3$ ). Код човека је најзаступљенији колаген типа I. Међутим, старењем или услед повреда долази до промена у заступљености и међусобним односима између различитих типова колагена [6, 7].

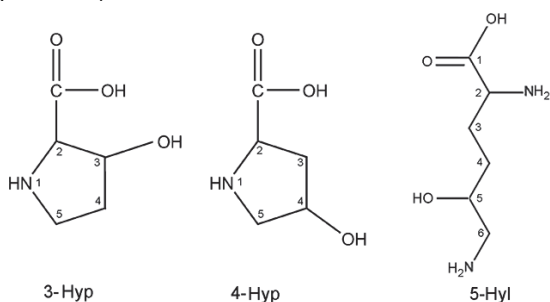
Табела: Типови колагена (модификовано из [6, 7]).

Типови колагена			
Тип молекула	Ћелије које га синтетишу	Функција	Локација у организму
I тип: формира влакна, најзаступљенији је код сисара	Фибробласти, остеобласти, одонтобласти, цементобласти	Отпорност на механички притисак	Кожа, хрскавица, лигаменти, капсуле органа, тетиве, кости, зуби, лимфни систем, слезина, јетра, кардиоваскуларни систем, плућа
II тип: формира влакна	Хондробласти	Отпорност на притисак	Хрскавица
III тип: формира влакна, интензивно је гликозилован	Фибробласти, ретикуларне ћелије, ћелије глатких мишића, хепатоцити	Формира структурну мрежу слезине, јетре, лимфних чворова, глатких мишића, масног ткива	Лимфни систем, слезина, јетра, кардиоваскуларни систем, плућа, кожа
IV тип: формира мрежу	Ћелије епитела, мишићне ћелије	Формира мрежу базалне ламине која даје потпору и омогућава филтрацију	Базална ламина
V тип: формира влакна	Фибробласти, мезенхималне ћелије	Везује се за колаген типа I	Кожа, лигаменти, капсуле органа, тетиве, кости, плацента
VI тип: формира микровлакна	-	Формира мостове између ћелија и матрикса (има способност везивања ћелија, протеогликана и колагена типа I)	Лигаменти, кожа, хрскавица
VII тип: формира мрежу, формира димере који граде влакна за усидравање	Епидермалне ћелије	Граде влакна за усидравање	Веза између епидермиса и дермиса
VIII тип: формира мрежу	-	Потпора ткива и отпорност на притисак	Базална ламина ендотелијалних ћелија и глатко мишићно ткиво
IX тип: везује се за влакна, нарочито за површину колагена типа II	Ћелије епитела	Везује се за влакна колагена типа II	Хрскавица
X тип: формира мрежу	-	Везивање калцијума	Зона раста хрскавице
XI колаген: улази у састав влакана	-	Формира језгро влакана од колагена типа II, обезбеђује истегљивост	Хрскавица
XII тип: везује за влакна, нарочито за површину колагена типа I	Фибробласти	Везује се за влакна колагена типа I	Тетиве и лигаменти
XIII Трансмембрански протеин	-	Изградња ћелијског матрикса и формирање везе између ћелија	Површина ћелија и уметнути дискови
XIV FACIT	-	Утиче на интеракцију међу влакнима	-
XV тип: учествује у формирању фактора који инхибирају формирање нових крвних судова	Ћелије ендотела	Протеолитичко ослобађање фактора који инхибирају формирање крвних судова	Ендотелијална базална мембрана
XVI тип: улази у састав хрскавице и плаценте	-	Непознато	Ендотелијални и перинеурални мишићи, хрскавица и плацента
XVII протеин сличан колагену, трансмембрански протеин	Ћелије епитела	Учествује у интеракцији матрикса и ћелија	Хемидесмосоми
XVIII протеин сличан колагену: исецање његовог C-краја доводи до формирања инхибитора развоја нових крвних судова	-	Протеолитичко ослобађање фактора који инхибирају формирање крвних судова	Ендотелијална базална мембрана
XIX FACIT	-	Непознато	Ендотелијални и перинеурални мишићи, хрскавица и плацента
XX FACIT	-	-	Рожњача

XXI FACIT	-	-	Желудац, бубрег
XXII FACIT	-	-	Везе међу ткивима
XXIII тип: везује се за мембрану, са прекидима у региону троструког хеликса	-	-	Срце
XXIV тип: фибриларни	-	-	Кости, рожњача
XXV тип: везује се за мембрану са прекидима у региону троструког хеликса	-	-	Мозак, срце, тестиси
XXVI FACIT	-	-	Тестиси, оваријуми
XXVII тип: фибриларни	-	-	Хрскавица
XXVIII тип: формира микро-влакна	-	-	Дермис

<sup>a</sup> FACIT: (енгл. : **F**ibril **A**ssociated **C**ollagens with **I**nterrupted **T**riple helices) колагени са прекидима у структури троструког хеликса који су придружени влакнима. Имају улогу молекулских мостова који су важни за организацију и стабилност ванћелијског матрикса.

Појединачни молекул колагена (тропоколаген) има (на пример у колагену типа I) молекулску масу од око 300 kDa, штапићастог је облика, дужине око 300 nm и ширине око 1,5 nm. У аминокиселинском саставу колагена доминирају глицин и пролин. Поред тога у колагену се налазе 4-хидроксипролин (4-Нур) и, у мањим количинама, 3-хидроксипролин (3-Нур) и 5-хидроксилизин (5-Нул) (Слика 2). Хидроксилација ових аминокиселинских остатака у молекулу колагена настаје након његове биосинтезе (пост-транслациона модификација). За полипептидне ланце колагена карактеристична је понављајућа аминокиселинска секвенца Gly-X-Y. У положају X се често налази остатак пролина док се у положају Y често налази остатак хидроксипролина. Стога је Gly-Pro-Нур најчесталији триплет у аминокиселинској секвенци колагена [7, 8, 9]. Разлике у ланцима колагена ( $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$  и  $\alpha 3$ ) потичу од разлика у аминокиселинским остацима који се налазе у положајима X и Y [5].

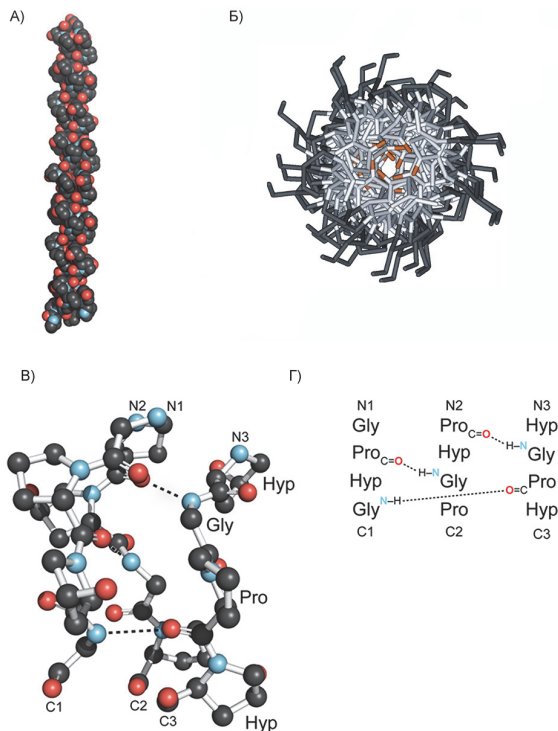


**Слика 2.** Пост-транслационе модификације колагена: 3-хидроксипролин (3-Нур), 4-хидроксипролин (4-Нур) и 5-хидроксилизин (5-Нул).

Молекул колагена поседује јединствену тродимензионалну структуру троструког хеликса која проистиче из његове аминокиселинске секвенце. Важно је напоменути да сви типови колагена (Табела) у одређеним сегментима немају понављајућу секвенцу Gly-X-Y и стога образују поред фибрилних, колагенозних, и не-колагенозне домене [5, 6]. Прву, у основи коректну, структуру молекула колагена описали су

пре 60 година индијски научници Рамачандран (Ramachandran) и Карта (Kartha) на основу резултата рендгенске структурне анализе влакана колагена [5]. Детаљнији структурни параметри су добијени у каснијим истраживањима на основу рендгенске структурне анализе кристала мимика колагена (синтетичких олигопептида аминокиселинске секвенце сличне секвенци колагена) [5].

Услед високог садржаја пролина и хидроксипролина полипептидни ланци молекула колагена не могу да се увију у  $\alpha$ -хеликс или  $\beta$ -набрану плочицу. Сваки од три паралелна ланца молекула колагена се увија у леви хеликс (сличан полипролинском II хеликсу) са око 3 аминокиселинска остатка по завоју у којем су C=O и N-H групе из полипептидне кичме нормалне на осу хеликса (уочити разлику у односу на  $\alpha$ -хеликс, који је десни хеликс у којем су C=O и N-H групе из полипептидне кичме скоро паралелне са осом хеликса). Ова три ланца се потом благо увијају један око другог као конопац дајући десни, густо паковани, троструки хеликс (Слика 3А, 3Б). У овом троструком хеликсу остаци пролина и хидроксипролина су усмерени ка спољашњој, а остаци глицина ка унутрашњој страни хеликса, што омогућује, због мале волуминозности бочног низа глицина (атом водоника), међусобно приближавање низова. Полипептидни низови у троструком хеликсу молекула колагена су међусобно чврсто повезани интер-молекулским водоничним везама између N-H групе из остатака глицина и C=O групе из аминокиселинских остатака у положају X (Pro) (Слика 3Ц и 3Д) [8]. Троструки хеликс молекула колагена је додатно стабилизован интер-ланчаним водоничним везама између хидроксилних група остатака хидроксипролина (али и серина и треонина) које се формирају уз учешће молекула воде. Ово објашњава корелацију нађену између садржаја хидроксипролина и стабилности различитих типова колагена. Волуминозни и релативно ригидни остаци пролина и хидроксипролина дају чврстоћу целој структури [6, 8].



**Слика 3.** А) Модел троструког хеликса молекула колагена; Б) хеликоидна симетрија троструког хеликса – поглед одозго; Ц) приказ интер-ланчаних водоничних веза у једном завоју троструког хеликса; Д) појединачни приказ интер-ланчаних водоничних веза у троструком хеликсу молекула колагена.

Појединачни молекули колагена (тропоколаген) се спонтано асоцијују (удружују) на комплексан хијерархијски начин, најпре у микрофибриле, потом у веће фибриле и на крају у макроскопска влакна колагена. Ове структуре су стабилизоване електростатичким и хидрофобним интеракцијама између бочних аминокиселинских остатака појединачних молекула колагена који формирају влакна. Поред тога, може да дође и до ковалентног повезивања појединих бочних аминокиселинских остатака из суседних молекула колагена што додатно доприноси чврстоћи влакана. Влакна колагена типа I су пречника од око 500 nm и дужине од око 1 cm [6, 10].

## ФУНКЦИЈА КОЛАГЕНА

Због своје добро спаковане и ригидне структуре колаген показује изузетну чврстину и отпорност на механички притисак (није истегљив). Ове особине га чине погодним за његову функцију главног структурног носача везивног ткива. Колаген у највећој мери доприноси одржавању структурне целовитости ткива и органа. Ванћелијски матрикс, у чијем формирању колаген има важну улогу, омогућује стварање добро дефинисаног међућелијског микро-окружења што је важно за функционисање ћелија. Осим биомеханичких, колаген је укључен и у мноштво других биолошких функција [6,8].

Услед поремећаја у структури колагена долази до разних обољења. Овде ћемо поменути само добро познату болест скорбут која настаје услед недостатка аскорбинске киселине (витамина Ц). Наиме, витамин Ц је неопходан за активност ензима пролил-хидроксилазе који катализује хидроксилацију остатака пролина (у хидроксипролин) у молекулу колагена после биосинтезе. Колаген који настаје у недостатку овог витамина је много мање стабилан од нормалног колагена и не може формирати влакна [8].

## КОЛАГЕН И ЖЕЛАТИН

Желатин је производ који настаје делимичном хидролизом и термалном денатурацијом колагена. За разлику од колагена растворан је у води. Желатин делимично задржава способност грађења уређених структура што објашњава гелирање раствора желатина при хлађењу. Наиме, желатин формира гел у концентрацијама од око 2% w/v и испод температуре раствора од око 30 °C. При овим условима долази делимично до конформационог прелаза неуређене конформације у конформацију троструког хеликса при чему настају дуги ланци желатина стабилизовани интер-ланчаним водоничним везама.

Желатин се индустријски највише добија из коже и костију говечета и свиње. После одговарајуће припреме, полазни материјал се подвргава дуготрајној киселој или (ређе) алкалној хидролизи, а потом се настали полипептидни фрагменти колагена екстрахују водом на повишеним температурама (чак до 100 °C). После хлађења одстрањује се индустријским поступцима вода из овако добијених раствора при чему се добија желатин у облику жућкастог праха. Напоменимо да желатин добијамо и у домаћинству (кувањем костију и комада меса богатих колагеном, на пример при припреми пихтија).

Желатин налази широку примену. Примењује се у прехранбеној индустрији у производњи многих слаткиша, производа од меса и протеинских напитака. У фармацеутској индустрији се примењује за производњу заштитних омотача (капсула) за лекове, за производњу таблета, гранулата, супоситорија, сирупа, представља основу за справљање пилула које се препоручују за јачање зглобова. У козметичкој индустрији се додаје шампонима и производима за негу коже, кремама за негу коже, лаковима за нокте, ружевима за уста. Желатин се примењује у фотографији за облагање стаклених плоча и филмова солима сребра. Укратко, због способности формирања гела, својства емулгатора, пенушавца, стабилизатора колоидних раствора, формирања биоразградивих филмова и микроенкапсулирања, желатин представља врло применљив биоматеријал [11].

## ИЗОЛОВАЊЕ КОЛАГЕНА

Колаген се у индустријским условима изолује из истих полазних материјала као и желатин. Поред тога, све чешће се користе и отпадни материјали преостали после обраде пилећег меса и рибе [12]. Највећи извори

колагена типа I су животињска кожа и тетиве, као што су тетива репа пацова и Ахилова тетива говечета [13]. У лабораторијским условима је описано изоловање колагена и из низа других ткива.

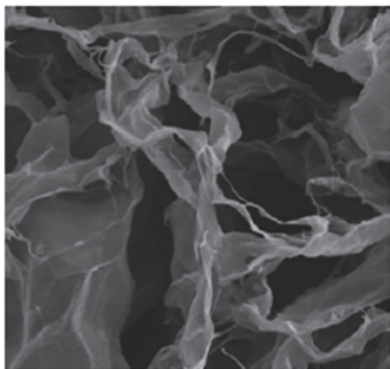
С обзиром да је код изоловања колагена циљ да се добије што интактнији производ услови који се примењују за изоловање су много блажи од оних који се примењују за изоловање желатина. Због великих разлика међу ткивима и међу типовима колагена не постоји стандардни поступак за изоловање колагена [13]. Највећи број поступака за изоловање колагена типа I заснива се на солубилизацији (растварању) колагена растворима неутралних соли, растворима слабих киселина или дејством протеолитичких ензима (који разграђују остале протеине ослобађајући колаген). Најефикаснији је поступак који обухвата дејство раствора (сирћетне) киселине и протеолитичког ензима пепсина [14].

Важно је напоменути да се у данашње време све више пажње посвећује разради поступака за добијање рекомбинантног колагена као и синтетичких (мимика) колагена [15].

## ПРИМЕНА КОЛАГЕНА

Колаген је један од највише коришћених биоматеријала. Биоразградив је, биокомпатибилан, има ниску имуногеност, није токсичан, његова својства се додатним хемијским модификацијама могу подесити према специфичним захтевима. Од колагена се праве омотачи и сунђери у које се уграђују лекови, а који се примењују у офталмологији односно аплицирају на отворене ране и опекотине у циљу њиховог бржег зарастања. Користи се за справљање таблета, а додаје се и липозому у које се стављају лекови који треба полако и дуготрајно да се ослобађају у организму. Од колагена се справљају наночестице за убацивање гена. Користи се у процесима регенерације ткива и костију у хирургији и стоматологији, за прављење вештачких крвних судова и срчаних зализака. Колаген је неопходан као матрикс за гајење ћелијских култура [14, 15, 16].

Споменућемо и тродимензионалне (3Д) колагенске материјале (Слика 4). Ови колагенски матрикси се примењују у истраживањима канцера јер су погодни



Слика 4. Микрографија вишеслојних колагенских мрежа у биоматеријалу заснованом на колагену (модификовано из [15]).

за симулирање ткива и испитивање инвазивне природе канцерских ћелија. Овакво 3Д окружење оптимално је и за испитивање антиканцерских лекова [14].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Alberts B, Johnson A, Lewis J, editors. The Extracellular Matrix of Animals. Molecular Biology of the Cell. 4<sup>th</sup> edition. New York: Garland Science; 2002.
2. Gelse K, Poschl E, Aigner T. Collagens—structure, function, and biosynthesis. Adv. Drug Delivery Rev., **55** (2003) 1531-1546.
3. Perrimon N. & Bernfield M. Cellular functions of proteoglycans—an overview. Cell Dev. Biol., **12** (2001) 65–67.
4. Michelacci YM. Collagens and proteoglycans of the corneal extracellular matrix. Braz. J. Med. Biol. Res., **36** (2003) 1037-1046.
5. Bhattacharjee A. & Bansal M. Collagen structure: The Madras Triple Helix and the Current Scenarion. IUBMB Life, **57** (2005) 161-172.
6. Shoulders MD. & Raines RT. Collagen structure and stability. Annu. Rev. Biochem., **78** (2009) 929-958.
7. Franchi M, Trire A, Quaranta M, Orsini E, Ottani V. Collagen structure of tendon relates to function. Sci. World J., **7** (2007) 404-420.
8. Voet D. & Voet J.D. (2004), Biochemistry, John Wiley & Sons, New York.
9. Weis MA, Hudson DM, Kim L, Scott M, et al. Location of 3-hydroxyproline residues in collagen types I, II, III, and V/XI implies a role in fibril supramolecular assembly. J. Biol. Chem., **285** (2010) 2580-2590.
10. Hulmes DJS. Building Collagen Molecules, Fibrils, and Suprafibrillar Structures. J. Struct. Biol., **137** (2002) 2–10.
11. Gelatin Handbook. Gelatin Manufacturers Institute of America (2012) Atlantic Gelatin / Kraft Foods Global Inc. Hill Street. Woburn, Massachusetts 01801.
12. Nalinanon S, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H. Use of pepsin for collagen extraction from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). Food Chem., **104** (2007) 593–601.
13. Mocan E, Tagadiuc O, Nacu V. Aspects of Collagen Isolation Procedure. Med. Courier, **2** (2011) 320-322.
14. Parenteau-Bareil R, Gauvin R, Berthod F. Collagen-Based Biomaterials for Tissue Engineering Applications. Materials, **3** (2010) 1863-1887.
15. Olsen D, Yang C, Bodo M, Chang R, Leigh S, et al. Recombinant collagen and gelatin for drug delivery. Adv. Drug Delivery Rev., **55** (2003) 1547– 1567.
16. Gomez-Guillen MC, Gimenez B, Lopez-Kaballero ME, Montero MP. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Food Hydrocol., **25** (2011) 1813-1827.

## Abstract

COLLAGEN – STRUCTURE, FUNCTION, ISOLATION AND APPLICATIONS

Natalija POLOVIĆ and Brankica RAŠKOVIĆ,  
Department of Biochemistry, Faculty of Chemistry,  
University of Belgrade

Extracellular matrix represents a part of a tissue which is composed of complex biomacromolecular network. Extracellular matrix plays crucial roles in structure, organisation and function of tissue and organs. Collagen is the most abundant protein in humans. It is building constituent of extracellular matrix of many types of



connective tissue such as bones, skin, ligaments, teeth and blood vessels. The fibroblast is responsible for the majority of the collagen production in connective tissue. Mammals have 46 distinct polypeptide chains comprising 28 distinct collagen types (type I-XXVIII). The amino acid sequence of collagen consists of repeating triplet of sequence Gly-X-Y (X is often prolyl and Y is often hydroxyprolyl residue). Collagen molecule consists from three parallel polypeptide chains which individually resemble polyprolyne II helices which wind around each other with gentle, right-handed, rope-like twist to form triple helical structure. Individual

collagen molecules (tropocollagen) self-assembly in a complex hierarchical manner into microfibrils, which form larger fibrils, which agglomerate into macroscopic fibers of great tensile strength. This suits collagen to its role as the major stress-bearing component of connective tissue. Both, collagen and gelatine (partially hydrolyzed and denaturated product of collagen) due to their structure and properties (they are biodegradable, biocompatible, nontoxic, easily available and highly versatile) find wide applications as biomaterials in medicine, pharmacy, cosmetic and food industry.



Даница МИЛОЈКОВИЋ, Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ, Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу, (e-mail: [dannica.milojkovic@gmail.com](mailto:dannica.milojkovic@gmail.com))

## БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ КАЛЦИЈУМА

Калцијум је диометал који има значајну улогу у физиологији и диохемији свих живих организма. Највеће количине овог елемента се налазе у чврстим ткивима. Код људи 99% калцијума је дејоновано у косицима, док се преосталих 1% налази у ванћелијској и унутарћелијској течности.

У организму постоји динамичка равнотежа између дејонованог и распуштеног облика овог елемента уз интензиван протек калцијумових јона, који може да буде уравнотежен, поштиван или нештиван.

Метаболизам калцијума регулишу паратиroidни хормон, калцитриол и калцитонин.

Поремећаји у метаболизму калцијума доводе до поремећаја у минерализацији коштаног ткива, косицију и зуба, поремећаја у коагулацији крви, појачане раздражљивости и различитих облика хиперкалцемије и хипокалцемије.

Разноврсном и редовном исхраном се могу обезбедити пошредне количине калцијума, а најбољи природни извори калцијума су млеко и млечни производи, као и зелено поврће и орашасте плодове.

### НАЛАЖЕЊЕ И ОСОБИНЕ

Калцијум је пети елемент по реду распрострањености у Земљиној кори (после кисеоника, силицијума, алуминијума и гвожђа), где га има око 3,5%. У природи калцијум се углавном среће у облику минерала карбоната ( $CaCO_3$ ), потом сулфата ( $CaSO_4$ ), фосфата ( $Ca_3(PO_4)_2$ ) и силиката. [1] У пећинама калцијумова једињења граде кристални накит – сталактите и сталагмите. Стална тврдоћа воде потиче од соли калцијума  $CaCl_2$ ,  $CaSO_4$  и соли магнезијума  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ . Калцијум-карбонат је најраспрострањеније једињење калцијума и јавља се као минерал калцит (кречњак, креда, мермер).

Људски организам садржи више калцијума него било ког другог биометала. Наиме око 1,6% масе људ-

ског организма чини калцијум, те преко 1 kg масе одраслог човека отпада на калцијум. У биљном свету калцијума има у ћелијским зидовима, а складишта овог елемента су у стабљини и лишћу. [2]

### ХЕМИЈА КАЛЦИЈУМА

Према физичко-хемијским особинама и електронској конфигурацији валентне љуске Ca:  $[Ar] 4s^2$ , калцијум гради претежно јонска једињења. Карбонати, фосфати и оксалати калцијума су слабо растворне соли. У хемији калцијума његов степен оксидације је +2. Јон  $Ca^{2+}$  има посебно изражен афинитет према кисеонику, преко кога остварује јонске интеракције. Као „тврда“ *Lewis*-ова киселина, калцијум преко *O*-донор атома неких биомолекула гради растворна комплексна једињења (цитрати, лактати и глуколати), која су присутна у биолошким течностима и ткивима.

### КАЛЦИЈУМ У ЉУДСКОМ ОРГАНИЗМУ

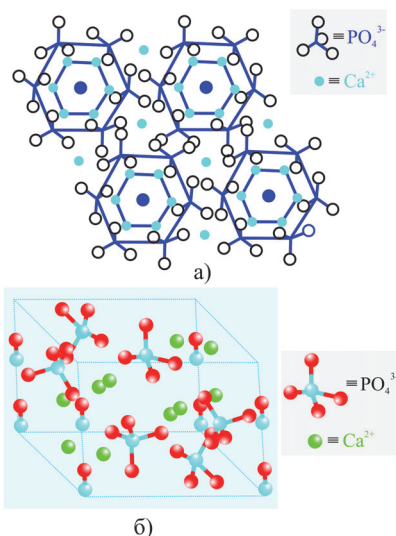
У људском организму калцијума има у свим ткивима и телесним течностима. Заступљеност калцијума у људском организму је дата у табели 1.

Табела 1. Заступљеност калцијума у људском организму

Место у организму	Процент од укупне количине калцијума у организму
Чврста минерална ткива (кости и зуби)	99%
Крвна плазма и остала мека ткива	1%

Минерална ткива се састоје од нерастворног неорганског дела и органске компоненте која им даје карактер ткива. Неорганске компоненте су ситни кристали биолошког апатита (калцијум-хидроксиапатита), аморфног калцијум-фосфата и калцијум-карбоната. Састав апатита се изражава формулом  $Ca_{10}(PO_4)_6X_2$ , али и  $Ca_5(PO_4)_3CO_3$ , у којој је  $X=OH$ , али може бити и

F јон. Апатит припада систему хексагоналних кристала у којима су јони  $Ca^{2+}$  распоређени на два начина: стубно и аксијално (Слика 1). Мада хемијске формуле дају однос компоненти, масени удео калцијума и фосфора у хидроксиапатиту није сталан, те однос  $Ca/P$  варира од 1,3 до 2,0. Овај апатит садржи и примесе других јона: цитрата, карбоната, хлорида, флуорида,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ . У биолошкој средини може доћи до измене јона  $Ca^{2+}$  са јонима других биометала сличних димензија, као и са јонима токсичних метала ( $Cd$ ,  $Pb$ ), који доспевају у организам путем хране и воде.



Слика 1. Структура хидроксиапатита

Кости садрже и мале количине других соли калцијума, а безначајне количине калцијума се налазе у солима депонованим на органском матриксу, сачињеном од протеина, гликопротеина и протеогликана.

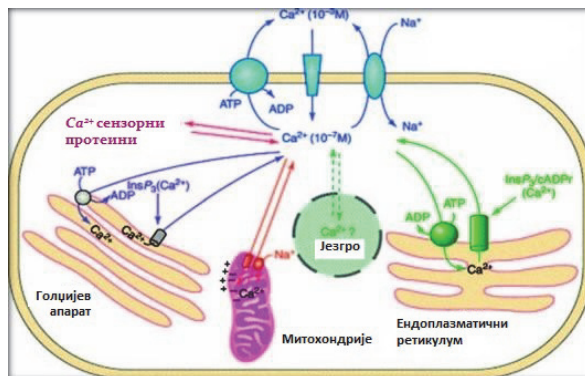
Око 1% присутног калцијума налази се у крвној плазми и другим меким ткивима (Табела 2). Недифузибилни калцијум везан је претежно за серумски албумин, а у мањој мери за гамаглобулине (укупно 45%). Дифузибилни калцијум у плазми је присутан као слободан и јонизован (47%), док је мањи удео везан са цитратима, фосфатима, лактатом и бикарбонатом (око 7%). [3]

Табела 2. Концентрација калцијума у организму

Место у организму	Концентрација калцијума ( $\mu\text{mol dm}^{-3}$ )
Екстрацелуларна течност	1200
Цитосол (унутарћелијска течност)	0,1-10
Митохондрије	1-20
Ендоплазматски ретикулум	1-20
Голџијев апарат	1-20

Ћелије имају развијене механизме за регулисање уласка и изласка  $Ca^{2+}$ , у циљу одржавања равнотежних концентрација овог важног јона. Већину  $Ca^{2+}$  ћелија узима из три унутарћелијска складишта (митохондрије, ендоплазматски ретикулум и Голџијев апарат), а не

из екстрацелуларне течности. Промет калцијума у организму је приказан на слици 2.



Слика 2. Одржавање равнотежних концентрација  $Ca^{2+}$  унутар ћелије [5]

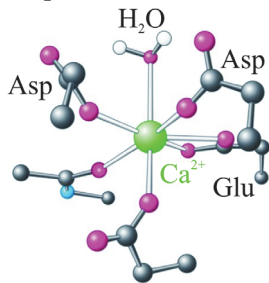
## БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ КАЛЦИЈУМА

Калцијум има велику улогу у физиологији и биохемији организма и ћелије, без обзира што је у телесним течностима присутан у малој концентрацији. Учествује у регулисању великог броја ћелијских активности, као што су:

- контракција скелетних мишића, срчаног мишића, крвних судова и свих нерава;
  - коагулација крви (уз учешће јонског  $Ca^{2+}$  из плазме);
  - синтеза и екскреција хормона ( $Ca^{2+}$  регулише важне физиолошке и биохемијске процесе као посредник деловања хормона).
- Калцијум као коензим учествује у:
- метаболичким процесима;
  - регулацији транспорта кроз ћелијске мембране (трансмембрански транспорт);
  - синтези ензима варења (дигестивни ензими).
- [4]

Метаболичка функција калцијума је једна од његових главних улога. Калцијум посредује у реакцијама ћелије на многе стимулансе, на пример хормонске. Пренос сигнала започиње везивањем хормона (први гласник, енгл. *first messenger*) за одговарајући рецептор на површини ћелије. Као одговор на везивање хормона активирају се биохемијски догађаји у којима настају секундарни гласници (енгл. *second messenger*). Као секундарни гласници најчешће послуже циклични нуклеотиди ( $cAMP$ ), метаболити фосфолипида ( $PIP_2$ ) и јон  $Ca^{2+}$ .  $Ca^{2+}$  служи као унутарћелијски секундарни гласник у различитим процесима, почев од контракције мишића, преко секреције хормона до експресије гена. Везивање хормона за одређене рецепторе, дакле, доводи до повећања унутарћелијске концентрације  $Ca^{2+}$  што се постиже на два начина: или уласком  $Ca^{2+}$  из ванћелијске течности кроз јонске канале или преко мембранских транспортера (тзв. инфлукс  $Ca^{2+}$ ), или ослобађањем  $Ca^{2+}$  из унутарћелијских депоа (органеле) у цитосол.

Ензими протеин киназе, које модулишу активност кључних метаболичких ензима могу бити активирани калцијумом - било директно, било посредством другог протеина. Протеин киназа Ц, на пример, активира се везивањем  $Ca^{2+}$ . Калмодулин (СаМ) је протеин који везује  $Ca^{2+}$ . СаМ делује као једна врста сензора за  $Ca^{2+}$  и као преносник овог јона. Многи протеини којима је за активност потребан калцијум не могу га сами везати, па везују СаМ који им доноси  $Ca^{2+}$ . СаМ веже јоне калцијума када унутарћелијска концентрација калцијума у реакцији на стимулус порасте. СаМ се налази у свакој еукариотској ћелији која има једру. СаМ је полипептид од око 150 аминокиселина који везује калцијум преко О-донор атома аминокиселина глутаминске и аспарагинске киселине (Слика 3). Један мол СаМ може да веже највише 4 јона калцијума. Када су сва везујућа места за калцијум у СаМ заузета, онда се његова конформација промени. Управо ова конформациона промена омогућава калмодулину да се веже за велики број различитих протеина и ензима, међу које спадају учесници у метаболизму цикличних нуклеотида, фосфорилацији протеина, секреторијској функцији, мишићној контракцији, састављању микротубула, метаболизму гликогена, активацији неких транспортних протеина у ћелијској мембрани и флуксу калцијума. Веома битан играч у овим каскадама је  $Ca^{2+}$ /СаМ зависна протеин киназа II. Нађено је да су снажни инхибитори деловања калмодулина фенотијазински лекови, који опуштају глатке мишиће и неколико пептида који су присутни код отровних инсеката. [5,6,7]



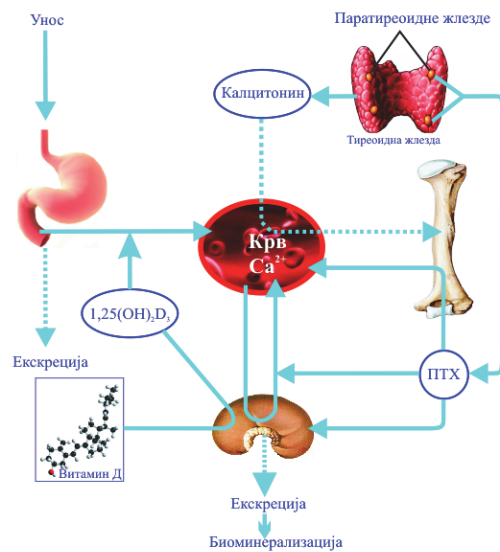
Слика 3.  $Ca^{2+}$  везујуће место калмодулина

## РЕГУЛАЦИЈА МЕТАБОЛИЗМА КАЛЦИЈУМА У ЉУДСКОМ ОРГАНИЗМУ

У регулацији метаболизма калцијума претежно имају улогу паратироидни хормон (паратхормон, ПТХ), калцитриол и калцитонин (ЦТ). [8,9] Ови хормони регулишу концентрације калцијума у организму (Слика 4). Деловање ових хормона остварује се на нивоу коштаног система, бубрега и танког црева. Они контролишу апсорпцију калцијума из хране у танком цреву, затим његово излучивање у бубрезима, као и брзину уградње у костима. Када је унос калцијума недовољан долази до његове мобилизације из костију у крв. Други хормони који утичу на ниво калцијума су естроген, глукокортикоиди, тироидни хормони, инсулин и хормон раста.

### Паратироидни хормон (паратхормон):

- Стимулише ресорпцију Са из костију. Овај хормон стимулише активност коштаног ћелија остеокласта, који разграђују кост, и ћелија



Слика 4. Флукс  $Ca^{2+}$  у организму

остеокласта које учествују у ресорпцији кости, при чему се мобилишу калцијум и фосфат, да би потом прешли у ванћелијску течност;

- Стимулише реасорпцију Са у бубрезима, те се овај јон враћа назад у циркулацију, а доводи и до повећаног излучивања фосфата;
- Индиректно стимулише апсорпцију калцијума из хране у танком цреву (интестинална апсорпција) – тако што активира синтезу калцитриола у бубрезима.
- Крајњи резултат дејства паратхормона је повећање концентрације Са у плазми.

**Калцитриол** (1,25-дихидроксиголекалциферол) је активна форма витамина  $D_3$ , који повећава концентрацију Са у плазми тако што:

- Стимулише интестиналну апсорпцију Са (и фосфата);
- Стимулише ресорпцију Са из костију, то јест мобилизацију јона калцијума из коштане масе.
- У случају дефицита витамина  $D_3$ , долази до отежане минерализације коштаног ткива због смањене концентрације калцијума и фосфата у серуму.

### Калцитонин:

- Смањује ресорпцију Са из костију тако што инхибира активност остеокласта;
- Смањује реасорпцију Са у бубрезима.
- Крајњи резултат дејства калцитонина је смањење концентрације Са у плазми

У организму човека се одиграва врло интензиван промет калцијума. Биланс **калцијума** је однос унетог калцијума (интестинална апсорпција из хране) и излученог калцијума (излучивање путем бубрега) и он може бити позитиван, уравнотежен и негативан. [10]

У случају **позитивног биланса** калцијума одређена количина се свакодневно депонује у костима. Код деце у расту ова вредност свакодневно износи 0,1 g. Одрасле особе имају **уравнотежен биланс**, док особе старије од 50 година имају **негативан биланс**, јер више калцијума излучују него што се депонује. Због наведеног настаје

поступни губитак коштаног ткива, познат под називом остеопороза.

Остеопороза је метаболичка болест костију која се карактерише редукцијом масе кости по јединици запремине кости, што доводи до мање механичке отпорности и веће могућности настајања прелома. У остеопорози је поремећена равнотежа између процеса разградње и формирања кости, тако да је формирање кости смањено, а разградња кости непромењена или повећана, што резултује губитком коштаног ткива и смањеном коштаном масом.

## РЕСОРПЦИЈА КАЛЦИЈУМА

На обим ресорпције калцијума утиче неколико чинилаца:

- **рН желудачног и цревног сока.** Кисела средина у желуцу побољшава растворљивост Са-соли и неорганичних фосфата из хране. Ово је један од битних предуслова за ресорпцију калцијума.
- **Однос калцијум/фосфор у исхрани.** Данас се сматра да је однос 2:1 за калцијум у односу на фосфате важан једино у случајевима са мањим количинама ова два елемента у исхрани. Овај однос доводи до максималне апсорпције калцијума и минималних губитака минерала из костију, док велики удео фосфата повећава губитке калцијума фецесом. Исхрана богата фосфором доводи до бржег уклањања калцијума из организма. Фосфор се налази у храни богатој месом, сиром, фабрификованој храни и газираним напицима. Стога су особе које конзумирају веће количине овакве хране подложније појави недостатка калцијума у организму. Такође и особе које су на дијети за губитак сувишних килограма су ризична група, јер не уносе калоричну храну, која је често добар извор калцијума.
- **Фитинска киселина, фитати, оксалати.** Фитинска киселине, фитати и оксалати умањују ресорпцију калцијума.
- **Цинк, манган, бакар и гвожђе.** Висок унос ових метала смањује ресорпцију калцијума у организму.
- **Масне киселине.** Познато је да масне киселине са калцијумом граде нерастворљиве соли – сапуне. Показало се да соли жучних киселина повећавају обим ресорпције калцијума и поред насталих нерастворљивих сапуна.
- **Протеини хране.** Храна богата протеинима олакшава ресорпцију калцијума. Поједине аминокиселине, нарочито лизин и аргинин, са калцијумом граде растворљива једињења.
- **Угљени хидрати.** Храна богата угљеним хидратима помаже ресорпцију калцијума. Ово нарочито важи за лактозу, јер се овај дисахарид спорије хидролизује у танком цреву, и постоји могућност да са калцијумом гради

растворљиво једињење и тиме олакшава његову ресорпцију.[11,12]

- **Витамин Д<sub>3</sub>.** У недостатку витамина Д<sub>3</sub>, ресорпција калцијума из црева, опада на 10% од количине која се унесе храном.

Најбољи природни извори калцијума су млеко, тамнозелено поврће, житарице, јужно воће, коштуња-ви плодови и семенке, соја, печурке, малине, купине, коприва, цимет, какао. Садржај калцијума у намирницама са нашег поднебља је дат у табели 3.

Табела 3. Садржај калцијума у намирницама са нашег поднебља

Намирница	Садржај калцијума mg/100g	Намирница	Садржај калцијума mg/100g
Намирнице биљног порекла		Намирнице животињског порекла	
Мак	1366	Качкаваљ	810
Сусам	783	Бели сир	300
Семенке бундеве	340	<b>Овчије млеко</b>	204
Сунцокрет	308	<b>Кравље млеко</b>	120
Соја	260	Јогурт	120
Бадем	252	Свежи сир	95
Лешник	225	Кајмак	80
Боранија	173	Јаја	58
Спанаћ	126	<b>Сурутка</b>	51
Ораси	87	<b>Хумано млеко</b>	34
Кикирики	74	Бакалар	24
Овас	70	Лосос	14
Хлеб од целог зрна	55	Пилетина	12
Интегрално брашно	40	Јагњетина	12
Бело брашно	15	Говедина	4

Разноврсном и редовном исхраном се могу обезбедити потребне количине калцијума, а у неким животињским фазама или код неких болести, може се надоместити коришћењем шумећих таблета (суплементата). Узимањем прекомерних количина калцијума не смањује се ризик од прелома костију. Калцијум се узима заједно са протеинима, да се олакша његова апсорпција. Зависно од узраста и пола дневне потребе за калцијумом се крећу од 500 mg за децу до три године до 1500 mg за оболеле од остеопорозе.

## ИЗЛУЧИВАЊЕ КАЛЦИЈУМА ИЗ ОРГАНИЗМА

Постоје два основна пута за елиминацију калцијума из организма: дигестивни тракт - дебело црево (преко фецеса) и уринарни тракт – бубрези (преко урина). Главни пут елиминације су бубрези. Урин је практично засићен јонима Са<sup>2+</sup> и фосфата, и садржи доста калци-

јум-фосфата. Ипак, до преципитације соли калцијума у урину не долази чак ни када овај стоји дуже време, јер се у урину налазе и цитрати, фосфати и сулфати, који са калцијумом граде врло стабилне растворне комплексе, везујући од 10-30% калцијума. [13,14]

## ПОРЕМЕЋАЈИ МЕТАБОЛИЗМА КАЛЦИЈУМА

### Хиперкалцемија

Хиперкалцемија је повећан садржај калцијума у ткивима и органима у којима се он налази.

Узроци хиперкалцемије су различити, а неки од најчешћих су:

- Повећана апсорпција калцијума из хране због великог уноса витамина Д (интоксикација витамином Д<sub>3</sub>);
- Повећана концентрација албумина крвне плазме услед дехидратације (смањена количина воде у циркулацији);
- Повећана ресорпција калцијума из костију због недовољно кретања, али и због неких малигних тумора;
- Повећана реапсорпција калцијума у бубрезима у неким болестима. [15,16]

Код здравих људи готово да не може доћи до хиперкалцемије узроковане исхраном, јер се вишак калцијума из хране једноставно не апсорбује. Хиперкалцемија је повезана са:

- Повећањем концентрације  $Ca^{2+}$  у серуму, стварањем камена у бубрегу, тровањем витамином Д<sub>3</sub>;
- Разградњом витамина К, слабом усвојивошћу гвожђа и цинка. [17]

### Хипокалцемија

Хипокалцемија је смањена концентрација калцијума у ткивима и органима у којима се он налази.

Узроци који могу довести до хипокалцемије су:

- Смањен унос калцијума због неадекватне исхране и недостатка витамина Д<sub>3</sub>;
- Смањена концентрација албумина плазме због цирозе јетре и ентеропатије;
- Смањено ослобађање  $Ca^{2+}$  из костију због недостатка паратхормона.

Последице недостатка калцијума су следеће:

- Код деце долази до појаве рахитиса, а код одраслог човека до појаве остеопорозе;
- Долази до нервне осетљивости, грчева и болова у мишићима, укочености, убрзаног куцања срца, несанице;
- Може доћи и до појаве неких тежих патолошких стања. [17]

**Биоминерализација.** У процесу биоминерализације калцијум се преводи у слабо растворни арагонит  $CaCO_3$ . Биоминерализацијом костију настаје карбонатизовани апатит  $[Ca_5(PO_4)_3(CO_3)_2]$ . [17,18]

## ФАРМАКОЛОШКИ И МЕДИЦИНСКИ ЗНАЧАЈ КАЛЦИЈУМА

У фармакологији се калцијум користи код лечења инфаркта миокарда, с обзиром на то да повећава покретљивост срчаног мишића. Препарати калцијума могу смањити висок крвни притисак код средње хипертензивних особа. Калцијум се може користити и за третирање алергије, депресије, напада панике, артритиса, хипогликемије, болова у мишићима и зглобовима, слабог варења. Калцијум са фосфором доприноси јачању костију и зуба. Калцијум се користи и за спречавање грчева ногу код жена у трудноћи, највероватније смањујући нервну иритабилност. Такође се користи да смањи појаву менструалних болова и симптома који су повезани са прменструалним синдромом. Унос калцијума у каснијим годинама може да успори смањење густине костију које је повезано са остеопорозом. [18]

### ЗАХВАЛНИЦА

*Овај рад је урађен у оквиру Пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТР 31060.*

### Abstract

#### BIOLOGICAL IMPORTANCE OF CALCIUM

**Danica MILOJKOVIĆ, Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ,** Faculty of Sciences and Mathematics, University of Nis

Calcium is a biometal that plays a pivotal role in the physiology and biochemistry of cells and tissues. The largest amounts of this element are found in solid tissues. In humans, the total body content of calcium is present mostly in the form of bone mineral (roughly 99%). The remainder of calcium is present within the extracellular and intracellular fluids.

There is a dynamic balance between the soluble and the deposited forms of the element. There is an intensive circulation of  $Ca^{2+}$ , which may be balanced, positive or negative.

Calcium level in an organism is tightly regulated. Parathyroid hormone, calcitriol and calcitonin regulate the metabolism of calcium.

Disorders in the metabolism of calcium lead to disturbances in the mineralization of bones and teeth, disturbances in coagulation of blood, increased irritability and different forms of hypercalcemia and hypocalcemia.

Varied and regular diet can provide the necessary amounts of calcium. The best natural sources of calcium are milk and all milk products.

### ЛИТЕРАТУРА

1. V. Janković (2002) Hemijski elementi, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
2. D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, F. A. Weller, F. A. Armstrong (2006) Inorganic Chemistry, Oxford University Press.
3. Arthur C. Guyton, John E. Hall (1999) Medicinska fiziologija, Savremena administracija, Beograd.
4. D. Kovačević, G. Bjelaković, V. Đorđević, J. Nikolić, D. Pavlović, G. Kocić (1996) Biohemija, Savremena administracija, Beograd.
5. R. R. Crichton (2008) Biological Inorganic Chemistry, An Introduction, Elsevier.
6. Carafoli, E. (2002) Calcium signalling: a tale for all seasons, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **99**, 1115–1122.

7. Božidar Nikolić (1964) Biohemija, Naučna knjiga, Beograd.
8. N. W. Tietz (1997) Osnovi kliničke hemije, Velarta, Beograd.
9. D. Voet and J. G. Voet (2004) *Biochemistry*, 3<sup>rd</sup> edition, Wiley, Hoboken, NJ.
10. K. H. Lau, A. Yoo and S. Ping-Wang (1991) *Mol. Cell Biochem.*, **105**, 93.
11. E. Carafoli (2005) Calcium-a universal carrier of biological signals, *FEBS J.*, **272**, 1073–1089.
12. S. Spasić, Z. Jelić-Ivanović, V. Spasojević-Kalimanovska (2000) Osnovi biohemije, Beograd.
13. D. Guerini, L. Coletto, E. Carafoli (2005) Exporting calcium from cells, *Cell Calcium*, **38**, 281–289.
14. N. C. Blumenthal, A. S. Posner (1984) *Calc. Tiss. Int.*, **36**, 439.
15. A. F. Subar, S. M. Krebs-Smith, A. Cook, L.L. Kahle (1998) Dietary sources of nutrients among US adults. *J. Am. Diet. Assoc.*, **98**, 537-47.
16. E. A. P. de Maeyer, R. M. H. Verbeeck, D. E. Nassens (1993) *Inorg. Chem.*, **32**, 5709.
17. F. C. M. Driessens, R. M. H. Verbeeck (1990) *Biomine- rals*, CRC Press, Boca Raton.
18. D. A. Straub (2007) Calcium supplementation in clinical practice: a review of forms, doses, and indications. *Nutr. Clin. Pract.*, **22**, 286-96.



Šimon A. ĐARMATI, Висока школа струковних студија Београдска политехника, [simondjar@politehnika.edu.rs](mailto:simondjar@politehnika.edu.rs)

## ЧЕТРДЕСЕТ ПЕТ ГОДИНА ЕКОТОКСИКОЛОГИЈЕ

*Пестициди и групе пољопривредне хемикалије унеле су праву револуцију повећавајући приносе у пољопривреди и шумарству. Потенцијални штетни ефекти примене оваких хемикалија по животној средину су смањени безначајним у поређењу са користи коју је њихова примена доносила. Све је почело да се мења када је Рејчел Карсон објавила књигу „Тихо пролеће“. У својој књизи она је описала случајеве масовног уинућа риба и птица узроковане применом инсектицида. Ова књига није значила само рекреативну јавно мњења које се уједињавали са моћним неапативним последицама неконтролисаних примена хемикалија, генерално забринуло за стање животне средине, већ је послужила за основу формирања нове научне дисциплине екотоксикологије.*

### УВОЂЕЊЕ И ДЕФИНИСАЊЕ ЕКОТОКСИКОЛОГИЈЕ

Данас човечанство познаје око 10 милиона хемијских једињења. Од њих се више од 60.000 употребљава у кући, медицини, производњи и пољопривреди. Овај број се сваке године повећава према неким подацима за око 1.000 нових једињења. Њихов већи део при одређеним околностима може проузроковати озбиљну штету здрављу човека и осталих живих бића. Наука која проучава штетне токсичне ефекте хемикалија на живе организме назива се токсикологија, док се изучавањем деловања отрова на организме, популације и биосфере у условима загађене средине бави екотоксикологија.

Екотоксикологија се бави малим (субтоксичним) концентрацијама односно количинама загађујућих супстанција у животној средини, које су не тако давно сматране неважним, тако да се ради о релативно младој научној области.

Подстицај за ступање на научну сцену екотоксикологије представљала је књига Рејчел Карсон (*Rachel*

*Carson, 1907-1964*) „Тихо пролеће“ објављена 1962. године у којој је она упозорила на погубно деловање хемијских супстанција на природу, односно на масовно угињање птица и риба због неконтролисане примене пестицида. [1] Карсон је закључила да ефекти загађујућих супстанција који се испољавају на живи свет природе представљају претњу и за самог човека. Једна од последица публикације „Тихо пролеће“ била је и појава различитих филозофских тумачења проблема заштите животне средине и доношење законских аката којима се регулишу примена пестицида и других хемијских супстанција.



Слика 1. Рејчел Карсон

Екотоксикологију, нову интердисциплинарну научну област увео је француски токсиколог Рене Трио (*Rene Truhaut 1909-1994*) 1969. године, као природно

проширење токсикологије (која се бави ефектима отрова на индивидуалне организме) на ефекте загађујућих супстанција на екосистеме. Он је покушао да комбинује две веома различите области: екологију (научно проучавање интеракција које одређују дистрибуцију и богатство заступљености организама) и токсикологију (проучавање штетних ефеката на појединачне живе организме, обично човека). Рене Трио је екотоксикологију дефинисао као грану токсикологије која се бави изучавањем токсичних ефеката узрокованих природним или синтетичким загађујућим супстанцијама на конституенте екосистема, животиње (укључујући човека), биљке и микроорганизме у интегралном контексту [2].

Циљ екотоксикологије је предвиђање ефеката на природну популацију, заједнице или екосистем, различитих стресора<sup>а)</sup> били они антропогеног или другог порекла. Екотоксикологија интегрише ефекте стресора кроз све нивое биолошке организације од молекула до целих заједница и екосистема. Ова научна област, осим поменутих, укључује и елементе других природних наука и дисциплина као што су хемија, биохемија, физиологија, популациона генетика, статистика и др.

Даљим развојем, сам термин екотоксикологија је претрпео одговарајућу еволуцију. Године 1978. Батлер (Butler G.C.) је разматрао екотоксикологију као науку која изучава токсичне ефекте хемијских агенаса на жи-

ве организме, нарочито на нивоу популације и заједнице, у одређеним пределима екосистема. [3]

У ширем смислу екотоксикологија се описује као тестирање токсичности једне или више компоненти на било ком екосистему. Ова дефиниција екотоксикологије се даље може проширити на научну област која се бави предвиђањем деловања потенцијално токсичних агенаса на природне екосистеме и на нециљне врсте. [4]

Историјски, нека од раних запажања антропогених екотоксичних ефеката, као што су индустријски меланизам мољаца, јављају се у индустријској револуцији 1850-их година. (Табела 1)

Године 1994. В. и Т. Форбс (Forbes V., Forbes T.) дали су следећу дефиницију екотоксикологије: *научна област која сумира еколошке и токсиколошке ефекте хемијских загађујућих супстанција на популацију, заједницу и екосистем, ираићећи судбину (трансформацију, трансформацију и елиминацију) таквих загађујућих супстанција у живојој средини.* [5]

На тај начин, екотоксикологија, по мишљењу аутора, изучава развој штетних ефеката који се јављају при дејству загађујућих супстанција на најразличитије врсте живих организама (од микроорганизма до човека) као по правилу на нивоу популације или екосистема у целини, а такође и судбину хемијске супстанције у систему биогеоценозе.

Табела 1. Екотоксични ефекти неких загађујућих супстанција

ГОДИНА	ЗАГАЂУЈУЋА СУСТАНЦИЈА	ЕФЕКТИ
1850-е	Индустријска револуција, чађ од сагоревања угља	Индустријски меланизам мољаца
1863	Индустријске отпадне воде	Токсичност за водене организме, први тест акутне токсичности.
1874	Употреба оловне сачме	Ингестија је резултовала угинућем пловки, патки и фазана
1887	Индустријске отпадне воде	У зонама загађења река утврђено је постојање толерантних врста
1887	Емисија арсена из топионица	Угинуће јелена лопатара ( <i>Dama dama</i> ) и лисица
1907	Разливање сирове нафте	Угинуће хиљада морских папагаја
1924	Отпадне воде рудника олова и цинка	Токсичност металних јона за рибе
1927	Водоник сулфид на нафтним пољима	Масовно изумирање дивљих птица и сисара
1950-е	ДДТ и други органохлорни пестициди	Опадање броја црвендаћа ( <i>Tudus migratorius</i> ), стањивање љуске јаја белоглавог орла ( <i>Haliaeetus leucosephalus</i> ), орла рибара ( <i>Pandion haliaetus</i> ) и смеђег пеликана ( <i>Pelecanus occidentalis</i> ), опасност за сисаре који се хране рибом
1960-е	Антихолинестеразни пестициди	Изумирање дивљих птица, сисара и других кичмењака
1970-е	Смеша токсичног отпада, укључујући диоксине	Ризик по здравље људи, водених организама и дивљачи
1980-е	Пољопривредне отпадне воде са садржајем селена и других загађујућих супстанција	Многоструке малформације и поремећај репродукције водених птица у централној Калифорнији
1990-е	Комплексне смеше хемикалија потенцијалних ендокриних дисруптора укључујући РНВ и органохлорне пестициде	Абнормални развој репродуктивних органа, промењена концентрација хормона из серума, смањена виталност јаја алигатора у загађеним језерима Флориде.

а) Стресор је било који спољашњи или унутрашњи догађај који од организма захтева појачани напор и нови начин прилагођавања измењеним условима. По својој природи, стресор може бити хемијски, физички, психички или социјални.

У извесним научним круговима постоји тенденција да се термин екотоксикологија користи само за означавање збира знања која се односе на ефекте хемијских супстанција на екосистеме искључујући човека. Тако је по Вокеру (*Walker C.H.*) и сарадницима екотоксикологија наука о штетним ефектима хемијских супстанција на екосистеме. [6] Удаљавањем човека из круга објеката разматрања екотоксикологије, ова дефиниција детерминишући разлику између екотоксикологије и токсикологије животне средине, одређује предмет проучавања последње. Предлаже се да се термин токсикологија животне средине користи само за изучавање директног дејства загађујућих супстанција животне средине на човека.

У процесу проучавања ефеката хемијских супстанција, присутних у животној средини, на човека и људску заједницу, токсикологија животне средине барата са већ постављеним категоријама и знањима класичне токсикологије и примењује по правилу њену традиционалну експерименталну, клиничку и епидемиолошку методологију. При томе се као предмет изучавања јављају механизми, динамика развоја, појава штетних ефеката дејства токсиканата и продуката њихове трансформације у животној средини на човека.

Прихватајући овај приступ у целини и ценећи његов практичан значај, треба запазити да се методолошке разлике између екотоксикологије и токсикологије животне средине у целини бришу када се истраживачима поставља задатак да оцене индиректно деловања загађујућих супстанција на људску популацију (на пример, условљено токсичном модификацијом биоте) или супротно да објасне механизме дејства хемијских супстанција које се налазе у животној средини на одређене представнике живих бића. У таквој вези, са теоријског становишта, токсикологија животне средине је само део проблема екотоксикологије при чему су њихова методологија, концептуални (појмовни, сазнајни) апарат и структура јединствени.

Главна разлика између екотоксикологије и традиционалне токсикологије је у томе што се екотоксикологија бави ефектима које се односе на популацију а не на индивидуе. Са екотоксиколошке тачке посматрања чињеница да загађујућа супстанција може узроковати утинуће 50 % индивидуа у популацији може значити мало или ништа, док ако загађујућа супстанција не изазове утинуће, али одлаже развој или зрелост значајног броја индивидуа унутар популације, то може имати значајне еколошке импликације. Исто тако ако загађујућа супстанција мења карактеристике животне средине, еколошке последице могу бити озбиљне.

Када хемијска супстанција наноси штету екосистему тада се заправо ради о њеном екотоксичном дејству. До штетног дејства може доћи и у енергетским процесима и кружењу материје које су у погледу функционисања екосистема од одлучујуће улоге. Хемијска супстанција може променити укупну количину живих организама у екосистему (биомасу) или однос појединих елемената биомасе. Биодепресивна дејства - смањивање репродукције и раста, пораст смртности, односно

биостимулативна дејства – еутрофизација, могу бити подједнако штетна у односу на екосистем. У екотоксикологији су важна она дејства која уносе промене у функционисање и структуру екосистема.

Екотоксикологија генерално узевши не укључује поља индустријске и хумане токсикологије или токсикологије животиња и пољопривредних култура, који нису део природног екосистема, али се прилично ослања на њих. Међутим, у порасту су мишљења по којима се човечанство и његови артефакти требају сматрати компонентама природних система. Њумен (*Newman S.M.*) дефинише екотоксикологију као научну област која се бави загађујућим супстанцијама у биосфери и њиховим ефектима на конституенте биосфере укључујући и људе. [7] Екотоксикологија ставља у функцију еколошке параметре за процену токсичности. У рестриктивнијем али корисном смислу, она се може дефинисати као научна област о процени ефеката токсичних супстанција на екосистеме са циљем заштите целокупних екосистема и не само изолованих компоненти.

Може се дакле рећи да је екотоксикологија интеграција токсикологије и екологије или како је то Чепмен (*Chapman P. M.*) сугерисао екологија у присуству токсиканата. [8] Токсикологија, као редукционистичка наука има способност предвиђања, док екологија као холистичка наука, бави комплексним системима – екосистемима који подразумевају мноштво неконтролисаних променљивих и одликује се slabим дијагностичким и предвиђајућим способностима.

Полазећи од наведених дефиниција може се закључити да је екотоксикологија научна област која се бави структуралним и функционалним променама екосистема узрокованих хемијским супстанцијама. [9]

## ЕКОТОКСИКОЛОШКА СТУДИЈА

Екотоксиколошка студија је вишестепени процес који укључује разматрање:

1. Доспевања, дистрибуције и судбине загађујућих супстанција у животној средини.
2. Доспевања и судбине загађујућих супстанција у живим организмима унутар екосистема.
3. Штетних ефеката хемијских загађујућих супстанција на конституенте (биотичке и абиотичке) екосистема.

При токсиколошким испитивањима утврђивање односа доза-ефекат не представља већи проблем јер се испитивана супстанција може лако унети у одређеној количини у организам експерименталне животиње. У екотоксиколошким тестовима ово се не може остварити, па је потребно у средини узгајања тест организама остварити концентрације које ће дати одређене ефекте. Екотоксиколошка доза је према томе концентрација испитиване супстанције у дајој средини. Концентрација загађујуће супстанције неке средине која делује на живе организме у њој, зависи од унете количине супстанције, али се она знатно мења у зависности од њених физичкохемијских особина као и од саме средине (ваздух, вода, земљиште, ланац исхране).



У животној средини су увек биле присутне токсичне супстанције са којима је човек у току еволуције научио да живи заједно. Ово је било могуће захваљујући чињеници да је о људском организму временом дошло до развоја механизма за неутрализацију деловања многих штетних супстанција. Међутим, могућности овог механизма слично другим облицима испољавања способности прилагођавања, су ограничене и не обухватају све токсичне супстанције.

У животној средини је данас присутан далеко већи број потенцијално токсичних супстанција него икада до сада. Свака од њих може бити присутна у количини у којој не проузрокује штету, али у интеракцији са другим хемијским супстанцијама може довести до оштећења организама. Један од начина који до тога може довести јесте формирање токсичнијих деривата. То се, на пример, дешава при образовању фотохемијског смога. Под утицајем ултраљубичастог зрачења Сунца, у присуству кисеоника, угљоводоника и азот(IV)-оксида долази до формирања пероксиацетил нитрата (ПАН) који је токсичнији од сваке полазне супстанције која учествује у његовој синтези у природним условима. Чак и у случају да хемијске супстанције не реагују међусобно, њихови биолошки ефекти могу бити адитивни као што је случај са полихлорованим бифенилима, ДДТ и диелдрином или се могу појачавати (синергизам) као што је случај са удисањем дуванског дима заједно са азбестном прашином. Међутим, постоје и ситуације када потенцијално токсичне супстанције потиру своје ефекте (антагонизам) као што је на пример, случај селена који редукује токсичност живе.

Поред интеракција са другим хемијским супстанцијама, потенцијално токсичне супстанције могу бити мање или више штетне у зависности од климатских услова. Насупрот већ наглашене улоге ултраљубичастог зрачења у стварању фотохемијског смога, треба нагласити и његову добру страну у деградацији многих хемијских супстанција и уништавању микроорганизама и вируса који могу узроковати заразне болести. Слично томе, повећана температура и Сунчева светлост могу дати комбиноване ефекте. С једне стране то доприноси дисперзији испарљивих хемијских супстанција и њиховом нестанку из атмосфере, животиња и биљака, земљишта и воде, а са друге до смањења елиминације потенцијално токсичних супстанција преко бубрега сисара, као и до смањења концентрације кисеоника у природним водама, што за последицу може имати значајна угинућа риба и повећану осетљивост преживелих на друге промене у животној средини. Смањена елиминација преко бубрега може се компензовати повећаним знојењем, али то је квалитативно сасвим различит процес и може бити поништен због ре-апсорпције токсичних супстанција излучених преко коже. Повећана температура повећава брзину хемијских реакција и растворљивост у води, али да ли су ови ефекти корисни или опасни зависиће од супстанција које учествују у реакцијама, организама и утицаја средине.

Осим Сунчеве светлости и други чиниоци климе имају своје сопствене карактеристичне ефекте. Киша, град и снег испирају загађујуће супстанције из атмосфере, повећана влага у земљишту повећава биолошку активност, али поплаве, односно плављења, могу да учине земљишта анаеробним, инхибирајући тиме оксидативне процесе и истовремено олакшавајући ослобађање супстанција везаних за колоиде земљишта. Кретање ваздуха доприноси ослобађању испарљивих супстанција са експонираних површина, али може проузроковати померања атмосферских загађивања са места настанка на удаљена подручја. Тако је, на пример, познат допринос Велике Британије киселим кишам у Скандинавији и угинућу риба у тамошњим језерима. Други ефекат кретања ваздуха може бити повећање концентрације раствора неиспарљивих супстанције због испаравања испарљивог растварача, као што се то може десити при испаравању воде са наводњаваних површина, што доприноси повећану њиховог салинитета, што опет може имати штетне последице.

## ЗАКЉУЧАК

Иако је на научној сцени присутна близу пола века и мада је пружио недвосмислене доказе о погубном деловању човека на екосистеме, чини се да ће бити потребно још доста времена да резултати и упозорења екотоксиколога у већој мери допру до свести данашњих и будућих становника планете Земље. Тек када се то деси моћи ће да се сматра да је њено увођење постигло циљ.

Четрдесет пет година од њеног представљања, двадесет година од смрти човека који је екотоксикологију први дефинисао и педесет година од смрти Рејчел Карсон која је својим делом означила почетак другачијег односа према животној средини, добри су поводи још једног освртања на ову научну област.

S u m m a r y

## FORTY-FIVE YEARS OF ECOTOXICOLOGY

Šimon A. ĐARMATI, *College of Professional Studies - Belgrade Polytechnics, simondjar@yahoo.com*

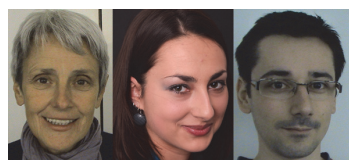
Pesticides and other agricultural chemicals have introduced a revolution in agriculture and forestry by increasing yields. Potential harmful effects for the environment have been considered insignificant in comparison with the gain that the usage of these chemicals would bring. However, public opinion started changing when Rachel Carson published "Silent Spring". In this book she described cases of mass death of fish and birds caused by the usage of insecticides. "Silent Spring" represented a turning point and after learning about possible detrimental consequences of uncontrolled usage of chemicals the community became generally concerned for the well-being of the environment. Importantly, this book served as a basis for forming a new scientific discipline - Ecotoxicology.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Carson, R., *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Co., 1962
2. Truhaut, R. 1977, "Eco-Toxicology - Objectives, Principles and Perspectives", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 1, no. 2, pp. 151-173.
3. Butler, G.C., *Principles of ecotoxicology*, Chichester, [England] ; New York : Wiley, 1978
4. Cairns, J.Jr., Will the real ecotoxicologist please stand up?, *Environ. Toxicol.Chem.*, 8, 843, 1989.
5. Forbes, V., Forbes, T. *Ecotoxicology in Theory and Practice*, Chapman&Hall, London, 1994
6. Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly R.M., Peakall, D.B., *Principles of ecotoxicology*. Peakall. Taylor & Francis, London, 1996.
7. Newman, C.M., Unger, M.A., *Fundamentals of ecotoxicology*, CRC Press, 2009
8. Chapman, P. M. 2002, "Integrating toxicology and ecology: putting the "eco" into ecotoxicology", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 44, no. 1, pp. 7-15.
9. Ђармати, Ш., *Екотоксикологија*, Београдска политехника, Београд, 2009



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Јасминка Н. КОРОЛИЈА, Милена ТОШИЋ и Игор МАТИЈАШЕВИЋ,  
Хемијски факултет Универзитета у Београду, korolija@chem.bg.ac.rs

### УЧЕЊЕ О АДИТИВИМА У ХРАНИ ПУТЕМ ОГЛЕДА

Конзервирање хране ради очувања њеној квалитету у дужем временском периоду познато је од давнина. Постоје подаци о томе да су још у бронзано доба, у тежњи да храни продуже рок трајања и да је учине укуснијом, људи употребљавали со и дим за чување меса и воћа. Почетком 19. века у време трајања Наполеонових ратова подстицнуто је изражење других начина конзервирања меса и намирница. Сасвим нови погледи на чување намирница настали су када је Луј Пастјер (1822–1895) открио узроке врења и кварења намирница. Пастјер је увео пастјеризацију као суштинску методу конзервирања намирница, која се и данас примењује [1]. Почетком 20. века Сима Лозанић, наш најзначајнији хемичар тога доба, писао је о конзервирању хране [2]: „Човечја се храна, као што се зна, веома лако квари и то задаје велике тешкоће при њеном чувању како у домаћој економији, тако и у индустријској промету. .... Да би у некој храни могло настати кварење, треба да постоје ове три појаве: да има извесних микроба; да има довољно влаге; и да је на извесној температури (најповољнија је обична до 40 °C). И томе, ако би код неке хране ма која од ове три појаве недостигла, - било микроби, било влаге, било температура, - никаква хемиска промена не би могла у њој настати.”

Данас велики број људи не производи храну јер живи у урбаним условима. Нити они који сами припремају сопствену храну имају времена да свакодневно купују свеже намирнице. Из тих разлога у употреби су веома заступљене индустријски произведене намирнице, односно храна која се производи полуиндустриј-

ски и индустријски. Оваква храна, да би била сачувана, садржи различите додатке. У данашње време ти додаци намирницама имају много шири смисао од самог чувања вишка намирница. На пример, данас се и у кухињску со додаје супстанца против згрудвавања, калијум-фероцијанид ( $K_4Fe(CN)_6$ )<sup>a)</sup>.

На амбалажи многих животињских намирница стоје ознаке E132, E150, E211, E250, E251, E260, E330, E339, E422, E951. То су ознаке за адитиве у храни. Многобројна су питања у вези са ознакама које садрже слово Е и број. О адитивима у храни разговара се у области здравља, превентивне медицине, прехранбене индустрије, хемичке индустрије и пољопривреде, удружења произвођача. Зна се да су адитиви у храни супстанце познатог хемичког састава, које се не конзумирају као храна. Намирницама их додаје произвођач ради спречавања кварења (конзерванси, антиоксиданси), или побољшања изгледа (боје, антиоксиданси), укуса (заслађивачи, ароме), текстуре (емулгатори, учвршћивачи, средства за желирање...). При дозирању сваког адитива у намирницу мора се водити рачуна о здрављу људи јер адитиви не смеју деловати неповољно на здравље. Зато се пре стављања одређене супстанце на листу адитива за храну утврђује њена нешкодљивост по здравље, процесом њиховог уноса у организам из свих намирница у којима се тај адитив сме употребити. За сваки адитив дефинише се прихватљив дневни унос (*Acceptable daily Intake – ADI*), који се изражава у mg/kg телесне масе човека [5]. Прихватљив дневни унос јесте она количина адитива која се као саставни део намирнице може

<sup>a)</sup> Више информација о додавању адитива у со можете видети у референци [3], док је у референци [4] описан оглед у вези са доказивањем јодида у соли.

користити свакодневно током читавог живота без икаквих штетних последица по здравље [6]. Данас је примена адитива у храни регулисана законима и правилницима на нивоу држава (правилник о прехранбеним адитивима у Србији доступан је путем линка који је дат у петој референци). Значи, потенцијална опасност за здравље људи не крије се у адитивима у храни који су дозвољени за употребу, нити у њиховим прописаним количинама. Опасност по здравље представља додавање адитива у много већим количинама од дозвољених или употреба недовољно испитаних адитива.

Претходно речено указује на потребу да се о храни и њеном квалитету учи у школи, између осталог и, на пример, у настави хемије. Нажалост, садржај о адитивима није предвиђен важећим наставним програмима из хемије за основну школу и гимназију иако се, у осмом разреду основне и другом, трећем и четвртном разреду гимназије, учи о класама неорганских и органских једињења [7, 8], при чему се многа од ових једињења примењују као адитиви у храни. Зато се с правом поставља питање: ”Шта потрошачи различитих узраста знају о адитивима у храни”, а нарочито: „Колико су о адитивима обавештени потрошачи најосетљивијег узраста, тј. ученици”. Вероватно је оправдано претпоставити да су не само ученици, већ и грађани свих узраста слабо обавештени о адитивима у храни. Из тог разлога, учењем о адитивима, ученици би разумели њихову улогу у намирницама и оправданост, односно неоправданост њиховог додавања. То би им пружило могућност да се критички односе према куповини намирница и према сопственој исхрани. Осим тога, то би истовремено допринело развоју ученичких ставова о потреби за хемијским знањима у свакодневном животу. Тако учење о адитивима има вишеструку вредност.

Теоријски оквир за примену ситуација из свакодневног живота у настави природних наука познат је под називом Наука–Технологија–Друштво (НТД, енгл. Science–Technology–Society, STS). Он се у свету почео развијати у другој половини 20. века, а процват је доживео осамдесетих година. НТД приступ настави представља одступање од традиционалног приступа природним наукама и њиховом учењу, пошто се у њему на научно образовање гледа из науке према друштву, да би се сагледала њена примена у свакодневном животу и сматра се да је овакав приступ погодан за све узрасте ученика [9]. Идеју о НТД приступу настави природних наука, развили су бројни методичари [10–16]. Међутим, у нашој земљи НТД приступ још увек није довољно заживео иако постоје идеје о темама из хемије које би у оквиру њега могле бити обрађиване [9, 17–19].

<sup>a)</sup> Поред натријум-бензоата и натријум-хидрогенкарбоната, могу се употребити и следеће супстанце: амонијум-хлорид (E510), калцијум-карбонат (E170i) и сирћетна киселина (E260), што је угодно за примену предложеног огледа у основној школи јер се о овим једињењима учи у осмом разреду.

## ОПИС НАСТАВНЕ СИТУАЦИЈЕ И УПУТСТВО ЗА НАСТАВНИКЕ

У овом раду приказан је предлог наставне ситуације за НТД приступ настави/учењу помоћу огледа. Тачније речено, описано је како се четири комерцијално доступна прехранбена адитива, веома заступљена у индустријски и полуиндустријски произведеним намирницама, могу искористити за испитивање физичких и хемијских својстава супстанци, затим у систематизацији знања о бројним научним појмовима, те за увежбавање основних вештина лабораторијске технике рада. Истовремено се, на основу исхода испитивања физичких и хемијских својстава ових супстанци, може говорити о њиховој примени као адитива у храни. Наставна ситуација предвиђена је за трећи разред гимназије, али се може прилагодити и основној школи, с тим што је при избору адитива потребно одабрати супстанце о којима се учи у осмом разреду.<sup>a)</sup> Супстанце, прибор и посуђе који су потребни за огледе дати су у табелама 1 и 2. Супстанце које се употребљавају могу се набавити у самоуслугу јер се користе у домаћинству (слика 1). Претпоставља се да прибор и посуђе који су потребни за огледе има свака школска лабораторија, или да би све школе могле да их обезбеде.



Слика 1. Фотографија адитива у комерцијалним паковањима који се користе у огледу

Табела 1. Потребне хемикалије за једну групу ученика

конзерванс, E211 (натријум-бензоат, $C_6H_5COONa$ )
сода бикарбона, E500(ii) (натријум-хидрогенкарбонат, $NaHCO_3$ )
винобран, E223 (калијум-метабијусулфит $K_2S_2O_5$ ) <sup>1</sup>
лимунтус, E330 (лимунска киселина, $C_6H_8O_7$ )
дестилована вода
лакмус хартија црвене боје
лакмус хартија плаве боје

<sup>1</sup> Адитив у храни E223, познат као винобран, јесте натријум- или калијум-метабијусулфит,  $Na_2S_2O_5$  или  $K_2S_2O_5$ . Када се ово једињење раствори у води настаје натријум-хидрогенсулфит односно калијум-хидрогенсулфит, уз ослобађање сумпор(IV)-оксида [20]

**Табела 2. Потребан прибор и посуђе за једну групу ученика**

по једна мензура од 5 cm <sup>3</sup> и 50 cm <sup>3</sup>
десет епрувета
сталак за епрувете
чаша од 50 cm <sup>3</sup>
четири стаклена штапића
четири „еспресо“ кашичице
три мала сахатна стакла
дрвена штипаљка
шпиритусна лампа
шибице

Наставна ситуација је замишљена као проблемска ситуација, а као облик рада предвиђен је рад у групи. С обзиром на обимност наставне ситуације вероватно је за њену реализацију потребан цео час. Узимајући у обзир потребу и за додатним наставним ситуацијама (као на пример разговор о адитивима), сматрамо да су два часа оптималан период за реализацију предложених активности.

Полазећи од премисе овог рада, а то је да ученици имају оскудна знања о адитивима у храни, уколико их уопште и имају, предлажемо да наставној ситуацији са огледима претходе једна или више ситуација у којима би наставник упознао ученике са прехранбеним адитивима. Иако за саму реализацију огледа и испуњавање постављених захтева та знања нису неопходна, сматрамо да је разговор са ученицима о овом садржају пожељан да би они стекли утисак да раде са супстанцама из свог свакодневног живота. У овом раду не нуде се садржаји о којима би наставници могли разговарати са ученицима, али се предлаже да они скрену пажњу на чињеницу да о присутности адитива постоје извесни подаци на амбалажи намирница, као и да постоје правилници о примени прехранбених адитива. Правилници, али и многе друге информације у вези са прехранбеним адитивима, могу се наћи на сајту <http://www.tehnologijahrane.com>. Следећи би корак била подела радних листова (прилог 1) и давање упутства за реализацију наставне ситуације, с посебним нагласком на процедури за извођење огледа. Пре извођења огледа ученици треба да ураде прва два задатка са радног листа.

За први задатак предлаже се да наставник на радна места постави потребан прибор и посуђе за извођење огледа, као и узорке адитива у оригиналним паковањима. Са паковања је потребно уклонити све податке о супстанцама осим њиховог комерцијалног назива. У табелу 1 ученици уписују комерцијалне називе супстанци и потребан лабораторијски прибор и посуђе.

У другом задатку, након писања структурне формуле лимунске киселине (2а) и израчунавања масе супстанце потребне за прављење задатог раствора (2б), ученици треба и да направе тај раствор (2в). С обзиром на то да се претпоставља да већина школа не располаже довољним бројем вага (за прибор у огледу није предвиђена техничка вага), у радном листу је наведено да наставник даје одмерену масу супстанце ученику (2в).

За израду трећег задатка није потребно да се одмере тачне масе чврстих супстанци. Довољно је узети више супстанце но што се може растворити у задатој запремини воде, а потом одлити течну фазу (која је заправо zasiћени раствор). У условима у којима смо ми правили zasiћене растворе (собна температура) сипали смо следеће количине: једна „еспресо“ кашичица натријум-хидрогенкарбоната, четири „еспресо“ кашичице натријум-бензоата и пет „еспресо“ кашичица калијум-метабијусулфита, а потом смо додали по 2 cm<sup>3</sup> воде.

При изради четвртог и петог задатка очекује се следеће: другу колону табеле 2 треба попунити резултатима из трећег задатка, а трећу колону треба попунити запажањима на основу испитивања реакције три направљена раствора адитива према лакмусу. На три сахатна стакла ставити по комадић лакмус хартије црвене и плаве боје и на њих нанети стакленим штапићем по кап испитиваног раствора. Лакмус хартија црвене боје мења боју у плаву у реакцији са растворима натријум-бензоата и натријум-хидрогенкарбоната, док лакмус хартија плаве боје у реакцији са раствором калијум-метабијусулфита мења боју у црвену. Трећу колону треба попунити запажањима током испитивања понашања ових супстанци на повишеној температури. За овај оглед у епрувете треба ставити по пола еспресо кашичице испитиваног адитива и загревати на пламени шпиритусне лампе. При загревању натријум-хидрогенкарбоната не долази до промена. Загревањем натријум-бензоата долази до топљења и тамњења супстанце. Треба обратити пажњу на то да приликом загревања натријум-бензоата, који је у облику зрнаца, може доћи до „искакања“ садржаја из епрувете. При загревању калијум-метабијусулфита долази до промене боје из беле у жућкасту, и при томе се осећа оштар мирис. Такође, уколико се на отвор епрувете у којој се загрева калијум-метабијусулфит стави навлажена лакмус хартија плаве боје, настали продукти доводе до промене боје индикатора у црвену. Да би се испитало понашање zasiћених раствора адитива са раствором лимунске киселине, претходно треба одлити zasiћене растворе адитива у друге епрувете, и тако их одвојити од талога. При додатку по 1 cm<sup>3</sup> раствора лимунске киселине у раствор натријум-хидрогенкарбоната и натријум-метабијусулфита долази до издвајања мехурића, а при додатку у раствор натријум-бензоата долази до стварања замућења. Ова запажања треба унети у последњу колону табеле 2.

На основу запажања из огледа приказних у табели 2, потребно је у табели 3 прво попунити колону „порекло“, а затим попунити колону „комерцијални на-

зив“. На овај начин ученици треба да повежу комерцијални назив са хемијским називом супстанце, односно са емпиријском формулом соли. С обзиром на то да се о калијум-метабисулфиту не учи у гимназији (не помиње се у наставном програму), то се од ученика не може очекивати да ће умети да напишу формулу. С друге стране, процесом елиминације ученик ће моћи повезати хемијски назив супстанце са њеним комерцијалним називом. Потпуно испуњавање захтева путем елиминације, дидактички гледано, јесте успешно само онда када ученик препозна да је он помоћу елиминације решио задатак иако не располаже потребним знањима. Због тога је таква ситуација захвална за учење. Наиме, тренутак када ученик препознаје да у његовој меморији нема знања о неком садржају, представља важан когнитивни и афективни аспект учења. То се огледа у реорганизацији и расту когнитивних шема, тј. знања, односно одржавања и/или раста мотивације за испуњавање наставних захтева. Имајући у виду свеprisутност тзв. паметних телефона код ученика, и могућност да се у свакој ситуацији претражује интернет, пружа се прилика да се путем оваквих ситуација мобилни телефони искористе у образовне али и васпитне сврхе.

На крају, да би се сазнало шта ученици мисле о активностима на овим часовима, предлаже се да они ураде тзв. семантички диференцијал (прилог 2); врста инструмента који се у педагошким истраживањима често користи за утврђивање мишљења испитаника о некој теми. Из инструмента у прилогу 2 виде се његова форма и садржај који је карактеристичан по употреби одабраних придева и скали преко које се исказује мишљење испитаника.

## УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Материјал приказан у овом раду намењен је колегама који желе да на часовима уведу НТД приступ учењу хемије. Рад се односи на стицање знања о храни у коме важну улогу има настава хемије. Први део рада показује могућности обраде појма *адитиви у храни* на основу повезивања знања из више наставних предмета. У другом делу рада приказан је пример проблемског учења преко огледа о адитивима у храни.

Захваљујемо се унапред колегама који ће ове огледе са ученицима урадити. Мишљења о огледима и резултате који су постигнути они могу послати у виду рада у часопис Хемијски преглед. На тај ће начин допринети испитивању НТД приступа учењу хемије у школској пракси.

## ЗАХВАЛНИЦА

Рад је резултат активности на пројекту Теорија и пракса науке у друштву: мултидисциплинарне, образовне и међугенерациске перспективе (ОИ 179048) који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.tehnologijahrane.com/hemijahrane/povijest-hemije-prehrane> (доступно на дан 31. 1. 2014)
2. С. М. Лозанић, Конзервирање (чување) људске хране, "Земљорадничка задруга" књига пета, штампано у Државној штампарији Краљевине Србије у Београду, 1909
3. D. R. Tyler, Chemical Additives in Common Table Salts, J. Chem. Educ. 62(11), 1016–1017, 1985.
4. S. W. Wright, Testing for iodide in Table Salt, J. Chem. Educ. 84(10), 1616A–1616B, 2007.
5. Правилник о прехрамбеним адитивима, Службени гласник РС, бр. 63/2013. Правилник је доступан на следећој адреси: <http://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/pravilnik-o-prehrambenim-aditivima> (доступно на дан 31. 1. 2014)
6. H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, Food Chemistry (4th revised and extended edition), Springer, 2009.
7. Службени гласник – Просветни гласник РС, бр. 6/2009.
8. Службени гласник – Просветни гласник РС, бр. 7/2011.
9. J. Korolija, J. Stanišić, Nastava prirodnih nauka u funkciji povezivanja nauke, tehnologije i društva, Zbornik instituta za pedagoška istraživanja, 41(2), 461 – 476, 2009.
10. H. Norris, R. Yager, What research says to the science teachers, Vol. 3. National Science Teachers Association, Washington D.C., 1981.
11. P. J. Fensham, Changing to a science, society and technology approach, in J. L. Lewis, P. J. Kelly (eds) Science and technology education and future human needs, Pergamon Press, Oxford, pp. 69–77, 1987.
12. P. J. Fensham, Familiar but different: some dilemmas and new directions in science education, in P. J. Fensham (ed): Developments and dilemmas in science education, Falmer Press, New York, pp. 1–26, 1988.
13. G. S. Aikenhead, What is STS science teaching?, in J. Solomon, G. Aikenhead (eds.) STS Education: International Perspectives in Reform, Teacher's College Press, New York, pp. 47–59, 1994.
14. E. Pedretti, Learning about science, technology and society (STS) through an action research project: co-constructing an issues based model for STS education, School Science and Mathematics, 96(8), 432–440, 1996.
15. E. Pedretti, Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school, Int. J. Sci. Educ., 19 (10), 1211–1230, 1997.
16. G.S. Aikenhead, STS education: a rose by any other name, in R.T. Cross (ed.) Crusader for science education: celebrating and critiquing the vision of Peter J. Fensham, Routledge Press, Melbourne, pp. 59–75, 2003.
17. J. Korolija, G. Jović, Lj. Mandić, Presentation and consolidation of physical and chemical changes of substances through pupils active work, Journal of Science Education 6(2), 76–79, 2005.
18. J. N. Korolija, J. V. Plavsic, D. Marinkovic, Lj. M. Mandic, Beer as a Teaching Aid in the Classroom and Laboratory, J. Chem. Educ, 89(5), 605–609, 2012.
19. J. N. Korolija, I. Mladenovic, Lj. Mandic, I. Matijasevic, D. Marinkovic, Food additives in chemistry lessons, Educació Química EduQ, 12, 55–59, 2012.
20. C. E. Housecroft, A. G. Sharpe, Inorganic Chemistry (2nd ed.), Pearson, Harlow, 2005.

## ПРИЛОГ 1. РАДНИ ЛИСТ

Драги ученици,

Пред вама се налазе хемикалије и лабораторијски прибор који ћете користити током испитивања физичких и хемијских својстава адитива у храни. Вежба садржи пет задатака. Пре него што зайочнете са радом иажљиво прочитайте упућивања за све задатке.

Желимо вам успех у раду

### Задатак 1.

У табелу 1 упишите комерцијалне називе супстанци, посуђа и прибора које користите у огледу

Супстанце	Посуђе и прибор
-----------	-----------------

### Задатак 2.

а) Лимунтус (лимонска киселина) јесте адитив у храни чија је ознака Е330. Лимонска киселина је антиоксиданс и регулатор киселости. То је тробазна карбоксилна киселина, чија је молекулска формула  $C_6H_8O_7$  и која на средњем С-атому има хидроксилну групу. Напишите структурну формулу лимунске киселине.

б) Израчунајте масу лимунтуса потребну за прављење 50 g његовог 10% воденог раствора.

Прикажите поступак израчунавања.

в) Потражите од наставника потребну масу лимунтуса за прављење раствора. Направите раствор и укратко опишите поступак прављења. Раствор лимунтуса користите при испитивању хемијских својстава осталих адитива (задатак 4).

### Задатак 3.

У епруветама направите по 2 cm<sup>3</sup> засићених водених раствора конзерванса, соде бикарбоне и винобрана.

Укратко опишите поступак прављења засићених раствора. Растворе адитива употребите у 4. задатку.

### Задатак 4.

У табелу 2 упишите запажања из огледа путем којих су испитана физичка и хемијска својства адитива.

Табела 2. Резултати огледа за физичка и хемијска својства адитива

Комерцијални назив суп- станце	Растворљивост у води	Реакција према лакмусу		Запажања при загревању	Запажања при додатку раствора лимунтуса
		плави	црвени		
конзерванс					
сода-бикарбона					
винобран					

### Задатак 5.

На основу резултата огледа испитивања физичких и хемијских својстава адитива, допуните табелу 3. подацима који недостају.

Табела 3. Подаци о испитаним адитивима у храни

Назив адитива		Ознака адитива	Формула	Порекло	
комерцијални	хемијски			неорганско	органско
	натријум-бензоат	E211			
	натријум- хидрогенкарбонат	E500ii			
	калијум- метаби сулфит	E223			

Објасните како сте попунили табелу 3.

## ПРИЛОГ 2. СЕМАНТИЧКИ ДИФЕРЕНЦИЈАЛ

Упишите X у поље које најбоље карактерише ваше мишљење о огледима на овом часу. На скали 1–7, 1 показује најмање пожељне, а 7 показује најпожељније карактеристике.

Карактеристика	1	2	3	4	5	6	7	Карактеристика
незанимљиво								занимљиво
неузбудљиво								узбудљиво
некорисно								корисно



## ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА У 2013. ГОДИНИ

### УСТРОЈСТВО

Делатност Српског хемијског друштва организована је кроз 16 подружница (Бор, Чачак, Димитровград, Лесковац, Ниш, Параћин, Шабац, Ужице, Врање, Горњи Милановац, Крагујевац, Краљево, Крушевац, Трстеник, Смедерево, Косовска Митровица), СХД-Хемијско друштво Војводине (подружнице Зрењанин, Вршац, Суботица, Сремска Митровица и Кикинда) и 18 секција (наставна, биохемијска, металуршка, електрохемијска, спектрохемијска, за аналитичку хемију, за хемијско инжењерство, за хемију и технологију коже, за хемију и технологију макромолекула, за хемију и технологију влакана и текстила, за хемију и технологију хране, за хемију и заштиту животне средине, за керамику, за органску хемију, за теоријску хемију, за угаљ и угљоводонике, за медицинску хемију, за молекуларну науку о храни). Друштво је у 2013. години имало регистрованих 770 активних чланова.

### НАУЧНЕ МАНИФЕСТАЦИЈЕ И ДРУГЕ АКТИВНОСТИ

**Годишња скупштина Друштва** је одржана 03. априла 2013. године у Београду, у Великом амфитеатру Технолошко-металуршког факултета. Др Душанка Милојковић-Опсеница, професор Хемијског факултета у Београду је одржала предавање под насловом "Аутентичност хране – достигнућа и изазови аналитичке хемије".

Како је годишња скупштина била и изборна, Председница Поповић је предложила да чланови Кандидационе комисије за избор председника Друштва буду: В.Вајс, Б.Николић и С.Миловић. У име Кандидационе комисије, В.Вајс је изнела предлог, који је уједно био и предлог Председништва Друштва, да за председника СХД у следећем мандатном периоду од две године буде изабран Живослав Тешић. Председница Друштва И. Поповић је са задовољством прихватила предлог Кандидационе комисије и затражила да се о предлогу изјасне присутни чланови Скупштине. Предлог је једногласно прихваћен. Овим је Скупштина потврдила избор Живослава Тешића за председника и заступника Друштва. И. Поповић је захвалила свим колегама на пруженој помоћи и сарадњи током свог четворогодишњег мандата. Новоизабрани председник Друштва Ж.Тешић је истакао да је велика част и задовољство бити на челу једне овакве институције какво је Српско хемијско друштво надајући се да ће оправдати указано поверење.

Извештај о раду СХД у 2012. години поднела је А.Перић-Грујић, секретар СХД. Финансијски извештај за 2012. годину поднео је Б. Шолаја. У име Надзорног одбора, извештај је поднела Д. Милић. Прегледом финансијске документације и увидом у релевантне податке чланови Надзорног одбора су констатовали да је Друштво пословало у складу са законским прописима. Сви поднети извештаји су једногласно прихваћени. Усвојен је план рада Друштва за 2013. годину са детаљним образложењем који је поднео потпредседник Ж.Тешић, као и предлог финансијског плана за 2013. годину који је изнео Б. Шолаја.

### 8. међународна конференција хемијских друштава земаља Југоисточне европе - ICOSSECS 8

У периоду од 27 – 29. јуна 2013. године одржана је у Београду 8. међународна конференција хемијских друштава Југоисточне Европе - ICOSSECS 8. Председник Научног одбора била је проф. Софија Совиљ, председник Организационог одбора, проф. Живослав Тешић, а председница Савета Конференције, проф. Иванка Поповић. Конференција је одржана на Технолошко-металуршком факултету

Универзитета у Београду. Конференцију је отворила председница Савета конференције професор Иванка Поповић. Потом су се обратили и сви председници друштава. У име Министарства просвете, науке и технолошког развоја, учеснике је поздравио помоћник министра професор Ивица Радовић. Пленарни предавачи били су професори Kazuyuki Tatsumi, Nagoya University из Јапана и Katalin Fodor-Csorba, Institute for Solid State Physics and Optics of Hungarian Academy of Sciences, из Мађарске, а предавачи по позиву професори Santiago Gómez-Ruiz, Departamento de Química Inorgánica y Analítica, Universidad Rey Juan Carlos Calle Tulipán, из Шпаније, Goran Angelovski Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Department for Physiology of Cognitive Processes, из Немачке и Nikos Katsaros, Institute of Physical Chemistry NCSR DEMOKRITOS, из Грчке.

На међународној конференцији ICOSSECS 8. били су заступљени учесници из 13 држава. Поред представника свих хемијских друштава Југоисточне Европе, хемичари из Немачке, Шпаније, Мађарске, Турске, Ирана, Јапана, Швајцарске, Велике Британије допринели су успешном раду кроз пленарна предавања, предавања по позиву, усмена предавања или постерске секције. Званични језик конференције био је енглески. На скупу су изложени оригинални научни радови из практично свих области хемије, хемијске технологије и металургије. На Конференцији је изложено 259 радова саопштених кроз одговарајуће секције и то: 2 пленарна предавања, 3 предавања по позиву, 32 усмена саопштења и 227 постера. У складу са одговарајућим упутствима неки аутори су искористили могућност и припремили своје резултате за форму рада на четири странице. Такви радови се вреднују као радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини ( $M_{63} = 0,5$ ). Радови као и постерска саопштења публикована су на компакт диску који чини саставни део материјала са 8. међународне конференције хемијских друштава Југоисточне Европе ICOSSECS 8.

У оквиру ове Конференције одржана је и посебна манифестација под називом **Career day** посвећена младим хемичарима. Циљ ове манифестације био је упознавање младих хемичара са колегама из иностранства. Међу присутнима био је председник младих хемичара Европе Fredrique Vaskeert из Белгије. На крају је одржана радионица са циљем да се млади хемичари обуче у писању научних радова, припреме презентација, писања биографије и слично. У овоме делу учествовало је преко тридесет младих хемичара.

Конференција хемијских друштава Југоисточне Европе ICOSSECS 8 организована на високом нивоу захваљујући пре свега великом ангажовању чланова Српског хемијског друштва као и Министарства просвете, науке и технолошког развоја које је финансијски подржало ову манифестацију. Присуство председника IUPAC-а професора Татсумија и председника EuChemS-а професора Шуберта допринело је врло високом квалитету, а дугорочно гледано, сигурно ће допринети бољој мотивацији младих за укључивањем у научни рад.

**6. Симпозијум Хемија и заштита животне средине.** Симпозијум је одржан у Вршцу, хотел "Србија", у периоду од 21. до 24. маја 2013. године. Окупио је 91 учесника. Пријављено је 175 радова, са укупно 439 аутора, од чега 41 из иностранства. Рад симпозијума састојао се од 3 пленарна предавања која су одржали еминентни научни стручњаци, 8 секцијских предавања, 32

усмена саопштења, 115 постерских саопштења. Поред тога је одржана и дискусија (40 учесника) за округлим столом: Modernisation of Post-Graduated Studies in Chemistry and Chemistry Related Programmes. Симпозијум су отворили прес-тавници Српског хемијског друштва, Министарства за просвету, науку и технолошки развој и Општине Вршац. Том приликом су члановима Почасног одбора Симпозијума додељене плакете за допринос хемији животне средине. Отварању је присуствовало око 100 слушалаца.

Пленарна предавања су одржали водећи светски научници из области хемије и заштите животне средине, професори: Anne – Marie Delort, Clermont University, Institute of Chemistry of Clermont-Ferrand (ICCF), Aubière, из Француске, Albert Lebedev, Moscow State Lomonosov University, Chemistry Department, Moscow, из Русије, Takeshi Nakano, Osaka University, Osaka, из Јапана и Мирјана Војиновић Милорадов, која је предавање одржала уместо Ivana Spanika, Institute of Analytical Chemistry, Bratislava, из Словачке., због његове оправдане спречености да присуствује скупу. Коначна Књига извода са Симпозијума штампана је на 421 страни. Такође је објављена и на Web страници Симпозијума у PDF формату. Комисија Симпозијума је доделила три награде за најбоље постере.

У оквиру дискусија након појединих предавања и саопштења, као и при завршној дискусији изражен је општи став о потреби интензивирања свих делатности који су у функцији заштите животне средине Србије, од квалитетног образовања, компетентног стручног и истраживачког рада до управљања животном и радном средином и казнене политике. Остварен је и успех у финансијском погледу.

**Априлски дани просветних радника.** Двадесет четврти семинар за наставнике хемије, у организацији Српског хемијског друштва и Хемијског факултета, одржан је 29. и 30. априла 2013. године у Београду. Први дан семинара одржан је на Технолошко-металуршком факултету, а други на Хемијском факултету. Учесће на Априлским данима пријавио је 401 наставник хемије, а у раду је учествовало 334 наставника. Поред наставника из Србије и ове године су били гости из региона – три наставнице хемије из Добоја. Према програму током два дана одржано је осам предавања:

1. Проф. др Љуба Мандић, Универзитет у Београду, Хемијски факултет: *Од неактивної до токсичної...- диоактивнација сулфиданици*

2. Проф. др Славица Ерић, Универзитет у Београду, Фармацеутски факултет: *Антибиотички – структура и механизми дејства*

3. Проф. др Јасна Ђонлагић, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет: *Значај развоја и примене полимерних материјала*

4. Мр Биљана Томашевић и проф. др Драгица Тривић, Универзитет у Београду, Хемијски факултет: *Хемијска писменост и креативност*

5. Мр Бранко Ј. Дракулић, Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију: *Инијер- и инјерамолекуларске интеракције*

6. Др Татјана Вербић, Универзитет у Београду, Хемијски факултет: *Пуфери – својства, хемијска својства и значај*

7. Проф. др Сунчица Маџура, Универзитет у Крагујевцу, Факултет педагошких наука: *Прејреке и ослонци за инклузивно образовање*

8. Јасмина Ђелић, Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, Београд: *Оквир за вредновање квалитетног рада школа и унапређивање наставае хемије*

Проф. др Снежана Бојовић представила је монографију академика Живорада Чековића: *Упоредна молекула - хемијски есеји о молекулима и њиховим применама*, а координатори Центра за научно-истраживачки рад студената, Јелена Драгојловић, и Волонтерског центра Хемијског факултета, Александар Ђорђевић, представили су активности оба центра и позвали наставнике да укључе ученике у активности у вези с промоцијом хемије.

Теме Априлских дана одређене су тако да допринесу научној и хемијској писмености наставника, а преко њих и ученика. У избору тема водило се рачуна о очекиваним резултатима учења хемије дефинисаним кроз стандарде, а чије достизање је праћено проблемима у разумевању појмова. На тај начин настојало се да се и ове године наставницима обезбеде релевантне

теме за наставну праксу, било да су у питању садржаји хемије или нови захтеви који се од наставника и школа очекују. И у 2013. години настављено је припремање наставника хемије за инклузивно образовање којим школе одговарају на различитост свих ученика. После одржаних предавања првог дана организовано је традиционално колегијално дружење, а после одржаних предавања другог дана трибина у оквиру које су наставници информисани о такмичењима ученика основних и средњих школа из хемије.

Априлске дане за наставнике хемије организовали су: Драгица Тривић, Биљана Томашевић, Катарина Путица, Верница Ступљанин, Александар Ђорђевић, Јелена Драгојловић, Весна Милановић, Катарина Живановић, Маријана Јовић, Јелена Димитријевић, Маја Томановић, Тања Бијелић, Јелена Видић, Бојан Пољак, Катарина Радуловић, Јелена Радивојевић, Милош Вељовић и Владимир Вукотић, уз традиционалну подршку и помоћ управа Српског хемијског друштва, Хемијског факултета и Технолошко-металуршког факултета у организацији и реализацији програма.

**49. Републичко такмичење из хемије за ученике основних школа** у организацији Српског хемијског друштва (СХД) и Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, одржано је 11. и 12. маја 2013. године у Краљеву, у просторијама основне школе "Светозар Марковић". Републичка комисија је радила у саставу: др Милан Николић (председник), др Милош Милчић (заменик председника), др Рада Баошић (секретар СХД-а), др Снежана Мандић, др Тамара Тодоровић, др Наталија Половић, мр Биљана Томашевић, Радојка Ђурђевић, Александар Савић и Игор Магијашевић, уз драгоцену помоћ Лидије Живановић. Свечано отварање такмичења уприличено је у просторијама Краљевачког позоришта, уз богат културно-уметнички програм у извођењу ученика школе домаћина и присуство представника локалне самоуправе и школске управе. Додели награда најбоље пласираним такмичарима присуствовао је проф. др Живољуб Тешић, председник СХД-а. Све похвале за одличну организацију такмичења добио је колектив школе домаћина, на челу са директором Драгицом Спајић и наставником хемије Љиљаном Божовић. У категорији "Тест и експериментална вежба" учествовала су 73 ученика VII разреда и 54 ученика VIII разреда. У категорији "Тест и истраживачки рад" учествовало је 28 ученика VII и VIII разреда. Одлични резултати постигнути су у све три такмичарске категорије. Резултати такмичења, као и комплетан стручни материјал, налази се на сајту такмичења: [www.mojahemija.org](http://www.mojahemija.org).

**49. Републичко такмичење из хемије за ученике средњих школа.** У Новом Саду је од 10. до 12. маја 2013. одржано 49. републичко такмичење из хемије ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Хемијског факултета Универзитета у Београду. Домаћин је била гимназија „Исидора Секулић“. Такмичење је у потпуности успело и протекло је у пријатној атмосфери. Томе је у великој мери допринео колектив гимназије домаћина, са директором мр Ружицом Вукобратовић, који је изузетно професионално припремио такмичење. У категорији Тест и практични део учествовало је 49 ученика I разреда, 44 ученика II разреда и 46 ученика III и IV разреда. У категорији Тест и самостални истраживачки рад учествовало је 12 ученика I и II разреда и 2 ученика III и IV разреда. Учествовали су ученици из 72 школе. У припреми и жирију такмичења били су ангажовани: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Драгица Тривић, др Ђенђи Ваштаг, др Ирина Новаковић, др Полина Благојевић, др Сања Гргурић-Шипка, др Александра Маргетић, др Маја Шумар-Ристовић, мр Татјана Божић, Срђан Туфегчић, Милица Миленковић, Драган Златковић, Марко Јерemiћ, Биљана Ракочевић и Александар Смић. Постигнути су одлични резултати, захваљујући добром раду такмичара и ментора. На такмичењу је одабрана и екипа од четири првопласирана такмичара из III и IV разреда у категорији тест и практични рад, за 45. Међународну хемијску олимпијаду у Москви.

**45. међународна хемијска олимпијада (IChO)** одржана је од 15. до 24. јула 2013. године на Московском државном универзитету "Ломоносов", уз учешће 291 такмичара из 73 земље. Двонедељне припреме за Олимпијаду су, у организацији Српског хемијског друштва, одржане на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу, под



руководством др Ника Радуловића и на Хемијском факултету Универзитета у Београду, под руководством др Душана Сладића, који су били и ментори екипе на Олимпијади. Друго учешће екипе Србије на Међународној хемијској олимпијади било је врло успешно. Наши ученици: Исидора Бањац из XIII београдске гимназије (IV разред) и Марко Нешић из Средње школе из Крупња (III разред) освојили су сребрне медаље, а Давид Копривица из Ваљевске гимназије (III разред) бронзану медаљу. Четврти члан екипе био је Драган Миладинов из Гимназије "Јован Јовановић Змај" из Новог Сада (IV разред). Учешће екипе је финансирано од стране Српског хемијског друштва и Нафтне индустрије Србије.

**Свечана скупштина Српског хемијског друштва** одржана је 04. децембра 2013. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду. Добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2012. годину, Живадин Бугарчић одржао је предавање: „Интеракција комплекса метала платинске групе са биомолекулима. Примена и значај у медицини“. Добитник Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2012. годину, Нико Радуловић одржао је предавање: "Од етарских уља до медицинске хемије: развојни пут једног хемичара". Председник Комисије за јавна признања СХД, Р. Баошић, известила је о годишњим наградама и признањима. Награђени студенти су, уз диплому, добили и бесплатно двогодишње чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*.

За 2013. годину, **Специјално признања СХД** за изванредан успех у студирању су добили:

Милица Китановић, Природно-математички факултет, Ниш – 9,52  
Милица Николић, Природно-математички факултет, Ниш – 9,69  
Милица Бранковић, Природно-математички факултет, Ниш – 9,73  
Марија Перушко, Хемијски факултет, Београд – 9,03  
Душица Рађеновић, Хемијски факултет, Београд – 9,06  
Бојан Јевтић, Хемијски факултет, Београд – 9,19  
Милош Пешић, Хемијски факултет, Београд – 9,29  
Ана Милошевић, Хемијски факултет, Београд – 9,35  
Александра Косовић, Хемијски факултет, Београд – 9,39  
Александра Мандић, Хемијски факултет, Београд – 9,52  
Весна Милановић, Хемијски факултет, Београд – 9,62  
Марко Поповић, Хемијски факултет, Београд – 9,68  
Никола Глшгоријевић, Хемијски факултет, Београд – 9,71  
Милена Јовановић, Хемијски факултет, Београд – 9,78  
Арпад Кираљ, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,00  
Бранислав Белашев, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
Бојан Борић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
Јелена Мартинов, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,03  
Милош Димитријевић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,11  
Небојша Драгојевић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,24  
Ана Видаковић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,29  
Душица Матић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,31  
Тамара Марјановић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,40  
Драгана Жижовић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,46  
Моника Фацара, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,49  
Бранимир Павлић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,51  
Ивана Штака, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,60  
Саша Лукић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,63  
Милица Нерловић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,71  
Немања Теслић, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,74  
Људмила Мало, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,06  
Маја Лончарски, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,21  
Татјана Бороја, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,21  
Ивана Рајковић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,22  
Татјана Борјан, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,24  
Сања Остојић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,26  
Драгана Копривица, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,27  
Јелена Братић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,31  
Мајда Моц, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,32  
Светлана Ђујић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,32  
Наталија Адамовић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,48  
Ненад Сукновић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,55  
Кристина Елесин, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,56  
Нина Кнежевић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,67  
Наташа Рајић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,68  
Гордана Илић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,72

Марина Давид, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,76  
Наташа Слипјечевић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,77  
Ана Гацурлић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,85  
Снежана Паповић, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,86  
Иван Мема, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,00  
Весна Цветковић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,06  
Александар Стојановић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,22  
Маја Марковић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,29  
Ива Милисављевић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,50  
Ана Милисављевић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,85  
Милица Пантлџић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,88  
Нада Савић, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,26  
Ана Јанићијевић, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,34  
Несена Ивановић, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,58  
Милица Винић, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,03  
Анђела Петковић, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,41  
Тања Савић, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,57  
Драган Цонић, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,89

Добитници **Годишње награде СХД**, која обухвата и новчану награду, су оспоро најбољих студената:

Милан Нешић, Природно-математички факултет, Ниш – 10,00  
Милош Баљозовић, Факултет за физичку хемију, Београд – 10,00  
Бранислав Станковић, Факултет за физичку хемију, Београд – 10,00  
Владимир Пауновић, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 10,00  
Ивана Кузминац, Природно-математички факултет, Нови Сад – 10,00  
Милош Каћански, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,97  
Симеон Минић, Хемијски факултет, Београд – 9,97  
Лука Новковић, Хемијски факултет, Београд – 9,97

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

Друга група признања везана је за избор **почасних и заслужних чланова СХД** које се стиче преданом активношћу у Друштву и у доприносима у области хемије. Ове године за **почасне чланове** изабрани су: **Ерне Киш** и **Драган Марковић**. За **почасног члана из иностранства** изабран је **Јиржи Барек**. За **заслужне чланове** изабрани су: **Бојан Радак** и **Душан Унковић**.

У 2013. години СХД је доделило **Захвалнице** домаћинима Републичког такмичења из хемије и то: Основној школи **«Светозар Марковић» из Краљева** и Гимназији **„Исидора Секулић“ из Новог Сада**.

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

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

- **Мирјани Марковић** - Медаља за изванредне резултате у настави,
- **Јовани Богојески** - Медаља за прегалаштво и успех у науци,
- **Миленку Перићу** - Медаља за трајан и изванредан допринос науци

као израз признања за допринос у квантној хемији

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

Популаризација науке код младих је важан сегмент рада Српског хемијског друштва. Манифестација **"Магија у хемији"**, која се реализује у сарадњи са Центром за промоцију науке, имала је за циљ популаризацију хемије у мањим срединама широм Србије. Програм се састојао у извођењу приредбе са магичним експериментима у хемији намењеним ученицима основних и средњих школа. Поред тога одржан је и састанак са наставницима хемије у циљу помоћи око популаризације хемије код младих. Наставницима је поклоњено преко две хиљаде дискова са нарезаним популарним експериментима из хе-

мије намењених њиховим ученицима. ДВД са нарезаном изложбом „Молекули у тајнама живота и свету око нас“ као и монографија „Жене у хемији“ такође је подељен наставницима. Овај програм је одржан у седам градова и то: Смедереву, Косовској Митровици, Великој Плани, Крушју, Крњеву, Чачку и Београду, уз помоћ Хемијског факултета Универзитета у Београду, кроз спонзорство Центра за промоцију науке. Такође у оквиру популаризације хемије на молбу васпитача, приредбе су изведене и за децу припремног предшколског програма вртића „Теразије“ и „Лептирић“.

#### РАД ПРЕДСЕДНИШТВА И УПРАВНОГ ОДБОРА СХД

Председништво је у 2013. години одржало четири састанка (12. март, 19. јун, 27. септембар и 25. децембар), а Управни одбор један састанак (31. октобар). На састанцима Председништва и Управног одбора расправљало се о текућим активностима Друштва, разматрани су извештаји о одржаним манифестацијама, као и организације предстојећих, расправљало се о публикацијама Друштва, финансирању и раду секција и подружница.

#### ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА НА ПУБЛИКАЦИЈЕ

Висина чланарина и претплата на публикације за 2013. годину била је следећа:

Чланарине	
за запослене.....	1.800,00
за пензионере, студенте и незапослене.....	800,00
за иностранство.....	50 €
JSCS	
за запослене чланове.....	2.500,00
за пензионере, студ. и незапослене чланове.....	1.000,00
за институције.....	16.000,00
за чланове из иностранства.....	70 €
за институције из иностранства.....	150 €
XII	
за школе и остале институције.....	3.500,00
за институције из иностранства.....	50 €

**КЛУБ МЛАДИХ ХЕМИЧАРА.** 22. априла 2013. године, на Хемијском факултету у Београду, изабрани су нови чланови Управног одбора Клуба, Јелена Радивојевић, Вук Филиповић и Живота Селаковић. Јелена Радивојевић, је представљала Србију на Годишњем састанку Европске мреже младих хемичара. Састанак је одржан од 17. до 19. јуна 2013. године у Санкт Петербургу у Русији. Поред корисних сусрета и дискусија, као и презентовања активности Клуба, Јелена Радивојевић је постала и члан Научног одбора Европске мреже младих хемичара. 29. јуна 2013. године, на Технолошко-металуршком факултету у Београду, Клуб је организовао Дан каријере (*Career Day*). Овај спљ предавања и интерактивних радионица организован је у сарадњи са СХД-ом и Европском мрежом младих хемичара, у оквиру ICOSECS 8 конференције. Позиву за учешће одазвало се око 30 чланова Клуба. Предавања су одржали проф. др Santiago Gomez Ruiz, са Универзитета Краљ Хуан Карлос у Мадриду и Frederique Baskaert, докторанд на Универзитету у Генту и председник Европске мреже младих хемичара. 3. децембра 2013. године, на Хемијском факултету у Београду, одржана је презентација Клуба, пре свега намењена студентима прве, друге и треће године основних студија на Хемијском, Биолошком и Факултету за физичку хемију. Презентацији је присуствовало око 80 студената, који су на крају презентације показали заинтересованост да се укључе у рад Клуба. Планирано је да се слична презентација у најскоријем року одржи на Технолошко-металуршком факултету у Београду. 27. јануара 2014. године одржан је састанак Клуба. Присуствовали су сви чланови Управног одбора и др Игор Опсеница, као један од покретача оснивања Клуба и неформални саветник. На састанку су постављене су смернице за активности за наредну годину. У наредном периоду, када су млађи чланови Клуба у питању, приоритет ће бити њихово мотивисање, односно укључивање што више студената основних и мастер студија у све активности Клуба.

#### РАД ПОДРУЖНИЦА ДРУШТВА

**Подружница у Трстенику.** Председник подружнице је Василије Планић. У јануару је одржана зимска школа хемије ученика основне школе „Миодраг Чајетинац Чајка“. Прису-

ствовало је 15 ученика. Такође, чланови подружнице су учествовали у организацији и допринели да школска, општинска и окружно такмичење протекну у најбољем реду, помогли су и организацију Републичког такмичења које је одржано у Краљеву. У оквиру активности Подружнице, одржан је акредитован семинар „Наставна секција“ аутора проф. Драгице Тривић, а реализатор је био Василије Планић. Присутно је око 20 наставника који су добили сертификате. На овај начин, стручно усавршавање је приближено наставницима у унутрашњости. Чланови Подружнице учествовали су и на „данима ЕУРЕКЕ“ у Гимназији у Крушевцу, где су ученици изводили огледе, где је њихов „штанџ“ био најпосећенији. У августу је одржан састанак на коме су се усаглашавали планове за следећу школску годину, а на истом је одржано предавање и информација о ревизији образовних стандарда и компетенцијама.

**Подружница у Краљеву.** Председник подружнице је Весна Антонијевић. У оквиру активности наставне секције организована су стручна предавања од стране колега, разматран је план рада и постигнут је договор о даљем раду. У циљу популаризације хемије групе ученика VII и VIII разреда у пратњи својих наставника посетили су: гимназију „Мирко Луковић“ у Краљеву где су гимназијалци демонстрирали огледе из природних наука, изложбу „Лабораторија великана“ у Београду и Фестивал науке у Београду.

**Подружница у Смедереву.** Подружница СХД за Подунавски округ је основана у марту 2013. године. Прва конститутивна седница је одржана 25. марта 2013. године којој је присуствовао професор Ж. Тешић. Подружница броји 17 чланова. За председника Подружнице изабрана је Слађана Ранковић наставница хемије у ОШ „Бранко Радичевић“ у Смедереву. У 2013. години одржана су још три састанка Подружнице. На њима је углавном разговарано о постојећим проблемима везаним за наставу хемије у основним и средњим школама. Оснивањем Подружнице је остварена добра сарадња између основних и средњих школа која није постојала до тада, као и између основних школа на нивоу Града Смедерева. Резултат те сарадње су посете основаца лабораторијама у средњим школама, са циљем да се основци упознају са радом у лабораторији чиме се унапређује настава у основним школама. У школски програм су уврштене, као редовне, и посета Фестивалу науке у Београду, и посета Хемијском факултету у Београду. Ове посете ће се од сада реализовати сваке године. Посета Хемијском факултету је планирана на нивоу Подружнице и биће реализована у пролеће 2014. године. Чланови Подружнице су изразили жељу за одржавањем стручних предавања која би се одржавала у Регионалном центру у оквиру састанака Подружнице и истакли су поједине теме/области које их интересују. Такође су се договорили о формирању заједничке интернет странице/блога подружнице у Смедереву која би била доступна свим наставницима хемије, али и ученицима основних и средњих школа.

**Подружнице СХД за Косово и Метохију.** Председник је Ања Јокић. Активности ове Подружнице у 2013. години обележило је успешно представљање приредбе „Између магије и хемије“ Центра за промоцију науке Министарства просвете, Српског хемијског друштва и професора и сарадника Хемијског факултета у Београду, одржане у Средњој техничкој школи у Косовској Митровици. Добром организацијом и ангажовањем свих чланова Подружнице, безбедно су доведени и враћени својим кућама четристо двадесет ученика основних и средњих школа из пет косовско-метохијских округа. Уз огромну захвалност организаторима презентације „Између магије и хемије“, велики број ученика определио се да њихово будуће школовање буде везано за природне науке. На ПМФ-у, Одсеку за хемију, физику, математику, биологију, Универзитета у Приштини са седиштем у Косовској Митровици, уписан је максималан број бруцоша у школску 2013./14. годину, што није забележено на нашим просторима од 1999. године. Остале активности Подружнице, уз устаљен број чланова које чине хемичари ПМФ-а, Одсека за хемију и наставници средњих школа, и даље, нажалост, отежава веома сложена политичко - безбедносна ситуација на Косову и Метохији.

#### РАД СЕКЦИЈА ДРУШТВА

**Наставна секција.** Председник Секције је Милка Костић. Током 2013. год. одржано је 12 састанака Наставне секције на којима је присуствовало од 20 до 35 наставника хемије београдских основних и средњих школа. На дневном реду сваког састанка била је реализација неког од садржаја

акредитованог семинара под називом „Наставна секција из хемије” аутора др Драгице Тривић. На састанку одржаном у фебруару др Драгица Тривић је покренула иницијативу да се наставници хемије укључе у јавну расправу о Општим стандардима постигнућа за крај општег средњег образовања и васпитања и средњег стручног образовања и васпитања у делу општеобразовних предмета. На састанцима се, такође, планирало и дискутовало о организацији и реализацији: општинског, градског и републичког такмичења из хемије за ученике основних и средњих школа. Током реализације градског такмичења из хемије ученика основних школа у Београду уочене су неке недоумице и тешкоће због чега су наставници хемије на мајском састанку упутили предлог Председништву СХД за измене и допуне Правилника за такмичење из хемије ученика основних школа за школску 2013/2014 год. На састанку одржаном у јуну, 21 наставник хемије је добио уверење о савладом програму стручног усавршавања за период од новембра 2012. до јуна 2013. год. са 14 бодова стручног усавршавања. Уверења су добили сви наставници хемије, чланови СХД, који су редовно присуствовали састанцима. На састанцима одржаним током 2013. година предавања су одржали проф. Мирјана Поповић Божић, Милан Николић, др Милош Милчић, матурант IV гимназије, Лана Смиљанић, мр Биљана Томашевић, др Душанка Опсеница и Весна Милановић. Наставници IV гимназије приказали су два интердисциплинарна часа, а Петар Цветковић изнео је понуду за опремање хемијских лабораторија. На годишњем састанку, су једногласно изабране за наредни, двогодишњи период, Милка Костић, наставник хемије IV гимназије у Београду, за председника и Милена Стеванов Павловић, наставник хемије XIII београдске гимназије, за секретара Наставне секције СХД.

**Секција за аналитичку хемију.** Председник Секције је Славица Ражић. Већ традиционално, у четвртој свесци издања из 2013. часописа *Journal of the Serbian Chemical Society*, публиковане су вести из DAC-EuCheMS-a – European Analytical Column No. 41. Referenca: *J. Serb. Chem. Soc.* 78 (4) 603–609 (2013). У периоду 25–29 августа 2013. у Варшави (Пољска) је одржана конференција *Euronalysis* (XVII European Conference on Analytical Chemistry), у оквиру које је било више активности. Непосредно пре самог почетка организована су два састанка аналитичке секције *Euchems-a*. Први је био састанак председништва DAC-Euchems-a (Славица Ражић је члан председништва), као припрема за предстојећи годишњи састанак. На конференцији *Euroanalysis XVII* Славица Ражић је одржала предавање под насловом: «Metals and vocs in thyme samples – from spectroscopy and chromatography via chemometrics to biosynthesis». Осим редовних активности, Славица Ражић је била ангажована и као *web* секретар, са додатком «пресељавања» сајта секције на нову адресу, у оквиру *Euchems-a*. Овај пројекат је, осим пребацивања материјала, укључивао и потпуну реконструкцију, са предложеним датумом завршетка до наредног годишњег састанка у Истамбулу, августа 2014. Ипак, цео пројекат је био окончан пре истека 2013, а више информација се може наћи на сајту <http://www.euchems.eu/divisions/analytical-chemistry.html>. Размотрени су планови гостовања страних предавача, чија ће реализација зависити од финансијских могућности у текућој години. Секретар секције у наредном периоду остаје и даље др Татјана Вербић, доцент на катедри за аналитичку хемију хемијског факултета, а као председник проф. Славица Ражић.

**Секција за молекуларну науку о храни.** Председник Секције је Тања Ђирковић Величковић. Током марта и априла 2013. одржано је 7 семинара Секције за молекуларну науку о храни и FP7 FCUB ERA пројекта на енглеском језику. Семинаре су одржали студенти докторских студија Хемијског факултета у Београду, као и доценти, научни сарадници и стручни сарадници о пројектима на којима су радили током краћих боравака у престижним европским институцијама. То су: Владимир Бескоски, Јелена Весић, Јелена Аћимовић, Јасна Николић и Данијела Апостоловић. Два семинара је одржала и гостујући предавач из иностранства, Љубица Војчић. Досадашњи трогодишњи рад секције оцењен је као активан резултатујући теснијом међусобном сарадњом истраживача који се баве различитим аспектима молекуларне науке о храни. На годишњем састанку Секције, за председника је једногласно изабрана др Драгана Станић-Вучинић, виши научни сарадник

(Хемијски факултет, Универзитета у Београду). За секретара је изабрана др Јелена Трифковић, асистент Хемијског факултета, Универзитета у Београду.

**Електрохемијска секција.** Председник Секције је Јелена Бајат. Током 2013. године Електрохемијска секција је одржала 2 састанка. На састанцима су током протекле године предавања су одржали: Др Александар Р. Жерађанин, Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Dusseldorf, Germany и Др Владимир Јовић, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд. На састанцима је било присутно просечно око 25 чланова Секције, 3–5 гостујућих колега као и 5–10 студената докторских и мастер студија. У 2013. години чланови Електрохемијске секције су учествовали у раду бројних домаћих и међународних скупова.

**Секција за хемију и заштиту животне средине.** Председник Секције је Бојан Радак. У 2013. години Секција за животну средину је имала повећану активност због одржавања традиционалног скупа 6. симпозијум Хемија и заштита животне средине. Све остале активности конвергирале су овом догађају. На годишњем састанку Секције одржаном 06.03.2014. године присуствовало је 14 чланова. На састанку је једногласно за председника Секције реизабран Бојан Радак, за наредни мандат од 2 године. Установљена је потреба за местом потпредседника Секције, те је једногласно на ову функцију у истом мандату од две године изабрана Маја Турк Секулић, из Новог Сада. Предлог је да се у наредном периоду установи место за још једног потпредседника, нпр. из Крагујевца. Потпредседници би помогли да се активност секције прошири на друге градове и центре. Поред овога, договорене су активности за текућу 2014. годину.

**Секција за хемију и технологију влакана и текстила.** Председник Секције је Маја Радетић. Рад Секције се углавном одвијао кроз учешће чланова на научним конференцијама у и иностранству. Чланови Секције у протеклој години су узели активно учешће у раду AUTEX асоцијације. **Секција за хемију и технологију макромолекула.** Председник Секције је Бранко Дуњић. У фебруару 2013. године, у Пизи (Италија) одржана је Генерална скупштина Европске федерације за полимере (ЕФП) на којој је председник Секције за хемију макромолекула СХД представљао је Србију као придруженог члана ЕПФ. Као председник Српског хемијског друштва-Секција за хемију макромолекула Б. Дуњић је учествовао у раду Генералне скупштине Европске федерације за полимере (ЕПФ) која је одржана у Пизи, јуна 2013. Јасна Ђонлагић, Марија Николић и Бранко Дуњић учествовали су у раду “European Polymer Congress, EPF 2013 са радовима. Конгресу је присуствовало преко 1100 учесника из 74 земаља. Професори светског реномеа и експерти из науке о полимерима одржали су седам пленарних предавања и четрдесет шест предавања по позиву. Програм је обухватао и 452 усмених саопштења и преко 746 постерских саопштења која су била класификована у седам секција.

У оквиру рада Секције је, у периоду март-децембар одржано 9 предавања. Предавачи су били: Ивана Вуковић, *Zernike Institut*, Универзитет у Гронингену, Холандија, Јелена Ђирић, *Zernike Institut*, Универзитет у Гронингену, Холандија, Др Никола Милашиновић, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета у Београду, Др Зоран Петровић, *Kansas Polymer Research Center Pittsburg State University*, Др Марко Шабан, *Director of Scale-Up Engineering lab at the Xerox Research, Centre of Canada in Mississauga, Ontario*, Др Драган Бабић, Институт за нуклеарне науке – Винча, Др Јан Меулдијк, *Eindhoven University of Technology, Department of Chemical Engineering and Chemistry*, Холандија, Др Милена Спиркова, Институт за хемију макромолекула Чешке академије наука, Департман за наноструктурне полимере и композите, Република Чешка, Др Mario Malinconico, *Research Director At Institute On Polymer Chemistry And Technology (ICTP), Italian National Research Council (CNR)*, Италија, Др Nikos Hadjichristidis, *Professor of Chemical Sciences, KAUST Catalysis Center (KCC), Polymer Synthesis Laboratory, Physical Sciences and Engineering Division, King Abdullah University of Science and Technology, Saudijska Arabija*.

Бранко Дуњић је представљао Секцију за хемију и технологију макромолекула на 3. међународној конференцији „Будућност биопластике“ која је одржана у Варшави, октобра 2013. Ова конференција је одржана у оквиру пројекта PLASTICE, Иновативни развој ланца вредности за одрживу пластику у

Централној Европи. Центар за чистију производњу Технолошко-металуршког факултета је постао национални *focal point (NFP)* за одрживо управљање пластиком, и у оквиру те своје делатности направил сајт „Национална информациона тачка“ где се на популаран начин заинтересованим странама (индустрији, широкој публици, институцијама Владе) пружа кратка, јасна и научно заснована информација о биоразградивој пластици и пластици из биообновљивих ресурса. Др Дуњић је у оквиру конференције одржао презентацију под називом „Одрживо управљање пластиком у Србији: трендови и изазови“. На конференцији је било 125 учесника из 18 земаља и одржане су 33 презентације.

**Секција за керамику.** Председник је Снежана Бошковић. У току 2013. одржана су четири предавања у оквиру Секције за керамику СХД. Предавања су одржали: др Бранко Матовић Институт за нуклеарне науке Винча, Carmen Baudín, Instituto de Cerámica y Vidrio-CSIC, Kelsen 5, 28049 Madrid, España, др Марија Димитријевић, ТМФ, др. Марија Стојменовић, ИНН Винча, На предавањима је увек било присутно између 28 и 40 чланова Секције.

#### ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СХД-ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА ВОЈВОДИНЕ

Председник СХД-ХДВ је Даниела Шојић. Активности Српског хемијског друштва-Хемијског друштва Војводине током 2013. године одвијале су се кроз рад Подружница и Секција друштва.

У оквиру **организационих активности** Друштво је добило значајан број нових чланова, нарочито из редова младих наставника и истраживача. Истовремено, Друштво је задржало оквирни број чланова на претходном нивоу, око 150, из разлога престанка ангажовања чланова након одласка у пензију. У следећем периоду требало би више радити на повезивању чланова код којих је престало радно ангажовање. Ово је оправдано и из формалних разлога јер за многе чланове пензија не представља и крај научног и стручног ангажовања. Продужење ангажовања унутар Друштва омогућава наставак научно-стручних веза са колегама, олакшава учествовање на научним састанцима, као и публикување у часописима у организацији Друштва. Интернет сајт Друштва на адреси (<http://hdv.org.rs/>) се ажурира на месечном нивоу, а једном годишње прави анализа структуре посетилаца и препознатљивости сајта. Чланови делегирани из Српског хемијског друштва-Хемијског друштва Војводине активно су учествовали у раду Председништва и извршног одбора Српског хемијског друштва.

Из **делатности научно-стручног карактера** рад се одвијао првенствено кроз ангажовање наставника и научних радника на активностима које се настављају на њихове редовне послове. Тако су у **подружници СХД-ХДВ у Суботици** у протеклом периоду радили на промоцији науке међу младима, те је стога подружница заједно са Хемијско-технолошким школом и представником ГИЗ фондације (Немачке организације за техничку сарадњу) организовала предавање о решавању проблема загађености Палићког језера. Предавач је био хидролог Мишел Рохман. У априлу месецу као и ранијих година чланови подружнице учествовали су у организацији и реализацији Регионалног такмичења из хемије на коме су учествовала деца са њиховим колегама менторима из Сомбора, Бачке Тополе, Одака, Апагина и Суботице. Наставили су сарадњу са Специјалним Резерватом Природе Палић - Лудош и у оквиру те сарадње заједно са средњошколцима обележили су Дан планете Земље и Дан заштите природе. Предавачи су били

Весна Видер, Соња Рех и Виктор Тамаш. **Подружница у Вршцу** свој рад је реализовала кроз једно предавање 26. 11. 2013. "Присуство и детекција афлатоксина у храни" - предавач спец. др. вет. Ирена Кирилов. Поред тога, у Вршцу је од 21. до 24. маја 2013. године организован 6. симпозијум Хемија и заштита животне средине. На симпозијуму су чланови Подружнице представили рад "Извештај о квалитету отпадних вода у индустрији Вршца". **Подружница СХД-ХДВ у Зрењанину** радила је током претходне године на изради сајта [www.hdzrenjanin.org.rs](http://www.hdzrenjanin.org.rs) и facebook странице [www.facebook.com/HemijskoDrustvoZrenjanin](http://www.facebook.com/HemijskoDrustvoZrenjanin). У оквиру подружнице одржан је низ предавања за чланове Друштва, студенте и ученике средњих и основних школа: 1) Зелена хемија (Др Азра Јагањац), 2) Образовање и екологија (Др Азра Јагањац), 3) ГМО – за или против (Др Дејана Панковић), 4) Заштита вода (Мр Љиљана Бајевић). Исто тако, одржана је и трибина на тему „Вратимо живот Бегеју“. Поред тога, одржана је акција и радионица за децу и ученике у оквиру пројекта „Еколошке радионице“ (Покрајински секретаријат за урбанизам, градитељство и заштиту животне средине). Затим, одржана је мала научна радионица за ученике основних школа у оквиру пројекта „Мој корак у науку“ (НИС), као и семинар за наставнике и радионица у основним школама у оквиру пројекта „Амбалажа, отпад, рециклажа“ – (Покрајински секретаријат за образовање, Град Зрењанин – одсек за заштиту животне средине). Чланови подружнице су активно учествовали у акцијама Друштва (Ноћ истраживача, Квизови, учешће у пројектима уређења и опремања простора школа и предшколских установа, припрема радионица и сл.)

Чланови друштва **запослени на универзитету** своје активности су водили првенствено кроз учествовање на научним конференцијама у земљи и иностранству, пре свега на међународним конференцијама 6. симпозијум Хемија и заштита животне средине одржаној у Вршцу и 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries која је одржана у Београду (**Секција за аналитичку хемију**). Такође, кроз реализацију пројекта СЕЕPUSIII под насловом „**Education of Modern Analytical and Bioanalytical Methods**“, у којем учествују поред Новог Сада и следећи центри: Пардубице, Будимпешта, Грац, Краков, Загреб, Скопље и Нова Горица (**Секција за аналитичку хемију**), чланови Друштва интензивно су учествовали у међународној сарадњи. Поред тога, у оквиру **међународне сарадње** 20. маја 2013. одржан је јавни час из предмета Биоаналитичка хемија и Практикум из инструменталне анализе. Предавање под насловом Thermal Lens Microscopy and its Application in Microfluidic FIA and Studies of Diffusion Processes је одржао проф. др Младен Франко са словеначког Универзитета у Новој Горици. Ово предавање је организовано у оквиру активности СХД-ХДВ, као и у оквиру TEMPUS-MСHEM пројекта. Чланови друштва су учествовали са радовима на више регионалних и међународних европских научних скупова.

#### JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY

Током 2013. године JSCS су уређивали главни и одговорни уредник Бранислав Николић и заменик уредника Душан Сладић. Издато је 12 свезака. На Интернет адресу Друштва, односно JSCS (у прозору „Accepted Manuscripts“, односно „OnLine First“) постављају се прихваћени и прелиминарно технички обрађени, односно лектурирани рукописи радова са DOI бројевима (што значи да се могу цитирати у научној и стручној литератури и сматрати публикованим у одговарајућим извештајима) којима непосредно следи коначна обрада и штампање.

Одштампано	2009.	2010.	2011.	2012.		2013.	
				број	% према 2011.	број	% према 2012.
Свезака	12(11)	12	12	12	100	12	100
Радова	131	158	151	158	105	168	106
Страна	1516	1762	1760	1825	104	2236	122
Аутора	583	607	605	574	95	626	103
Иностранних аутора	214	327	331	252*	76	343**	136
Impact factor	0,611	0,820	0,725	0,879	121	0,912***	104

Пристигли радови	376	316	312	318	102	332	104
Штампано	69	39	29	40	12,6 % (од пристиглих)	57	47 % прихваћених
Прихваћено (у припреми или у штампи)	68	131	92	124	39 % (од пристиглих)	125	38,0 % (од пристиглих)
На рецензији и доради	40	29	27	30	9,40 % (од пристиглих)	57	17 % (од пристиглих)
Одбијено	130	117	164	124	39 % (од пристиглих)	150	45,0 % (од пристиглих)

\* Иностранци аутори учествују са око 44 % у укупном броју.

\*\* Иностранци аутори учествују са око 55 % у укупном броју.

\*\*\* Ранг на листи часописа индексираних на SCI листи у области „ Multidisciplinary Chemistry“ у 2013. години је 100/152; 2012. године 102/152. Побољшање је 2 %.

Просечан Impact Factor у 2013. години према укупном броју цитата током 5 година је 0.934, ранг је 95/152; 2012. године просечан IF 0,806, ранг 98/152. Побољшање IF је 16 %, а ранга 3 %.

## ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

У оквиру 54. годишта (које је издавано током 2013. године) Редакција *Хемијског прегледа* је задржала досадашњу уредничку праксу публикација прегледних и информативно-стручних радова, у оквиру шест предвиђених појединачних бројева. Годиште 54. *Хемијског прегледа* изашло је на укупно 168 страница, при чему је ове године сваки број *Хемијског прегледа* излазио на предвиђених 28 страница. Током целе године, у оквиру издатих бројева, публикован је 21 ауторски чланак домаћих аутора из разних области хемије. Објављено је 6 чланака везаних за наставу хемије. У оквиру овог (54.) годишта, у рубрици **Прича са корица**, која се појављује само једном годишње (и то само у првом броју годишта), објављен је кратак текст о Нилсу Бору, поводом 100 година од његовог чланка у часопису *Philosophical Magazine* у коме је теоријски објаснио експерименталне резултате и предложио модел структуре атома. У броју 1. дато је и упутство за ауторе, које је одштампано на унутрашњим (трећим) корицама. Рубрика **Уводник**, као и прошлених година, је давала сажет приказ сваког појединачног броја и садржајно је покрила кратке коментаре и опаске уредника. Рубрика **Хемија у школи** је и ове године доносила чланке везане за наставу, тако да је ту публиковано 6 нових ауторских чланака, од којих су 5 обрађивали реализацију одређених наставних садржаја на часовима хемије, док се један био прилично оштра критика стања опремљености хемијских кабинета у нашим школама. У оквиру исте рубрике су објављени резултати 49. републичког такмичења ученика основних, као и такмичења ученика средњих школа из хемије. Објављен је број места за такмичење из хемије у школско 2013/2014. години. Поред тога објављен је и програм семинара за професоре хемије „Априлски дани”. У 1. броју 54. годишта дат је Извештај са свечане скупштине СХД, а у броју 2. потпуни Извештај о раду СХД у 2012. години. У броју 4. 53. годишта дат је извештај о одржаном Програму Априлски дани просветних радника Србије. Објављени су и *In memoriam* Срђану Благојевићу, Радету Марковићу и Гордани Вучковић, члановима друштва. У оквиру 54. годишта објављена су и два полемика текста у оквиру рубрике Трибина.

**О људима који сарађују:** Током 2013. године у редакцији Хемијског прегледа радило је 4 члана, односно Редакција је радила у саставу: Ратко М. Јанков, као главни и одговорни уредник, Драгица Шишовић (заменик уредника), Бранко Ј. Дракулић и Владимир Вукотић (чланови редакције). Данило Вукотић радио је на одржавању електронске презентације часописа. Сарадња чланова Редакције је била изузетно добра и конструк-

тивна. Као волонтери радили су и Јелена Радосављевић и Воин Петровић.

Од активности које се нису виделе кроз штампане странице *Хемијског прегледа*, а на којима је рађено током прошле године, наведено је следеће: из техничких разлога није радио сервер на коме је била постављена електронска верзија часописа *Хемијски преглед*, већ традиционално, рубрика **Вести из СХД** није до потребне мере покривала дешавања и активности Друштва ни током 2013. године, мада је ситуација била нешто боља него у претходним годинама. Потребна је много боља комуникација између управе друштва и редакције, упркос отвореној *e-mail* адреси Редакције ХП, ефекти такве комуникације били су и ове године врло мали. Вероватно би било корисно позвати читаоце на овакву врсту комуникације у уводнику сваког појединачног броја. Што се тиче позитивних аспеката и сугестија, планирано је постављање галерије насловних страна журнала на веб-страну Хемијског Прегледа. У редакцији је закључено да је свака насловна страна у последњих неколико година прави 'artwork' и да је у штампаној верзији немогуће потпуно сагледати графички квалитет. Као и предходних година и у овогодишњем извештају је поновљено да је неопходно обезбедити професионалног лектора, коректора и лектора за енглески језик. Обезбеђено је троструко читање прелома *Хемијског прегледа*, што је значајно смањило број грешака. Остварена је редовност излажења. Свих 6 бројева је и у папирној и у електронској форми смештено у фондус НБС. Сарадња са штампаријом на Технолошком факултету (проф. др Нада Борна) током свих претходних година била је јако добра. Потребно је и даље радити на огромном послу сређивања електронске верзије *Хемијског прегледа*, како би се обезбедила приступачност свим до сада изишлим бројевима *Хемијског прегледа*. Током 2013. ништа ново није урађено, баш као ни претходних година, због недостатка одговарајућих финансијских средстава. Просечни тираж сваког броја часописа током ове године био је 1.100 примерака.

## БИБЛИОТЕКА СХД

Библиотека СХД има 24.514 свезака часописа, 1.841 часопис је инвентарисан у вредности од 200.600 динара. Вредност часописа на дан 31.12.2013. је 2.600.520 динара. Инвентарисано је 11 наслова и 781 књига. Приновљени часописи у 2013. години по земљама су: из Босне и Херцеговине (1 наслов), Бугарске (1 наслов), Хрватске (2), Индије (1), Јапана (2), Казахстан (1), Македоније (2), Мађарске (1), Румуније (1), Русије (1), САД (1), Словеније (1), Украјине (1), укупно 22 наслова часописа (16 страних и 6 домаћих). Такође је, у 2013. години добијена 1 домаћа књига. Извештаји су послати Универзитетској библиотеци „Светозар Марковић“ и Заводу за информатику и статистику. Часописи су дати на коришћење свим заинтересованим лицима.

## ПРЕГЛЕД ПРИХОДА И РАСХОДА у 2013. години

### ПРИХОДИ

Приходи од претплата на JSCS и ХП	1.007.437,67
Приходи од котизација	2.588.887,68
Приходи од чланарина	956.052,36
Приходи од услуга на тржишту	360.000,00
Приходи од спонзорства	577.000,00

Приходи од донаторства	484.582,75
Приходи од факулт, инст. и других за суфинансирање часописа	1.859.000,00
Приходи од Министарства просвете, науке и технол. развоја	2.515.149,00
Приходи од Министарства просвете, науке и технол.развоја - такмичење	518.448,73
Приходи од условљених донација - Центар за промоцију науке	200.000,00
Приходи од условљених донација - Међународни уговори	135.027,37
Приходи од камата	100.762,25
Позитивне курсне разлике	16.216,15
Остали приходи	0,00
Нераспоређена добит ранијег периода	96.019,77
<b>Укупни приходи</b>	<b>11.414.583,73</b>

#### **РАСХОДИ**

Трошкови материјала	261.764,05
Бруто зараде за два службеника	2.031.042,00
Доприноси на зараде на терет послодавца	363.555,00
Трошкови превоза запослених на рад и са рада	35.700,00
Трошкови поштарине	380.704,20
Трошкови телефона	85.116,47
Такси и трошкови превоза	52.198,00
Трошкови закупа сала за скупове	113.100,00
Бруто ауторски хонорари	2.520.131,00
Бруто уговори о делу	82.147,00
Трошкови штампања часописа	1.798.398,04
Трошкови штампања диплома за Републичко такмичење	11.040,00
Трошкови штампања постера и пратећег материјала за скупове	10.224,00
Амортизација за текућу годину	135.027,37
Трошкови књиговодствених услуга	182.000,00
Рад преко омладинских задруга	616.000,00
Трошкови репрезентације (свечана вечера за учеснике ICOSECS 8)	660.914,52
Награде најбољим студентима	120.000,00
Награде за Републичко такмичење	49.264,44
Таксе	16.230,00
Банкарске услуге	45.119,85
Чланарине (IUPAC, EuCheMS)	287.217,33
Трошкови огласа у дневној штампи	11.650,00
Остали непоменути расходи (копирање, корицење, организовање пријема)	195.885,00
Трошкови одржавања опреме	46.160,31
Трошкови службених путовања у земљи	708.954,70
Служб. путовања у иностранство (EuCheMS састанци, Међунар.хем.олимпијада...)	453.430,77
Котизације	48.155,19
Расходи камата	254,39
Порез на примљене донације	8.864,57
Негативне курсне разлике	6.652,74
Разни трошкови	77.682,79
<b>Укупно</b>	<b>11.414.583,73</b>

**Остварена добит**

**0,00**

Секретар Друштва  
Александра Петрић-Грујић