



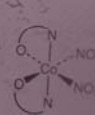
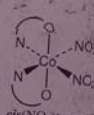
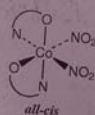
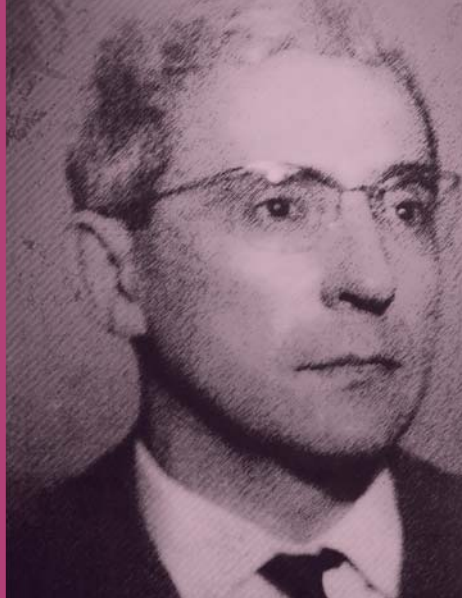
# '20

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 61

бр. 6 (децембар)

YU ISSN 04406826  
UDC 54.011.93



## 100 година

од рођења

### Миленка Ђелана (1920.-2004.)

Једног од утемељивача  
координационе хемије у Србији

08/27/02  
Celafo,  
With your led been  
here for 100 years, which  
was a big success. The  
program will tell you  
what happened.  
Hope all your work  
with you and your colleagues  
at US show some of  
them the program.  
Best Wishes  
Fred

Хемијски Преглед  
www.shd.org.rs/hp.htm

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 61

број 6  
децембар

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

Volume 61  
NUMBER 6  
(December)

Publisher  
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY  
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје  
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК  
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ УРЕДНИКА  
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ  
Јелена Радосављевић, Наталија Половић 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 2020. годину износи:

- за све запослене и студенте докторских студија ..... 1.800,00
- за професоре у основним и средњим школама ..... 1.000,00
- за пензионере, студенте основних и мастер студија,  
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 и штампа:  
РИЦ графичког инжењерства Технолошко-металуршког  
факултета Београд, Карнегијева 4

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

## САДРЖАЈ

### ЧЛАНЦИ

Милош Шундерић  
*Miloš Šunderić*

НЕ ПЛАЧИ НАД ПРОЛИВЕНИМ МЛЕКОМ  
*DON'T CRY OVER SPILLED MILK* ..... 126

Изудин Реџеповић, Борис Фуртула  
*Izudin Redžepović, Boris Furtula*

ТОПОЛОШКИ МОЛЕКУЛСКИ ДЕСКРИПТОРИ  
*TOPOLOGICAL MOLECULAR DESCRIPTORS* ..... 131

Иван ГУТМАН  
*Ivan Gutman*

СОДИЈУМ, НАТРОНИЈУМ, НАТРИЈУМ  
*SODIUM, NATRONIUM, NATRIUM* ..... 136

### ВЕСТИ ИЗ ШКОЛА / ВЕСТИ ЗА ШКОЛЕ

Драгана Марковић, Марина Д. Костић, Вера М. Дивац  
*Dragana Marković, Marina D. Kostić i Vera M. Divac*

ПРИМЕР ПРОЈЕКТНЕ НАСТАВЕ ИЗ  
ОБЛАСТИ ХЕМИЈЕ У ОКВИРУ  
СРЕДЊИХ СТРУЧНИХ ШКОЛА  
*THE EXAMPLE OF THE PROJECT BASED  
LEARNING IN CHEMISTRY WITHIN  
SECONDARY VOCATIONAL SCHOOLS* ..... 139

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ПЕДЕСЕТ ГОДИНА ОД ОСНИВАЊА  
ЕВРОПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА ..... 147



## УВОДНИК

Поштовани чланови Друштва,

\* \* \*

Свечану скупштину Друштва, која је увек била лепа прилика за окупљање, доделу награда и признања и предавања добитника Медаља СХД, због пандемије вируса смо принуђени да одложимо за следећу годину. Уместо тога, презентацијом у електронском облику ћемо се осврнути на рад Друштва у 2020. години, предстојеће манифестације у 2021. години, награде и признања СХД, као и на институције које су помогле рад Друштва, која ће бити постављена на сајт СХД у понедељак, 21. децембра 2020.

У години у којој су због пандемије вируса значајно смањене активности Друштва (отказане су три међународне конференције, Саветовање СХД, сва такмичења ученика, Априлски дани просветних радника Србије и Конференција младих хемичара), као и финансијска средства, са много напора смо успели да одржимо редовно излагање наших часописа, рад секција и подружница и успешно учешће на Међународној хемијској олимпијади ученика средњих школа.

Зато се захваљујемо свим члановима који су својим радом и ентузијазмом омогућили да се реализују активности Друштва у овој години. Такође, захваљујемо се институцијама које су подржале рад Друштва у овој години, јер без њихове помоћи то не би било могуће.

С посебним задовољством честитамо овогодишњим добитницима награда и признања СХД и желимо успех у даљем раду. Награде и признања ће бити уручене добитницима на Свечаној скупштини 2021. године. Тада ће бити одржана предавања добитника медаља СХД за 2019. и 2020. годину.

Студенти добитници Годишње награде СХД треба да се јаве канцеларији Друштва путем електронске поште ради договора о преузимању новчаног дела награде. Такође, сви добитници којима су потребне награде и признања СХД у електронском формату треба да се јаве канцеларији Друштва путем електронске поште.

Срдачан поздрав,

**Весна Мишковић Станковић**

**Председница Српског хемијског друштва**

\* \* \*

Шта је, у ствари, млеко? Млеком се најчешће назива течност беле боје коју производе млечне жлезде женки сисара, и која се користи за исхрану потомака све док не буду били у стању да варе разноврснију храну. Хемијски се дефинише као емулзија масти, колоидни раствор протеина и раствор угљених хидрата, минерала, витамина. У чланку **Милоша ШУНДЕРИЋА** (Институт за примену нуклеарне енергије-ИНЕП, Београд) под насловом “*Не њлачи над њроливеним млеком*”, сем оног што већ знате о млеку, наћи ћете још и многе друге непознате и интересантне податке.

Пресудан корак у објашњавању природних појава се заснива на препознавању или дефинисању параметара који ту посебну појаву описују и јасно диференцирају од других. Овакав приступ се примењује и у хемији. Идеја да молекулска структура носи информације везане за сам молекул заузима централно место у хемији. Екстраховање и манипулација информацијама које се добијају из саме структуре молекула је омогућено употребом тзв. молекулских дескриптора. Молекулски дескриптор представља број или скуп бројева који се могу приписати неком једињењу. Иако ова веза између структуре и својстава молекула изгледа логична и једноставна, није је лако објаснити. Аутори **Изудин РЕЏЕПОВИЋ** и **Борис ФУРТУЛА** (Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу), у чланку “*Тојолошки молекулски дескриптори*”, настојали су да нам помогну да успоставимо ту жељену везу.

\* \* \*

Хемијски елемент, који се код нас и у већем делу Европе назива „натријум“, у једном значајном делу света (Велика Британија, САД, ...) носи име „содијум“. У чланку “*Содијум, најронијум, најријум*” **Иван ГУТ-МАН**, Природно-математички факултет Крагујевац, описује историју натријума и разлоге који су довели до разлике у његовом имену.

\* \* \*

Пројектна настава, као иновативни облик рада одговара умногоме захтевима савременог образовно-васпитног процеса. У чланку из рубрике *Хемија из/за школе*, ауторке **Драгана МАРКОВИЋ** (Економска школа Ваљево), **Марина Д. Костић** и **Вера М. Дивац** (Институт за хемију, ПМФ, Универзитет у Крагујевцу) су својим “*Примером пројектне наставе из области хемије у оквиру средњих стручних школа*” у оквиру овог истраживања, дале ученицима прилику да овладају техником за стицање нових и проширивање постојећих знања, као и да сагледају важност међусобне интеракције унутар групе и интеракције са наставником, и да повежу знања стечена у оквиру пројекта са неким чињеницама из свакодневног живота. Резултати произишли из овог рада могу да послуже као смерница осталим наставницима да унапреде и употпуне свој начин рада, као и да представе наставне јединице на потпуно нови начин.

\* \* \*

Ове године се навршава 50 година од оснивања EuChemS-a. У рубрици Вести из СХД можете прочитати и нешто о тој за СХД важној организацији, као и информацију о томе ко све од наших колега учествује у раду овог удружења коју је за вас припремила **Весна МИЛАНОВИЋ**.

**Ратко М. Јанков**



## ЧЛАНЦИ



Милош Шундерић  
Институт за примену нуклеарне енергије-ИНЕП, Београд  
e-mail: milos@iner.co.rs

### НЕ ПЛАЧИ НАД ПРОЛИВЕНИМ МЛЕКОМ

„Млека ђуна чаша,  
и од мркве каша,  
и дарено јаје,  
дејшеју се гаје,  
брзо да ђорасће,  
високо до шавана“

Млеко је једна од највише конзумираних намирница у свету. За њега се каже да представља комплетан оброк, с обзиром да у себи садржи већину макро- и микронутријената, витамина и минерала. Конзумирање животињског млека, првенствено крављег, у људској исхрани је еволутивно нова појава. Пијући животињско млеко, човек заједно са нутритивним супстанцама, у себе уноси и информационе молекуле који садрже упутства за бржи раст и развој младунчета. Они се могу умешати у метаболичке процесе људи и довести до нежељених последица. Овај кратак преглед позива на дијалог и преиспитивање да ли је кравље млеко безазлена намирница или је пакет информација које, ипак, нису намењене људима?

#### ШТА ЈЕ, У СТВАРИ, МЛЕКО?

Млеком се најчешће назива течност беле боје коју производе млечне жлезде женки сисара, и која се користи за исхрану потомака све док не буду били у стању да варе разноврснију храну. Хемијски се дефинише као емулзија масти, колоидни раствор протеина и раствор угљених хидрата, минерала, витамина. Ова намирница је идеалан оброк за младунце, јер представља смесу макро- и микронутријената који су потребни за правилан раст и развој.

Иако све женке сисара поседују способност да производе млеко, у свету се за људску исхрану

најчешће користи кравље млеко (85% светске производње) [1], потом следе бивоље (11%), козје (2%), овчије (1%) и камиље млеко (0,4%). Највећи произвођач крављег млека у свету су САД [2], бивољег и козјег Индија [3,4], овчијег Кина [5], док се камиље млеко углавном производи и конзумира на Блиском истоку.

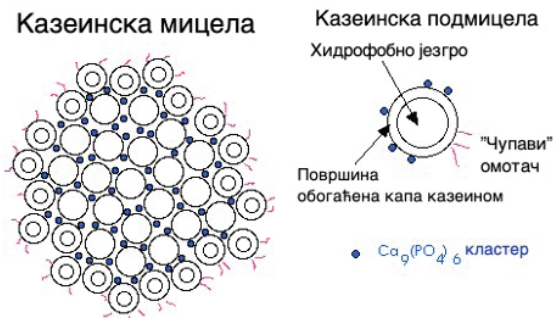
Хемисјки састав млека зависи од неколико фактора, међу којима су и врста животиње, услови средине, период лактације и нутритивни статус животиње [6]. У табели 1. је приказан састав млека три животиње које се најчешће користе као његов извор за исхрану људи, као и људског млека.

Протеински део млека се састоји из две фракције, казеина [8] и сурутке [9]. Казеин је грађен у облику мицела које су распршене по читавој запремини млека, а које настају удруживањем мањих структура, подмицела (слика 1) [10]. Постојање оваквих структура даје млеку белу боју, услед расипања светлости кроз колоидни раствор кога ове честице граде. Главне компоненте од којих се састоји казеин су четири типа протеина:  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ - и  $\kappa$ -казеин. Оно што је за њих карактеристично је да су сви фосфорилувани, а  $\kappa$ -казеин је и гликозилован. Пошто је  $\kappa$ -казеин највише хидрофилан, он се налази на површини подмицеле, а остали типови казеина су „закопани“ у унутрашњости. Подмицеле се удружују хидрофобним интеракцијама и „мостовима“ од калцијум фосфата. Величина мицела је ограничена

Табела 1. Поређење нутритивног састава млека различитих животињских врста и човека израженог на 100 мл [7]

	Коза	Овца	Крава	Човек
Масти (г)	3,8	7,9	3,6	4,0
Лактоза (г)	4,1	4,9	4,7	6,9
Протеини (г)	3,4	6,2	3,2	1,2
Енергија (кџал)	70	105	69	68
Калцијум (мг)	134	193	122	33
Фосфор (мг)	121	158	119	43
Витамин А (ИЈ)	185	146	126	190
Витамин Д (ИЈ)	2,3	7,2	2,0	1,4

хидрофилним делом Ц-терминалног краја површинских протеина, који формирају „чупави“ омотач, који стерним и електростатичким ефектима спречава даље удруживање. Сурутка је део млека који преостаје после „сирења“, тачније таложења казеина и његовог уклањања. Првенствено се састоји од  $\beta$ -лактоглобулина,  $\alpha$ -лактоалбумина, серумског албумина и имуноглобулина. Кравље млеко се састоји од 80% казеина и 20% сурутке, док се људско млеко састоји од 30% казеина и 70% сурутке.



Слика 1. Грађа казеинске мицеле и подмицеле (адаптирано из референце [10])

## ЖИВОТИЊСКО МЛЕКО КАО ЉУДСКА НАМИРНИЦА

Конзумирање млека у одраслом добу је искључиво људски феномен. Наиме, младунци осталих сисара млеко користе само у раном периоду, док не постану способни да варе друге типове хране. У једном тренутку они пролазе кроз период одвикавања, када полако престају да сисају и после чега њихово тело престаје да производи ензим лактазу, која разграђује лактозу, млечни шећер. Пре отприлике 8000 година, људско друштво је прошло кроз тзв. неолитску револуцију, када је са ловачко-сакупљачког прешло на седелачки начин живота и бављење пољопривредом [11]. Тај прелазак је подразумевао и припитомљавање животиња и коришћење њихових деривата (месо, кожа, млеко). Као и остали сисари, људи у одраслом добу нису имали могућност производње лактазе, међутим, временом се десила мутација која је омогућила њену производњу и у одраслом добу, омогућујући овим појединцима да уносе веће количине млека. Ова појава се првенствено догодила у сточарским друштвима Европе, Блиског истока и делова Африке, чија се исхрана и базирала на млеку, јер за разлику од меса, млеко је намирница која се добија на релативно лак начин и вишекратне је природе, при чему се животиња не мора жртвовати. Услед тога што им је способност варења млека омогућила додатни извор хране у одраслом добу, ширење

ове мутације међу популацијом тих региона било је интензивно, механизмом позитивне природне селекције, која фаворизује било коју особину која ће јединкама омогућити преживљавање [12].

Савремена генетичка истраживања су показала да се у јужној и источној Европи проценат одраслог становништва са активном лактазом креће између 15 и 54% до чак 80-96% у северној и западној Европи. Примера ради, 17% Грка поседује способност да вари лактозу у одраслом добу, док код Мађара и Финаца овај удео иде и до 80% [13]. Упркос овоме, већина људи данашњице и даље нема могућност да вари веће количине млека управо због недостатка ензима који разлаже лактозу. Становници источне Азије, домородачко становништво Северне и Јужне Америке и Аустралије имају врло мали проценат појединаца који могу толерисати лактозу. Објашњење ове разлике може лежати у томе што је друштвена историја ових региона била знатно другачија, односно није се заснивала на коришћењу млека после детињства.

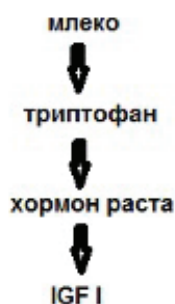
## САВЕЗНИК ИЛИ ТРОЈАНСКИ КОЊ?

Поставља се питање, да ли је млеко корисна намирница? За младунчад и децу несумњиво, јер им нуди мноштво хранљивих састојака потребних за раст и развој. Међутим, оно што је за децу карактеристично је да су једини сисари који конзумирају млеко друге животињске врсте, још од рођења. Наиме, иако је дојење деце пракса коју промовишу све здравствене организације, одређен број мајки није у могућности да доји, те стога деца узимају тзв. прихрану (беби формулу) у облику праха који се раствара у води. Основа ове формуле је кравље млеко коме је хемијски садржај измењен не би ли било сличније људском (видети слику 1). Кад пређу на чврсту храну, у исхрану деце се уводи кравље млеко, под објашњењем да се на тај начин организму обезбеђује довољна количина калцијума и протеина. Другим речима, употреба млека је постала норма, чак и у друштвима која, историјски гледано, у свом јеловнику нису користила млеко, као што је кинеско.

Чињеница да се млеко конзумира и у одраслом добу представља биолошко одступање које може имати одређене последице. Наиме, оно представља први извор макро- и микронутријената са којима младунче долази у контакт, али не само то. Млеко се понаша као смеша сигнала којима се метаболизам примаоца „подешава“ да допринесе максималном расту и развоју. За теле, тај темпо је релативно брз (700-800 г/дан у првих годину дана сисања), док је код човека знатно спорији (20 г/дан). У складу са потребама, кравље млеко садржи оптималан однос нутријената којима се обезбеђује овако брз

раст. То се може закључити и по саставу две врсте млека. Иако су по калоријској вредности скоро идентични, кравље млеко садржи три пута већу количину протеина, четири пута већу количину калцијума и три пута већу количину фосфора (Табела 1). Стога би његово уношење у људски организам, како у детињству, тако и у одраслом добу, могло имати последице које еволутивно нису намењене човеку.

Млечна сурутка поседује велику количину рачвастих аминокиселина, леуцина, изолеуцина и валина, које стимулишу лучење инсулина у року од неколико минута. Управо због тога, упркос ниском садржају угљених хидрата, млеко има велики инсулински индекс, који показује у којој мери се повећава концентрација инсулина у крви током прва два сата по његовом уносу (референтна вредност, која одговара белом хлебу, је 100, а млеко има вредност 90) [14]. Млеко је извор аминокиселине триптофана, који подстиче лучење хормона раста из хипофизе. Овај хормон, потом, стимулише лучење фактора раста сличног инсулину (IGF-I) из јетре (Слика 2) [15]. Истраживања су показала да повећан унос млека заиста доводи до пораста концентрације ових молекула у циркулацији, за чак 20-30% у односу на особе које не пију млеко [16]. Ова чињеница и објашњава због чега велик унос млека стимулише линеарни раст. Постоје докази да конзумирање млека код деце, адолесцената и одраслих повећава индекс телесне масе, а интервентна студија, у којој је дечацама као једини извор протеина, давана дневна количина млека већа од уобичајене (1,5 л), је показала да концентрација инсулина у крви значајно расте, а инсулинска осетљивост опада у односу на дечаке који су као извор протеина користили месо [17].



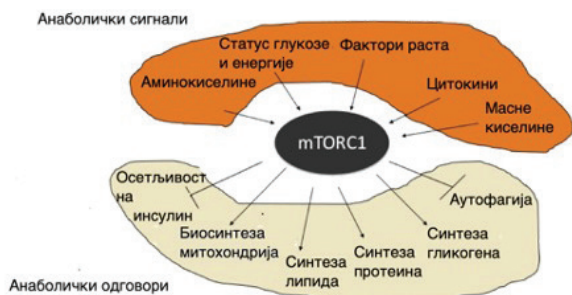
Слика 2. Стимулација производње IGF-I дејством аминокиселине из млека

Микро-РНК (миРНК) представљају класу некодирајућих РНК које се налазе у свим организмима и чија је основна функција утишавање иРНК, односно, пост-транскрипциона регулација генске експресије. Оне функционишу по принципу базног

спаривања са комплементарним секвенцама на молекулима иРНК, што за последицу има њено утишавање тј. спречавање транслације протеина [18]. Ове нуклеинске киселине могу изаћи из ћелије, у облику мембранских пакетића који се називају егзозоми, преко којих се расејавају у друга ткива. На тај начин могу регулисати активност гена у удаљеним подручјима [19]. У крављем млеку је пронађено 245 различитих врста миРНК које су спаковане у егзозоме пречника 50-100 нм. Липидна мембрана их штити од промене рН као и од топлотне разградње, што значи да значајан број остаје нетакнут после комерцијалне обраде млека и његовог проласка кроз желудац. За егзозоме се зна да могу проћи кроз епител црева и ући у системску циркулацију [20]. Микро РНК која доминира у крављем млеку (миР-21) је иста она која се налази и у плазми људи. Експериментално је потврђен велики број везивних секвенци ове миРНК за тумор супресорске гене, те је миР-21 једна од највише експримираних миРНК код тумора [21,22]. Наиме, везивањем за своје циљне секвенце, миР-21 врши инхибицију фосфатаза које ограничавају активност АКТ и МАПК сигналних путања, чиме се стимулишу пролиферативни процеси у ћелији [23]. Ово је користан механизам током кога се стимулише раст новорођенчета, али у одраслом периоду може постати штетан, потенцијално стимулишући неопластичне процесе.

На ћелијском нивоу, хомеостатски процеси организма се регулишу помоћу посебног сензора који се зове комплекс механистичке мете рапамицина 1 (енгл. *mechanistic target of rapamycin complex 1 - mTORC1*) (Слика 3). Он је главни посредник анаболичких процеса у ћелији. На молекулском нивоу, овај комплекс контролише раст и умножавање ћелија, синтезу масти и протеина и врши инхибицију аутофагије [24]. Између осталог га активирају рачвасте аминокиселине (енгл. *BCAA-branched chain amino acid*), посебно леуцин, којим је млеко веома богато. У бета ћелијама панкреаса, леуцин активира mTORC1, који регулише лучење инсулина и пролиферацију самих ћелија, а у периферним ткивима инхибира сигнализацију која зависи од инсулина, што је и показано на мишићним ћелијама. На овај начин, компоненте млека стимулишу раст ткива кога сачињавају бета ћелије, као и лучење инсулина (Слика 4) и смањење осетљивост ткива на њега, а све у циљу ефикасног раста у раном периоду живота, јер инсулин показује и анаболичко дејство [25]. Смањена осетљивост ткива на његово дејство доводи до физиолошки контролисане хиперинсулинемије, чиме се стимулише улазак аминокиселина у ткива. Међутим, унос млека у

каснијем животном добу доводи до продужене стимулације бета ћелија и њиховог исцрпљивања, што представља увод у метаболички синдром и дијабетес тип 2. Показало се да mTORC1 сигналну путању контролишу и миРНК, тачније миР-21. Ова миРНК инхибира молекуле PTEN или PDCD4 [26], чиме се на посредан начин спречава инхибиција mTORC1. Гледано све заједно, аминокиселине и миРНК стимулишу постнатални раст.



Слика 3. mTORC1 систем, сигнали на које реагује и одговори који се покрећу (адаптирано из предавања *Role of muscle mTORC1 in obesity and metabolism, Dave Bridges*)



Слика 4. Утицај рачвастих аминокиселина из млека на физиологију бета ћелија панкреаса

#### ИМА ЛИ РАЗЛОГА ЗА ЗАБРИНУТОСТ?

Овакви подаци изгледају веома збуњујуће и, уколико бисмо их безрезервно тумачили, дошли бисмо у заблуду да пијући млеко ризикујемо да оболимо од дијабетеса или рака. Истина је да подаци изнети у овом тексту заиста представљају научне чињенице које показују да компоненте које се налазе у животињском млеку делују на молекулском нивоу на горе описан начин. Међутим, метаболички путеви човека нису изоловани, они су веома испреплетани (Слика 5) и негативне промене у једној путањи могу довести до компензаторних одговора који би могли ублажити ефекат промена. У сваком случају, као и у свему осталом, треба бити умерен. Млеко је идеалан извор протеина, минерала и неких витамина, само

треба водити рачуна о количини унете намирнице и, наравно, имати што разноврснију исхрану. Треба нагласити да је у овом тексту било речи само о крављем млеку, али не и о млечним производима, као што су кисело млеко, јогурт или кефир, који се можда понашају на другачији начин од самог млека, или су последице њиховог конзумирања блаже.

#### ABSTRACT

#### DON'T CRY OVER SPILLED MILK

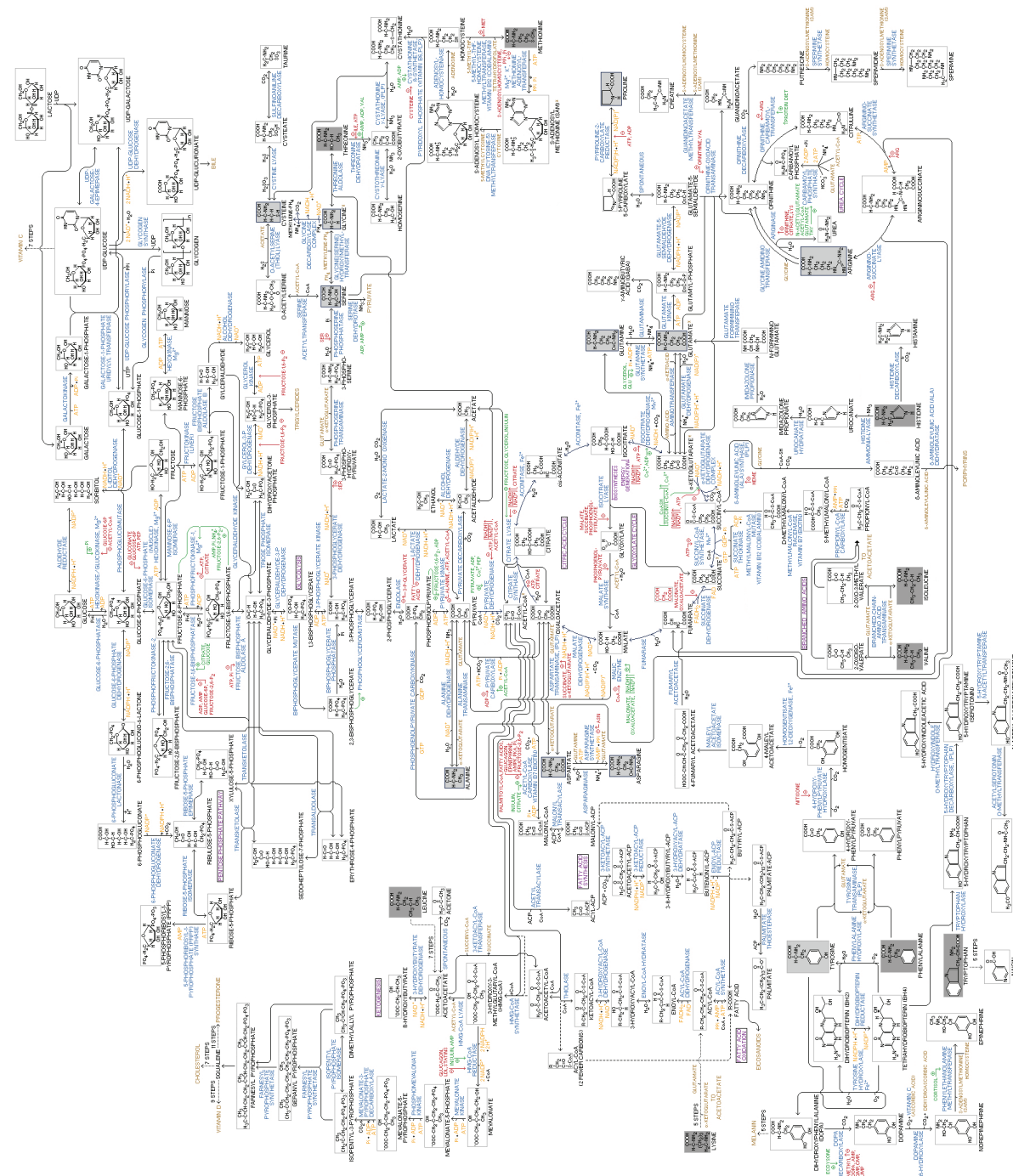
MILOŠ ŠUNDERIĆ, Institute for the Application of Nuclear Energy-INEP, Belgrade

Milk is widely consumed in the world. It is a good source of macro- and micronutrients, vitamins and minerals. However, it is peculiar that humans are the only species that drink milk after the weaning period, even as adults. Although rich in nutrients, milk is also a mixture of molecules that carry information signals which direct the metabolism of the recipient causing its faster growth. It contains amino acids and special types of (micro)RNAs that influence the molecular machinery stimulating growth and insulin secretion, two phenomena which have a potential to induce metabolic syndrome and/or cancer. These effects were recorded experimentally, but the scientists focused on isolated metabolic pathways and human body is much more complex, its pathways interlinked and the compensatory mechanisms exist. The quantity of ingested milk is also relevant – as in everything else, one shouldn't exaggerate and drinking reasonable amounts of milk isn't considered to be a threat.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Gerosa, Stefano, Skoet, Jakob. "Milk availability: trends in production and demand and medium-term outlook." (2012) ESA Working Papers 289000, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Agricultural Development Economics Division (ESA).
- 2 "Milk, whole fresh cow producers". UN Food & Agriculture Organization.
- 3 "Milk, whole fresh buffalo producers". UN Food & Agriculture Organization
- 4 "Milk, whole fresh goat producers". UN Food & Agriculture Organization.
- 5 "Milk, whole fresh sheep producers". UN Food & Agriculture Organization.
- 6 Caroli AM, Chessa S, Erhardt GJ. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. J. DAIRY SCI. (2009) 92(11):5335–52.
- 7 Ghada, Z., A Soliman. Comparison of Chemical and Mineral Content of Milk from Human, Cow, Buffalo, Camel and Goat in Egypt. Egypt. J. Hosp. Med. (2005) 21: 116–30.

- 8 Kunz, C; Lönnerdal, B. Human-milk proteins: analysis of casein and casein subunits by anion-exchange chromatography, gel electrophoresis, and specific staining methods. *Am. J. Clin. Nutr.* (1990) 51 (1): 37–46.
- 9 Farrell, HM; Jimenez-Flores, R; Bleck, GT; et al. "Nomenclature of the Proteins of Cows' Milk—Sixth Revision". *J DAIRY SCI.* (2004) 87 (6): 1641–74.
- 10 Schmidt DG. Association of caseins and casein micelle



Слика 5. Испрелетаност и сложеност метаболичких путања-сиурносни систем ако нешто пође наопако

- structure. In: Fox PP, editor. *Development in Dairy Chemistry*. Barking, UK: Applied Science Publishers, 1982. P. 61-86.
- 11 Jean-Pierre Bocquet-Appel "When the World's Population Took Off: The Springboard of the Neolithic Demographic Transition". *Science.* (2011) 333 (6042): 560–1.
- 12 Enattah, N. S.; Trudeau, A; Pimenoff, V; Maiuri, L; Auricchio, S; Greco, L; Rossi, M; Lentze, M; Seo, J.K.;



- Rahgozar, S; Khalil; Alifrangis, M; Natah, S; Groop, L; Shaat, N; Kozlov, A; Verschubskaya, G; Comas, D; Bulayeva, K; Mehdi, S. Q; Terwilliger, J D.; Sahi, T; Savilahti, E; Perola, M; Sajantila, A; Järvelä, I; Peltonen, L. Evidence of Still-Ongoing Convergence Evolution of the Lactase Persistence T-13910 Alleles in Humans. *Am J Hum Genet* (2007) 81 (3): 615–25.
- 13 Itan Y1, Jones BL, Ingram CJ, Swallow DM, Thomas MG. A worldwide correlation of lactase persistence phenotype and genotypes. *BMC Evol. Biol.* (2010) 9: 10:36
- 14 Hoyt G, Hickey MS, Cordain L. Dissociation of the glycaemic and insulinaemic responses to whole and skimmed milk. *Br. J. Nutr.* (2005) 93:175–7.
- 15 Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Björck IM. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am. J. Clin. Nutr.* (2004) 80:1246–53.
- 16 Melnik B. Milk consumption: aggravating factor of acne and promoter of chronic diseases of Western societies. *J. Dtsch. Dermatol. Ges.* (2009) 4:364–70.
- 17 Hoppe C, Mølgaard C, Vaag A, Barkholt V, Michaelsen KF: High intakes of milk, but not meat, increases s-insulin and insulin resistance in 8-year-old boys. *Eur. J. Clin. Nutr.* (2005) 59:393–8.
- 18 Bartel DP. MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function". *Cell.* (2004) 116 (2): 281–97.
- 19 Chen X, Liang H, Zhang J, Zen K, Zhang CY. Horizontal transfer of microRNAs: molecular mechanisms and clinical applications. *Protein Cell* (2012), 3:28–37.
- 20 Izumi H, Kosaka N, Shimizu T, Sekine K, Ochiya T, Takase M. Bovine milk contains microRNA and messenger RNA that are stable under degradative conditions. *J. Dairy Sci.* (2012) 95:4831–41.
- 21 Meng F, Henson R, Wehbe-Janeck H, Ghoshal K, Jacob ST, Patel T. MicroRNA-21 regulates expression of the PTEN tumor suppressor gene in human hepatocellular cancer. *Gastroenterology* (2007) 133:647–58.
- 22 Asangani IA, Rasheed SA, Nikolova DA, Leupold JH, Colburn NH, Post S, Allgayer H. MicroRNA-21 (miR-21) post-transcriptionally downregulates tumor suppressor Pcd4 and stimulates invasion, intravasation and metastasis in colorectal cancer. *Oncogene* (2008) 27:2128–36.
- 23 Julia Ramírez-Moya and Pilar Santisteban. miRNA-Directed Regulation of the Main Signaling Pathways in Thyroid Cancer. *Front Endocrinol (Lausanne)*. (2019) 10: 430
- 24 Foster KG, Fingar DC. Mammalian target of rapamycin (mTOR): conducting the cellular signalling symphony. *J. Biol. Chem.* (2010) 285:14071–7.
- 25 Xu G, Kwon G, Cruz WS, Marshall CA, McDaniel MK. Metabolic Regulation by Leucine of Translation Initiation Through the mTOR-signaling Pathway by Pancreatic beta-cells. *Diabetes.* (2001) 50(2): 353-60.
- 26 Carayol N, Katsoulidis E, Sassano A, Altman JK, Druker BJ, Plataniias LC. Suppression of programmed cell death 4 (PDCD4) protein expression by BCR-ABL-regulated engagement of the mTOR/p70 S6 kinase pathway. *J. Biol Chem* (2008) 283:8601–10.



**ИЗУДИН РЕЦЕПОВИЋ, БОРИС ФУРТУЛА,**

**Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу;**

**(e-mail: izudin.redzepovic@pmf.kg.ac.rs, boris.furtula@pmf.kg.ac.rs)**

## ТОПОЛОШКИ МОЛЕКУЛСКИ ДЕСКРИПТОРИ

### УВОД

Пресудан корак у објашњавању природних појава се заснива на препознавању или дефинисању параметара који их описују и јасно диференцирају од других. Овакав приступ се примењује и у хемији [1]. Идеја да молекулска структура носи информације везане за сам молекул заузима централно место у хемији. Иако ова веза између структуре и особина молекула изгледа логична и једноставна, неретко ју је тешко објаснити. Екстраховање и манипулација информацијама које се добијају из саме структуре молекула је омогућено употребом тзв. молекулских дескриптора [2].

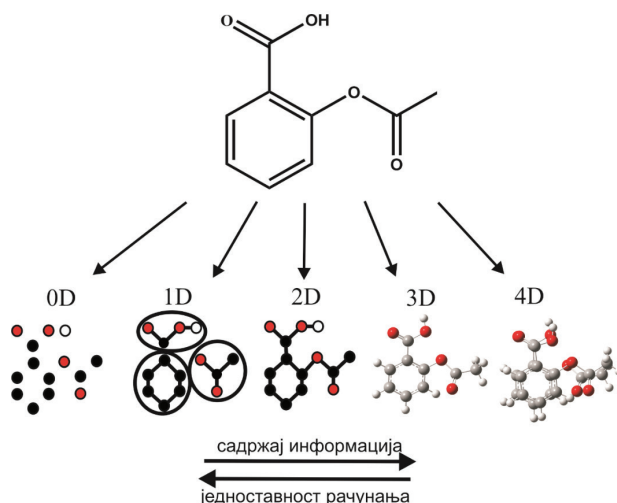
Молекулски дескриптор представља број или скуп бројева који се могу приписати неком једињењу. Они могу бити изведени из молекулске структуре применом различитих алгоритама. Због тога постоји мноштво молекулских дескриптора који су уведени са различитим циљевима. Разликују се по количини информација које носе, што ствара и разлику у времену потребном за њихово израчунавање. Молекулски дескриптори који носе више информација углавном су засновани на комплексним математичким дефиницијама и изискују много компјутерског времена за њихово рачунање. Молекулска тежина, на пример, представља врло једноставан молекулски дескриптор који се лако и брзо рачуна, али, сем масе молекула, она нам не нуди никакве додатне корисне информације.

С друге стране, дескриптори засновани на квантно-механичким прорачунима су врло захтевни за рачунање, али врло добро описују неке особине молекула [3].

Примене молекулских дескриптора у хемији су разноврсне, а најизраженији је њихов допринос у претраживању хемијских база и у QSPR/QSAR (quantitative structure property/activity relationships) истраживањима. Ова метода има за циљ идентификацију и квантификовање везе између структуре и посматране физичко-хемијске особине, односно, активности молекула. Крајњи производ ових студија је математички модел који у својој дефиницији садржи неки дескриптор, или још чешће, комбинацију два или више дескриптора.

Број молекулских дескриптора се мери хиљадама и могу се груписати у неколико категорија (Слика 1). Општеприхваћена класификација се заснива на „димензионалности“ молекулске структуре из које се изводи дескриптор:

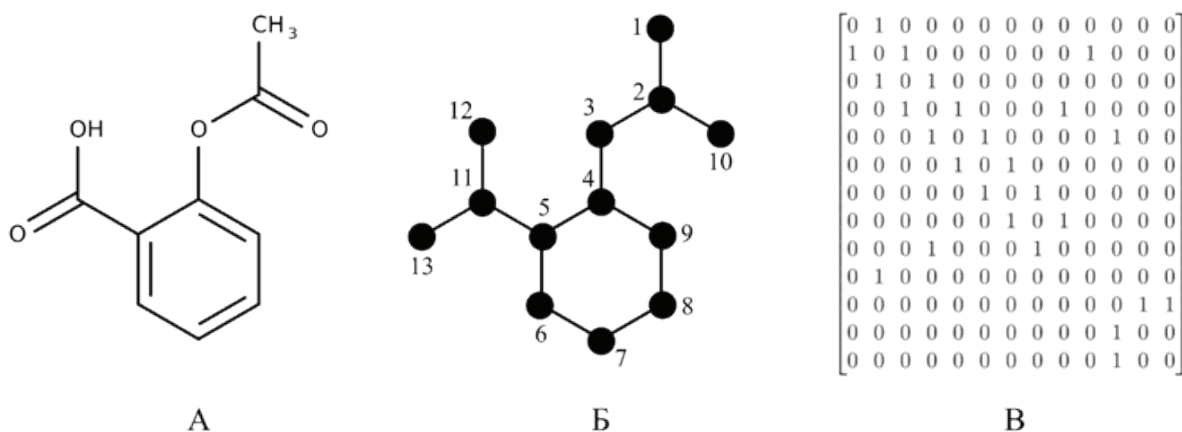
- 0D дескриптори су најједноставнији „бројачки“ дескриптори који се добијају из молекулске формуле (нпр. број азотових атома у молекулу);
- 1D дескриптори се заснивају, такође, на једноставном пребројавању одређених детаља у молекулу (нпр. број одређених функционалних група);
- 2D дескриптори се рачунају из дводимензионалних структурних формула молекула (у ову групу спадају тополошки дескриптори);
- 3D дескриптори узимају у обзир просторни распоред атома и веза у молекулу;
- 4D дескриптори, поред тродимензионалне структуре узимају у обзир још једну димензију, нпр. време.



Слика 1. Подела молекулских дескриптора.

## ТОПОЛОШКИ ДЕСКРИПТОРИ

Молекулски дескриптори засновани на дводимензионалним структурним формулама представљају оптималан компромис између количине корисних информација које носе о структури и комплексности њиховог израчунавања. Због тога заузимају значајно место у QSPR/QSAR истраживањима и њихов број се мери хиљадама. Посебну класу ових молекулских дескриптора представљају тополошки индекси. Засновани су на молекулском графу (Слика 2), код кога су атоми представљени чворовима ( $n$ ), а хемијске везе гранама ( $e$ ) које повезују одређене парове чворова. Због тога се ови дескриптори називају још и графовске инваријанте. Област хемије која објашњава хемијске појаве применом теорије графова назива се хемијска теорија графова [4,6]. Најпопуларнији су тзв. једноставни графови, код којих се не води рачуна о типу атома и веза представљених чворовима и гранама, док су водоникови атоми потпуно занемарени. Један та-



Слика 2. А. Структурна молекулска формула аспирина; Б. Молекулски граф аспирина; В. Матрица суседства изведена из графа Б.

кав молекулски граф је представљен на слици 2.Б. Молекулски граф се може претворити у матрицу суседства (A). Ова матрица је квадратна матрица димензије  $n \times n$ , која носи информације о повезаности чворова унутар графа. Елементи матрице суседства су 0 и 1. Уколико су два чвора суседна у графу (тј. ако постоји веза између њих) онда је  $a_{i,j} = 1$ , у супротном  $a_{i,j} = 0$ .

Главна улога ових дескриптора је квантификовање информације која је садржана у дводимензионалној структури молекула представљеној помоћу графа. На тај начин се врши екстракција информација која се потом може употребити за конструкцију математичког модела ради описивања неке особине молекула. Већина тополошких дескриптора се могу сврстати у једну од следеће три групе:

1. дескриптори засновани на степену чвора (degree-based);
2. дескриптори засновани на растојању чворова (distance-based);
3. дескриптори засновани на сопственим вредностима неке од матрица (eigenvalue-based).

#### Дескриптори засновани на степену чвора

Степен чвора (deg) представља број суседних чворова са којима је дати чвор повезан. Постоји велики број тополошких дескриптора који у својој дефиницији узимају у обзир степен чвора. Први дескриптор из ове класе спада у групу најстаријих тополошких молекулских индекса. Увео га је амерички научник Џон Р. Плат (John R. Platt) 1952. године и данас он носи име по свом творцу. Међутим, овај индекс се данас ретко среће у стручној и научној литератури, иако његов потенцијал није занемарујући. Најпопуларнији тополошки молекулски дескриптори засновани на степену чворова су тзв. загребачки индекси (први  $M_1$  и други  $M_2$ ) [7,8] и Рандићев индекс ( $\chi$ ) [9]. Дефинисани су на следећи начин:

$$M_1 = M_1(G) = \sum_u \text{deg}(u)^2 \quad (1)$$

$$M_2 = M_2(G) = \sum_{u,v} \text{deg}(u) \times \text{deg}(v) \quad (2)$$

$$\chi = \chi(G) = \sum_{u,v} \frac{1}{\sqrt{\text{deg}(u) \times \text{deg}(v)}} \quad (3)$$

где  $u$  и  $v$  представљају суседне чворове.

Ови индекси углавном прикупљају информације о „разгранатости“ 2Д молекулских структурних формула. Пронашли су примене у

најразноврснијим гранама хемије, а неки од њих су коришћени и у другим областима науке. Рандићев индекс је један од најпопуларнијих молекулских дескриптора о коме је написано више књига и преко хиљаду научних радова.

#### Дескриптори засновани на растојању чворова

Растојање чворова ( $d$ ) у повезаним графовима је дефинисано као најкраћи пут (број веза) између два чвора. Први тополошки индекс икада употребљен управо припада овој групи. Назива се Винеров индекс ( $W$ ) по америчком научнику Хари Винеру (Harry Wiener), који га је увео 1947. године [10].

$$W = W(G) = \sum_{u,v} d(u,v). \quad (4)$$

Овај индекс је Винер користио за предвиђање тачке кључања алкана. Било је потребно да протекне више година од објављивања његовог рада [10] како би се прихватио концепт моделирања физичко-хемијских особина молекула помоћу параметара изведених из 2D структуре молекула. Интензивно проучавање и увођење великог броја тополошких молекулских дескриптора почело је тек крајем шездесетих и почетком седамдесетих година прошлог века.

#### Дескриптори засновани на сопственим вредностима неке од матрица графа

Матрица суседства је уобичајен вид претварања графичког приказа молекулских графова у облик који се може унети у рачунар и даље обрађивати. Међутим, поред ове матрице постоје и друге које су нашле примену како у хемијској теорији графова, тако и у другим областима хемије [11]. Неке од познатијих су Лапласова матрица и матрица растојања. Елемент Лапласове матрице на пресеку  $i$ -врсте и  $j$ -те колоне је одређен на следећи начин:

$$l_{ij} = \begin{cases} -1 & \text{ако су чворови } u_i \text{ и } v_j \text{ суседни; } i \neq j \\ 0 & \text{ако чворови } u_i \text{ и } v_j \text{ нису суседни; } i \neq j \\ \text{deg}(i) & \text{ако је } i = j. \end{cases}$$

Елемент матрице растојања на пресеку  $i$ -врсте и  $j$ -те колоне је растојање између чворова  $i$  и  $j$ . Наравно, неопходно је да граф буде повезан. Сопствене вредности које се добијају из ових матрица се користе за рачунање важне класе тополошких молекулских дескриптора, који су данас веома актуелни. Један од најстаријих индекса ове групе је енергија графа ( $E$ ) [12], који се интензивно проучава како у хемији тако и у математици. Друга два значајна индекса из ове групе су Естрадаин индекс ( $EE$ ) [13] и резолвентна енергија ( $ER$ ) [14]. Ови индекси су дефинисани на

следећи начин:

$$E = E(G) = \sum_{i=1}^n |\lambda_i| \quad (5)$$

$$EE = EE(G) = \sum_{i=1}^n e^{\lambda_i} \quad (6)$$

$$ER = ER(G) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n - \lambda_i} \quad (7)$$

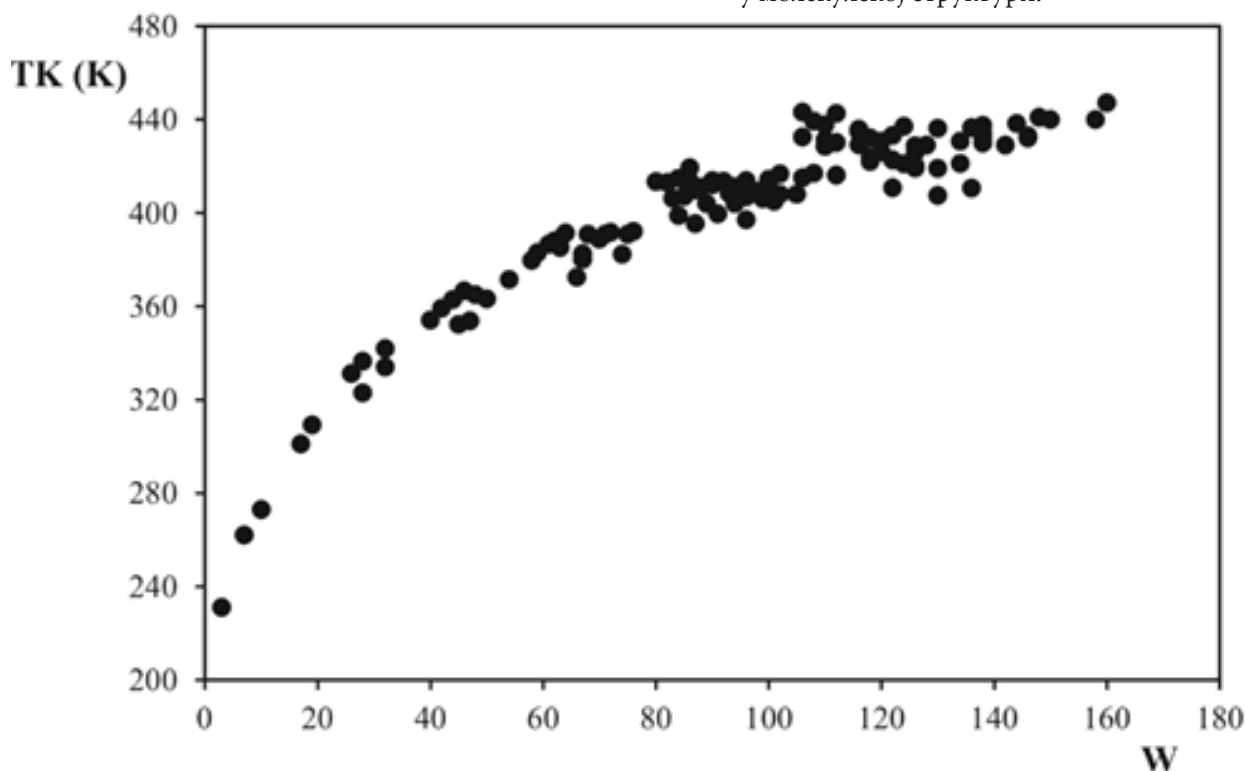
где  $\lambda_i$  представља  $i$ -ту сопствену вредност матрице суседства.

Енергија графа је дескриптор који је добио име по укупној  $\pi$ -електронској енергији коњугованих молекула израчунатој на нивоу Хикелове молекулско орбиталне теорије. Наиме, вредности овог дескриптора се подударају са вредностима укупне НМО  $\pi$ -електронске енергије за алтернативне угљоводонике у основном енергетском стању. Елегантност његове дефиниције се огледа у томе што се он може применити и на друге хемијски интересантне класе молекула. Естрадин индекс је уведен како би се моделовала увијања у биолошки важним макромолекулима. Резолвентна енергија је уведена пре кратког времена, али прелиминарни тестови указују на значајну предикциону моћ овог дескриптора.

## КРИТЕРИЈУМИ ЗА УВОЂЕЊЕ НОВИХ ТОПОЛОШКИХ ДЕСКРИПТОРА

Број тополошких дескриптора је огроман. Велики број је уведен као модификација већ познатих дескриптора. Због тога је неопходно применити неке критеријуме за филтрирање најбољих међу њима. Милан Рандић је у [5] формулисао ове критеријуме:

- могућност непосредне структурне интерпретације;
- корелација са макар једном физичко-хемијском особином;
- могућност разликовања изомера (дегенеративност молекулских дескриптора);
- могућност његовог израчунавања на деловима молекула (локална дефинисаност);
- могућност да се уведе низ аналогних дескриптора;
- линеарна независност;
- да није заснован на физичко-хемијским особинама;
- једноставност;
- да није на тривијалан начин повезан са другим дескрипторима;
- да се може ефикасно израчунати;
- да је дефинисан на основу лако разумљивих структурних концепата;
- да има коректну зависност од величине молекула;
- да се постепено мења са малим променама у молекулској структури.



Слика 3. Корелација Винеровог индекса ( $W$ ) са тачком кључања алкана ( $C_nH_{2n+2}$ ,  $n=3-10$ ).

Број критеријума које треба да испуни тополошки дескриптор је велики и због тога мали број дескриптора испуњава све ове услове. Међутим неколико критеријума горе наведених морају неизоставно бити испуњени да би се тополошка инваријанта могла сматрати молекулским дескриптором. Најважнији критеријум је да постоји добра корелација тополошког индекса са макар једном физичко-хемијском особином неке класе једињења. На слици 3 је приказана корелација између Винеровог индекса и тачке кључања алкана.

Важна особина дескриптора је и његова дегенеративност. Под дегенерацијом тополошког дескриптора подразумева се појава да дескриптор даје исту вредност за различите молекулске графове. „Добар“ тополошки молекулски дескриптор би требало да има што мању дегенеративност, односно што мањи број парова различитих молекула са истом вредношћу. Ако је  $M$  скуп молекулских графова, а  $I$  скуп свих вредности коју дескриптор поприма, онда се степен дегенерације ( $\delta$ ) може дефинисати као:

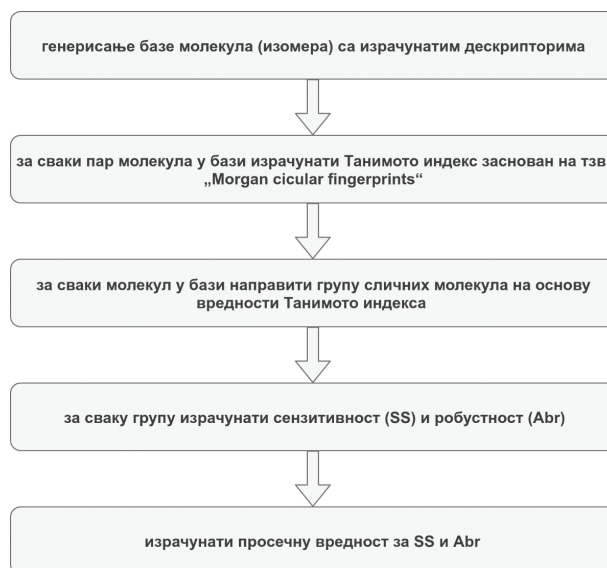
$$\delta = \frac{|M| - |I|}{|M| - 1} \quad (8)$$

где  $|M|$  и  $|I|$  представљају број елемената скупа  $M$  и  $I$ . Ако сви графови имају различите вредности, онда је  $\delta=0$ , а ако сви графови имају исту вредност за  $I$ , онда је  $\delta=1$ .

## СТРУКТУРНА ОСЕТЉИВОСТ ДЕСКРИПТОРА

Особина које би дескриптор требао да поседује односи се на постепену промену његове вредности са „постепеним“ променама у структури молекула. Идеја да се структурна осетљивост дескриптора квантификује датира још од самих почетака примене тополошких дескриптора у хемији. У раду [15] је представљен алгоритам за одређивање ове величине.

## АЛГОРИТАМ



Сензитивност и робустност се могу израчунати помоћу формула 9 и 10. У овим једначинама  $TI$ ,  $mr$  и  $M$  представљају тополошки индекс, референтни молекул из корака 3 алгоритма и број молекула у тој подгрупи. Молекулски дескриптор је осетљивији што има већу вредност за  $SS$  и вредност за  $Abr$  што ближе вредности за  $SS$  (која је по дефиницији увек већа од  $SS$ ).

$$SS(TI, mr) = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{m \in M} (TI_m - TI_{mr})^2} \quad (9)$$

$$Abr(TI, mr) = \max_{m \in M} |TI_m - TI_{mr}| \quad (10)$$

## ЗАКЉУЧАК

Квантификовањем информације садржане у дводимензионалној структури молекула омогућено је да се структура преведе у број или низ бројева којима је могуће даље манипулисати. Те величине су тополошки молекулски дескриптори. Постоји мноштво ових дескриптора и већина се може сврстати у једну од три групе. Употребом ових графовских инваријанти је могуће предвидети физичко-хемијске особине и активности непознатих једињења, чиме се олакшава њихова синтеза и даља испитивања.

## ABSTRACT

**Izudin Redžepović and Boris Furtula**, Faculty of Science, University of Kragujevac

### TOPOLOGICAL MOLECULAR DESCRIPTORS

Nature is diverse and perplexed. The extraction of the information from such an environment requires parameters by which the objects can be differentiated. In order to accomplish this task, the properties of an object need to be clearly defined. The same way of reasoning can be applied to chemistry. An idea that physico-chemical properties depend on molecular structure is a cornerstone of modern chemistry. Usually, it is difficult to identify and quantitatively determine this dependence. Topological molecular descriptors are of enormous help because they facilitate gathering the information encoded into two-dimensional molecular structure.

### РЕФЕРЕНЦЕ

- 1 J. L. Faulon, A. Bender, *Handbook of Chemoinformatics Algorithms*, CRC Press, Boca Raton, 2010.
- 2 R. Todeschini, V. Consonni, *Molecular Descriptors for Chemoinformatics*, Wiley, New York, 2009.
- 3 A. Leach, V. Gillet, *An Introduction to Chemoinformatics*, Springer, Berlin, 2007.
- 4 I. Gutman, *Uvod u hemijsku teoriju grafova*, PMF Kragujevac, Kragujevac, 2003.
- 5 M. Randić, Generalized molecular descriptors, *J. Math. Chem.*, **7** (1991) 155–168.
- 6 N. Trinajstić, *Chemical Graph Theory*, CRC Press, Boca Raton, 1992.
- 7 I. Gutman, N. Trinajstić, Graph theory and molecular orbitals. Total  $\pi$ -electron energy of alternant hydrocarbons, *Chem. Phys. Lett.*, **17** (1972) 535–538.
- 8 I. Gutman, B. Ruščić, N. Trinajstić, C. F. Wilcox, Graph theory and molecular orbitals. XII. Acyclic polyenes, *J. Chem. Phys.*, **62** (1975) 3399–3405.
- 9 M. Randić, On characterization of molecular branching, *J. Am. Chem. Soc.*, **97** (1975) 6609–6615.
- 10 H. Wiener, Structural determination of paraffin boiling points, *J. Amer. Chem. Soc.*, **69** (1947) 17–20.
- 11 D. Janežič, A. Miličević, S. Nikolić, N. Trinajstić, *Graph-Theoretical Matrices in Chemistry*, Univ. Kragujevac, Kragujevac, 2007.
- 12 X. Li, Y. Shi, I. Gutman, *Graph Energy*, Springer, New York, 2012.
- 13 E. Estrada, Characterization of 3D molecular structure, *Chem. Phys. Lett.*, **319** (2000) 713–718.
- 14 I. Gutman, B. Furtula, E. Zogić, E. Glogić, Resolvent energy of graphs, *MATCH Commun. Math. Comput. Chem.*, **75** (2016) 279–290.
- 15 M. Rakić, B. Furtula A novel method for measuring the structure sensitivity of molecular descriptors, *J. Chemometrics*, **33** (2019) #e3138.



Иван ГУТМАН, Природно-математички факултет Крагујевац

(e-mail: gutman@kg.ac.rs)

## СОДИЈУМ, НАТРОНИЈУМ, НАТРИЈУМ

Хемијски елемент, који се код нас и у већем делу Европе зове „натријум“, у једном значајном делу света (Велика Британија, САД, ...) носи име „содијум“. У чланку описујемо историју натријума и разлоге који су довели до разлике у његовом имену.

### ВАДИ ЕЛ НАТРУН

Вади ел Натрун је депресија у северном делу Египта, чији најдубљи делови леже на 23 метра испод нивоа мора. Дугачка је око 60 km, а широка око 10 km. У њој постоје 12 сланих (алкалних) језера, на чијим ободима се налазе наслаге супстанце зване „најџрон“.



Слика 1. Наслаге натрона у долини Натрун (Египат)

Још су стари Египћани користили натрон за балзамовање (мумифицирање), а касније је он добио и многе друге примене.

У долини Натрун налазе се бројни манастири. Читаоце „Хемијског прегледа“ занимаће да се један од њих зове Нитрија.

## НАТРОН И ЊЕГОВИ СРОДНИЦИ

Данас знамо да је натрон по хемијском саставу натријум карбонат ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), са примесама (до 20%) натријум бикарбоната ( $\text{NaHCO}_3$ ) и мање количине кухињске соли ( $\text{NaCl}$ ). Да би се то знало, било је потребно да прођу хиљаде година.

Данас разликујемо *soda*, натријум карбонат ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), и *поташу*, калијум карбонат ( $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ). Вековима се сматрало да је то једна иста супстанца.

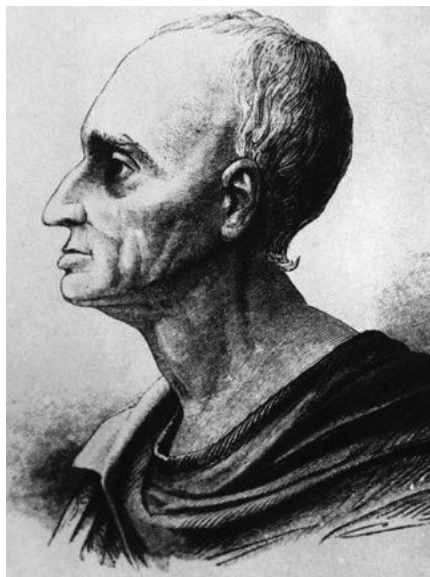
Стари народи, Египћани, Израелци, а касније Грци и Римљани знали су за лужину која се добија из пепела, и која се може употребити за прање и добивање сапуна. Знали су и за материју која се налази на обалама сланих језера. Сматрали су да је то једно те исто. За Израелце је то био „*неџер*“, за Грке „*ниџирон*“, за Римљане „*ниџирум*“. У Европи је то постало „*наџирон*“. Посебну забуну уносила је чињеница (за коју знамо данас) да пепео копнених биљака садржи калијум карбонат, док у пепелу морских биљака (алги) преовлађује натријум карбонат.

Када су на сцену ступили арапски алхемичари, појавио се израз „*ал кали*“ = лужина, који се у хемији задржао до данашњег дана. Реч „*soda*“ је такође арапског порекла. Потиче оф арапског *sawwad* = сланутак, биљка од чијег пепела су правили сапун. Појавила се у 15. веку или раније.

Поменимо узгред да је реч „*поташа*“ холандског порекла, из 17. века, и сложеница је од „*пот*“ = лонац и „*аш*“ = пепео.

Тек у 17. веку хемичари су уочили да се супстанца добивена из биљног пепела (дакле, поташа) разликује оф соде. Коначну и убедљиву демонстрацију ове чињенице дао је 1758. године немачки хемичар Марграф (Andreas Marggraf, 1709-1782). Он је показао да сода боји пламен жуто, а поташа црвенољубичасто, те да је то особина и других једињења натријума и калијума. Од тога времена, „*наџирон*“ је означавао алкалију на бази соде, а „*кали*“ алкалију на бази поташе.

У то време, то да се у соди и поташи крију посебни елементи није било познато. Тако, на пример, њих нема у списку хемијских елемената у Лавоазјеовом *Уџбенику елементарне хемије* (Traité Élémentaire de Chimie) из 1789. године. Елементи су откривени 1807.



Слика 2. Андреас Марграф, немачки хемичар. Открио је цинк. Открио је да репа садржи шећер и тиме омогућио индустријску производњу шећера у Европи

## СОДИЈУМ

Натријум је 1807. године открио британски научник Хемфри Дејви (Humphry Davy, 1778-1829). Њему је успело да електролизом истопљеног натријум хидроксида (масне соде,  $\text{NaOH}$ ) добије слободни метал. Пре натријума, он је исте године добио и метални калијум.<sup>1</sup> Истраживања, која је тих година извршио Дејви, су легендарна али о њима овде нећемо говорити. Заинтересоване упућујемо на књигу.<sup>2</sup>



Слика 3. Хемфри Дејви, научник који је поред калијума и натријума открио калцијум, стронцијум, баријум, магнезијум и бор, те доказао да су хлор и јод елементи. Конструисао је и сигурносну рударску лампу

За нас је битно да је Дејви елемент који је открио назвао „содијум” (енглески: Sodium), с обзиром да га је добио из (масне) соде. Елемент издвојен из поташе назвао је „потасијум” (енглески: Potassium). Ово би могао да буде крај наше приче.

Међутим, прича се наставља.

## НЕПРАВДА

Опште прихваћено правило је да научник (или, у новије време, научни тим) који открије нови хемијски елемент, даје том елементу име. Дејвијево ауторство у открићу натријума је неспорно.

Дејви је том елементу предложио име „содијум” које је потпуно у складу са хемијском традицијом, које је логично и које је пристojно. Није постојао ниједан разлог да то име не усвоје сви хемичари. Међутим, није било тако.

Немачки физичар и хемичар Лудвиг Гилберт (Ludwig Gilbert, 1769-1824) предложио је да се елемент назове „натронијум”. Колико смо успели да сазнамо, овај научник није имао никакве заслуге у вези открића натријума. Његов предлог је убрзо пао у заборав.



Слика 4. Лудвиг Гилберт је Дејвијев “содијум” преименовао у “натронијум”

У првој половини 19. века, шведски хемичар Јакоб Берцелиус (Jöns Jacob Berzelius, 1779-1848) био је највећи ауторитет у хемији. Његови доприноси хемији су грандиозни. Између осталог, открио је цер и селен, а први добио силицијум и торијум у елементарном облику. Увео је у хемију појмове „катализа”, „изомер”, „полимер”. Поделио је једињења на неорганска и органска. Увео је симболе за хемијске елементе и начин писања хемијских фор-

мула. Још 1803. године, дакле пре Дејвија, бавио се електролизом.<sup>3</sup>

Из само њему знаних разлога, Берцелиус је Дејвијев „содијум” преименовао у „натријум” и дао му хемијски симбол Na. Велики део тадашњих хемичара је то прихватио, а симбол Na је данас у универзалној употреби.<sup>4</sup>



Слика 5. Јакоб Берцелијус, највећи хемичар свога времена, преименовао је Дејвијев “содијум” у “натријум” и означио га симболом Na

Изгледа да Берцелиус и Дејви нису били у нарочито пријатељским односима. Берцелиус је погрешно сматрао да је хлор оксид хипотетичног елемента званог „муријум”. Дејви је то оповргао, експериментално доказавши елементарни карактер хлора. Када је Берцелиус једном приликом посетио Дејвијеву лабораторију, рекао је „Уредна лабораторија је знак лењој хемичара”.

Берцелиус је и „потасијум” преименовао у „калијум” и одредио му симбол K.

Не изненађује да су Енглези били огорчени променом имена „њихових” елемената. Они су до дана данашњег задржали „содијум” и „потасијум”. Исто важи за Сједињене Америчке Државе и још неке земље.

Оно што је учињено Хемфрију Дејвију може се сматрати једним од највећих неправди у историји хемије. Сада је касно да се она исправи. Ипак, ваља знати: Сваки пут када кажемо „натријум” и ми нехотице суделујемо у тој неправди.

Завршимо ово поглавље једном шаљивом студентском песмицом из 19. века:

Sir Humphry Davy  
detested gravity.  
He lived in the odium  
of having discovered  
sodium.

Сер Хемфри Дејви  
није волео масноћу.  
Био је омражен  
јер је открио  
содијум.



## ЈОШ ЈЕДНА ХЕМИЈСКА ГРЕШКА

У старо време била је позната супстанца коју данас зовемо калијум нитрат ( $\text{KNO}_3$ ) или шалитра. Иако се она хемијски лако разликује од натријум карбоната, стари научници су сматрали да је то исто што и „*најџрон*“, или скоро исто. Тако је и шалитра означавана као грчки „*нијџрон*“ и латински „*нијџрум*“, из кога су настали савремени појмови као N за симбол азота, „*nitric acid*“ (азотна киселина), „*nitrogen*“ (азот), као и „*нитрат*“ и „*нитроглицерин*“ које користима и у нашем језику.

## ABSTRACT

SODIUM, NATRONIUM, NATRIUM

Ivan Gutman, University of Kragujevac, Faculty of Science

The chemical element that in our part of the world is called “natrium”, in many countries (UK, USA, ...) has the name “sodium”. In this article we describe the history of natrium/sodium, and the reasons for this difference in names.

## ЛИТЕРАТУРА

1. E. Pilgrim, Entdeckung der Elemente, Mundus-Verlag, Stuttgart, 1950.
2. М. Шаховскаја, Мајкл Фарадеј – приповест о животу и раду, Техничка књига, Београд, 1948.
3. Д. Грденић, Повијест кемеје, Нови Либер, Загреб, 2001.
4. M. Sutton, A clash of symbols, Chemistry World, November 2008, 56-60.



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Драгана Марковић<sup>1</sup>, Марина Д. Костић<sup>2</sup> и Вера М. Дивац<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Економска школа Ваљево, Даничићева 1, 14000 Ваљево;  
(e-mail: dragana.paramenticmarkovic@gmail.com)

<sup>2</sup>Природно-математички факултет Универзитет у Крагујевцу,  
Институт за хемију, Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац  
(vera.divac@pmf.kg.ac.rs; marinak@uni.kg.ac.rs)

## ПРИМЕР ПРОЈЕКТНЕ НАСТАВЕ ИЗ ОБЛАСТИ ХЕМИЈЕ У ОКВИРУ СРЕДЊИХ СТРУЧНИХ ШКОЛА

Пројектна настава представља један од модерних модела образовања који се заснива на колаборативном и самосталном учењу ученика, а чији је циљ развијање њихових функционалних знања. У оквиру пројекта се решава неки изазован и интересантан проблем, при чему се од ученика очекује да дефинишу циљеве и задатке пројекта (самостално или у сарадњи са наставником), осмисле пројектне активности, као и да јавно презентују коначне производе истраживања.

Зато пројектна настава представља облик наставе у оквиру кога се негују тимски рад и партнерски однос свих учесника пројекта, поспешује развој истраживачких, организационих, комуни-

кационих и критичких способности ученика, као и усвајање методологије научно-истраживачког рада.

Из искуства аутора овог рада у раду са ученицима Средње економске школе у Ваљеву дошло се до закључка да овакав тип стручних школа нема довољну техничку подршку која би ученицима омогућила лакше савладавање неопходних знања из хемије и сродних предмета. У покушају да се премосте ови недостаци, удружени са неким недостацима традиционалне наставе, примењена је пројектна настава у раду са ученицима једног одељења другог разреда (смер Царински техничар), у оквиру предмета Познавање робе. Тема пројекта је изведена из једне од обрађиваних наставних је-

диница Животне намирнице и хранљиве супстанце. Увођењем пројектне наставе постигнута је већа мотивација ученика за рад и учење, боља сарадња са предметним наставником, као и унапређивање васпитно-образовног процеса кроз јачање ученичке сарадње и позитивног односа према предмету.

## УВОД

Пројектна настава је важан начин учења у савременим образовним установама, јер је примењива у свим врстама наставе, а посебно за владавање интердисциплинарних тема и садржаја, у ваннаставним активностима, а неизоставна је и у раду с надареним ученицима.

Многи сматрају да је увођење пројектног модела наставе у образовни систем скорашњег датума и да је повезано са новим технологијама. Иако се о њему говори као о савременом или иновативном моделу наставе, развој његових теоријских поставки, као и практичне примене се заправо одвија прилично дуго.

Утемељивач и зачетник пројектне наставе је амерички филозоф и педагог Џон Дјуи (John Dewey) који је почетком 20. века заступао теорију о инструментализму, као сродној варијанти прагматизма у оквиру које је заступао становиште да су идеје корисни инструменти за решавање практичних проблема ради овладавања и прилагођавања стварности људским потребама. Његово ангажовање у оквиру школске реформе почивало је на принципима да настава у школама треба да буде заснована на потребама друштвеног окружења и на интересовањима и мисаоним могућностима ученика, као и да је ефикасније образовни процес базирати на непосредној активности ученика, а не на преношењу знања и готових информација, за које је иначе сматрао да успоравају развој ученика. Дјуи је сматрао да проблем људи није у томе како ће упознати своје окружење, него како ће научити да њиме овладају и да га промене. Овакав вид учења, претпоставља да садржаје треба да бира наставник на основу интересовања, могућности и потреба самих ученика, а који не треба да буде једнак за све. Рад на пројектима треба да буде организован и усклађен са индивидуалним ритмом и могућностима сваког ученика. Искључује се подела на наставне предмете, а уместо њих препоручују се различити пројекти којима треба да буду обухваћена сва значајна питања природе и друштва [1].

Знања која ученици стручних школа стичу из хемије свде се на информације добијене путем класичне, односно традиционалне наставе. Проблем оваквог типа наставе је пре свега недовољна техничка и технолошка подршка, која је у настави хемије, као експерименталне науке, неопход-

на. Класичан начин рада, без специјализованих просторија са адекватним условима, ученицима ускраћује велики део знања који се не може надокнадити ни на један други начин. Зато настава организована у виду пројеката пружа велике могућности за отклањање недостатака традиционалне наставе. Пројектна настава захтева већу активност и ангажовање обе стране, како наставника тако и ученика, па су самим тим и крајњи резултати далеко успешнији. Имајући у виду све претходно наведене чињенице, дошло се на идеју да се у оквиру наставе хемије у средњој школи „Економска школа Ваљево” имплементира пројекат, са циљем да се испитају ефекти његове примене на ефикасност усвајања нових знања код ученика, као и повећања њихове мотивације. Пројекат је спроведен у оквиру предмета Познавање робе са ученицима другог разреда - смер царински техничар.

## ПРОЈЕКТНА НАСТАВА

Основни задатак пројектне наставе је развијање и примена стваралачких способности код ученика. С обзиром на то да се пројектна настава најчешће одвија у оквиру мањих група ученика, позитивни ефекти методе вршњачки вођеног групног учења (PLTL - Peer-Led Team Learning) долазе до изражаја. Наиме, скорија истраживања из области когнитивних теорија учења говоре у прилог чињеници да ученици боље уче када раде у вршњачким групама што је у непосредној вези са повећаном активности у оквиру групе и личним ангажовањем у процесу учења [2,3]. Учење у мањим групама подстиче ученике да истражују и кроз узајамну интеракцију заједно учествују у решавању проблема, што омогућава повученијим ученицима да се лакше изразе. Унутар вршњачких група ученици кроз сарадњу и дискусију описују и објашњавају природне феномене, анализирају податке и доносе закључке и активно учествују у процесу разумевања и учења [4]. Скорија истраживања показују да рад у мањим групама кроз кооперативно учење представља једну од кључних стратегија за промену улоге ученика од пасивног ка активном [5]. Пракса је показала да се најбољи учинак постиже у мањим групама (2-4 члана), хетерогеног састава (различитих способности и вештина) и уколико им се постави задатак који не могу самостално, ван групе решити.

Ефекти пројектне наставе се најбоље могу посматрати у оквиру следећих параметара:

1. Лично усавршавање наставника
2. Социјализација ученика
3. Интеграција теорије праксе и наставне психологије
4. Мотивација
5. Школско-педагошки аргументи

Табела 1. Модификовани Кукушинов табеларни преглед образовно-васпитног процеса у пројектној настави

Фазе наставне активности	Активност наставника	Активност ученика
Избор и разрада пројектног задатка		
Избор теме	Наставник, заједно са ученицима, предлаже теме	Ученици расправљају и, заједно са наставником, бирају тему
Разлагање теме на подтеме	Наставник предлаже подтеме и предлаже ученицима да бирају. Наставник и ученици воде расправу о подтемама	Сваки ученик бира подтему или предлаже нову. Ученици расправљају и предлажу варијанте подтема.
Формирање стваралачких група	Наставник обавља организациони део и формира групе по изабраним подтемама	Ученици међу собом деле улоге ради успешније реализације добијеног (изабраног) задатка
Припрема материјала за истраживачки рад: формулисање питања, задаци за екипе, избор извора	Ако је пројекат обимнији, наставник унапред разрађује задатке, питање за истраживачки рад и литературу	Ученици прихватају обавезе у изради задатка. Одговоре на постављена питања могу давати екипе кроз расправу
Одређивање облика презентације резултата пројектне активности	Наставник учествује у расправи	Ученици у групама, затим у одељењу расправљају о облицима за презентовање резултата истраживачке активности: видеофилм, албум, извештај, табеларни прегледи
Разрада пројекта	Наставник усмерава рад ученика и подстиче њихову активност	Ученици истражују према унапред утврђеним питањима
Сређивање резултата	Наставник упућује ученике како да среде резултате	Ученици прво у групама, а затим у одељењу сређују резултате према прихваћеним правилима
Презентација	Наставник организује стручну процену (позива стручњаке, родитеље или најбоље ученике) да процене рад о коме су ученици поднели извештај	Ученици извештавају о резултатима свога рада
Рефлексија	Наставник оцењује педагошки ефекат свога рада	Ученици оцењују читав процес и своју улогу и допринос њему

Пројектна настава је тако осмишљена да се мора реализовати у неколико фаза. У Табели 1 су представљене фазе пројектне наставе (према Кукушину) [6].

Познавајући способности ученика, садржаје који су усвојени и тему која је изабрана за пројекат, наставник може одредити где и када је потребна његова директна помоћ, а које задатке ученик заиста може сам да уради.

У Табели 2 представљене су неке од подела пројектата према различитим критеријумима. Наставник може у складу са одабраном темом и потребом разреда да одреди који тип пројекта је најдекватнији.

Неке од основних предности пројектне наставе су што омогућава ученицима примену стечених знања, као и боље разумевање научне дисциплине у којој се ради.

Пројектна настава развија важне компетенције као што су: инвентивност која се огледа у креативној употреби извора знања, разних метода и објашњења; способност у решавању проблема;

вештину доношења одлука јер у процесу одлучивања ученик заправо треба да одлучи шта је важно, а шта не, као и шта то треба да буде укључено у раду, а шта не; способност да се самостално изведе један сложенији посао; способност преузимања иницијативе; способност ефикасне комуникације која се огледа у сарадњи и размени информација и сугестија са другима; способност да се властите идеје искажу кроз писани текст.

Недостаци пројектне наставе су што захтева много веће ангажовање ученика него класични облици рада (самосталност у раду; иницијативу; самостално доношење одлука), тражи више времена за реализацију (прикупљање, организовање, анализа материјала, припрема и презентација рада). Пројектна настава захтева пажљив одабир теме за рад, јер многи ученички пројектни задаци морају бити из прилично ограниченог поља (због ограничености ученичког претходног знања и искуства). Ученици морају претходно бити упознати и припремљени за овај вид рада. Рад на пројекту некада захтева и додатне трошкове (фотокопије,

папире, оловке, фломастере, траке, израду фотографија, улазнице за музеј, биоскоп, библиотеку, и сл). Такође, рад на пројекту подразумева и додатно праћење тока рада (супервизију) од стране наставника (чак и кад су у питању потпуно неструктурирани пројекти), као и његову припремљеност за вођење активности овога типа. Оцењивање овакве врсте рада тражи више времена и теже је него класично оцењивање школског знања.

из овог и сродних предмета, ученицима је понуђено неколико тема из различитих области. Теме су биране тако да ученицима буду занимљиве, блиске, свакодневне и актуелне (о неком тренутном проблему), али тако да они свакако поседују већ нека знања и искуства о тој теми.

Табела 2. Подела пројеката према различитим критеријумима [7]

Подела пројеката према различитим критеријумима							
I	Према трајању истраживања	II	Према броју ученика	III	Према методама рада	IV	Према подручју развоја
1	Вишегодишни	1	Индивидуални	1	Теоријски	1	Когнитивни развој
2	Током целе школске године	2	Рад у пару	2	Експериментални	2	Афективни развој
3	Током полугодишта	3	У групи	3	Комбиновани	3	Моторички развој
4	Током јеног годишњег доба	4	Разредни				
5	Месечни	5	Школски				
6	Недељни						
7	Дневни						
8	Полудневни						
V	С обзиром на тело или наставу	VI	Циљу	VII	Наставном предмету	VIII	Повезаност пројекта са наставом
1	Разредни	1	Истраживачки	1	Историјски	1	Наставни
2	Школски	2	Хуманитарни	2	Физички	2	Ваннаставни
3	Градски	3	Еколошки	3	Хемијски	3	Ваншколски
4	Међуградски	4	Сараднички	4	Биолошки		
5	Државни	5	Практични	5	Технички		
6	Међународни	6	Уметнички	6	Музички		
				7	Мултидисциплинарни		

## УЧЕНИЧКИ РАДОВИ

У оквиру овог рада представљени су резултати истраживања имплементације пројектне наставе у наставу хемије у раду са ученицима другог разреда средње стручне школе „Економска школа Ваљево“ (смер – царински техничар), а у оквиру предмета „Познавање робе“. Наставна материја овог предмета пружа велике могућности за примену пројектне наставе, с обзиром на то да садржи доста тема из непосредног окружења и свакодневног живота. Тема пројекта је изведена из једне од обрађиваних наставних јединица Животне намирнице и хранљиве супстанце. Планом и програмом предвиђени наставни садржаји у оквиру овог предмета, за поменути смер, захтевају од ученика стицање хемијских знања кроз монолошко-дијалогске методе. Овакав начин учења захтева од ученика више времена и труда, а њихова мотивација је много мања што представља баријеру у савладавању градива.

Ослањајући се на већ постојећа знања ученика

Највеће интересовање ученици су показали за следеће теме:

- Доказивање витамина С у намирницама
- Одређивање киселости и базности неких намирница
- Изоловање фрагмената ДНК из јагоде
- Доказивање присуства и одсуства шећера у Кока-коли (класик) и Кока-коли (зеро)
- Одређивање скроба у намирницама

У одељењу од 31 ученика, формирано је 5 група: четири групе од 6 ученика и једна група од 7 ученика. Подела ученика по групама извршена је према њиховом сопственом избору, јер се сматрало да ће ученици који се међусобно добро познају лакше, брже и ефикасније сарађивати. Свака група добила је подтему, такође по сопственом избору, а на основу мотивације и заинтересованости за обрађивање тог садржаја.

Експерименти за сваку подтему су били осмишљени и дефинисани кроз сарадњу ученика и наставника, при чему се водило рачуна да се користе само намирнице и комерцијални производи из непосредног окружења. На пример, за доказивање количине витамина С у намирницама коришћен је експеримент који се заснивао на принципу титрације јодом, а где је као индикатор коришћен штирак у праху (извор скроба), док је раствор повидон јода представљао извор елементарног јода. Принцип реакције се заснива на чињеницама да елементарни јод гради интензивно плави комплекс са скробом, и да представља благо оксидационо средство, које при реакцији са витамином С прелази у јодид (I<sup>-</sup>). Пре почетка реакције елементарни јод је везан са скробом у комплексу. По додатку витамина С, долази до редукције јода те самим тим и губитка интензивно плаве боје. Процену садржаја витамина С у намирницама ученици су вршили према степену интензитета боје комплекса: светлија боја или потпуни губитак боје је указивао на већи садржај витамина у намирници. Ученици су поредили садржај витамина С у намирницама из непосредног окружења, као што су разноврсно воће, поврће, природни и вештачки сокови. На Слици 1 је представљен приказ добијених резултата експеримента за одређивање витамина С у намирницама.



Слика 1. Приказ добијених резултата експеримента Доказивање витамина С у намирницама

Експеримент коришћен за одређивање присуства скроба у појединим намирницама је такође заснован на принципу формирања интензивно плавог комплекса скроба са јодом. Ученици су са повидон јодом успешно доказали присуство скроба у брашну, кромпиру и банани. На Слици 2 је приказан оглед који показује присуство скроба у пшеничном брашну.

За одређивање киселости и базности неких намирница, ученици су користили индикаторе добијене из природних намирница. Као што већ знамо, индикатори су једињења која имају способност да мењају боју у зависности од рН вредности раствора. У оквиру овог пројектног задатка као индикатор је коришћен екстракт црвеног купуса који се једноставно припрема од свеже намирнице. Пигмент црвеног купуса са којим

су вршени експерименти показује широк спектар боја у распону рН вредности 2-11. Као испитиване супстанце употребљен је велики број намирница и производа из непосредног окружења, као што су сода бикарбона, воће, поврће, сапуни, детерџенти, сирће и различита средства за чишћење.



Слика 2. Доказивање присуства скроба у пшеничном брашну

Група ученика која је за задатак имала изоловање ДНК из воћа, одабрала је јагоду, јер су претходним претраживањем литературе установили да јагоде имају више копија ДНК (октоплоид), што екстракцију чини једноставнијом и погодном за младе и неискусне ученике. Екстракција се заснива на разарању липидних мембрана ћелија и ткива претходно уситњене намирнице са детерџентом, а затим додата кухињска со (натријум-хлорид) помаже уклањање протеина са ДНК. Пажљиво додавање алкохола доводи до издвајања ДНК јагоде на површину раствора, док кухињска со побољшава растворљивост протеина у воденом слоју и спречава њихов прелазак у алкохолни слој заједно са ДНК.

Пројектни задатак који је привукао највише пажње код ученика био је доказивање присуства шећера у Кока-коли (класик) и Кока-коли (зеро). Шећери имају алдехидну групу која се врло једноставно може оксидовати до киселине. Као један од погодних реагенаса за доказивање присуства алдехидне групе користи се Фелингов реагенс. Када се у раствор Фелинговог реагенса дода (редукујући) шећер, алдехидна група шећера се оксидује до -COOH групе, а Cu(II) јон из реагенса се редукује у бакар(I)-оксид, Cu<sub>2</sub>O. Као последица ове оксидо-редукције плава боја Фелинговог реагенса се мења у црвено-смеђу која потиче од насталог оксида, као што је приказано на Слици 3. Ученици који су презентовали овај рад својим другарима су објаснили како је сахароза као нередукујући шећер дала позитивну реакцију са Фелинговим реагенсом. Услед присуства фосфорне киселине у кока-коли, сахароза (нередукујући шећер) хидролизује на глукозу и фруктозу које су редукујући шећери.



Слика 3: Доказивање присуства и одсуства шећера у Кока-коли Зеро и обичној Кока-коли

До одабира адекватног облика презентовања резултата пројектних активности дошло се на основу међусобног разговора између ученика и наставника на нивоу група, као и на нивоу целог одељења. Предлози за презентовање резултата су били писани извештаји, видео записи, албуми, табеле, а ученици су бирали један начин, за који су сматрали да је за њих најприхватљивији и да пружа највише могућности за представљање резултата. Као коначни избор одлучено је да то буде “PowerPoint” презентација. Након дефинисања свих фаза у припреми пројекта, приступило се фази разраде пројекта у оквиру које наставник усмерава ученике за извођење пројектних активности и подстиче њихову мотивацију и активност у истраживању. Улога наставника је била и пружање помоћи ученицима



Слика 4. Ученичке “PowerPoint” презентације

Питања	Одговори		
	Да	Не	Делимично
Да ли ти се допада тимски начин рада на пројекту?			
Да ли си задовољан/а својим ангажовањем у оквиру тима?			
Да ли си задовољан/а наставниковим ангажовањем на пројекту?			
Који је тим по твом мишљењу најбоље урадио задатак?			
Да ли си у оквиру пројектне наставе боље разумео тему него у оквиру класичне наставе?			
Да ли би волео/ла да се у редовној настави више примењује пројектна настава?			

Слика 5. Пример евалуационог листића

у сређивању резултата. Презентација пројектних активности је осмишљена као представљање сваке појединачне групе и њихових активности у оквиру десетоминутне “PowerPoint” презентације. Одабир „презентера“ су вршили сами ученици у оквиру групе (Слика 4).

Процена успешности пројекта вршена је на основу евалуационих листића који су осмишљени као једна врста анкете (Слика 5). Евалуациони листићи за ученике су садржали 6 питања којима је требало прикупити повратне информације од ученика о успешности реализације пројектних задатака, како у својој, тако и у осталим групама.

Питања на које су ученици одговарали су:

Да ли ти се допада тимски начин рада на пројекту? (25 ДА, 6 НЕ)

Да ли си задовољан/а својим ангажовањем у оквиру тима? (25 ДА, 6 НЕ)

Да ли си задовољан наставниковим ангажовањем на пројекту? (26 ДА, 5 НЕ)

Који је тим по твом мишљењу најбоље урадио задатак? (Тим број IV)

Да ли си преко пројектне наставе боље разумео тему него у оквиру класичне наставе? (31 ДА)

Да ли би волео/а да се у редовној настави више примењује пројектна настава? (31 ДА)

Након обраде података добијених из резултата анонимне анкете може се извести закључак да се већем броју ученика допада модел тимског рада и

њихово ангажовање у тиму. Оно што је оставило најснажнији утисак јесте да су сву ученици одговорили позитивно на последња два питања.

Сагледавајући свеукупан однос одговора, може се закључити да је пројекат веома успешно реализован, и да су ученици, на обострано задовољство прихватили и разумели овакав начин рада. Такође, може се закључити да је за ученике овакав начин савременог учења знатно прихватљивији и продуктивнији.

Након извођења експеримената и презентовања добијених резултата од стране ученика дошло се до следећих закључака:

Постигнута је већа мотивација ученика

Ученици су показали веће интересовање за процес учења

Остварена је већа укљученост ученика и наставника у процес рада и стицања знања

Ученици су прихватили овакав начин рада као интересантнији

Школа је имала прилику да буде део овог пројекта

Остали наставници су имали прилику да виде овај начин рада.

## ЗАКЉУЧАК

Пројектна настава, као иновативни облик рада одговара умногоме захтевима савременог образовно-васпитног процеса. Овај процес такође представља и велики изазов како за ученике, тако и за наставнике. У оквиру овог истраживања, ученици су имали прилику да овладају техником за стицање нових и проширивање постојећих знања, да сагледају важност међусобне интеракције унутар групе и интеракције са наставником, као ментором, и да повежу знања стечена у оквиру пројекта са неким чињеницама из свакодневног живота. Такође, примећено је повећање интересовања и мотивације ученика за рад. Поштовање и уважавање личности ученика од великог је значаја за свеукупан образовно-васпитни процес, што пружа пројектна настава. Наставник поред неоспорно доброг познавања свог предмета, такође мора бити подједнако добар организатор. То је вештина којом мора овладати. Овај облик рада је изузетно користан, било да се ради о допунском или основном и једином начину рада, поготово када се у пројекат укључи више наставних предмета у једну целину. Резултати произишли из овог рада могу да послуже као смерница осталим наставницима да унапреде и употпуне свој начин рада, као и да представе наставне јединице на потпуно нови начин.

## ABSTRACT

### THE EXAMPLE OF THE PROJECT BASED LEARNING IN CHEMISTRY WITHIN SECONDARY VOCATIONAL SCHOOLS

Dragana Marković, Marina D. Kostić and Vera M. Divac

Secondary School of Economics, Valjevo and Faculty of Science, Kragujevac

Project based learning is one of the modern models of education based on collaborative and independent student learning that aims to develop their functional knowledge. Within the project, a challenging and interesting problem is solved, where students are expected to define the goals and tasks of the project (independently or in cooperation with the teacher), design project activities, as well as publicly present the final research products. Therefore, project teaching is a form of teaching in which teamwork and partnership of all project participants are nurtured, the development of research, organizational, communication and critical skills of students, as well as the adoption of scientific research methodology. From the experience of the authors of this work working with the students of the Secondary School of Economics in Valjevo, it

has come to the conclusion that this type of vocational school does not have sufficient technical support to enable students to more easily master the necessary knowledge in chemistry and related subjects. In an attempt to overcome these deficiencies, coupled with some deficiencies in traditional teaching, project classes were implemented in working with students of one second grade class (direction Customs Technician), within the case of Knowledge of Goods. The theme of the project was derived from one of the processed teaching units of Life Foods and Nutrients. The introduction of project teaching achieved greater motivation of students for work and learning, better co-operation with the subject teacher, as well as improvement of the educational process through strengthening student co-operation and positive attitude towards the subject.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Мандић, М. Вилотијевић, Управљање развојним променама у васпитно-образовним установама, Учитељски факултет. Београд, (2017).
2. M. Prince, Does Active Learning Work? A review of the Research, *J. Eng. Educ.*, 93, (2004) 223-231.
3. M. Mahalingam, F. Schafer, E. Morlino, Promoting Student Learning through Group Problem Solving in General Chemistry Recitations, *J. Chem. Educ.*, 85, (2008) 1577-1581.
4. D.C. Lyon, J.J. Lagowski, Effectiveness of Facilitating Small-Group Learning Large Lecture Classes, *J. Chem. Educ.*, 85, (2008) 1571-1577.
5. R.T. Johnson, D.W. Johnson, Active learning: Cooperation in classroom, *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 47 (2008) 29-30.
6. В.С. Кукушин, Современные педагогические технологии: Начальная школа: Пособие для учителя. (Серия "Школа развивающего обучения"). - Ростов н/Д: изд-во "Феникс", 448 с., (2003).
7. И. Де Зан, Методика наставе природе и друштва, Школска књига, Загреб, (2001).





## ВЕСТИ ИЗ СХД

### ПЕДЕСЕТ ГОДИНА ОД ОСНИВАЊА ЕВРОПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА

Европско хемијско друштво, EuChemS, је асоцијација хемијских друштва и других организација повезаних са хемијом у Европи, али и изван ње. Циљ EuChemS-а је да направи синергију између националних хемијских друштава и других организација које окупља и да пружи јединствен, непристрасан глас на нивоу Европе о кључним питањима приликом доношења одлука и креирања политика у хемији и сродним областима. Окупљајући национална хемијска друштва, EuChemS подстиче остваривање сарадње између научника из различитих земаља и пружа им могућност за размењивање идеја и рад на заједничким пројектима. Осим тога, кроз промоцију хемије и пружањем стручних и научних савета, намера EuChemS-а је да учествује у решавању главних друштвених изазова данашњице.

#### *Крајња историја Европског хемијског друштва*

Историја Европског хемијског друштва започела је 3. јула 1970. године. Тог датума основана је Федерација европских хемијских друштава, FECS (Federation of European Chemical Societies) и одржана њена прва генерална скупштина у Прагу на Универзитету хемије и технологије.

Концепт FECS-а предложио је Ерик Паркер (Eric Parker), секретар Краљевског хемијског института у Лондону. Његову идеју подржо је секретар Немачког хемијског друштва Волфганг Фритч (Wolfgang Fritsche) уз инсистирање да федерација буде отворена за хемијска друштва широм Европе, а не само за она из Западне Европе. Захваљујући постојећим контактима, Ерик Паркер је заједно са секретаром Мађарског хемијског друштва, Миклошем Преисичем (Miklos Preisich) радио на успостављању мреже између хемијских друштава у Европи. Статут нове федерације припремили су представници Краљевског хемијског института, Немачког хемијског друштва, Чехословачког хемијског друштва, Мађарског хемијског друштва, Аустријског хемијског друштва, Холандског хемијског друштва и Белгијског хемијског друштва (француско говорно подручје). Финална верзија статута је преведена на четири језика: енглески, француски, немачки и руски. Првој генералној скупштини FECS-а у Прагу присуствовали су представници 17 хемијских друштава из Источне и Западне Европе. До 1976. године FECS је бројала 28 друштава чланица из 21 земље. То је био велики успех ако се узме у обзир да нису постојали савремени начини комуникације, да се она претежно одвијала поштом, а да су штампани часописи били главни начин дисеминације научних радова. Федерација је од почетка имала свој лого. То је био бензенов прстен са словом Е које означава Европу, а варијације овог лога су и касније коришћене (слика 1).



Слика 1. Еволуција лога Европског хемијског друштва

Финансирање као и седиште секретаријата FECS-а дуго времена нису имали регулисан статус, већ је федерација функционисала захваљујући ентузијазму и волонтерском раду њених чланица. Да би федерација добила статус непрофитне организације са седиштем у Белгији, морала је да промени име јер је акроним FECS већ био регистрован за Federation of European Cancer Societies. На генералној скупштини одржаној у Букурешту, 14. октобра 2004. године, усвојена је промена назива у Европску асоцијацију за хемијске и молекуларне науке, EuCheMS (the European Association for Chemical and Molecular Sciences), а нови назив објављен је у марту 2006. године у Краљевском гласнику. Године 2011. EuCheMS је почео свој рад из Брисела. У лето 2018. године, на генералној скупштини у Ливерпулу, усвојени су назив, акроним и лого Европског хемијског друштва, који се сада користе.

Педесет година након оснивања, Европско хемијско друштво броји више од 160000 хемичара из 51 организације чланице, 18 професионалних мрежа и европску мрежу младих хемичара. Због COVID-19 пандемије, прослава јубилеја одржана је онлајн 3. јула 2020. године, а поводом годишњице EuChemS је припремио неколико специјалних издања која су доступна на званичном сајту овог друштва [1, 2, 3]

#### *Организација рада Европског хемијског друштва*

Од свог оснивања Европско хемијско друштво је било организовано у одељења или радне групе које су се бавиле питањима у различитим областима хемије. Њихов број се временом повећавао, а данас је професионална мрежа EuChemS-а организована у 14 одељења, четири радне групе, као и мрежу младих хемичара (табела 1).

Табела 1. Одељења и радне групе EuChemS-а, њихови актуелни председници и представници Српског хемијског друштва у њима.

EuChemS организује међународне конференције у оквиру сваког одељења или радне групе, као и хемијске конгресе који се одржавају на сваке две године. Први EuChemS хемијски конгрес био је одржан 2006. године у Будимпешти.

EuChemS додељује и бројне награде међу којима су: европска хемијска златна медаља, награда за службу, награда за предавање, награда за европског младог хемичара, награда за хемијске знаменитости, награда за најбољи допринос хемији на такмичењу младих хемичара Европске уније.

Управна тела Европског хемијског друштва су: генерална скупштина, извршни одбор и секретаријат. Генерална скупштина дефинише опште смернице и политику организације, извршни одбор је одговоран за управљање научним, образовним и другим професионалним активностима, док је секретаријат одговоран за свакодневно административно управљање друштвом.

Српско хемијско друштво као чланица Европског хемијског друштва

Српско хемијско друштво је члан Европског хемијског друштва, и у бројним одељењима и радним групама има своје представнике (табела 1). Од априла 2020. године у Секретаријату EuChemS-а у Бриселу на месту службеника за научну комуникацију и политику запослена је Јелена Лазић, члан Српског хемијског друштва.

Неколико догађаја под покровитељством EuChemS-а организовано је у Србији у сарадњи са Српским хемијским друштвом. Тако је генерална скупштина EuChemS-а 2011. године одржана у Београду. Од EuChemS-ових конференција у Београду су организоване:

- 7<sup>th</sup> EuroVariety: 7<sup>th</sup> European Variety in University Chemistry Education, 28-30. јун 2017. Конференција је окупила 73 учесника из 29 земаља који су размењивали знања и искуства у вези с битним питањима која се односе на универзитетско образовање у области хемије.
- EUROANALYSIS XVI: European Conference on Analytical Chemistry, 11-15. септембар 2011. На конференцији је учествовало скоро 600 учесника из 57 земаља, а тема конференције били су изазови у модерној аналитичкој хемији.

#### КОРИШЋЕНИ ИЗВОРИ:

1. <https://www.euchems.eu/newsletters/chemistry-in-europe-2020-4/>
2. <https://www.euchems.eu/wp-content/uploads/2020/04/BROCHURE-50-YEARS-EUCHEMS.pdf>
3. <https://www.euchems.eu/wp-content/uploads/2020/06/Milestones-from-FECS-to-EuChemS.pdf>

**Весна Милановић,**

Универзитет у Београду – Хемијски факултет  
vesnamilanovic@chem.bg.ac.rs

Одељење/радна група	Актуелни председник	Представници Српског хемијског друштва
Одељење за аналитичку хемију (Division of Analytical Chemistry)	Slavica Ražić	Др Славица Ражић
Одељење за хемијско образовање (Division of Chemical Education)	Rachel Mamlock-Naaman	Др Драгица Тривић (од 2013. до 2019. године, два мандата, потпредседник EuChemS Division of Chemical Education за Источну Европу) Др Весна Милановић
Одељење за хемију и енергију (Division of Chemistry and Energy)	Aline Auroux	Др Игор Пашти Др Љиљана Дамјановић Васић
Одељење за хемију и животну средину (Division of Chemistry and the Environment)	Ioannis Katsoyiannis	
Одељење за хемију у наукама о живим системима (Division of Chemistry in Life Sciences)	Sonsoles Martín Santamaría	
Одељење за рачунарску и теоријску хемију (Division of Computational and Theoretical Chemistry)	Péter Szalay	Др Катарина Николић Др Снежана Зарић
Одељење за хемију хране (Division of Food Chemistry)	Marco Arlorio	Др Тања Ђирковић Величковић Др Живослав Тешић
Одељење за зелену и одрживу хемију (Division of Green and Sustainable Chemistry)	Ana Aguiar Ricardo	
Одељење за неорганску хемију (Division of Inorganic Chemistry)	Anna Trzeciak	Др Сања Гргурић Шипка
Одељење за нуклеарну и радиохемију (Division of Nuclear and Radiochemistry)	Jon Petter Omtvedt	Др Дивна Ђокић
Одељење за органску хемију (Division of Organic Chemistry)	Gianluca Farinola	Др Игор Опсеница
Одељење за органометалну хемију (Division of Organometallic Chemistry)	Jan Čermák	
Одељење за физичку хемију (Division of Physical Chemistry)	Wolfgang Kautek	Др Вера Дондур
Одељење за хемију чврстог стања и материјале (Division of Solid State and Materials Chemistry)	Paul Attfield	
Радна група за хемију за културно наслеђе (Working Party on Chemistry for Cultural Heritage)	Rocco Mazzeo	
Радна група за етику у хемији (Working Party on Ethics in Chemistry)	Hartmut Frank	
Радна група за формулације у хемији (Working Party on Formulation in Chemistry)	Alain Durand	
Радна група за историју хемије (Working Party on the History of Chemistry)	Brigitte Van Tiggelen	Др Весна Милановић
Европска мрежа младих хемичара (European Young Chemists' Network)	Antonio M. Rodríguez García	Јелена Кесић