

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 53

бр. 4 (септембар)

YU ISSN04406826

UDC 54.001.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 53

број 4  
септембар

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

Volume 53  
NUMBER 4  
(September)

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, Радо Марковић, Владимир  
Павловић, Радомир Саичић, Живорад Чековић (пред-  
седник).

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед”,  
за 2012. годину износи:

- за запослене..... 1.800,00  
- 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

Даница МИЛОЈКОВИЋ, Татјана АНЂЕЛКОВИЋ, Гордана  
КОЦИЋ  
*Danica MILOJKOVIĆ, Tatjana ANĐELKOVIĆ, Gordana KOCIĆ*  
ФТАЛАТИ – ИЗВОРИ, ИЗЛУЖИВАЊЕ, ДЕГРАДАЦИЈА,  
ОДРЕЂИВАЊЕ, ТОКСИЧНОСТ, ЛЕГИСЛАТИВА  
*PHTHALATES – SOURCES, LEACHING, DEGRADATION,*  
*DETERMINATION, TOXICITY AND LEGISLATION* ..... 86

Ерне Е. КИШ, Горан Ц. БОШКОВИЋ  
*Erno E. KISS and Goran C. BOŠKOVIĆ*  
ПРЕГЛЕД РАЗВОЈА ИНДУСТРИЈСКЕ КАТАЛИЗЕ  
*OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL*  
*CATALYSIS* ..... 91

### Трибина

Иван ГРЖЕТИЋ, Иван ЈУРАНИЋ, Љиљана ДАМЈАНОВИЋ,  
Иванка ПОПОВИЋ, Ивана ИВАНЧЕВ ТУМБАС, Зоран  
МАТОВИЋ, Татјана АНЂЕЛКОВИЋ, Љубица ДИКОВИЋ,  
Милан АНТОНИЈЕВИЋ  
РЕФЕРЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СТАНДАРДИ ЗА ХЕМИЈУ И  
СРОДНЕ ДИСЦИПЛИНЕ ..... 99

### ХЕМИЈА У ШКОЛИ

Селена СИМИЋ, Алекса СИМИЋ, Слађана МИТИЋ  
*Selena SIMIĆ, Aleksa SIMIĆ, Slađana MITIĆ*  
ЖВАКАЋА ГУМА - ЗАДОВОЉСТВО ИЛИ ПОТРЕБА  
*CHEWING GUM – JUST PLEASURE OR USEFUL TO*  
*CONSUMERS?* ..... 105

САОПШТЕЊЕ РЕПУБЛИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ  
ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА ..... 110

САОПШТЕЊЕ РЕПУБЛИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ  
ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СРЕДЊИХ ШКОЛА ..... 110

ИЗВЕШТАЈ О ОДРЖАНОМ ПРОГРАМУ СТРУЧНОГ  
УСАВРШАВАЊА НАСТАВНИКА ХЕМИЈЕ:  
АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ ..... 110

ВЕСТИ ИЗ СХД  
ИЗВЕШТАЈ О РАДУ ЈУБИЛАРНОГ 50. САВЕТОВАЊА СХД И  
ОБЕЛЕЖАВАЊУ 115 ГОДИНА СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ  
ДРУШТВА ..... 111

КОНКУРС ЗА НАГРАДЕ И ПРИЗНАЊА СХД  
У 2012. ГОДИНИ ..... 112



## УВОДНИК



Овај Уводник почињемо на необичан начин. Никада до сада нисмо у Уводник стављали слике. Овог пута ћемо направити изузетак и то као признање Александру Деканском, Владимиру Панићу и Драгани Декански, ауторима рубрике *Хемија на Интернејту*. Приметили сте да све ређе штампамо радове о новим и интересантним сајтовима са којих се Хемија може учити и истраживати. Ту рубрику смо започели када је свима Интернет био нешто изузетно, ново и непознато, кад смо тек почињали да га откривамо. Колеге, чије слике објављујемо, су бринули о овој рубрици и писали чланке за њу у току 7 година, док нам Интернет није свима постао део редовне свакодневице. Желимо да вам их представимо, јер су нам свима помагали у коришћењу Интернета и да им се искрено захвалимо на томе.

\* \* \*

Фталати су диалкил или алкил-арил естри алкохола (који обично имају од 6 до 13 угљеникових атома) и фталне киселине. То су испарљиве, провидне, сирупасте течности и представљају хемијску јединицу која се најчешће користе као пластификатори и за постизање флексибилности пластичних материјала. Фталати се слабо растварају у води, али су добро растворљиви у мастима, због чега могу да представљају потенцијални ризик по здравље човека. У јавности се обично сви фталати као компоненте пластичних маса третирају као да су исто једињење, са јединственим особинама и токсичношћу. Фталати јесу група једињења са сличном хемијском структуром, али сваки има свој јединствен хемијски и токсиколошки профил. У чланку *"Фталати – извори, излуживање, деградација, одређивање, њиховост, лејслајтшва"* аутора Данице Милојековић, Татјане Анђелковић и Гордана Коцић са Универзитета у Нишу побројани су најважнији фталати, представљени су основни извори емитовања фталата у животну средину, дате су методе одређивања фталата, описан је утицај фталата на здравље људи и наведена регулатива која се односи на ограничену употребу, или чак забрану, коришћења фталата.

\* \* \*

Примена катализатора у индустрији је старија од појма катализе. Савремена представа о катализи је везана за име шведског хемичара Берцелијуса и за 1835. годину. Целу систематску причу о томе како се индустријска катализа развијала кроз деценије и како је утицала на развој данас најмоћнијих држава, моћи ћете да прочитате у чланку *"Преглед развоја индустријске катализе"* аутора Ернеа Е. Киша и Горана Ц. Бошковића са Технолошког факултета у Новом Саду.

\* \* \*

Рубрика *Трибина* је повремена у *Хемијском ирепеду* и „отварамо“ је када пристигне чланак од општијег интереса. Последњи пут у овој рубрици штампали смо ставове Михајла Спасића („Циљ и пут“ *Хемијски ирепед* 46 (2005) стр 98) и Светлане Вранић („Упоредна анализа садржаја предмета ...“, *Хемијски ирепед*

лед 46 (2005) стр 97 и 119). Нови чланак за рубрику *Трибина* стигао је од групе аутора који раде на Темпус пројекту о образовању у области Хемије у Србији у високошколским организацијама. То је, уствари, консензус шта је језгро струке у Хемији, тј. шта је срж, основно језгро у учењу Хемије, што може бити корисно када се праве нови стандарди и нови студијски програми. Текст би требало да подстакне хемичаре да размишљају како ће се и на који начин применити у Србији референтни образовни стандарди за Хемију и сродне дисциплине које је усвојила European Association for Chemical and Molecular Sciences. Текст је одличан повод и права прилика да се о том питању почне озбиљно размишљати и дискутовати, што је неопходан увод за развој и примену сличних стандарда код нас.

\* \* \*

„Жвакати жвакаћу гуму? За или против? Стална дилема! Бака се јако љути што стално жваћемо жвакаће гуме. Посебно је нервира када дођемо из школе са залеђеном жваком на панталонама.“ Тако почиње чланак из рубрике *Хемија из/за школе* који описује један истраживачки рад ученика **Селене Симић, Алексе Симића и Слађане Митић** из Ниша из основне школе „Бубањски хероји“. Није често да ученици у основној школи пишу истраживачке радове, а овај ће вам се сигурно допасти и можда инспирисати неке друге ученике на сличне подухвате. Идеал добре школе је да учење буде толико смислено онима који уче да у том послу уживају. Или како аутори овог текста кажу: У изради рада су уживали, јер никада у кући није било толико разноврсних жвакаћих гума, које су могли да жваћу по цео дан, и то у научне сврхе!

У рубрици *Хемија из/за школе* налази се и Саопштење Републичке комисије за такмичење из Хемије за ученике основних школа које се тиче организације овог такмичења у школској 2012/2013. години. У овом тренутку Комисија припрема нови Правилник због уочених проблема „на терену“ и новог стручног Упутства Министарства просвете и науке РС. По сугестијама Комисије правилник би требало да почетком следеће школске године буде доступан свим заинтересованим у *on-line* варијанти, а јавна расправа и његово коначно усвајање били би на Априлским данима 2013. године.

Према правилнику број места за учење на Републичком такмичењу за поједине школске управе варира од године до године, зависно од успеха током претходног циклуса такмичења, у рубрици *Вести из/за школе* објављујемо и листа освојених места у средњим школама за сваку школску управу у Србији. Та листа ће бити основ за одређивање броја одобрених места за поједине категорије такмичара која ће се такмичити ове школске године.

\* \* \*

У рубрици *Вести из СХД* наћи ћете Извештај о одржаном програму стручног усавршавања наставника Хемије: *Априлски дани просветних радника Србије* (Драгица Тривић) и Извештај са јубиларног 50. Саветовања СХД, које је одржано у Београду 14. и 15. јуна 2012. године (Живослав Тешић).

У истој рубрици наћи ћете текст **конкурса за награде и признања СХД** у 2012. години.

Ратко М. Јанков



## ЧЛАНЦИ



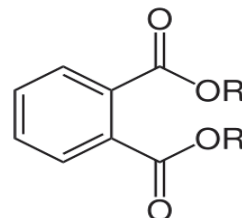
Даница МИЛОЈКОВИЋ, Тајјана АНЂЕЛКОВИЋ, Природно-математички факултет, Универзитет у Нишу, (e-mail: dannica.milojkovic@gmail.com), Гордана КОЏИЋ, Медицински факултет, Универзитет у Нишу

### ФТАЛАТИ – ИЗВОРИ, ИЗЛУЖИВАЊЕ, ДЕГРАДАЦИЈА, ОДРЕЂИВАЊЕ, ТОКСИЧНОСТ, ЛЕГИСЛАТИВА

Фталати су диалкил или алкил-арил естри фталне киселине. Зову се и естри 1,2-бензендикарбоксилне киселине. Фталати су исиарљиве, њровидне, сируйасте течности и њредстављају хемијска једињења која се најчешће користе као њласификаџори, за њосџизање флексибилности њласџичних материјала, односно њовећања еластџичности, дуџоџтрајности и џтрансџаренџности и зџоџ стаџилизације мириса. Фталати се лоше растварају у води, али су добро растворљиви у мастима, зџоџ чеџа су њоџенџијални ризик њо њудско здравље. У јавности се обџчно сви фталати, као комџоненте њласџичних маса, џреџирају као да су истио једињење, са јединственим особинама и џоксичношћу. У ствари, мора се имати у виду да су фталати џруџа једињења са сличном хемијском стуркџуром, али сваки са има јединствени хемијски и џоксиколошки џрофил. Свака дискусија о њоџенџијалним здравственим ефектима се мора конкретизовати за одређени фталат. У чланку су њоџројани најважнији фталати, њредстављени су основни извори емџиовања фталата у живџињу средину, даџе су методе одређивања фталата, оџисан је уџицај фталата на здравље њуди и реџулатива која се односи на оџраничену уџоџреду или чак забрану коришћења фталата.

Фталати настају у реакџији фталне киселине и одговарајућег алкохола (обџчно са 6 до 13 угљеникових атома). Општа хемијска формула фталата је дата на слици 1. Најчешће коришћени фталати су:

- Ди(2-етилхексил)фталат (ДЕХП)
- Ди-*n*-бутил фталат (ДБП)
- Бензилбутил фталат (ББП)
- Диизонил фталат (ДИНП)
- Диизодецил фталат (ДИДП)
- Диметил фталат (ДМП)
- Ди-*n*-октил фталат (ДНОП)



Слика 1. Општа хемијска формула фталата

Процењује се да се употреби око шест милиона тона пластификатора годишње на глобалном нивоу, од којих се један милион искористи у Европи [1]. Пластификатори чине 10-60% тежине пластичне масе производа [1].

Најчешће употребљаван пластификатор је ДЕХП, због ниске цене на тржишту. Годишња производња ДЕХП-а износи чак 3-4 милиона тона, па је зато ДЕХП приоритетни загађивач у неколико земаља [2]. Пластика може да садржи од 1-40% токсичног ДЕХП-а [1].

#### ИЗВОРИ ФТАЛАТА

Фталати су састојци великог броја производа широке потрошње. Фталата има у кухињским фолијама, производима за паковање хране, прехранбеним производима, подним материјалима, плочицама, зидним тапетама, кабловима и жицама, средствима за чишћење, детерџентима, лаковима, бојама, уљима за подмазивање, штампарским бојама, самолепљивим тракама, амбалажи, играчкама за децу и текстилу. Производи за личну негу, парфеми, сенке за очи, лак за нокте, течни сапуни, лак за косу садрже фталате. Медицинска опрема, катетер, уређаји за трансфузију крви, фармацевтски препарати такође садрже фталате. Користе се и у електроници и пољопривреди.

Највише се додају као омекшивачи полимерима који се употребљавају у прехранбеној индустрији. При томе, може доћи до контаминације хране пластификаторима. Неколико студија је показало врло високе ко-

личине фталата у храни, посебно у риби, меду и уљима, пакованим у пластичну амбалажу.

Фталати доспевају у животну средину на више начина: производњом и употребом ПВЦ-а, одлагањем на индустријске и комуналне депоније, инсинерацијом отпада, као и употребом и одлагањем предмета широке потрошње који садрже ове токсичне супстанце.

У Великој Британији и Данској су вршена истраживања како би се извршила процена изложености људи фталатима у исхрани. У Великој Британији, просечан унос ДЕХП-а из хране се процењује да је од 0.15 до 0.3 mg по особи на дан код одраслог становништва (што је еквивалентно 2.5 до 5 µg/kg телесне масе на дан), узима се да је телесна маса одраслог човека 60 kg. У данској студији, просечна изложеност ДЕХП-у се процењује да је у распону од 0.19 до 0.3 mg по дану, односно 2.7 до 4.3 µg/kg телесне масе на дан, узима се да је телесна маса одраслог човека 70 kg. На основу највеће одређене концентрације ДЕХП-а, излагање високим вредностима оцењено је као 1.1 mg по дану, што износи до 15.7 µg/kg телесне масе на дан [3].

У другој данској студији, укупан дневни орални унос на регионалном нивоу (Данска) је процењен на 4.5 µg/kg телесне масе на дан код одраслих, 11 µg/kg телесне масе на дан код деце узраста од 7 до 14 година и 26 µg/kg телесне масе на дан код деце узраста од 1 до 6 година [3]. Новорођенчад и деца конзумирају знатно веће количине млечних производа и њихова изложеност фталатима овог типа је много већа од изложености одраслих [4]. У студији је наведено такође, да је изложеност људи ДЕХП-у из хране у опсегу толерантног дневног уноса.

## ИЗЛУЖИВАЊЕ ФТАЛАТА

Излуживање фталата представља процес у којем долази до прелаза фталата из амбалажног материјала у намирницу. Излуживање је комбинација два процеса: дифузије и сорпције. Степен излуживања пропорционалан је полазној концентрацији у пластици, те је по правилу излуживање углавном одређено дифузионим коефицијентом у пластици. Фталат из амбалаже креће се у смеру концентрационог градијента дифузијом према намирници. Доласком на површину материјала, десорбује се, а намирница га апсорбује. Поновно следи дифузија у унутрашњост намирнице, градијента концентрације.

Излуживање фталата је далеко израженије код паковања течних производа, као и производа са повишеним садржајем масти и уља.

Фталати се лако излужују или испаравају у храну, атмосферу, воду или земљиште из пластике, јер се фталати не везују ковалентном везом за пластику, већ се мешају са полимерима тако да се лако емитују из предмета израђених од поливинил-хлорида (ПВЦ-а). Како се временом пластика хаба, разлаже и стари, ослобађање фталата се убрзава. Константном емисијом пластификатора, ПВЦ губи своја иницијална својства и постаје крт и ломљив.

Због широке примене фталата и због тога што су релативно неполярни, они могу да се нађу било где у окружењу, нпр. адсорбовани у земљи и прашини, атмосфери, води. То може да доведе до директног загађења хране и прехранбених производа, биоаккумуляције у ткивима и њиховог преноса ланцем исхране.

Услед ниске испарљивости и лоше ратворљивости у води, концентрациони нивои ДЕХП-а у амбијенталном ваздуху су релативно ниски и често се налазе испод границе детекције [4]. Више температуре ваздуха доводе до већих концентрација фталата у ваздуху.

ДЕХП се адсорбује у седиментима и честицама аеросола и биоакмулира се у бескичмењацима, рибама и биљкама [4].

Иако унос фталата може да потиче из више извора, постоји посебан интерес у праћењу контаминације млека и млечних производа зато што они представљају примарни извор хране, посебно за децу [5].

У производима спакованим у ПВЦ амбалажу који садрже повећан проценат масти, а излажу се повишеним температурама, значајно је подигнут ниво фталата. Пластична фолија, која садржи фталате, се све више користи у микроталасној пећи да би се покрила храна при кувању или загревању. Током загревања, фталати, заједно са осталим пластификаторима и стабилизаторима се могу излужити из фолије у храну [5]. Ово указује да високе температуре и масна, топла храна у контакту са ПВЦ производима могу узроковати високу контаминацију фталатима.

## ДЕГРАДАЦИЈА ФТАЛАТА

Стопа деградације фталата у животној средини је важна ради дефинисања њиховог биогеохемијског циклуса и одређивања степена перзистентности и транспортабилности.

Фталати углавном подлежу процесу биораспадања у отпадним водама, аеробним воденим окружењима (вода/седимент) и земљишту. Анаеробна деградација може одиграти важну улогу за неке фталате под одређеним условима.

Стопа абиотичких процеса, хидролизе и директне фотолизе је сувише ниска да би имала значајан утицај на деградацију фталата у ваздуху. С друге стране, индиректна фотолиза у ваздуху, под утицајем хидроксидикала, може да има значајну улогу у укупној деградацији фталата у животној средини.

## ОДРЕЂИВАЊЕ ФТАЛАТА

За одређивање фталата у храни и другим медијима се углавном користе аналитичке технике течне и гасне хроматографије са различитим детекторима, као што су масени спектрометри или UV-спектрофотометри. Избор између ових техника се углавном базира на физичко-хемијским особинама анализата, сложености матрикса, цени анализе, времену анализе и другим факторима.

Најчешће одређиван фталат у храни је ДЕХП. То је такође и најчешће детектован фталат у храни. ДБП и

ББП су други и трећи најчешће анализирани фталати [6].

Већина лабораторија, учесница у *JRC (The Joint Research Center)* истраживању, фокусира се само на одређивање фталата у пићу, мада се званичне немачке лабораторије фокусирају на јестива уља и масти [6].

**Чување узорака.** У анализи фталата посебна пажња се мора посветити контаминацији узорка у току анализе. Потенцијалан извор контаминације хране су пластичне посуде (виале, епендорфи). Чак и стакло и алуминијумска фолија могу садржати фталате, па треба бити обазрив при њиховој употреби. Зато за чување узорка треба користити оригинално паковање хране, уколико је то могуће. Као и већина узорака, узорци намењени за анализу фталата се чувају на хладном. Што се тиче количине узорка хране у истраживањима спроведеним од стране *JRC* тестиран је аликвот чврстих узорака величине од 0.1 g до 5 g и до 300 ml за течне узорке. Други поступци анализе наводе величине аликвота од 10 g, а ови поступци су прилагођени да аликвоти буду обрнуто пропорционални садржају масноће узорка [6].

**Припрема узорака.** Припрема узорка представља најкритичнији корак у анализи специфичних полута-ната. Узорци морају бити хомогенизовани пре даљег узорковања и екстракције.

**Екстракција фталата.** Фталати се екстрахују из немасних течних узорака неполарним органским растварачем и често се одређују без додатног пречишћавања. Ово је посебан случај за воду, безалкохолна и алкохолна пића за која већина лабораторија примењује течно-течну екстракцију за издвајање фталата из матрикса. Растварачи који се употребљавају у ту сврху су хлороформ, *n*-хексан, *n*-хептан или изооктан. Такође се примењује екстракција чврстом фазом за ту сврху. Немасна чврста храна се екстрахује ацетонитрилом или мешавином ацетонитила и воде.

У случају чврсте масне хране примењује се следећа стратегија. Фталати се екстрахују из матрикса или заједно са мастима применом растварача као што су дихлорметан, смеша дихлорметана и циклохексана, *n*-хексан, као и смеша *n*-хексана и ацетона, или ацетонитрил. Такође, примена ултра-звучне екстракције и екстракција помоћу микроталаса се показала као добра.

**Технике пречишћавања екстраката хране.** Углавном се примењују две технике пречишћавања екстраката хране. То су течно-течно одвајање и гел пропусна хроматографија.

**Технике одређивања фталата.** Главна техника за одређивање фталата је гасна хроматографија са масеним спектрометром као детектором (*engl. Gas chromatography-Mass spectrometry - GC/MS*).

За хроматографско одвајање анализата се користе колоне са садржајем стационарне фазе ниске поларности. Температурни програми се разликују у зависности од сложености раздвајања.

За *GC/MS* се обично користи јонизација електроном (*engl. Electron Impact*) и режим праћења једног јона. Неколико лабораторија је радило у скен моду покри-

вајући опсег маса од 50 до 350 или чак и већи [6]. Након јонизације електроном на 70 eV, главни фрагментни јон свих фталата јесте пик *m/z* 149, који потиче од протонваног јона анхидрида фталне киселине. Овај јон се обично користи за квантификацију садржаја анализата. Ради потврде идентитета једињења, често се прате и остали пикови слабијег интензитета.

Позитивна хемијска јонизација (*engl. Positive chemical ionisation - PCI*) се користи као алтернатива јонизацији електроном. Применом *PCI* са метаном и амонијаком као реагенс гасом ствара се знатно другачији масени спектар, који садржи пикове молекулских јона појединачних фталата, омогућавајући бољу идентификацију хроматографских максимума, као и разликовање различитих фталата. Ово је нарочито корисно у анализи комплексних смеша различитих изомерних фталата.

Гасна хроматографија са пламено-јонизационим детектором (*engl. Gas chromatography with flame ionisation detection - GC/FID*) или детектором са захватом електрона (*engl. Gas chromatography with electron capture detection - GC/ECD*) су замена масеној спектрометрији, али су мање значајне у погледу учесталости примене. Користи се и течна хроматографија високе перформансе у комбинацији са ултра-љубичастим детектором (*engl. High-performance liquid chromatography - HPLC/UV*) за одвајање анализата. Може бити у комбинацији и са квадрупулним масеним спектрометром (*HPLC-MS/MS*) у одабраном режиму праћења.

**Бланко вредности.** Свеprisутност неких фталата изазива озбиљне проблеме у одређивању њиховог садржаја у храни. Бланко вредности се дефинишу као "очитана вредност анализата која потиче из матрикса, реагенса, мерног уређаја, или процеса, а која доприноси повећању вредности анализата одређеног одговарајућим аналитичким поступком". Бланко вредности су ретко константне. Зато оне треба да буду добро контролисане. У случају да бланко вредност постаје значајна, иста пажња се мора посветити одређивању бланко вредности, као што је дата пажња одређивању анализата у узорку. Аналитичар мора да минимизира бланко вредности и да их држи под контролом. Коришћење пластичних материјала за руковање узорком и припремање узорка, мора бити избегнуто у анализи фталата. Додатне мере као што су термичка обрада стакла и керамике, поновна дестилација органских растварача, или испирање стакла растварачима, имају за циљ да смање бланко вредности. Резултати анализе треба да се коригују за бланко вредности, јер их је тешко избећи.

## ТОКСИЧНОСТ ФТАЛАТА

Излагање фталатима може да изазове низ поремећаја код људи и животиња:

- **Алергијске болести и астма** - Велики број научних података указује на то да је учестала појава алергијских болести повезана са изложеношћу људи, а посебно деце различитим пластичним, полимерним материјалима. Кон-



центрација тако емитованог ДЕХП-а у ваздуху је врло ниска, али се сматра да и мале концентрације ДЕХП-а у континууму узрокују упалу дисајних путева. ДЕХП се сматра главним кривцем за појаву „пластичне“ астме [7].

- **Поремећаји ендокриног система** - Фталати лоше утичу на рад жлезда које производе хормоне, односно доводе до ендокринолошких и метаболичких поремећаја, и тако ремете равнотежу хормона у живим бићима. Студије спроведене на глодарима који су били изложени високим дозама одређених фталата су показале да фталати утичу на промене нивоа хормона и да су узрок урођених мана [4].
- **Оштећења јетре и бубрега** [8].
- **Неплодност код мушкараца** - Фталати узрокују разне малформације на ткиву тестиса и слабију плодност мушке популације. Доказана је **канцерогеност фталата**, која се првенствено манифестује у облику злоћудног рака дојке и рака тестиса. Последице дејства фталата јесу и све већа феминизираност мужјака. Експерименти који су рађени на животињама потврдили су да фталати могу да оштете репродуктивне органе мушкараца [4].

Најосетљивији на деловање фталата је период интраутериног живота, односно фетус који је у току трудноће изложен деловању фталата, затим постпартални период, тј. период после порођаја, ако су фталати присутни у мајчином млеку, и период пубертета. У једној научној студији је испитиван утицај изложености фталатима на преко 100 новорођених дечака у Немачкој и Финској [4]. Током прва три месеца живота, бебе дечацци имају висок ниво хормона у крви, па је тај период репрезентативно време да се проучи да ли новорођени дечацци имају нормалну функцију тестиса. У том периоду су узимани узорци крви и мерена је продукција тестостерона. Анализиране су и концентрације шест фталата у млеку мајки. Што су мајке имале више одређених фталата у млеку, дечацци су показивали мању акцију тестостерона.

Већи део тренутног истраживања о ефектима излагања фталатима је фокусиран према деци и здрављу мушкараца. Међутим, жене могу бити у већој опасности од могућих негативних ефеката фталата по здравље, због повећања употребе козметичких препарата. Диетил фталат (ДЕП) и ДБП су посебно свеприсутни у козметици и производима личне неге. Постоји веза између изложености фталатима и ендокриног поремећаја који доводи до развоја рака дојке [9]. Осим тога, добро је документовано да ендокрини дисруптори као што су фталати, могу бити адитивни, па тако чак и мале количине могу да „комуницирају“ са другим хемикалијама да се добију кумулативно, негативне „коктели последице“ [9]. Иако је број студија о фталатима и раку дојке ограничен, то би требало да буде довољан разлог да се не користе у производима личне неге.

Процена Светске здравствене организације (*engl. World Health Organization - WHO*) је да ће одрасли ве-

роватно бити контаминирани фталатима коришћењем робе широке потрошње (млеко, сир, путер), а процењена просечна дневна доза контаминације је око 200  $\mu\text{g}$ . Нивои фталата у питкој води генерално се сматрају занемарљивим, иако за индивидуалне случајеве може бити висок ниво контаминације. Изложеност из ваздуха је занемарљива у поређењу са изложеношћу из хране (нпр. када је концентрација у ваздуху у граду 50  $\text{ng}/\text{m}^3$ , дневно излагање ће бити мање од 1  $\mu\text{g}$ ). Пацијенти који се подвргавају дијализи бубрега могу бити изложени високим нивоима ДЕХП-а, процењује се да ће сваки пацијент добити и до 90  $\text{mg}$  по третману. Дијализним болесницима, који ДЕХП примају интравенски током третмана, је испитана промена јетре. После једног месеца, није било морфолошке промене по биопсији јетре, али, после једне године, тврди се да су пероксидоми „знатно већи у броју“ [8]. Излагање се такође јавља током трансфузије чуване крви [8].

## ЛЕГИСЛАТИВА

Легислатива која се односи на прехранбене производе се бави саставом материјала који су уобичајено у контакту са прехранбеним производима. Материјали треба да буду израђени тако да при додиру са храном њихови састојци не прелазе у њу на начин да могу угрозити здравље потрошача или довести до неприхватљивих промена у саставу или органолептичким особинама прехранбеног производа. Треба имати на уму да свака интеракција производа и амбалажног материјала представља јединствен случај који захтева посебно проучавање.

Регулатива која се односи на дечије играчке такође није једноставна, с обзиром на осетљивост деце на дејство фталата.

Законодавство Европске Уније (ЕУ) о којем се код нас још увек мало зна, иако има мана, тренутно је најстроже законодавство на свету у подручју хемикалија. Ово законодавство је познатије као *REACH (engl. Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)*, што значи Регистрација, евалуација, ауторизација и ограничавање хемикалија.

*REACH* регулативом успостављено је и тело које ће надгледати управљање хемикалијама на Европском нивоу – Европска агенција за хемикалије (*engl. European Chemicals Agency - ECHA*) са седиштем у Хелсинкију (Финска).

*Codex* је уобичајени краћи назив Комисије за *Codex Alimentarius*, специјализоване међународне организације за храну коју су 1963. године заједнички основале Организација Уједињених нација за храну и пољопривреду (*engl. Food and Agriculture organization of the United Nations, FAO*) и Светска здравствена организација са основним циљем да се доношењем стандарда и сродних докумената (упутства, правила добре праксе, препоруке итд.) заштити здравље потрошача и олакша међународна трговина храном.

У циљу брзе размене информација о опасним потрошачким производима изузимајући храну, лекове и медицинске уређаје у оквиру Европске уније форми-

ран је систем RAPEX (*engl. The Rapid Alert System for Non-Food Products*). У овај систем брзог упозоравања су укључени произвођачи, трговци, дистрибутери, потрошачи и наравно државни органи.

**Регулатива која се односи на пластичне амбалажне материјале који долазе у контакт са храном.** У „*food-contact*“ законодавству установљена су два типа миграција: „специфичне“ и „глобалне“. „Специфичне миграције“ означавају оне миграције састојака које представљају опасност за здравље потрошача чак и када су присутне у малим количинама. У том је случају потребна ригорозна контрола. Супротно томе, концепт „глобалних миграција“ усвојен је због регулације уласка састојака који су, иако не представљају велик ступањ ризика, ипак непожељни. Према законској регулативи укупни лимит миграције контаминаната из пластичног материјала у намирницу је 60 mg/kg или 10 mg/dm<sup>3</sup> [4]. Ова вредност не упућује на неку одређену материју, већ на укупну миграцију свих материја. Битна је при одабиру амбалажног материјала, јер је нужан инертан карактер материјала. Специфични лимит миграције се одређује за сваки фталат понаособ.

**Регулатива која се односи на дечије играчке.** Комисије ЕУ су званично забраниле употребу фталата (ДЕХП, ДБП и ББП) као омекшивача у дечијим играчкама и ограничиле употребу фталата типа ДИНП, ДИДП и ДНОП. Ограничење употребе ДИНП, ДИДП и ДНОП се односи само на производњу играчака које се могу стављати у уста. Ова ограничења подразумевају да количина фталата не сме бити већа од 0.1% масе у пластичном делу играчке. Ови фталати су дозвољени у било којој концентрацији у другим производима и други фталати нису ограничени [10]. Према подацима RAPEX-а, добијених од АПОС-а (Асоцијација потрошача Србије) у земљама ЕУ у првих пет месеци 2007. године, са тржишта су повучена 453 производа који садрже токсичне супстанце типа фталата [11].

**Регулатива у нашој земљи.** У нашој земљи ситуација је мало другачија, јер се забринутост око штетних састојака у предметима широке потрошње јавила тек недавно. Асоцијација потрошача Србије се обратила надлежним државним органима са циљем да се упозна са процедуром увоза производа опште употребе и мерама које предузимају за контролу здравствене исправности. У овом моменту актуелно питање присуства фталата у предметима направљеним од ПВЦ-а је у редовном праћењу Републичке граничне санитарне инспекције и здравствених лабораторија, који се труде да прате важећу регулативу Европске уније и са којом покушавају да се што више усагласе [7]. Легислативу ЕУ о храни, карактерише мноштво прописа насталих као реакција јавности на могуће ризике у здравственој сигурности хране. Будући да *Codex Alimentarius* служи као међународна референтна тачка за стандарде о сигурности хране и прописа о храни, то олакшава међународну трговину храном због постојећих разлика у

традицији, култури и законодавном систему међу државама, његове одредбе ће имати одраз и на законодавство у нашој држави. Референтна институција у Србији за *Codex* је Институт за стандардизацију Србије (ИСС).

## Abstract

PHthalates – SOURCES, LEACHING, DEGRADATION, DETERMINATION, TOXICITY AND LEGISLATION

Danica MILOJKOVIĆ, Tatjana ANĐELKOVIĆ, Faculty of Sciences and Mathematics, University of Nis

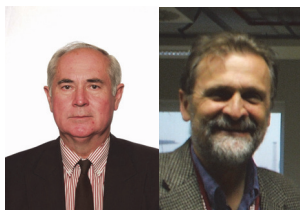
Gordana KOCIĆ, Faculty of Medicine, University of Nis

**Phthalates** are the dialkyl or alkyl aryl esters of phthalic acid, also called 1,2-benzenedicarboxylic acid. Phthalates are volatile, transparent, syrupy liquids and a group of chemical compounds that is commonly used as plasticizers, to achieve the flexibility of plastic materials, increase elasticity, durability and transparency and to stabilize odor. Phthalates are poorly soluble in water but well soluble in fat, and therefore have a potential negative effect on human health. The media tends to treat all phthalates as if they were the same compound. In fact, phthalates are a group of chemicals with similar chemical structure but each with its own unique chemical and toxicological profile. Any discussion of potential health effects must distinguish between specific phthalates. The most important phthalates, sources in the environment, methods of determination of phthalates, impact on the human health and legislation relating to limitation or restriction of its use, are presented in this article.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Rudel R., Perovich L., **Endocrine disrupting chemicals in indoor and outdoor air**, Atmospheric Environment, (2008), 43 (1): 170-81
2. T.J. Wams, **Diethylhexylphthalate as an environmental contaminant - a review**, Science of The Total Environment, (1987), Volume 66, 1-16
3. **Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) for use in food contact materials**, The EFSA Journal, (2005), 243
4. **Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals**, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, (2005)
5. Sorensen LK., **Determination of phthalates in milk and milk products by liquid chromatography/tandem mass spectrometry**, Rapid Commun Mass Spectrom, (2006), 20: 1135-1143
6. Thomas Wenzl, **Methods for the determination of phthalates in food**, JRC Scientific and Technical Reports, (2009)
7. **Potrošački reporter**, List Asocijacije Potrošača Srbije, (2008), br. 16
8. World Health Organization, **Di(2-Ethylhexyl)phthalate in Drinking Water**, Guidelines for drinking water quality, (1996), 2<sup>nd</sup> ed. Vol.2.
9. Waring, R.H. & Harris, R.M., **Endocrine disruptors – a threat to women’s health?** Maturitas, 68, 111-115. doi: 0.1016/j.maturitas.2010.10.008, (2011)
10. **Ban of phthalates in childcare articles and toys**, press release IP/99/829, (10 November 1999)
11. **Potrošački reporter**, List Asocijacije Potrošača Srbije, (2007), br. 8





Erne E. KIŠ, Goran C. BOŠKOVIĆ, Технолошки факултет у Новом Саду, Нови Сад, ekiss@tf.uns.ac.rs

## ПРЕГЛЕД РАЗВОЈА ИНДУСТРИЈСКЕ КАТАЛИЗЕ

„Хемија без катализе била би као мач без дршке, као светионик без светлости, или као звоно без гласа“ - Миташ (Alwin Mittasch), који је својевремено разрадио индустријске катализаторе за производњу амонијака и метанола.

Први каталитички процеси били су биокаталитички у којима су, најчешће несвесно, коришћени биокаталитизатори, ферментни/ензими. Ферментацијом из природних сировина су припремане различите намирнице и пића. Почетак развоја индустријске катализе везан је за прераду сумпора у сумпорну киселину. Најважнија сировина за хемијску индустрију све до краја Другој светској рати био је угљ, која је било у изобилју ујраво у најразвијенијим земљама. Гасификацијом угља добијен је синтезички гас, а из овога водоник, неопходан за базичну индустрију азота (амонијак, минерална ђубрива, експлозивни, доје и лакови). Истовремено, синтезички гас, смеша угљенмоноксида и водоника, коришћен је за синтезу гасовитих и хемикалија. Махом су то биле технологије које су се заснивале на примени одговарајућих катализатора. Средином четрдесетих година прошлог века откривене су велике резерве нефтне и природног гаса, иако да угљоводоници остају основна сировина хемијске индустрије. Нова сировина условљаваће и нове технологије, које се заснивају на примени нових катализатора. Хемијска индустрија доживљава неслушени процват. Укупна вредност хемијских производа мери се у милијардама долара, а примена катализатора крајем 20. века расте са годишњом стајом од 10 %.

Примена катализатора у индустрији је старија од појма катализе. Савремена претстава о катализи је везана за име шведског хемичара Берцелијуса (Jöns Jacob Berzelius) и за 1835. годину. Дефиниција катализе и катализатора у савременој литератури се разликује у нијансама. Једна од најједноставнијих и најпотпунијих дефиниција дата је у домаћој литератури: „Катализа је промена брзине хемијске реакције у присуству катализатора.“, а „Катализатор је супстанца која мења брзину хемијске реакције ступајући у интермедијерно дејство са реактантима, а на крају реакционог циклуса остаје непромењена“<sup>[1]</sup>.

Паралелно са рађањем основних појмова катализе и разумевањем законитости по којима се каталитичке реакције одигравају<sup>[2]</sup> научници, као и други вредни и предузимљиви људи почињу да примењују ново стечена сазнања у индустрији. Стечена индустријска искуства повратно доприносе продубљивању знања из теоријске катализе, иницирају настајање нових каталитичких теорија, и интегришу се у новој научној ди-

циплини. Као резултат овако интензивног рада катализа је на крају 19. века била већ толико развијена и призната као научна дисциплина да је Оствалду (Friedrich Wilhelm Ostwald) 1909. године додељена Нобелова награда за постигнуте резултате у области катализе, хемијских равнотежа и кинетике каталитичких реакција. Такоређи паралелно са хетерогеном катализом дешавају се значајни продори и на пољу биокатализе. Доказ о могућности одигравања ферментационих процеса и изван ћелија живих микроорганизама (1897. година) је био такође од фундаменталног значаја. Ово откриће је разрешио вишедеценијску живу и бучну расправу између „виталиста“ и „механиста“, односно филозофског схватања животних процеса и живота уопште. За ово откриће Бухнер (Eduard Buchner) 1907. године такође је награђен Нобеловом наградом.

### 1. ПРЕГЛЕД НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ КАТАЛИТИЧКИХ ПРОЦЕСА

Богатство и разноврсност индустријских каталитичких поступака чине немогућим приказ савремене индустријске хемије од почетка њеног стварања до данас у раду уобичајеног обима, какви се припремају за часописе. Зато је избор процеса приказаних у овом раду ограничен и сведен, бар према мишљењу аутора, на оне најважније. Треба истаћи да су се први каталитички процеси, или тачније речено биокаталитички процеси, бавили природним материјалима: разни воћни сокови и екстракти, који су конзервисани или прерађивани у алкохолна пића, или у јестиво сирће, затим млечни производи и кисела теста, и коначно поврће - конзервисано кисељењем. Стара арапска цивилизација познавала је припремање сапуна, а римљани су овај процес преузели од њих. Каталитичка хидролиза естера животињске масти вршена је у алкалној средини, што је постигано растварањем пепела биљних остатака. Са становишта коришћења природних сировина интересантно је поменути да је на почетку 20. века Дизел (Rudolf Diesel) као погонско гориво за свој мотор са унутрашњим сагоревањем предлагао угље од кикирикија. Један век касније, на почетку 21. века, хемичари и процесни инжењери разрађују процесе за производњу горива из масе морских алги адаптирањем раније разрађених поступака за синтезу вештачког горива по Бергијусу и Фишер-Тропшу. У погледу сировине биомаса (воће, поврће, млеко, животињске масти, итд.) била је основна сировина претечи индустријској катализи. Крајем 19. века угљ постаје основна сировина, и остаје све до краја Другог светског рата. Између два Светска рата поред угља нафта добија на значају, а после Другог светског рата поред нафте природни гас по-

стаје најзначајнија сировина за хемијску индустрију. Табела 1<sup>[3,4]</sup> даје историјски приказ развоја индустријске катализе у 19. и 20. веку.

### 1.1. Производња сумпорне киселине

Добијање сумпорне киселине оксидацијом  $\text{SO}_2$  у  $\text{SO}_3$  у оловним коморама у присуству азотових оксида било је познато већ средином 18. века. Као сировина у почетку је коришћен елементарни сумпор са Сицилије, а касније пирит, сулфид гвожђа. Увођење платине уместо азотових пара као катализатора од стране Филипа истовремено представља и први патент у области катализе (Табела 1). Катализатори на бази платине на носачу, силицијумдиоксиду или азбесту, су се показали врло ефикасним, али и врло скупим. Савремени катализатори за синтезу сумпорне киселине су на бази ванадајумпентоксида, промоторованог јонима калијума и нанесеног на носач силицијумдиоксидног порекла.

### 1.2. Синтеза амонијака

Због све веће потребе за азотним ђубривима и експлозивима потражња за амонијаком на почетку 20. века драматично је порасла. Некаталитички поступци синтезе амонијака економски нису били оправдани. У Немачкој је 1905. године Хаберу (Fritz Haber) пошло за руком да синтетички амонијак каталитичким путем. Синтеза је изведена на 1293 K, а принос амонијака је био релативно скроман. Хабер је, користећи термодинамичка знања, израчунао да би на притиску од 1 бара и на температури од 520 K производња амонијака могла бити комерцијално оправдана. Са становишта историје треба истаћи да је прва примена термодинамике у области катализе била управо овај Хаберов прорачун<sup>[5]</sup>. Касније, Нернст (Walther Nernst) је исправио грешку у Хаберовом прорачуну и показао да би производња амонијака могла бити исплатива на вишим притисцима, након чега је пројекат добио финансијску подршку BASF. Као катализатор коришћен је фино дисперговани осмијум. У даља систематска истраживања укључио се и Бош (Carl Bosch). Под руководством двојца Хабер-Бош тим научника синтетисао је и проверио активност око 10000 катализатора<sup>[5]</sup>, да би се коначно определили за катализатор на бази гвожђа. У класичним азотарама и данас се користе слични катализатори. Хабер је добио Нобелову награду 1919. године за каталитичку синтезу амонијака. За своје заслуге у области технологија у којима се примењују високи притисци Бош је такође добио Нобелову награду 1931. године.

### 1.3 Хемијска индустрија на бази угља

Пре Другог светског рата, угаљ је претстављао основну сировину за многе производе хемијске индустрије. Производња кокса вршена је у пећима за коксовање - коксним батеријама, где је вршена пиролиза угља под благим условима. Поред основног производа, кокса, из коксног гаса добијани су важни хемијски производи и полупроизводи: амонијак, аромати (бензол, фенол, крезол, итд) и ацетилен. Аромати су пред-

стављали основну сировину за синтезу различитих боја, анилина, ализарина, индига, итд.

Ацетиленска хемија такође се развијала на основу коксног гаса. Ацетилен (етин) у присуству катализатора, двовалентне живе у разблаженом раствору сумпорне киселине, реагује са водом дајући ацеталдехид. Овај представља важну сировину петрохемијске индустрије. Репе (Walter Julius Reppe) је између 1928-1945. године успео да конвертује ацетилен у различите производе у присуству хомогеног катализатора на бази никла. Међу многобројним процесима врло је важно истаћи синтезу акрилне киселине, из смеше ацетилена, воде и угљенмоноксида, у присуству катализатора никалјодида. Овај поступак је комерцијализован 1955. године, а представља основу за добијање полиакрилних смола.

Друга основна примена угља, у нешто каснијој фази развоја индустријске катализе, била је његова гасификација воденом паром на високим температурама, у циљу производње синтезног гаса. Добијена смеша  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$  затим је коришћена за производњу вештачког горива по Фишер-Тропшовом поступку хидрокондензације угљенмоноксида у присуству катализатора. Први радови Фишера и Тропша<sup>[6,7]</sup> односили су се на катализатор на бази гвожђа, а слични катализатори и данас се примењују у компанији SASOL, у Јужној Африци, где се синтезни гас са мањим садржајем водоника производи из угља. Фишер и Тропш су између 1928-1934. године развили и патентирали катализатор на бази оксида кобалта и торијума на силицијумдиоксиду. Овај катализатор је коришћен у немачким погонима за време Другог светског рата за производњу синтезног горива (IG Farben). Интересантно је да су се научне основе катализатора на бази гвожђа и кобалта, развијене од стране немачких научника још између два рата, веома мало промениле до данашњих дана. Исти синтезни гас може да се користи и за синтезу метанола под високим притиском у присуству катализатора на бази оксида хрома и мангана (BASF). У азотарама, водоник који је добијен из синтезног гаса коришћен је за синтезу амонијака.

Трећи важан сегмент прераде угља односио се на његову ликвификацију, такође у циљу добијања синтезног горива, а индустријски поступак се веже за име Бергијуса (Friedrich Karl Rudolf Bergius). Ликвификација угља се заснива на хидрогеновању фино млевеног угља суспендованог у нафти уз присуство катализатора - смеше сулфида волфрама, молибдена и других метала.

Наступањем нафтне ере коксни гас и катран губе на значају. Основна сировина за хемијску индустрију постају нафта и природни гас.

### 1.4 Хемијска индустрија на бази угљоводоника (нафта и природни гас)

Нафта садржи течне и гасовите угљоводонике и с обзиром на састав, она као сировина за производњу горива и хемикалија има велику предност у односу на угаљ. Са становишта хемије једина мана нафте је у томе што су њени састојци врло инертни за хемијске реакције, посебно парафини. Поред тога, нафта ни као го-

риво не може непосредно да се користи у моторима са унутрашњим сагоревањем; бензинска фракција има ниске октанске бројеве, а дизелску фракцију такође треба дорадити да би се добило гориво са одговарајућим особинама сагоревања (цетански број).

Да би се добиле бензинске фракције са добрим антидетонационим особинама сагоревања у задовољавајућим количинама, неопходно је прво извршити крековање (цепање) великих молекула угљоводоника, а затим изомеризацију или алкилацију линеарних угљоводоника у циљу добијања молекула са разгранатом структуром. Гориво са добрим октанским бројем добија се тек након ових основних рафинеријских поступака.

#### 1.4.1. Каталитичко крековање нафте

Каталитичко крековање угљоводоника је започело на катализаторима на бази алуминијумтрихлорида. У исто време је примећено да природне глине такође успешно цепају велике молекуле угљоводоника у ниже фракције. Француз Ондри, (Eugene Houdry), по образовању машински инжењер и заљубљеник у аутомобилске трке, у овим реакцијама је видео могућност повећања перформанси горива за аутомобилске моторе. Идеја је резултирала разрадом поступка за каталитички крекинг нафте, а одговарајуће постројење се састојало од три паралелна реактора везана у батерију. Сваки реактор је радио 10 минута, затим је укључиван следећи, а у оном претходном би се у међувремену сагоревањем одстранио нагомилани угљеник са површине катализатора. С обзиром да је процес регенерације катализатора био дужи од радног дела који му је претходило, било је потребно повезати три реактора у батерију да би се омогућио континуални рад постројења. Мада је највећи део горива у Великој Британији за време Другог светског рата произведен Ондријевим поступком, сматра се да је стварни продор у квалитету авионског горива направљен увођењем процеса крекинга нафте у флуидизованом слоју. Наиме, почетком четрдесетих година 20. века Standard Oil Co. је разрешила поступак каталитичког крекинга у флуидизованом слоју. Овај континуални поступак је употребом зрна алумо-силикатних катализатора одговарајућих величина и облика омогућио бољу контролу преноса топлоте, и тиме превазишао проблеме катализатора на бази стопљених соли коришћеног у Ондријевом постројењу. Током 60-тих година 20. века природни алумино-силикатни катализатори су замењени активнијим и термички и механички стабилнијим зеолитним катализаторима.

Квалитетно гориво није добијано само каталитичким крекингом нафте, већ и **олигомеризацијом** нижих олефина у изо-октан на чврстој фосфорној киселини као катализатору (UOP, 1935.); **алкилацијом** изобутана бутеном и пропеном у присуству сумпорне и флуороводоничне киселине (V. N. Ipatieff); **изомеризацијом** нормалног бутана у изобутан у присуству смеше алуминијумтрихлорида и соне киселине. Сви ови процеси су имали врло значајну улогу за производњу авио-

горива у току Другог светског рата за Савезничку авијацију. Нарочито се то односи на зачетке процеса реформинга бензина на платинском катализатору.

#### 1.4.2. Каталитички реформинг бензина

У циљу обогаћивања авиогорива ароматима, током Другог светског рата метилциклохексан је претворан у толуен у присуству катализатора - молибдена на алуминијумтриоксиду. За добијање високо-октанског горива са истим катализатором рађено је и на каталитичком реформингу бензина. Овај процес подразумевао је изомеризацију и дехидрогенацију парафина у олефине, као и циклизацију у аромате. Због интензивног издвајања кокса на површини катализатора молибденски катализатор није имао одговарајућу стабилност. Проблем је разрешен процесом реформинга бензина на платинском катализатору, пронађеним непосредно пред почетак Другог светског рата (Universal Oil Product-UOP, 1940.; V. Ipatieff, H. Pines, H. S. Bloch). Добијено авионско гориво је имало до тада неслућене карактеристике (100 октана), што је омогућавало британским авионима нешто већу брзину у односу на немачке. Сматра се да је управо овај проналазак заправо превагнуо у ваздушној бици за Британију. Процес је касније назван платформингом и током 50-тих година доживео је разна побољшања, а примењени платински катализатор је могао 6-12 месеци да ради без прекида. Регенерација катализатора вршена је пажљивом оксидацијом издвојеног угљеника на површини катализатора. Интересантно је напоменути да сумпор, иначе типични каталитички отров платине који неизоставно захтева присуство ступња хидродесулфуризације (ХДС) у процесу, позитивно делује при старту нове каталитичке шарже - мала количина намерно присутног сумпора „умртвљује“ платину, која би у супротном веома брзо била прекривена коксом. Мана UOP катализатора била је висока количина платине (око 3%), што га је чинило веома скупим. Компанија Chevron проблем је разрешила увођењем биметалног катализатора, који поред платине (0,2-0,7 %) садржи и мале количине ренијума, а одговарајући процес називао се „рениформинг“. Код нас, у новосадској рафинерији, користе се хлоридним јонима промоторовани биметални катализатори на бази платине и ренијума на носачу гама-алуминијумоксиду.

#### 1.4.3. Хидродесулфуризација, хидрофајнинг и хидрофинишинг

Ови процеси су везани за побољшања различитих карактеристика нафтних деривата коришћењем водоника. Пре свега се ово односи на пречишћавање горива од сумпорних (и азотових) једињења, као и од тешких метала, хидрирање олефинских и ароматских молекула са циљем повећања тачке паљења, побољшања боје и стабилности, побољшања индекса вискозности, повећања приноса течних производа, итд. Хидродесулфуризација (ХДС) је процес који треба да смањи присуство S- и N-једињења, као полутаната животне средине, али исто тако и са задатком заштите катализа-

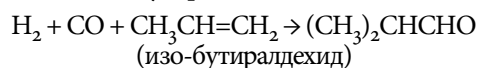
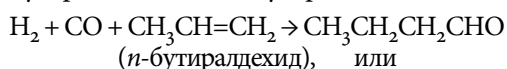
тора у даљим фазама прераде угљоводоника од тровања, пре свега сумпорним једињењима. Ово је толико важан процес да од средине 50-тих година представља неизоставни ступањ прераде у свакој рафинерији нафте. Најпознатији катализатори су кобалт-молибден, односно никал-молибден на алуминијумтриоксиду. Пре примене активна фаза катализатора се водониксулфидом *in situ* преводи у свој сулфидни облик, молибденсулфид. Кобалт, односно никал, играју улогу промотора, а додају се у зависности од преференцијалне улоге катализатора: нагласак на дубљој десулфуризацији, или на хидрогеновању, опредељују додаток једног или другог промотора, а сличан је и утицај сировине – неароматска нафта (кобалт), или ароматска уз повишене садржај азота (никал). Слични катализатори на алуминијумтриоксиду са великим порама користе се за сакупљање никла и волфрама из нафте које су природно загађене овим металима. Ови катализатори „заштитници“ (guard catalysts), који се махом постављају на месту улаза сировине у реактор, физичком адсорпцијом у стању су да приме много већу масу тешких метала од своје сопствене, а њихова улога током времена постаје све већа. Наиме, са исцрпљивањем познатих лежишта нафте рафинерије широм света морају да се задовоље све некавалитетнијим сировинама. То су тзв. „тешке нафте“, са великим уделитема тешких метала, сумпора и азота. Прерада нафте постаје све скупља јер су нафте све „теже“, а ово захтева све савршеније катализаторе и нове технолошке процесе.

#### 1.4.4. Производња ацеталдехида из угљоводоника

У ери нафте као основне сировине хемијске индустрије, добијање ацеталдехида из ацетилену, који је претходно добијен гасификацијом угља, је некономично. Уместо тога, етилен (етен) који је добијен дехидрогенацијом етана (пореклом из нафте или земног гаса), у присуству катализатора паладијумхлорида, реагује са водом и даје ацеталдехид, а паладијумски катализатор се регенерише бакархлоридом (Wacker process). Ацеталдехид је важна сировина петрохемијске индустрије. Из ацеталдехида се различитим каталитичким поступцима добијају: сирћетна киселина (анхидрид сирћетне киселине, етилацетат, итд.); алдолном кондензацијом бутанол (детерџенти) и 2-етилхексанол (пластификатор вештачких маса); пентаеритрит (експлозив); пиридин (никотинска киселина, фармацевтски производи); хлорал (пестициди) и још много врло важних производа.

#### 1.4.5. Хидроформиловање (ОКСО синтеза)

Алкени у присуству хомогених катализатора на бази кобалта реагују са угљенмоноксидом и водоником и добијају се алдехиди, на пример пропен ће дати линеарни бутиралдехид или изобутиралдехид:



Реакцију је открио Релен (Otto Roelen) док је изучавао реакције стварања виших угљоводоника из синтезног гаса. Уколико се бутиралдехид подвргне алдолној кондензацији и хидрогенацији добија се 2-етилхексанол. Естар фталне киселине и 2-етилхексанол се користе у великом количинама као пластификатор у индустрији поливинилхлорида.

Бутанол се добија редукцијом бутиралдехида. Уколико се синтетишу линеарни алдехиди са дугачким ланцима добијају се алкохоли са дугачким молекулима. Сулфонованем ових алкохола добијају се детерџенти. Процес је патентиран 1938. године и комерцијализован је у Немачкој. Крајем Другог светског рата фабрика је демонтирана, а 1948. године производњу је наставио Exxon у САД.

Први катализатор за хидроформиловање био је  $\text{HCo}(\text{CO})_4$ . Да не би дошло до распада катализатора процес је морао бити вођен под високим притисцима, 200-300 бара, и на температурама 50-200°C. Шездесетих година 20. века Шел (Shell) је увео родијумски катализатор са фосфинским лигандама. Овај је био мање активан од катализатора на бази кобалта, али зато стабилнији, те је ова иновација омогућила вођење процеса под осетно нижим притисцима. До правог продора дошло је седамдесетих година, када су компаније Јунион Карбајд (Union Carbide) и Целанезе (Celanese) увеле Вилкинсонове катализаторе,  $[\text{RhCl}(\text{PPh}_3)_3]$ , (Geoffrey Wilkinson, Нобелова награда, 1973. године).

#### 1.4.6. Сирћетна киселина

Каталитички процеси производње сирћетне киселине заснивају се на оксидацији ацеталдехида, оксидацији угљоводоника у течной фази, и пре свега на карбониловању метанола. Процес карбониловања метанола је развијен у BASF 1913. године. Због високих температура и притисака као и агресивности реактаната индустријска производња сирћетне киселине из метанола је напуштена још тридесетих година прошлог века. Међутим, Репе (Walter Julius Reppe), сарадник BASF, није престао са истраживањима. На резултатима његових истраживања се заснива производња сирћетне киселине карбониловањем метанола у присуству катализатора  $\text{CoI}_2$ . Комерцијализацију је започела 1960. године компанија BASF у процесу који је и даље захтевао висок притисак и релативно високу температуру, 700 бара и 250°C. Уместо златних и графитних посуда, како је то било 1913. године, проблеми корозије су елиминисани посудама направљеним од специјалних легура. Монсанто (Monsanto) је 1968. године уместо катализатора на бази кобалта увео родијумјодидни катализатор, који је активнији и селективнији од претходног па се производни процес одвија у много блажим условима, на 30 бара и 180°C. Процес је комерцијализован 1970. године, а од 1987. године сирћетна киселина се производи према овој технологији у МСК у Кикинди.

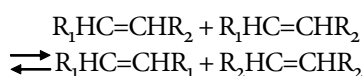
#### 1.4.7. Полимеризација

Истраживачи ICI запазили су још 1933. године да етилен (етен) полимеризује и даје разгранате макромо-

лекуле, што је касније названо полиетиленом ниске густине (LDPE). Истраживачи Standard Oil први су применили каталитички поступак за полимеризацију етилена у присуству катализатора никлоксида на активном угљу и молибденоксида на алуминијумтриоксиду. Међутим овај поступак никад није комерцијализован. Сарадници Phillips-а (Paul Hogan и Robert Banks), тражећи решење за повећање октанског броја горива олигомеризацијом, приметили да мали молекули олефина дају бели прах. Анализом је утврђено да се ради о полиетилену. За олигомеризацију су користили различите катализаторе који су били промоторовани различитим солима хрома. На резултатима ових открића касније су подигнута комерцијална постројења у којима су коришћени Phillips-ови катализатори. Појавом Циглерових (Karl Ziegler) титантетрахлоридних катализатора са алуминијумалкилом као кокатализатором Phillips-ови катализатори су изгубили на значају. Ната (Giulio Natta) је увео сличне катализаторе за полимеризацију пропилена (пропена). За радове у области полимеризације Циглер и Ната су награђени Нобеловом наградом, 1963. године.

#### 1.4.8. Метатеза

Сарадници три компаније, Phillips-а, Du Pont-а и Standard Oil-а, независно једни од других, приметили су да алкени међусобно реагују према следећој шеми:



Ове су реакције назване реакцијама метатезе и оне имају врло значајну улогу на пољу теоријске катализе. За реакције метатезе подједнако су успешни и хомогени и хетерогени катализатори на бази прелазних метала, иако је јасно да се механизми ових каталитичких реакција међусобно разликују.

Прва индустријска примена ове реакције везана је за компанију Phillips (1966. година) са циљем добијања етена и бутена олигомеризацијом пропена. Шел (Shell) овим поступком припрема високомолекуларне угљоводонике за производњу детерџената. Ова компанија је развила и процес производње алфа и омега диена из цикличних алкена. Реакција метатезе одиграва се и између цикличних алкена.

#### 1.4.9. Катализатори за контролу издувних гасова аутомобила

Идеја смањења емисије полутаната из аутомобилског мотора потиче од већ поменутог истраживача Ондрија (Eugene Houdry), предузимљивог визионара који је већ средином 20. века у САД основао компанију за производњу каталитичких конвертора. У то време, појавили су се први резултати испитивања загађености ваздуха, који су били доведени у везу са све живљим аутомобилским саобраћајем. Ова испитивања коначно су резултирала усвајањем законске регулативе у односу на дозвољени ниво загађења (Clean Air Act, USA, 1963. година), која је затим у више наврата поправљана у смислу поштравања максималних дозвољених садржаја полутаната (Public Law 91-604, 1970. године и Public Law 101-549, 1990. године). Од 70-тих година

прошлог века уградња каталитичког конвертора за пречишћавање издувних гасова из аутомобилских мотора је стандард за све произвођаче аутомобила у свету. Савремени катализатор на бази племенитих метала, тзв. „троструки катализатор“ (three-way catalyst), дугује име истовременом уклањању три основна загађивача присутна у издувним гасовима аутомобила: угљенмоксида, угљоводоника и азотових оксида<sup>[12]</sup>. Овај компликован задатак за који је присуство кисеоника истовремено и неопходно (за оксидацију прва два полутаната) и штетно (за редукцију трећег) одиграва се лако захваљујући промотору, оксиду церијума. Овај преласком у виши оксид делује као резервоар кисеоника за оксидацију, а истовремено спречава адсорпцију кисеоника на племенитом металу као активној фази катализатора. Коришћење катализатора за пречишћавање издувних гасова из аутомобила условило је још једну додатну корист за животну средину. Наиме, осетљивост племенитих метала из катализатора на олово условило је замену тетраетил-олова, адитива за повећање октанског броја горива, неким другим адитивима. На овај начин, чувајући катализатор за заштиту околине, околина је додатно сачувана од хиљада тона оловних пара из издувних система аутомобила.

Уводе се и нови каталитички процеси за пречишћавање издувних гасова аутомобила, отпадних и димних гасова термо-електрана и топлана. Разрађене су каталитичке технологије за пречишћавање отпадних вода, па чак и загађеног земљишта<sup>[10, 11]</sup>.

#### Табела 1. Развој индустријске катализе у 19. и у 20. веку<sup>[3,4]</sup>

**1831. Филипс** (Peregrine Phillips), синтеза сумпорне киселине оксидацијом сумпордиоксида на површини платине (British Patent No.6069; 1831.).

**1836. Кулман** (Frédéric Kuhlmann, 1803-1881), оксидација амонијака ваздухом у присуству платине (French Patent, 11331; 1838.).

**1860. Хофман** (August Wilhelm von Hofmann), супституција водонокивих атома атомима хлора на ароматичном језгру у присуству антимион-пентахлорида.

**1863. Лајтфут** (John Lightfoot), производња анилин-црног, закишељеног раствора анилина, у присуству бакархлорида.

**1863. Дебус** (Heinrich Debus, 1824-1915), хидрогеновање цијановодоника у присуству сунђерасте платине.

**1866. Грем** (Thomas Graham), редукција неорганичких једињења водоником у присуству платине.

**1867. Хофман** (August Wilhelm von Hofmann), производња формалдехида оксидацијом метилалкохола у присуству бакарсулфата.

**1867. Дикон и Хертер** (Henry Deacon и Ferdinand Hürter), производња хлора из соне киселине, оксидацијом у присуству бакарсулфата.

**1868. Шиценбергер** (Paul Schützenberger), синтеза фосгена из угљенмоксида и хлора у присуству сунђерасте платине.

**1871. Теси** (Cyprien Tessié du Motay), оксидација амонијака у присуству хромата и манганата.

**1872-1877. Колбе и Зајцев** (Hermann Kolbe и Александр Михайлович Зајцев), хидрогеновање органских једињења у присуству сунђерасте платине и паладијума.

**1875. Винклер** (Clemens Winkler), усавршавање производње сумпорне киселине оксидацијом сумпордиоксида у присуству катализатора платине на азбесту.

**1877. Фридел и Крафтс** (Charles Friedel и James Crafts), алкиловање и ациловање ароматичног језгра у присуству алуминијумхлорида.

**1882. Толенс** (Bernhard Tollens), оксидација метилалкохола у формалдехид у присуству бакарне мреже.

**1883. Клаус** (Carl Friedrich Claus), патентирао процес оксидације водониксулфида у сумпор у присуству гвожђеоксида (British Patent 5,958; 1883)

**1895. Сапер** (Eugen Sapper), производња фталне киселине из нафталина у присуству сумпрне киселине и живе.

**1895. Шмит** (Robert Emanuel Schmidt), разрада различитих каталитичких поступака за синтезу боја на бази антрахинона у присуству живе, бора и селена.

**1898. Хазенбах и Клем** (Wilhelm Hasenbach и Adolf Clemm), замена платине оксидом гвожђа у циљу оксидације сумпордиоксида у сумпортриоксид.

**1896. Сабатије** (Paul Sabatier, 1854-1941), хидрогенација и дехидрогенација органских супстанција помоћу катализатора никла.

**1901. Ползениус** (Ferdinand Eduard Polzeniusz), разрада процеса производње калцијумцианамида у присуству катализатора калцијумкарбида и калцијумхлорида.

**1901. Ипаћев** (Vladimir Nikolayevich Ipatieff), конструкција каталитичких реактора под високим притиском.

**1902. Норман** (Wilhelm Normann), хидрогеновање јестивих уља у присуству катализатора никла (German Patent 141,029; 1902).

**1903. Оствалд** (Friedrich Wilhelm Ostwald), производња азотне киселине оксидацијом амонијака у присуству платине.

**1907. Рашиг** (Friedrich August Raschig), производња хидразина у присуству катализатора бакра.

**1908. Хабер** (Fritz Haber), разрада поступка за синтезу амонијака под високим притиском у присуству катализатора на бази осмијума. Нобелова награда 1919. године.

**1908-9. Вундерлих и Гринштајн** (F. Wunderlich и N. Grünstein), производња ацеталдехида хидратацијом ацетилена у присуству живиног катализатора. (German Patent 27,177; и 29,233; 1908).

**1910. Лебедев** (Сергей Васильевич Лебедев), синтеза бутадиена конкурентним реакцијама дехидрогенације и дехидратације етанола у присуству цинк-алуминијумовог катализатора.

**1912. Бергијус** (Friedrich Karl Rudolf Bergius) хидрогеновање угљеника под високим притиском у прису-

ству катализатора у циљу производње горива (German Patent 254593; 1912).

**1910-14. Бош и Миташ** (Carl Bosch и Alwin Mittasch), разрада оптималног катализатора за индустријску синтезу амонијака и увођење процесних техника под високим притиском у високотонажној хемијској индустрији. Бош добија Нобелову награду 1931. године.

**1913. Бош и Вилд** (Carl Bosch и Wilhelm Wild), производња водоника реакцијом угљенмооксида и водене паре у присуству катализатора.

**1913. Миташ и Шнајдер** (Alwin Mittasch и Christian Schneider), производња метанола редукцијом угљенмооксида у присуству катализатора (US Patent 1,201,850; 1914).

**1913. Шмит** (C.Z. Schmidt), редукција нитробензена у анилин у присуству угљениковог катализатора.

**1914. Бош, Миташ и Бек** (Carl Bosch, Alwin Mittasch и Christoph Beck), оксидација амонијака у присуству катализатора на бази оксида гвожђа и бизмута (U.S. Patent 1,211,394; 1915)

**1916-17. Вол, Гибс и Коновер** (A. Wohl, H. D. Gibbs и C. Conover), производња фталне киселине и антрахинона парцијалном каталитичком оксидацијом нафталена и антрацена (H. D. Gibbs and C. Conover, U.S. Patent 1,285,117; 1918 и A. Wohl, U.S. Patent 1,787,416-417; 1930).

**1923. Миташ, Пир** и други (Alwin Mittasch и Mathias Pier), производња метанола у присуству катализатора - оксида хрома и мангана (U.S. Patent 1569775; 1926).

**1928-48. Репе** (Walter Julius Reppe), разрада каталитичких поступака за синтезу алифатичних, цикличних и ароматичних једињења на бази ацетилена - развој хемије ацетилена.

**1930.-** Добијање изо-октана олигомеризацијом нижих олефина у присуству фосфорне киселине.

**1931. Зелинскиј** (Николай Дмитриевич Зелинский), синтеза хлоропрена (2-хлор-1,3-бутадиена) ради добијања вештачког каучука.

**1932.** Прва фабрика синтетичке гуме у Јарославу (место северно од Москве).

**1935. Фишер-Тропш** (Franz Fischer-Hans Tropsch), каталитичка хидрокондензација угљенмооксида у циљу синтезе вештачког горива (у лабораторијским условима процес је разрађен 1923. године, US Patent 1,746,464; 1926).

**1935. Ипаћев** (Vladimir Nikolayevich Ipatieff), уводи поступак алкилације парафина. Алкилација изобутана вршена је бутеном и пропеном, у присуству катализатора сумпорне киселине и водоник флуорида.

**1936.** Увођење **Ондријевог** (Eugene Houdry) процеса за каталитички крекинг нафте активираним глинама. Socony-Vacuum Oil Company **1937.** године започиње комерцијалну производњу горива каталитички крекингом нафте. (Касније познат као Mobil Oil Corporation).



**1938-48. оксо-синтеза/хидроформиловање**, добијање алдехида хидрогеновањем смеше олефина и угљенмоноксида у присуству катализатора (German Patent 659407; 1938; основна реакција за производњу детерџента).

**1940.** Изомеризација *n*-бутана у изобутан смешом на катализатору  $AlCl_3$  и  $HCl$ .

**1948-53. Милтон и Брек** (Robert M. Milton и Donald W. Breck, Union Carbide), комерцијална синтеза зеолита типа - А, X и Y.

**1948-53. Ондри** (Eugene Houdry), развија платински катализатор на монолитном носачу за сагоревање издувних гасова из мотора са унутрашњим сагоревањем.

**1949. каталитички реформинг** компанија UOP (Universal Oil Products) током четрдесетих година 20. века, под руководством Хензела (Vladimir Haensel) је развила каталитички поступак за добијање високо-октанског бензина (Platforming process, U.S. Patent. 2479, 109)

**1953. Циглер** (Karl Ziegler), полимеризација етилена и других олефина (Giulio Natta) у присуству катализатора на бази титантетрахлорида (као и других прелазних метала) и кокатализатора органометалних једињења алуминијума (као и других метала који не спадају у групу прелазних) ради добијања полимера (Karl Ziegler и Giulio Natta, Нобелова награда за хемију, 1963. године).

**1954. Хоган и Бенкс** (John P. Hogan и R. L. Banks, Phillips Petroleum), уводе хромтриоксидни катализатор за полимеризацију полиетилена.

**1954.** компаније **Goodrich** и **Gulf Oil** уводе Циглеров катализатор за полимеризацију бутадиена у циљу производње вештачке гуме.

**1955.** компанија **Sasol** Фишер-Тропш синтезу врши у реактору са флуидизованим слојем катализатора.

**1958.** Каталитичко одстрањивање меркаптана из нафте и природног гаса (Mercox Mercaptan Oxidation Process – UOP).

**1953-1959.** патентом заштићена комерцијална производња **етилена високе густине** (1955-56. Hoechst, W.R. Grace, Hercules и Phillips); **полипропилена** (1957-58. Hercules, Montecantini и Hoechst) и **стереоспецифичних гума** (1958-59. Goodrich-Gulf, Phillips и Shell).

**1959.** Производња полиуретанских гума из изоцијаната и алкохола на катализатору Dabco (триметилен-диамин, Houdry Corp.).

**1959.** Еххон уводи катализатор за хидротритинг, кобалт-молибден на алуминијумтриоксиду, у обичку екструдата.

**1960. Нискотемпературна конверзија угљенмоноксида** на катализаторима оксида бакра, цинка и алуминијума, односно бакра, цинка и хрома.

**1960. Производња терафталне киселине** оксидацијом пара-кислена на кобалтовом катализатору.

**1960.** Оксидација етилена у ацеталдехид (**Hoechst-Wacker process**) кисеоником у воденој средини на катализатору тетрахлорпаладата.

**1960.** Конверзија бензена у циклохексен (Hydrar Process, UOP) хидрогенацијом у присуству катализатора на бази платине.

**1960. Производња акрилонитрила** из пропилена у присуству катализатора бизмутфосфомолибдата.

**1962. Конверзија метана воденом паром** (Steam reforming) у присуству катализатора  $NiK_2Al_2O_3$ .

**1963. Амооксидације пропена у акрилонитрил** у присуству бизмут-молибдатног катализатора.

**1964. Крекинг нафте** помоћу катализатора ретких земаља на носачу X-зеолита (Mobil Oil).

**1964. Олах** (Georg Olah, Нобелова награда 1994. године) најављује откриће супер киселине "Magic Acid," смеше  $HF$  и  $SbF_5$ , која са угљоводонцима даје стабилне карбокатионе.

**1964. Monsanto** производи први биоразградив детерџент (каталитичка дехидрогенација  $C_{10}$ - $C_{14}$  линеарног парафина).

**1965. Вилкинсон** (Geoffrey Wilkinson, Нобелова награда, 1973) најављује свој хомогени катализатор за хидрогенацију  $[RhCl(PPh_3)_3]$

**1966.** ICI је развио процес нискотемпературне производње метанола на средњим притисцима у присуству катализатора  $Cu-ZnO/Al_2O_3$ .

**1967.** Chevron уводи први биметални катализатор  $PtRe-Al_2O_3$  за реформинг угљоводоника (рениформинг).

**1967. Синтеза ZSM-5** зеолита (Mobil Oil Co) и стварање услова за комерцијалну примену селективности везане за облик и величину пора зеолита („shape selective catalysis“) (конверзија метанола у бензин, одсмољавање, изомеризација ксилена итд.)

**1968. Први комерцијални селектоформинг (Selectoforming, Mobil Oil Co)** процес је остварен на природном зеолиту ериониту (раздвајање линеарних угљоводоника и угљоводоника са разгранатом молекулском структуром).

**1970-. Оксо-синтеза/хидроформиловање пропена** на катализатору родијумовог комплекса.

**1970-. Повећање селективности реакције оксидације етилена у етиленоксид** увођењем сребрног катализатора који је промоторован цезијумом или хлором.

**1970-. Комерцијална синтеза лево-допе (L-DOPA, L-3,4-dihydroxyphenylalanine, Monsanto Co)** психоактивног фармацеутског производа асиметричном хидрогеновањем на „асиметричном катализатору“.

**1971. Добијање сирћетне киселине инсертовањем угљенмоноксида у метанол** на родијумјодидном катализатору (Monsanto процес)

**1971.** UOP уводи континуалну регенерацију катализатора за платформинг.

**1974.** UOP комерцијализује релативно јефтине **платински катализатор за пречишћавање издувних гасова аутомобила** (3-way catalyst), а од 1975 године Chrysler уграђује овај производ у своје аутомобиле.

1976. Mobil Oil Co објављује технологију **прераде метанола у бензин** у присуству катализатора ZSM-5 (Chemtech, 6, 86-9 (1976)).

1979. Комерцијална производња сигурносног/незапаљивог филма на бази целулоза ацетата. Tennessee Eastman Co., производње анхидрида сирћетне киселина на родијумском катализатору из угљеника (пиролигноне киселине).

1980. Полимеризација етена у присуству хомогеног катализатора ( $\text{CP}_2\text{Zr}(\text{CH}_3)_2$ ) који је активиран кокатализатором алуминооксаном.

1980-. Уводе се технологије за **селективну каталитичку редукују** азотових оксида,  $\text{NO}_x$  (SCR, Selective Catalytic Reduction) у термоелектранама.

1980-. Union Carbide и Shell су разрадили **UNIPOL** процес за производњу линеарног полиетилена ниске густине са контролисаним особинама. Овај поступак 1985. године је проширен и за производњу полипропилена.

1982. Union Carbide производи прву серију **силико-алуминофосфатна молекуларна сита**.

1983. Ashland Petroleum уводи нову технологију за прераду нафте са бољим приносом у транспортним горивима (**RCC, Reduced Crude Cracking**). Процес се заснива на примени киселе верзије Y зеолита обогаћене ретким металима.

1983. Примена катализатора титан силиката (**TS-1 молекуларна сита**) за селективну оксидацију у воденој средини помоћу водоникпероксида (U.S. Patent 4,410,501).

1988. **Диспропорционација толуена** на ZSM-5 катализатору (Mobil Oil Co)

1990.- **Селективна Фишер-Тропш синтеза** (Sasol) према алфа-олефинима, на катализатору оксида и карбида гвожђа.

1990.- **Селективна оксидација бензена у фенол** у присуству катализатора Fe-ZSM-5.

1992. Комерцијална примена **допираног Ru/C катализатора за синтезу амонијака** (и других катализатора који не садрже гвожђе).

1992. Добијен је **први мезопорозни алуминосиликат** са униформном структуром **MCM-41**, (Mobil Oil Co)

1995. Увођење **каталитичког конвертора за пречишћавање издувних гасова из авионских мотора** на бази оксона (калијум-пероксимоносулфата).

1996. Разрађен је **MagnaCat Process** за раздвајање FCC (Fluid catalytic cracking) катализатора од производа у процесним условима.

1999. Разрађен је **Cyclar Process (UOP)** за производњу течних ароматичних производа (бензен, толуен, ксилен) из лаких течних угљоводоника (LPG, liquefied petroleum gas) једностепеним поступком у присуству киселих катализатора

2006. Компанија Axens пустила је у рад прво комерцијално постројење, базирано на Esterfip-H технологији, за трансестерификацију масних киселина и метанола у биодизел, које ради користећи хетерогени катализатор на бази цинкалумината (US Patent: 6,878,837 B2 2005; US Patent: 7,151,187 B2 2006)

Овај табеларни приказ даје само најважније домете индустријске катализе који су допринели формирању савремене хемијске индустрије и савременог света уопште. Данас се око 80 % хемијских процеса одвија уз примену катализатора. Укупна вредност хемијских производа добијених катализаторима на светском нивоу је реда  $500 \cdot 10^9$  EUR<sup>[8]</sup>, док је вредност примењених катализатора свега 1% од вредности произведене робе<sup>[9]</sup>. Тржиште катализатора, у зависности од процене, данас расте са годишњом стопом од 4%<sup>[8]</sup> до 10%<sup>[9]</sup>.

## 2. РЕЗИМЕ

Биокаталитички процеси који се одигравају у природним сировинама су претстављали уједно и прве каталитичке поступке и служили су за израду одговарајућих намирница и пића много раније него што је схваћена суштина каталитичког дејства. Добијање сумпорне киселине сагоревањем сумпора и каснијом оксидацијом насталог сумпордиоксида на површини платине било је заштићено патентом још 1831. године (British Patent No.6069). Ова година најчешће се сматра почетком индустријске катализе.

Први индустријски каталитички процеси су се базирали на преради угља у синтезни гас, из којег су затим произвођене врло важне хемикалије за базичну индустрију азота (амонијак, минерална ђубрива, експлозивни, боје и лакови), затим горива, мазива и детерџенти. Ера угља као основне сировине хемијске индустрије се завршава са Другим светским ратом. Средином четрдесетих година прошлог века откривају се велике резерве нафте, тако да сада нафта (и земни гас) постаје најважнија сировина хемијске индустрије. Стварају се нови каталитички процеси, петрохемијска индустрија, а индустрија полимера и детерџената доживљава прави „бум“. Долази до великих и суштинских промена и у области производње моторних горива и мазива.

Нагли развој хемијске и аутомобилске индустрије, као и све већа потреба за енергијом допринео је опасној деградацији квалитета животне средине. Зато су разрађене нове и чистије технологије, које се заснивају на раду ефикаснијих и селективнијих катализатора. Уводе се нови каталитички процеси за пречишћавање издувних гасова аутомобила, отпадних и димних гасова термо-електрана и топлана. Разрађене су каталитичке технологије за пречишћавање отпадних вода, па чак и загађеног земљишта.

Због великог економског и ширег друштвеног значаја развијене земље улажу велика средства у истраживачке пројекте које се баве директно или индиректно катализаторима или каталитичким технологијама. Ова истраживања остварују се кроз повезивање индустрије, науке и универзитета и од њих се са оправдањем очекују одговори на проблеме развоја човечанства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Putanov, P., Uvod u heterogenu katalizu, SANU i Prosveta, Novi Sad, 1995.
2. Roberts, M.W., Catal. Lett., 67, 1 (2000), 1-4
3. Szabó, Z., Kontakt katalízis, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966.

4. Davis, B., 50 Years of Catalysis. One decade at a time. University of Kentucky, Center for Applied Energy Research 2540 Research Park Drive, Lexington, KY 40511-8410
5. <http://alexandria.tue.nl/repository/freearticles/591529.pdf>
6. Fischer, F., Tropsch, H., Ind.&Eng.Chem., **179** (1925), 574-576
7. Fischer, F., Tropsch, H., Berichte der deutschen chemischen gesellschaft, **59**, 1 (1926), 830-831
8. J. Hagen, Industrial catalysis: a practical approach, Second Edition, Wiley-WCH, Weinheim, 2006
9. Roberts, M.W., Catal. Lett., **67**, 1 (2000), 66-73.
10. <http://www.falmouthproducts.com/>
11. <http://repository.tamu.edu/handle/1969.1/ETD-TAMU-1280>
12. C. H. Bartholomew, R. J. Farrauto, Fundamentals of industrial catalytic processes, A John Wiley & Sons, Inc., 2004.

surface led to the first industrial patent in the field of catalysis (British Patent No.6069; 1831).

Coal was the main raw material of the chemical industry until the end of Second World War. Synthesis gas, mixture of CO and H<sub>2</sub>, was prepared by treatment of glowing coal with overheated steam in syngas plants. The obtained hydrogen was used as raw material in nitrogen-based industry for ammonia production (fertilizers, explosives, paints and lacquers), and the mixture of CO and H<sub>2</sub> for synthetic fuel and motor lubricants production. All of these processes require appropriate catalysts. At the middle of forties of twentieth century large crude oil and natural gas reserves were discovered. They became the main raw material of the chemical industry requiring, however, new catalysts. Petrochemical, polymer and detergent industry have experienced a really economic „boom“ and essential changes have happened in fuel and lubricant processing.

The dramatic grow of chemical industry, traffic, and the enormous consumption of energy lead to dangerous environment pollution. As a response new technologies were developed applying more effective and selective catalysts having a positive impact on environment. Catalysts for reduction of automobile tail gases and industrial waste gases were developed. New and efficient catalysts were synthesized for waste water and contaminated soil treatment.

## Abstract

### OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL CATALYSIS

**Ernő E. KISS** and **Goran C. BOŠKOVIĆ**; Faculty of Technology, Novi Sad

Spontaneous biocatalytical processes for food and different drink production are considered as the first catalytic processes applied by men. Sulfuric acid production by sulfur combustion and consequent SO<sub>2</sub> oxidation on platinum



## ТРИБИНА

**Иван ГРЖЕТИЋ**, Универзитет у Београду – Хемијски факултет ([grzetic@chem.bg.ac.rs](mailto:grzetic@chem.bg.ac.rs))

**Иван ЈУРАНИЋ**, Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију – Центар за хемију

**Љиљана ДАМЈАНОВИЋ**, Универзитет у Београду – Факултет за физичку хемију

**Иванка ПОПОВИЋ**, Универзитет у Београду – Технолошко-металуршки факултет

**Ивана ИВАНЧЕВ ТУМБАС**, Универзитет у Новом Саду – Природно-математички факултет – Департаман за хемију, биохемију и заштити животне средине

**Зоран МАТОВИЋ**, Универзитет у Крагујевцу – Природно-математички факултет – Хемијски департаман

**Татјана АНЂЕЛКОВИЋ**, Универзитет у Нишу – Природно-математички факултет – Хемијски департаман

**Љубица ДИКОВИЋ**, Висока пословна техничка школа струковних студија Ужице

**Милан АНТОНИЈЕВИЋ**, University of Greenwich - School of Science

## РЕФЕРЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СТАНДАРДИ ЗА ХЕМИЈУ И СРОДНЕ ДИСЦИПЛИНЕ

### ИЗВОД

Као један од резултата рада на ТЕМПУС пројекту под називом „Modernisation of Post-Graduate Studies in Chemistry and Chemistry Related Programmes – МСНЕМ“ проистекли су референтни образовни стандарди за хемију и сродне дисциплине. Циљ овог текста је да ови стандарди постану доступни српској јавности. Добијен уједначени текст резултат је консензуса међу учесницима из образовних установа које су матичне за научну област хемије, а базира се на чињеници да ана-

логни стандарди већ постоје у Европи, да су акредитовани од европске асоцијације „The Chemistry Quality Eurolabels“ и да су прихваћени од „European Association for Chemical and Molecular Sciences“ још од 2003. године.

### УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Србија је Болоњску декларацију потписала 18. септембра 2003. године, а Закон о високом образовању у складу са њом донесен је 30. августа 2005. године, тако

да је спровођење Болоњске декларације почело тек 2006. године.

**Болоњски процес** је назив за реформу високог образовања у Европи, коме је основни циљ остваривање мобилности студената и професора успостављањем тзв. Европског простора високог образовања почев до 2010. године. Назив 'Болоњски процес' (формални назив је 'Европски простор високог образовања') долази од Болоњске декларације коју су 19. јуна 1999. потписали министри задужени за високо образовање из 29 европских држава.

Руводећи се тежњом да се што боље прилагоде Болоњском процесу све високошколске установе у Србији у којима се хемија негује као основна дисциплина: Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Технолошко-металуршки факултет и Факултет за физичку хемију, Универзитет у Новом Саду – Природно-математички факултет – Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Универзитет у Крагујевцу – Природно-математички факултет – Хемијски департман, Универзитет у Нишу – Природно-математички факултет – Хемијски департман и Висока пословна техничка школа струковних студија Ужице су у сарадњи са Универзитетима у Гриничу (Енглеска), Универзитет у Аахену (Немачка), Универзитет у Брну (Чешка република), Универзитет у Новој Горици (Словенија) и Универзитет у Галатији (Румунија), приступиле су извођењу ТЕМПУС пројекта под називом „**Modernisation of Post-Graduate Studies in Chemistry and Chemistry Related Programmes – МСНЕМ**“ чији је један од основних циљева да се успоставе РЕФЕРЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СТАНДАРДИ ЗА ХЕМИЈУ И СРОДНЕ ДИСЦИПЛИНЕ (Benchmark standards for Chemistry) који би били усклађени са захтевима **Европске агенције за обезбеђење квалитета у високом образовању** (Quality Assurance Agency for Higher Education) и са **Европском марком за квалитет у области хемије** (The Chemistry Quality Eurolabels<sup>a)</sup> for Eurobachelor<sup>®</sup>, Euro-master<sup>®</sup> & Eurodoctorate).

Пре него што се прикаже конкретан стандард за хемију више је него потребно да се дефинишу неки веома важни појмови који су проистекли из Болоњског процеса, а то су, на пример, “benchmark”, “benchmarking”, дескриптори, компетенције, исходи или референтна вредност научне области. Као подлога за то ће нам послужити UNESCO-в речник за Контролу квалитета и акредитацију из 2007. године [1].

## ВАЖНИЈИ ПОЈМОВИ

Кроз дефинисање важнијих појмова неће бити узети у обзир само они који су директно везани за референтне образовне стандарде, већ ће бити објашњени и поједини који доприносе стварању ових стандарда, односно они који неминовно проистичу из ових стандарда, а саставни су део система квалитета односно

представљају неизоставне појмове у опису постигнутих резултата током процеса образовања. Нема сумње да у овом тексту нису обухваћени сви појмови везани за систем квалитета у образовању, али то и није био наш циљ.

### *Референтна вредност (Benchmark)*

Стандард, референтна тачка или критеријум према којем се квалитет предметног субјекта мери, просуђује или вреднује и у односу на коју се мери исход одређене активности. Појам референтне вредности представља ниво извођења најбоље праксе. Израда референтних вредности нужна је претпоставка целог поступка оцењивања према датим референтним вредностима.

### *Оцењивање према референтним вредностима (Benchmarking)*

Стандардизована метода прикупљања и извештавања о кључним оперативним подацима који се тичу неке образовне установе или програма, а која се спроводи на начин који омогућава релевантно поређење рада и достигнућа (перформансе) различитих установа или програма, обично с посебним освртом на успостављену добру праксу, дијагностику проблема у раду и идентификацији предности. Оцењивање према референтним вредностима представља за образовну установу (или студијски програм): (1) екстерну референцу (референцу добијену са стране), односно (2) најбољу праксу на којој се темељи вредновање рада и достигнућа те установе и (3) најбољи показатељ како убудуће да пројектује свој образовни процес.

Оцењивање према референтним вредностима карактерише и дефинише се и као:

- дијагностички инструмент (помоћ код процене квалитета),
- алат самоунапређења (алат управљања квалитетом, односно алат осигурања квалитета) који помаже образовној установи (студијском програму) да се упоређује са другима користећи кључне оперативне податке о раду и достигнућима, а све у циљу побољшања постојећег квалитета рада и достигнућа (перформансе),
- отворено и сарадничко вредновање сервиса, поступака и процеса с циљем да се савлада и преузме добра пракса,
- метода упућивања образовне установе (студијског програма) на побољшања,
- трајан, систематски оријентисан процес сталног упоређивања и мерења радних достигнућа једне образовне установе у односу на другу стављајући у фокус јавности (екстерни фокус) унутрашње активности.

<sup>a)</sup> Европска марка за квалитет у области хемије је маркетиншка шема за титуле/звања у области хемије које се стичу на образовним установама у оквиру 45 земаља које су укључене у Болоњски процес. Марке су уведене ради квалификавања образовних установа за Евробачелор и Евромастер, као и за предложени Евродокторат. (The Chemistry Quality Eurolabels or European Quality Labels in Chemistry (Labels européens de Qualité en Chimie) is a marketing scheme for chemistry degrees at institutions located within the 45 countries involved in the Bologna process. Labels are awarded to qualifying institutions under the names are Eurobachelor and Euromaster, as well as the proposed Eurodoctorate.)

Оцењивање према референтним вредностима подразумева конкретне кораке и структуриране поступке. Постоји неколико врста оцењивања према референтним вредностима што зависи од тога шта се упоређује, односно од врсте информација коју установа прикупља:

- а) стратешко оцењивање према референтним вредностима – усредсређено на оно што је учињено и на стратегије које се користе међу образовним установама како би могле да се међусобно упоређују,
- б) оперативно оцењивање према референтним вредностима – усредсређено на начин како се нешто ради, колико су добри рад и достигнућа (перформанса) других образовних организација, као и како се та достигнућа постижу,
- в) оцењивање према референтним вредностима засновано на подацима – статистичко оцењивање према референтним вредностима која се баве поређењем података о резултатима образовне установе и конвенционалних показатеља рада и достигнућа (перформансе).

Постоје и компликованији облици оцењивања према референтним вредностима као: унутрашње/спољашње, или спољашње сарадничко/транс-индустријско/имплицирно оцењивање, а све у циљу провере колико образовна установа (образовни програм) задовољава потребе друштва или индустрије. С обзиром на различите врсте оцењивања према референтним вредностима, оно може бити:

- вертикално (усмерено на квантификацију трошкова, радног оптерећења и продуктивности учења у оквиру одређених студијских програма), или
- хоризонтално (испитује трошкове појединих елемената образовног процеса који се појављују у оквиру више различитих студијских програма).

#### Опис нивоа (дескриптор нивоа)

Опис нивоа (дескриптор нивоа) је сет изјава које пружају свеобухватан опис обима учења који је довољан да се достигне одређени ниво образовања, а који дефинише захтеве и контекст учења карактеристичан за дати ниво. Опис нивоа је тако дизајниран да омогућава успостављање критеријума за оцењивање, као и оцењивање одговарајућих исхода учења, а све у циљу да омогући постојање различитих модула и јединица образовања и кореспондентних кредита за дати ниво. Опис нивоа сугерише студенту и наставнику одговарајуће захтеве карактеристичне за дати ниво, тражену аутономност при учењу, односно дефинише комплексност курикулума<sup>а)</sup>. Овакви описи нивоа, који су гене-

рални, могу да се примењују на специфичне дисциплине, као и на специфичне начине учења. Описи нивоа су зато врло корисни за дизајнирање курикулума, доделу кредита, проверу ваљаности (валидацију), признавање образовања кроз праксу, неформално учење, као и за савршавање наставног особља.

#### Опис квалификације (дескриптор квалификације)

Опис квалификације (дескриптор квалификације) је сет изјава које дефинишу исходе учења главних квалификација (стечених академских звања – титула) на одређеном нивоу високошколског образовања и приказују природу разлике међу нивоима. На одређеном нивоу може постојати више од једне врсте квалификације. Први део квалификационог<sup>б)</sup> описа (који је посебно важан за израду, одобравање и анализу академског програма) представља исказ о исходима тј. исказ о достигнућу које је поједини студент треба да демонстрира да би стекао одређену квалификацију. Други део (који је посебно важан послодавцима) је исказ о ширем спектру способности које се очекују од просечног студента.

*Европске агенције за обезбеђење квалитета у високом образовању сагледавајући постојеће квалификационе описе и референтне вредности утврђује да додани квалификационо описи разрађени на сваком поједином нивоу у главном постоје. С намером израде Европског просјора високог образовања и Здружене иницијативе за квалитет (Joint Quality Initiative – JQI) Европска агенција је предложила да се израде описи (дескриптори) за први и други степен академског образовања (дескриптори за основне и мастер студије<sup>в)</sup>) који су релевантни на европском нивоу, а као такви се могу користити у различите сврхе у зависности од националних, регионалних или институционалних потреба, оквира или контекста. Од скора се дефинишу и описи за трећи степен академског образовања (докторске студије) са истом наменом.*

#### Стандарди

Искази о очекиваном нивоу услова и захтева који се морају испунити приликом оцењивања квалитета образовне установе односно студијског програма које ови морају да испуне да би добили акредитацију или сертификат. Стандарди могу имати квантитативан облик и то онда када се њихова примена огледа кроз резултате оцењивања према референтним вредностима, а могу бити и квалитативни онда када указују само на специфичне циљеве (нпр. ефективност образовања, одрживост, основне обавезе итд.). Квантитативни стандарди укључују праг или границу успешности која се мора достићи током акредитације образовне установе односно студијског програма.

а) Курикулум представља специфичан образовни програм који се састоји од, на пример, сета курсева, праксе и дипломског рада, а курсеви и све обавезе које курс обухвата могу бити предавања, вежбе, колоквијуми, семинарски радови и испити. Једна образовна установа често негује више курикулума.  
б) У конкретном случају постоји разлика између квалификационог и квалификационог описа. Први се односи на ниво стручне спреме (титуле), а други на испуњеност услова да се стекне стручна спрема – треба се квалификовати да би се добила квалификација = титула.  
в) EuCheMS – European Association for Chemical and Molecular Sciences је признала и усвојила The Chemistry Quality Eurolabels® још 2003. године

Често се праг или граница успешности дефинише као ниво минимума прихватљивог квалитета. У неким се случајевима стандард односи на највиши ниво квалитета па се тада сматра „стандардом изврсношћу“. Који од ова два приступа треба применити дефинише резултат процеса оцењивања према референтним вредностима, односно исход колегијалног оцењивања (peer assessment).

Стандарди могу бити општи, на пример, за поједине нивое академског образовања – основне, мастер, докторске студије, или специфични за поједине научне области, на пример, референтне вредности за хемију и сродне дисциплине, геологију и сродне дисциплине итд. Стандарди се могу мењати у зависности од начина постављања стандарда, на пример, на бази критеријума, утврђивањем минималних компетенција или постављањем циљева. Да би се донео исправан закључак да ли је одређен стандард/праг успешности постигнут, он мора бити јасно и експлицитно формулисан, затим повезан с посебним критеријумима који се могу даље рашчлањивати у много оперативније индикаторе/показатеље.

У контексту све веће диверсификације система академског образовања, превођење академских квалификација (титула) у стандарде и препознатљиве показатеље постаје све сложеније, па и поред тога тежња за успостављање стандарда у образовању постаје све значајнија. Изазов је вишеструк: а) тежи се ка смањењу броја референтних стандарда, б) тежи се ка опште применљивим индикаторима (показатељима) успешности, и в) тежи се ка очувању довољне флексибилност при формулисању стандарда како би се оставио простор за иновативан академски развој.

#### *Показатељи (индикатори)*

Оперативни показатељи које се односе на посебне емпиријске и мерљиве карактеристике неке образовне установе, односно студијског програма на основу којих се може утврдити да ли су захтеви неког стандарда испуњени или не. Помоћу оваквих оперативних показатеља могуће је одредити трендове успешности, затим препознати подручја у којима је потребно предузети одређене корективне мере и/или извести поређење стварних резултата с утврђеним циљевима.

Постоји разлика између: (а) показатеља и података, где ови други представљају чињеничне вредности које служе да се на основу њих одреди ниво успешности предмета провере, (б) показатеља и стандарда, с обзиром да стандарди дефинишу границу прихватљиве успешности која се може исказати путем посебног нумеричког критеријума.

Постоје различити типови показатеља: (а) економски показатељи (они који описују и прате буџет), (б) показатељи ефикасности (стварна продуктивност или оутпут по јединици инпута), (в) показатељи ефективности (степен остварења одређеног захтева или циља).

Посебни оквир показатеља чине: (а) показатељи контекста који се односе на окружење образовне установе или студијског програма (друштвени, економски, политички, географски итд.), (б) показатеље уноса (input) који се односе на логистику, људске и финансијске ресурсе које образовна установа користи, (в) показатеље процеса који се односе на коришћење ресурса образовне установе, управљање инпутима као и функционисање организације, (г) показатељи излаза/производа (output) који се односе на стварна постигнућа или производе образовне установе.

Овај посљедњи оквир познат је и као “CIPPO” модел (Context, Input, Process, Output) који се често користи у вредновању студија.

#### *Индикатори или показатељи успешности*

Низ статистичких параметара на основу којих се мери ниво постигнутих резултата (перформанса) образовне установе односно студијског програма у оквиру система квалитета. Индикатори (показатељи) успешности представљају квалитативна и квантитативна мерења постигнутих резултата (output<sup>а)</sup>) (краткорочна мерења резултата), односно мерења исхода (outcome) (дугорочно мерење исхода и учинака/перформансе) образовног система или програма. Помоћу ових параметара образовна установа одређује референтну вредност својих достигнућа/постигнутих резултата (перформансе), а то отвара могућност да се упореде различите образовне установе. Индикатори/показатељи успешности имају смисла само када се користе као део кохерентног низа показатеља који обухватају: инпут – процес – оутпут. С обзиром да образовне установе спроводе различите активности и као такве су усмерене ка остварењу вишеструких циљева, за идентификацију и примену великог броја показатеља успешности, нужно је обухватити целокупно подручје делатности које покривају те установе. Примери често коришћених показатеља успешности који обухватају различите активности установе укључују: број пријављених студената у односу на уписне квоте, бодови стечени током пријемних испита, радно оптерећење наставно-научног особља, запошљавање дипломираних студената, пројекти и расположива средства за истраживања, број објављених научних радова и студија, однос броја студената и наставно-научног особља, приходи и расходи образовне установе, потом простор, опрема и опремљеност установе. Показатељи успешности су повезани с процесом одређивања референтних вредности и утврђују се кроз посебне пилот поступке све док се не идентификују они индикатори који постижу најбољи учинак у компаративној анализи или анализи профила.

#### *Референтне вредности научне области*

Референтне вредности научне области представљају за академску заједницу средство за описивање

<sup>а)</sup> Треба правити разлику између енглеских речи „output“ и „outcome“, прва је повезана са оним што радимо и односи се на производ/резултат сам по себи, а друга је исход и односи се на ниво постигнутог резултата (квантификује перформансу) – појам детаљно објашњен у овом тексту



природе и обележја програма у појединој научној области (хемији, геологији, физици, биологији ...) као и општа очекивања везана уз стандарде академских степена образовања (Први степен – основне академске студије, Други степен – мастер академске студије, Трећи степен – докторске академске студије) у одређеној научној области. Приказ референтних вредности научне области служи више као приказ референтних тачака у оквиру система обезбеђења квалитета, а мање као препорука повезана с курикулумом.

### *Знање*

Знање представља скуп стечених и повезаних информација. Са становишта постигнуте образовне квалификације појам знање се односи на практично и теоријско и/или чињенично знање.

### *Вештине*

Вештине (skills) представљају примену знања и употребу прописаних метода/начина рада (know how) у извршењу задатака и решавању проблема. Са становишта постигнуте квалификације појам вештине обухвата когнитивне (логичко, интуитивно и креативно размишљање) и/или психомоторичне (физичка спретност, коришћење инструмената, алата и материјала, односно познавање метода) способности.

### *Компетенције*

Компетенције представљају динамичну комбинацију когнитивних и метакогнитивних вештина, знања и разумевања, међуљудских, интелектуалних и практичних вештина као и етичких вредности. Развој тих компетенција циљ је сваког образовног програма. Компетенције се развијају у свим програмским јединицама и утврђују за различите степене образовних програма. Неке компетенције су специфичне за одређену област (својствене одређеној дисциплини), док су друге генеричке - опште (заједничке свим програмима). Уобичајено је да се развој компетенција одвија циклично и на интегрисан начин током целог образовног програма.

### *Исходи*

Очекивани или постигнути резултати студијског програма односно остварење циљева образовне установе које се мери великим бројем показатеља/индикатора (квантификација перформансе) који неизоставно обухватају знање, когнитивне способности и ставове студената везане за струку. Исходи представљају директан резултат програма поучавања планираног у контексту развоја студента/ученика на свим подручјима. Исход се мора разликовати од циља који представља тражени резултат. Генерално гледајући, свака изјава о исходу треба да описује по један ефекат (постигнути резултат) програма образовања, односно већи број ефеката не би требало обједињавати у заједнички исказ. Прикази појединачних исхода морају бити јасни, детаљни и разумљиви целокупном наставном особљу

и студентима у било којој научној области или департману.

## **РЕФЕРЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СТАНДАРДИ ЗА ХЕМИЈУ И СРОДНЕ ДИСЦИПЛИНЕ**

Од свих студената који намеравају да стекну неку од диплома (квалификација) из области хемије и сродних дисциплина очекује се да покажу да су стекли знања, разумевање, способности и вештине у областима дефинисаним за следеће нивое образовања:

### *1. Први степен – Основне академске студије*

1.1. Искази/захтеви који следе описују генерално **базични/почетни** ниво способности за оне који имају завршене основне академске студије из хемије и сродних дисциплина:

- Евидентна основна знања и разумевање садржаја који су обрађивани датим курсом,
- Адекватно решавање проблема од рутинског значаја,
- Способност да безбедно ради у лабораторијском окружењу,
- Може да изводи стандардне лабораторијске експерименте са задовољавајућим успехом мада не мора у потпуности да разуме и/или сагледа важност или ограничења експерименталних резултата/података,
- Опште (генеричке) вештине (на пример: говорно, писмено и нумеричко изражавање или коришћење информационог технологија) развијене на базичном нивоу.

1.2. Искази/захтеви који следе описују генерално **типични/оптимални** ниво способности за оне који имају завршене основне академске студије из хемије и сродних дисциплина:

- Поседовање знања које обухвата битне аспекте предметног образовања обухваћеног програмом, а поред тога и показивање интереса за истраживање,
- Добро разумевање концепата/појмова у хемији,
- Решавање познатих проблема на логичан начин при чему су решења коректна и прихватљива,
- Експерименти се изводе на спретан и поуздан начин,
- Опште (генеричке) вештине се испуњавају сигурно и не показују значајне недостатке,
- Добро је обучен у кључним областима хемије: неорганске, органске, физичке, аналитичке хемије и биохемије, а додатно има подлогу из математике и физике,
- Поседује основна знања и у неколико других, више специјализованих, области хемије (на пример: форензици, хемији животне средине, индустријској хемији и хемијској технологији, геохемији и медицинској хемији),
- Има развијене практичне вештине у области хемије стечене на лабораторијским практику-

мима и то у неорганичкој, аналитичкој, органичкој и физичкој хемији, где се радило индивидуално или у групама у складу са потребама назначених области,

- Има развијене опште вештине у области хемије које су уједно употребљиве и у другим областима,
- Достигнута стандардна знања и компетенције отварају могућност да се студент може уписати на студије другог степена.

Типични/оптимални ниво способности треба да буде примењив на највећи број студената који завршавају први степен – основне академске студије из хемије и сродних дисциплина.

## 2. *Други степен – Мастер академске студије*

2.1. Искази/захтеви који следе описују генерално **базични/почетни** ниво способности за оне који имају завршене мастер академске студије из хемије и сродних дисциплина:

- Знање које обухвата систематско разумевање и критичну свест о темама које су најновије у датој области,
- Проблеме који му нису познати решава уз помоћ одговарајућих методологија имајући свест о могућем недостатку комплетних података,
- Експерименте изводи потпуно самостално и са дозом оригиналности,
- Битне истраживачке пројекте који су најновији у датој области ефикасно завршава,
- Поседује опште (генеричке) вештине које су развијене за потребе професионалног рада.

2.2. Искази/захтеви који следе описују генерално **типични/оптимални** ниво способности за оне који имају завршене мастер академске студије из хемије и сродних дисциплина:

- Поседује знање и разумевање које се базира, али и превазилази, знања карактеристична за ниво мастер академских студија из хемије и сродних дисциплина што обезбеђује способности за развијање и примену идеја у области истраживања,
- Поседује компетенције које одговарају потребама приликом запошљавања професионалних хемичара у хемијској и сродној производњи/индустрији,
- Поседује компетенције које одговарају потребама приликом запошљавања као наставника/предавача у основним или средњим школама,
- Имају постигнут ниво знања и компетенција које отварају могућност да се студент може уписати на студије трећег степена.

## 3. *Трећи степен – Докторске академске студије*

Диплома трећег степена (докторат) у области хемије додељује се студентима који:

3.1. Искази/захтеви који следе описују генерално **типични/оптимални** ниво способности за оне који

имају завршене докторске академске студије из хемије и сродних дисциплина:

- Показују систематско разумевање одређене уже области хемијских наука и владање оним вештинама и методама истраживања везаним за ту ужу област истраживања,
- Показују способност да схватају, пројектују, примењују и развију ужу област истраживања у хемијској науци с пуним интегритетом и озбиљношћу,
- Имају научне доприносе кроз оригинална научна истраживања која проширују границе знања у хемијској науци, која проистичу из знатног сопственог рада и која задовољавају критеријуме националних и интернационалних часописа који се цитирају,
- Поседује компетенције које одговарају потребама приликом запошљавања професионалних хемичара на управљачким функцијама у хемијској и сродној производњи/индустрији или које омогућавају напредовање у академским и истраживачким срединама,
- Способни су за критичку анализу, оцењивање и синтезу нових и комплексних идеја,
- Могу да комуницирају са себи равнима, са већом академском заједницом или са друштвом уопште на теме из сопствене област,
- Може се од њих очекивати да могу да промовишу, у оквирима академског или професионалног контекста, научна или техничка достигнућа у образованим срединама.

## ЗАКЉУЧНИ КОМЕНТАР

Потреба образовних установа у Србији које су матичне за научну област хемије, а које учествују на TEMPUS пројекту и које су учествовале у припремању овог текста, да усвоје уједначене референтне образовне стандарде за хемију и сродне дисциплине проистекла је из Болоњског процеса који је заживео у свакој нашој образовној установи. Уједначени ставови и заједнички текст базира се на чињеници да исти стандарди већ постоје у Европи, да су акредитовани од европске асоцијације „The Chemistry Quality Eurolabels<sup>®</sup>” [3] и да су прихваћени од „European Association for Chemical and Molecular Sciences“ (Европске асоцијације за хемију и молекуларску науку) још од 2003. године.

### *Abstract*

One of the results of the work on the TEMPUS project „Modernisation of Post-Graduate Studies in Chemistry and Chemistry Related Programmes – MСHEM“ are benchmark standards for chemistry and chemistry related subjects. The goal of this text was to make these standards available to Serbian community. Obtained text is a result of the consensus among participants of the project coming from educational institutions that are responsible for chemistry and it is based on already existing standards in Europe created by „The Chemistry Quality Eurolabels<sup>®</sup>” and adopted by „European Association for Chemical and Molecular Sciences“ since 2003.

## РЕФЕРЕНЦЕ

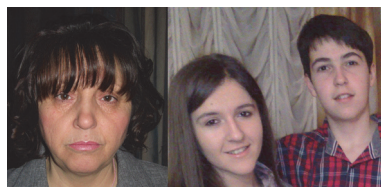
1. **Quality Assurance and Accreditation: A Glossary of Basic Terms and Definitions**, (2007), Compiled by: L. Vlăsceanu, L. Grünberg and D. Pârlea Bucharest: UNESCO-CEPES, 2007. 119 p. ISBN: 978-92-9069186-7
2. **Chemistry**, 2007, The Quality Assurance Agency for Higher Education 2007, QAA 186 09/07, Gloucester, 17 p. ISBN 978 1 84482 725 1
3. **The Chemistry Quality Eurolabels** for Eurobachelor®, Euromaster® & Eurodoctorate: [http://ectn-assoc.cpe.fr/chemistry-eurolabels/srv/cel\\_Documentation.htm](http://ectn-assoc.cpe.fr/chemistry-eurolabels/srv/cel_Documentation.htm)
4. Terry Mitchell, **The "Budapest" Cycle Level Descriptors for Chemistry**, ECTN Association, Budapest De-

scriptors – News June 2005, 6(3) – T. Mitchell, Dortmund DE

НАПОМЕНА: Потписници овог текста ни у једном тренутку нису својим потписом желели да истакну ауторство над овим текстом, већ свеобухватни консезус људи и образовних установа око потребе и идеје да се образовање у хемији и сродним дисциплинама код нас усагласи са захтевима Европског простора високог образовања и Здружене иницијативе за квалитет.



## ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Селена СИМИЋ, Алекса СИМИЋ, Слађана МИТИЋ, ОШ „Бубањски хероји“, Ниш, [jovan.wfc@gmail.com](mailto:jovan.wfc@gmail.com)

## ЖВАКАЋА ГУМА - ЗАДОВОЉСТВО ИЛИ ПОТРЕБА

„То што знамо је капљица, оно што не знамо је море“  
Исак Њуџин

### УВОД

Жвакати жвакаћу гуму? За или против? Стална дилема! Бака се јако љути што стално жваћемо жвакаће гуме. Посебно је нервира када дођемо из школе са залепљеном жваком на панталонама. Упорно се труди да нас научи да жваћемо жваку, а да се то не види. О дувању балона да не говоримо - то нам је трајно забрањено! Одједном стиже нама спас. Реклама са ТВ-а: „После сваког јела рН вредност у вашим устима опада... Жвакаће гуме повећавају рН вредност и тиме помажу вашим зубима.“ Одлично! Сада можемо да жваћемо по цео дан, а да то буде оправдано, па чак и корисно. Али, наша бака, са својим животним искуством, не верује рекламама. Каже: „Све ће обећати само да боље продају робу.“

И тако настаје овај рад. У изради рада смо уживали, јер никада у кући није било толико разноврсних жвакаћих гума (слика 1). Могли смо да жваћемо по цео дан, и то у научне сврхе!

### ИСТОРИЈАТ ЖВАКАЋЕ ГУМЕ

Нико не може бити сигуран где и када је измишљена прва жвакаћа гума. Историчари тврде да су старе цивилизације жвакале природне жваке пре више хиљада година. Сматра се да су стари Грци жвакали смолу дрвета мастике, Арапи пчелињи восак, Римљани там-



Слика 1. Жвакаће гуме.

јан, амерички Индијанци смолу налик гуми која се формира на исеченој кори дрвета смреке. У другој половини 19. века парафински восак је постао нова основа жвакаће гуме.

Модерна жвакаћа гума појавила се сасвим случајно 1869. године када је један мексички генерал унајмио америчког истраживача Томаса Адамса да развије нову врсту гуме за аутомобиле користећи каучук. Адамс је био неуспешан у прављењу гуме, али је успео да мешајући супстанцу добијену из дрвета ебонивине, направи прву модерну жваку коју је назвао *Adams New-york number 1*.

Данас постоји велики избор жвакаћих гума различитог састава, укуса, облика и боје. Праве се у милион укуса, само је још увек неосвојив укус чоколаде, јер ка-

као путер који се налази у чоколади омекшава основу жваке, па она постаје превише лепљива.

## САСТАВ МОДЕРНЕ ЖВАКАЋЕ ГУМЕ

Савремена жвакаћа гума садржи различите адитиве, као и природне мирисе и укусе који су састојци биља. Постоји обична, пуњена, балон и, посебно популарна, дијетална жвакаћа гума. Њихов састав приказан је у Табели 1.

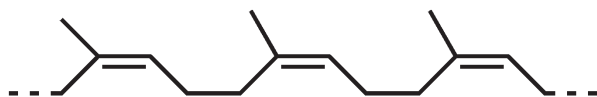
Табела 1. Састав жвакаће гуме (+ садржи, / не садржи).

Састојци (приближно %)	Врста гуме за жвакање			
	Обична	Пуњена	Балон	Дијететска
Шећер у праху	55	50	55	/
Скробни сируп	20	18	22	/
Шећерни алкохоли	/	/	4	60
Шећерни сируп	/	/	/	12
Гума - база за жвакање	20	19	17	26
Калцијум-карбонат	2	1	/	/
Глицерол	2	2	0,3	0,5
Лецитин	/	0,3	0,7	0,5
Ароме	+	+	+	+
Боја	+	+	+	+
Пуњење	/	10	/	/

Као базе за жвакање користе се гуме неутралних мириса и укуса. Природне гуме налазе се у млечном соку, или латексу, разних тропских биљака. Сада се најчешће користи синтетичка гума, на пример бутил-гума (полиизобутилен).

Бази за жвакање додају се:

- 1) шећери (сахароза)
  - 2) синтетички антиоксиданс бутил-хидроксианизол (БХА)
  - 3) карнауба восак за заштиту и сјај површине гуме за жвакање
  - 4) гумиарабика (стабилизатор и емулгатор)
  - 5) супстанце које дају мирис и укус (менга, ванилин, цитрал, анетол)
  - 6) заслађивачи – шећерни алкохоли (аспартам, манитол, сорбитол)
  - 7) адитиви (боје, аромати).
- Врста гуме која служи као основа у производњи гуме за жвакање је гутаперка:

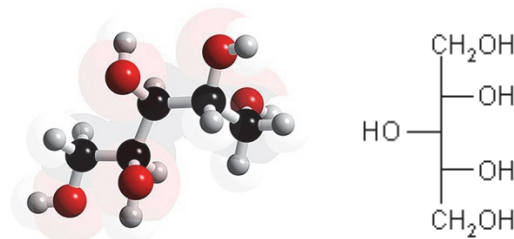


## ШЕЋЕРНИ АЛКОХОЛИ

Ксилитол, сорбитол и манитол су шећерни алкохоли (полиоли). У природи се налазе у воћу и поврћу, али се углавном добијају синтетички. Слатког су укуса и користе се у храни без шећера (лизалице, жвакаће гуме, пастиле за грло), јер ослобађају мање енергије од

природних шећера. Организам не разграђује шећерне алкоhole, па претерана конзумација хране која садржи ове супстанце може имати лаксативно дејство. Ови алкохоли добијају се редукцијом угљених хидрата (редукцијом ксилозе добија се ксилитол, а редукцијом глукозе сорбитол).

Најважнији шећерни алкохол је сорбитол који се налази у црвеној морској трави, трешњама, шљивама, јабукама... Најзначајнији шећерни алкохол за заштиту зуба је ксилитол који се у већој концентрацији налази у „Старс” гумама за жвакање (записано на омоту жвакаће гуме). Ксилитол је кристална супстанца слатког укуса добро растворна у води. Има 40 % мање калорија од шећера. У природи се налази у јагодама, малинама, печуркама, а за комерцијалну употребу се добија из дрвета брезе. Веома је добар у превенцији каријеса зуба, а нема токсичне ефекте због чега се користи у зубним пастама, жвакаћим гумама и таблетама за заштиту зуба које садрже флуор. Делује на бактерије у устима које проузрокују каријес.



Слика 2. Ксилитол

## ДЕЈСТВО ЖВАКАЋИХ ГУМА НА ЗДРАВЉЕ ЗУБА

Храна коју једемо утиче на здравље наших зуба. Оштећењу зуба највише доприноси храна богата угљеним хидратима, која повећава киселост пљувачке. Пљувачка се састоји од воде (98 %), електролита, антибактеријских компоненти и различитих ензима (амилаза, липаза). Јони који улазе у састав пљувачке су:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Вредност рН пљувачке је од 6 до 7,4. Вредности ниже од 4,5 могу указати на озбиљне метаболичке поремећаје. Дневно се лучи од 0,75 l до 1,5 l пљувачке. Пљувачка кваси уста и зубе, углавном остатке хране са зуба и помаже варењу хране. Уношењем угљених хидрата повећава се киселост пљувачке, јер бактерије стварају органске киселине које смањују рН вредност средине. Ове непријатне бактерије се заједно са угљеним хидратима закаче за зубе и језик и одржавају киселост средине која нагриза зубну глеђ. Сваки, и најмањи део хране, погодан је тло за настанак бактерија. Када рН вредност падне испод 5,7 киселина почиње да раствара минерале на површини зуба. Низак рН се може задржати сатима после јела и за то време зуби су изложени дејству киселина.

Улога жвакаћих гума огледа се у смањењу рН вредности пљувачке као и у механичком скидању наслага хране са зуба и језика. Повећање рН вредности можемо објаснити повећаним лучењем пљувачке у току жвакања гуме за жвакање, а самим тим повећаном



концентрацијом бикарбоната, који могу неутралисати киселину и повећати рН изнад критичне вредности од 5,7. Такође, повећана је и концентрација  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  и  $\text{OH}^-$  јона чиме се реминерализују зуби, враћа им се густина и јачина. Још већи утицај на повећање рН вредности имају жвакаће гуме које садрже калцијум-карбонат.



Слика 3. Калцијум-карбонат, из апотеке у жвакаћој гуми.

Позитивно дејство жвака је:

- утиче на смањење настанка каријеса,
- ублажава задах, има антибактеријско дејство,
- побољшава памћење (и до 35%),
- помаже код мршављења (чак 5 kg годишње),
- помаже разбуђивању (веома битно за возаче),
- смањује стрес (довољан је само један поглед на фудбалског тренера, Манчестер Јунајтеда у најнапетијим акцијама његових фудбалера).



Слика 4. Фудбалски тренер Манчестер Јунајтеда.

Негативно дејство жвака је:

- присуство аспартама изазива главобољу, мучнину, убрзан рад срца и грчење мишића,
- претерано жвакање може изазвати болове у стомаку,
- жвакаће гуме за жвакање није по „бонтону”,
- жвакаћа гума је један од најбрже растућих еколошких проблема у протеклих 10 година.



Слика 5. Призор са улице.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО РАДА

*I geo*

### Оглед 1. Испитивање утицаја различитих жвакаћих гума на рН вредност пљувачке

*Прибор:* гуме за жвакање различитих произвођача, универзални индикаторски папир, беби штапићи.

*Посљубак:* За испитивање смо припремили 9 врста **Orbit**, 5 врста **Stars**, **Shock**, **Skip**, **Џунга lungа** и **Happy** гума за жвакање. Испитивања су вршена 5 минута након једа. Најпре је одређивана рН вредност пљувачке пре узимања гума за жвакање. Узорци су узети након 5, 15, 30, 45 и 60 минута од почетка жвакања једне жвакаће гуме. Добијени подаци приказани су у Табели 2.



Слика 6. Индикаторски папири коришћени у огледу

### Дискусија резултата

- различите врсте жвакаћих гума различито повећавају рН вредност пљувачке током жвакања,
- највећа вредност рН пљувачке у устима је након 5 минута жвакања,
- промена рН вредности не зависи од пола особе на којој се врши испитивање,
- промена рН вредности 5 минута након жвакања **Orbit** жвакаћих гума идентична је промени рН вредности пљувачке након прања зуба,
- код највећег броја гума за жвакање рН се враћа на почетну вредност након 60 минута жвакања.

### Оглед 2. Утицај различитог броја гума за жвакање на рН вредност пљувачке

*Прибор:* Гуме за жвакање **Orbit Spearmint**, универзални лакмус папир, беби штапићи.

*Посљубак:* Поновљен је поступак из огледа 1 са једном жвакаћом гумом, истовремено узете две жвакаће гуме и истовремено узете три жвакаће гуме. Резултати су приказани у табелама 3, 4 и 5, као и на сликама 7, 8 и 9.

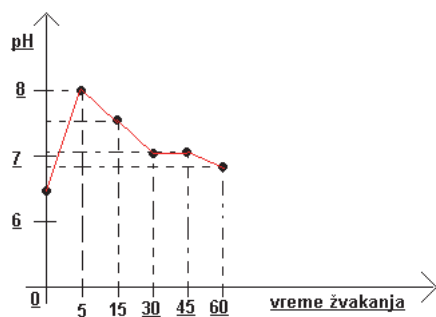
Табела 2. Приказ резултата: утицај врсте жвакаће гуме и времена жвакања на рН пљувачке

Врсте гуме за жвакање	Вредност рН пљувачке након жвакања					
	0 минута	5 минута	15 минута	30 минута	45 минута	60 минута
Orbit spearmint	6,5	8	7,4	7,1	7,1	6,8
Orbit apple	6,8	7,7	7,7	7,7	6,8	6,8
Orbit peppermint	6,2	7,1	7,1	6,8	6,8	6,8
Orbit eucaliptus	6,8	8	7,1	6,8	6,8	6,8
Orbit bluebery	7,1	8	8	7,7	7,4	7,4
Orbit greenment	6,8	8	7,4	6,8	6,8	6,8
Orbit mango	6,2	7,7	7,4	7,4	6,8	6,8
Orbit Professional	6,5	8	7,1	6,8	6,8	6,8
Orbit classic	6,8	7,7	7,4	6,8	6,8	6,8
Stars cimet+jabuka	6,2	7,4	7,1	7,1	6,8	6,5
Stars white	6,8	7,7	6,8	6,5	6,5	6,5
Stars guarana	6,2	6,8	6,8	6,8	6,5	6,5
Starts peppermint	6,8	7,4	6,8	6,8	6,8	6,8
Stars eucaliptus	6,8	7,7	7,4	6,8	6,8	6,5
Čunga-lunga	6,8	7,1	6,8	6,5	6,5	6,5
Happy	6,5	7,4	7,1	6,8	6,8	6,5
Shock	6,8	7,1	6,8	6,5	6,5	6,2
SKIP	6,8	7,4	7,8	7,4	7,1	6,8

Утицај броја гуме за жвакање узетих истовремено на рН вредност пљувачке

Табела 3. Утицај једне гуме за жвакање.

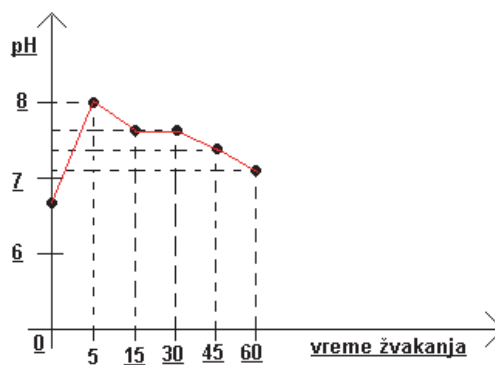
време (минути)	0	5	15	30	45	60
рН	6,5	8	7,4	7,1	7,1	6,8



Слика 7. Утицај једне гуме за жвакање.

Табела 4. Утицај две гуме за жвакање.

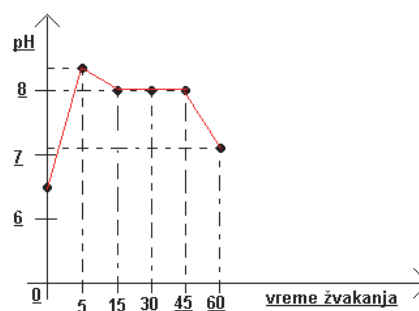
време (минути)	0	5	15	30	45	60
рН	6,8	8	7,7	7,7	7,4	7,1



Слика 8. Утицај две гуме за жвакање.

Табела 5. Утицај три гуме за жвакање.

време (минути)	0	5	15	30	45	60
рН	6,5	8,3	8	8	8	7,1



Слика 9. Утицај три гуме за жвакање.



### Дискусија резултата

Из графика се види да се иста максимална рН вредност (8) постиже узимањем једне, две и три жвакаће гуме, 5 минута након почетка жвакања. Разлика је у томе што са порастом броја жвакаћих гума, рН вредност пљувачке спорије опада у току 60 минута испитивања.

### Оглед 3. Утицај равномерног повећавања или смањивања броја жвакаћих гума у временским интервалима од по 10 минута на рН вредност пљувачке

**Прибор:** Гуме за жвакање *Orbit Spearmint*, универзални лакмус папир, беби штапићи.

**Посиљак:** Измерена је рН вредност пљувачке пре жвакања, а затим након једне гуме за жвакање која је жвакана 10 минута. Након измерене рН вредности додата је још једна жвакаћа гума, жвакана 10 минута, и поново измерена рН вредност. Додата је још једна жвакаћа гума, те након 10 минута жвакања измерена рН вредност пљувачке. Резултати су дати у Табели 6а. Поступак поновљен, с тим што је након 10 минута увек избаћивана стара, а узимана нова жвакаћа гума. Резултати су дати у табели 6б.

Табела 6а. Утицај повећања броја жвакаћих гума.

време (минути)	0	10	10 + 10	10 + 10 + 10
рН	6,5	8	8	8

Табела 6б. Утицај замене жвакаћих гума.

време (минути)	0	10	10 + 10	10 + 10 + 10
рН	6,5	8	8	8

### Дискусија резултата

Са повећањем броја жвакаћих гума узиманих у истом временском интервалу, рН вредност пљувачке расте. Испитивања су показала исте резултате у оба случаја.

## II ДЕО

### Оглед 1. Доказивање присуства шећерних алкохола у гумама за жвакање

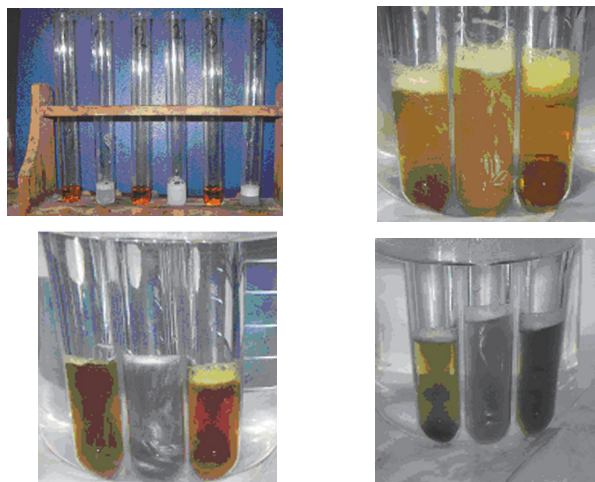
**Прибор:** 6 епрувета, мензура, пипета, чаша

**Хемикалије:** 10 % раствор калијум-дихромата ( $K_2Cr_2O_7$ )

10 % раствор сулфатне киселине ( $H_2SO_4$ )

**Посиљак:** Помешали смо 6  $cm^3$  калијум-дихромата и 1,5  $cm^3$  сулфатне киселине. У три епрувете сипали смо исте количине пљувачке узете од три особе након жвакања 5 минута. Особе су жвакале различите гуме за

жвакање (Stars, Orbit и Skip). У сваку епрувету са пљувачком сипали смо по 2  $cm^3$  хромне смеше, промућкали епрувете и ставили их у водено купатило.



Слика 10. Приказ различитих фаза огледа.

### Дискусија резултата

Посматрали смо промену боје у епрувети од наранџасте до зелене. Најбрже се променила боја (око 3 минута) у епрувети са пљувачком особе која је жвакала жвакаћу гуму „Stars”. Ова жвакаћа гума поред осталих шећерних алкохола садржи ксилитол. У другим епруветама боја се потпуно променила након 7-8 минута. Промена боје показује реакцију оксидације алкохола у киселој средини при чему примарни алкохоли дају алдехиде, а секундарни кетоне. У току реакције се наранџасти дихроматни јон ( $Cr_2O_7^{2-}$  (VI)) редукује до зеленог Cr(III) јона.

## ЗАКЉУЧАК

Испитивали смо 18 врста жвакаћих гума и установили да већина повећава рН вредност пљувачке у току жвакања. Највише вредности рН достижу се 5 минута након почетка жвакања и то се постиже оним врстама жвакаћих гума које садрже  $CaCO_3$  (*Orbit Spearmint*)<sup>а)</sup>. Испитивања су показала да рН вредност пљувачке не пада испод 6, чак ни два сата након избаћивања жвакаће гуме. Узимањем више жвакаћих гума одједном постиже се да рН у устима дуже задржи високе вредности. То можемо постићи и додавањем жвакаћих гума у једнаким временским интервалима. Веома су корисне жвакаће гуме које садрже ксилитол.

Хоће ли жвакаће гуме бити корисне или штетне зависи од вас. Жвакаће гуме нису штетне ако се жваћу паметно. Уколико можете, увек одаберите четкицу за зубе уместо жвакаће гуме, ако то није могуће,



а) Ово није реклама нити антиреклама за било ког произвођача жвакаћих гума или његове производе.

једино што можете урадити за своје зубе је да после сваког оброка узмете бар једну гуму за жвакање.

Доказали смо баки да овога пута није била у праву.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Грујић-Ињац, С. Лајшић, Хемија природних производа,
2. Ј. Томин, М. Абрамовић, Органска хемија
3. И. Вукићевић, Састав савремене жвакаће гуме, Хемијски Преглед 48 (2007) 3
4. J. Szbel, J. Bnoczy, H.M. Proskin, Effect of After-meal Sucrose-free Gum-chewing on Clinical Caries, *J. Dent. Res.* 80 (2001) 1725-1729
5. A.C. Guyton, J. E. Hall, Уџбеник медицинске физиологије, Савремена Администрација, Београд, XI издање
6. L. M. Ribelles, J. F. Guinot, A. R. Mayne, L. J. Bellet Dalmau, Effects of xylitol chewing gum on salivary flow rate, pH, buffering capacity and presence of *Streptococcus mutans* in saliva, *Eur J. Paediatr. Dent.* 11 (2010) 9-14.

## Abstract

### CHEWING GUM – JUST PLEASURE OR USEFUL TO CONSUMERS?

Selena SIMIĆ, Aleksa SIMIĆ, Slađana MITIĆ, Elementary School "Bubanjски Heroji", Niš

The text discussed usefulness of the chewing gum on caries prevention from the point of view of elementary school pupil, the authors, who present their work on the Republic of Serbia chemistry competition of elementary school scholars 2011. Brief discussion of the social impact and composition of the gums are given. Experiments show change of saliva pH after chewing gum consumption, spanning time period of 10-30 minutes. Brand, number of gums consumed, and gender of consumers are also discussed. Presence of xylitol in chewing gums of different manufacturers is proven by the dichromate oxidation.

## САОПШТЕЊЕ РЕПУБЛИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

Поштоване колеге,

Пред нама је нова школска година и нови циклус такмичења из Хемије за ученике основних школа, 49. по реду. Републичка комисија се захваљује на свим предлозима и сугестијама које је добила током Априлских дана, Републичког такмичења у Варварину, као и путем е-мејла. Потрудићемо се да кроз комплетну ревизију свих сегмената постојећег Правилника, исправимо уочене нејасноће, посебно узимајући у обзир људске ресурсе и/или организационо-техничко-материјалне могућности наших школа, а у складу са новим Стручним упутством о организовању такмичења и

смотри ученика. Такође, у контакту са колегама из друштва организатора такмичења из других предмета из области природних наука, покушаћемо да заједничким предлогом календара такмичења омогућимо учешће на такмичењима што већем броју талентованих ученика.

С колегијалним поздравом,

др Милан Николић, председник Комисије

др Милош Милчић, заменик председника Комисије

др Рада Баошић, секретар Српског хемијског друштва

## САОПШТЕЊЕ РЕПУБЛИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СРЕДЊИХ ШКОЛА

### БРОЈ МЕСТА ЗА ТАКМИЧЕЊЕ СРЕДЊОШКОЛАЦА У ШКОЛСКОЈ 2012/2013

Према пропозицијама такмичења ученика број учесника на Републичком такмичењу у школској 2012/13. години дат је у следећој табели:

Школска управа	I	II	III и IV
Крагујевац	3	3	3
Краљево	3	3	3
Лесковац	3	3	3
Ниш	3	3	3
Нови Сад	5	3	6
Пожаревац	3	3	3

Сомбор	3	3	3
Ваљево	4	3	6
Зајечар	3	3	3
Зрењанин	3	3	3
Београд	6	6	8
Чачак	3	3	3
Ранилуг	3	3	3
Косовска Митровица	3	3	3
Ужице	3	4	3
Крушевац	3	3	3
Јагодина	3	5	3

## ИЗВЕШТАЈ О ОДРЖАНОМ ПРОГРАМУ СТРУЧНОГ УСАВРШАВАЊА НАСТАВНИКА ХЕМИЈЕ: АПРИЛСКИ ДАНИ ПРОСВЕТНИХ РАДНИКА СРБИЈЕ

Двадесет трећи семинар за наставнике хемије, у организацији Српског хемијског друштва и Хемијског факултета, одржан је 17. и 18. априла 2012. године на Хемијском факултету. Семинару је присуствовало 220 наставника хемије из Србије.

Према програму одржано је осам предавања током два дана:

1. Александар Поповић, Хемијски факултет, Београд: Хемија и историја, али не историја хемије
2. Љубинка Рајаковић, Технолошко-металуршки факултет, Београд: Хемијска равнотежа

3. Дана Марковић, Технолошко-металуршки факултет, Београд: *О процени грешака мерења*
4. Војин Крсмановић, Хемијски факултет, Београд: *Хемија и биоремедијација*
5. Валентина Март, Агенција за хемикалије Републике Србије: *Чийај еийкейу – буди безбедан*
6. Вера Муждека, Школска управа, Крагујевац: *Инклузивни ирисийуи настиви хемије*
7. Саша Гламочак, Центар за испите, Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, Београд: *Хемија на завршном исийиу*
8. Милан Николић, Хемијски факултет, Београд: *Холестерол – све шийо сйе одувек желели да знайе*

Избор тема омогућава наставницима увид како се могу обогатити наставни садржаји примерима који илуструју улогу и значај хемије и тиме унапредити мотивација ученика за учење хемије, као и у начине превазилажења проблема у настави и учењу одређених хемијских појмова, као што је хемијска равнотежа. Значајно предавање за праксу у учионици, било да се односи на експериментални рад ученика или праксу праћења њихових постигнућа, односило се на процену грешака мерења. Такође, обухваћене су теме из области хемије животне средине, као и веома актуелне теме у вези с инклузивним приступом настави хемије и увођењем хемије у завршни испит.

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 од стране Министар-

ства просвете и науке, а у складу с Законом о основама система образовања и васпитања.

После одржаних предавања првог дана организовано је традиционално *колеџијално дружење*, а после одржаних предавања другог дана *трибина* у оквиру које су наставници информисани о предстојећим такмичењима ученика основних и средњих школа из хемије, у организацији Српског хемијског друштва и Министарства просвете и науке. Председници оба жирија, Душан Сладић и Милан Николић, пружили су важне информације, а посебна пажња је посвећена променама у правилнику за такмичење ученика из хемије.

Захваљујем се свим предавачима на веома добро осмишљеним предавањима и напору који су учинили да наставницима у оквиру задатих тема пруже веома користан материјал за праксу у учионици. Захваљујем се председници Српског хемијског друштва, Ивани Поповић, и секретару, Ради Баошић, декану Хемијског факултета, Бранимиру Јованчићевићу и продекану за наставу, Милошу Милчићу, за пружену подршку и помоћ у организацији и реализацији семинара.

Изузетну комуникацију са наставницима је имала Верица Ступљанин, којој се захваљујем на великом залагању у организацији програма. Такође, захваљујем се на ангажовању у реализацији семинара Игору Матијашевићу, Биљани Томашевић, Катарини Путица, Владимиру Вукотићу, Наталији Половић и Милану Николићу.

**Драгица ТРИВИЋ**



## ИЗВЕШТАЈ О РАДУ ЈУБИЛАРНОГ 50. САВЕТОВАЊА СХД И ОБЕЛЕЖАВАЊУ 115 ГОДИНА СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА

Јубиларно 50. саветовање СХД одржано је од 14. и 15. јуна 2012. године у Београду. Том приликом обележено је 115 година рада Српског хемијског друштва. Првог дана Саветовање се одвијало у Свечаној сали Српске академије наука и уметности, док је други дан био на Хемијском факултету Универзитета у Београду.

Саветовање је отворила председница СХД Ивanka Поповић, а у име Научног одбора учеснике Саветовања поздравио је Живослав Тешић.

Поводом 115. година Српског хемијског друштва и Јубиларног 50. саветовања Друштва, Снежана Бојовић је говорила о значајнијим догађајима из историје Друштва (услови у којима је основано Друштво, оснивачи Друштва, записници Друштва и њихов садржај, руковођење Друштвом и прва правила; рад Друштва између два рата, покушаји обједињавања српских и хрватских хемичара у једно друштво, Гласник СХД; рад Друштва првих година после Другог светског рата) и о првим саветовањима Друштва која су почела 1950. године (значај и циљ саветовања прокламованих на првом саветовању и организација и садржаји саветовања одржаних педесетих година 20. века).

Поводом поменутих јубилеја организована је мала изложба у предворју Музеја хемије на Хемијском факултету. Представљена су значајнија документа из историје

Српског хемијског друштва и документа и фотографије са првих саветовања Друштва.

По доброј старој традицији, на Саветовању су изложени оригинални научни радови из практично свих области хемије, хемијске технологије и металургије. На Саветовању је изложено 167 радова саопштених кроз одговарајуће секције или презентованих у оквиру постерских сеција.

### ПЛЕНАРНИ ПРЕДАВАЧИ

1. Prof. Dr. Sanjeev Krishna, Infection and Immunity Research Centre, Division of Clinical Sciences, St George's University of London, UK  
«New drug targets for malaria: the example of the hexose transporter of *Plasmodium falciparum*»
2. Проф. др Милош Ђуран, Институт за хемију, Природно-математички факултет Универзитета у Крагујевцу  
«Комплекси злата(III) са аминокиселинама и пептидима»
3. Др Зоран Вујчић, ванредни професор, Хемијски факултет Универзитета у Београду  
«Побољшани биокатализатори у процесовању скроба и сахарозе»

## ПРЕДАВАЧИ ПО ПОЗИВУ

4. Проф. др Славко Кеврешан, Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду  
«Нетоксично деловање нафтних киселина»
5. Др Нико Радуловић, доцент, Природно-математички факултет Универзитета у Нишу  
«Одабрани биолошки и фармаколошки активни природни производи из биљака: изоловање идентификација и синтеза»
6. Проф. др Гордана Ђирић-Марјановић, Факултет за физичку Хемију Универзитета у Београду  
«Електропроводни и редокс-активни олигомери и полимери ариламина: синтеза, структура, својства и примене у нанотехнологији»
7. Проф. др Весна Мишковић – Станковић, Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду  
«Електрохемијска синтеза наноконструктивних материјала за примене у медицини»

На Јубиларном 50. саветовању СХД учешће су узели представници свих универзитетских центара Србије кроз пленарна предавања, предавања по позиву, усмена саопштења или постерске секције. Посебан значај Саветовања је у томе што на овом скупу узима учешће велики број младих истраживача. Ауторима најбољих радова, према оцени чланова Научног одбора, пружена је прилика да резултате својих истраживања прикажу путем усмених излагања. Од 167 саопштених радова 27 је излагано усмено у оквиру одговарајућих секција. Одређени број аутора искористио је могућност припреме саопштења на српском или енглеском језику, у складу са одговарајућим условима за форму рада на четири странице. Такви радови се вредноју као радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини ( $M_{63} = 0,5$ ). Сви радови су презентовани кроз следеће секције: аналитичка хемија (3 рада и 7 постера), физичка хемија (0 радова и 2 постера), електрохемија (1 рад и 9 постера), наука о материјалима (2 рада и 14 постера), теоријска хемија (1 рад и 2 постера), неорганичка хемија (2 рада и 7 постера), биохемија (2 рада и 16 постера), биотехнологија (2 рада и 10 постера), хемија и технологија макромолекула (2 рада и 6 постера), органска хемија (2 рада и 26 постера), секција за керамику (0 радова и 1 постер), настава хемије (2 рада и 6 постера), хемија

и технологија хране (0 радова и 3 постера), хемијско инжењерство (4 рада и 12 постера), металургија (0 радова и 2 постера), хемија животне средине (0 радова и 15 постера) и текстилно инжењерство (4 рада и 2 постера).

Радови, као и постерска саопштења, Јубиларног 50. саветовања СХД објављени су на компакт диску и у Књизи кратких извода радова.

Одбор за избор најбољег постера у саставу: др Дејан Опсеница, др Маја Натић и др Александар Декански имао је веома тежак задатак да од великог броја постера одабере три најбоља. У великој конкуренцији изванредних постера комисија је узимала у обзир квалитет, начин презентације, актуелност проблематике, оригиналност и др. Награде су добили:

**Александра Дапчевић, Дејан Полети, Љиљана Карановић, Јелена Роган и Александар Радојковић:** Високопроводна  $\delta$ - $Bi_2O_3$  фаза допована ванадијумом.

**Зорка Д. Станић, Јелена М. Степановић, Зоран Б. Симић:** Волтаметријска и потенциометријска и карактеризација магнетитне електроде и њена примена у неводеној средини.

**Нико С. Радуловић, Миљана Р. Ђорђевић:** Синтеза моно- и дијодо-деривата *N*-(4-метоксибензил)амида као модел једињења тираминских метаболита морских организма рода *Didemnum*.

Аутори ових постера су добитници IUPAC-ових постерских награда за 2012. годину. Награда се састоји од IUPAC-ове дипломе и издања *Gold Book*.

Сматрамо да је Јубиларно 50. саветовање организовано на високом нивоу захваљујући, пре свега, великом ангажовању колега са Хемијског факултета у Београду. Присуство једног страног као и више домаћих предавача са сва три Универзитета у Србији допринело је врло високом квалитету, а дугорочно гледано сигурно ће допринети бољој мотивацији младих за научни рад. Најзад, комбиновање усмених саопштења, постерских сесија са дружењем како на самој конференцији тако и на предивном излету у Сремску Митровицу и парк природе Засавица остаће у трајном сећању свих учесника Саветовања.

Председник Научног одбора

Др **Живослав Тешић**, професор

Председник Организационог одбора

Др **Веселин Маслак**, доцент

## КОНКУРС ЗА НАГРАДЕ И ПРИЗНАЊА СХД У 2012. ГОДИНИ.

Поштовани,

У складу са Правилником о наградама и признањима (<http://www.shd.org.rs/HtDocs/SHD/SHD-index.htm>) Одељак - Документа),

**Српско хемијско друштво овим путем објављује конкурс за награде и признања у 2012. години.**

Предлоге кандидата за почасне и заслужне чланове, почасне чланове из иностранства, почасног председника Друштва, са потребним образложењима, треба насловити на Комисију за јавна признања СХД и доставити најкасније до 30. септембра 2012. г. у електронској форми и у писаној форми на адресу Друштва.

Предлоге кандидата за Медаље Друштва, са потребним образложењима, треба насловити на Жири за медаље СХД и доставити најкасније до 15. октобра 2012. године у електронској форми и у писаној форми на адресу Друштва.

Молимо Вас да своје предлоге доставите у складу са Правилником о наградама и јавним признањима и у назначеном року.

Скрећемо Вам пажњу да предлози који не буду поднети у складу са Правилником и до наведеног рока, неће бити разматрани од стране Комисије и Жирија.

За све додатне информације, молимо обратите се Канцеларији Друштва.