

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 59

бр. 2 (април)

YU ISSN04406826

UDC 54.011.93

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 59

број 2
април

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

Volume 59
NUMBER 2
(April)

Publisher
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ
УРЕДНИКА
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ
Јелена Радосављевић, Наталија Половић и Воин Петровић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

Иван Гутман, Снежана Зарић, Јован Јовановић, Славко
Кеврешан, Драган Марковић, Владимир Павловић,
Радомир Саичић, Живорад Чековић (председник).

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед”,
за 2018. годину износи:

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

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

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

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

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

Насловна страна и Интернет верзија часописа:
Слободан и Горан Ратковић, RatkovicDesign
www.ratkovicdesign.net
office@ratkovicdesign.net

САДРЖАЈ

Лена АРИЗАНОВИЋ, Данира С. КАДРАЛИЈА, Милан Р.
НИКОЛИЋ, Чедо Д. МИЉЕВИЋ
*Lena ARIZANOVIĆ, Danira S. KADRALIJA, Milan R. NIKOLIĆ,
Čedo D. MILJEVIĆ*
НЕЖЕЉЕНА ДЕЈСТВА ЛЕКОВА - ПРИМЕР
ПСИХОФАРМАКА
DRUG SIDE EFFECTS IN THE CASE OF PSYCHOFARMACS ___ 26

Ерне Е. КИШ
Ernő E. KISS
ВЕЧИТО МЛАДА КАТАЛИЗА
FOREVER YOUNG CATALYSIS _____ 33

ВЕСТИ из ШКОЛЕ / ВЕСТИ за ШКОЛЕ

Иван ДАМЉАНОВИЋ, Миорад ВАСОЈЕВИЋ, Јелена
ЂУРЂЕВИЋ-НИКОЛИЋ
*Ivan DAMLJANOVIĆ, Miorad VASOJEVIĆ,
Jelena ĐURĐEVIĆ-NIKOLIĆ*
УПОТРЕБА ВИДЕО СНИМАКА У НАСТАВИ
ОРГАНСКЕ ХЕМИЈЕ
*USE OF VIDEO RECORDINGS IN ORGANIC CHEMISTRY
TEACHING* _____ 39

ВЕСТИ ИЗ СХД

IN MEMORIAM
Бранко Дракулић (1965-2016) _____ 44

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА
У 2017. ГОДИНИ _____ 45



УВОДНИК

Наш народ каже да је здравље „када (следећи пут!) боли на другом месту“, а да знамо да „лекови делују тек када имају штетне ефекте“. Заиста, *не њостоји* лек који нема, чак и у *препорученој дози*, нежељено деловање на организам човека. Постоје само лекови који *ређе* или *чешће* испољавају нежељено дејство. Тегобе изазване леком некада су толико изражене да пацијенти помисле да су добили погрешну терапију. Штетно деловање лекова представља не само проблем за пацијенте, већ и велико оптерећење за читав здравствени систем, пошто су управо лекови најчешћи узрок (60-80%) акутног тровања и код нас и у свету. Осим цитостатика, најбројнија и токсиколошки најзначајнија су тровања психофармацима, супстанцама које утичу на понашање човека. У свом чланку "*Нежељена дејства лекова - пример психофармака*" група аутора: **Лена АРИЗАНОВИЋ**, **Данира С. КАДРАЛИЈА**, **Милан Р. НИКОЛИЋ** (Катедра за биохемију Хемијски факултет, БУ) и **Чедо Д. МИЉЕВИЋ** (Институт за ментално здравље, Медицински факултет, БУ) описали су укратко најпре основне дефиниције оних супстанци које примењујемо као лекове, а затим и штетне ефекте лекова и њихове примене, са посебним освртом на нежељено деловање антипсихотика, које је и најбоље проучено. Постоји много критеријума на основу којих можемо извршити поделу нежељених ефеката: према интензитету (могу бити: благе, средње тешке и тешке), према последицама (могу бити озбиљне и оне које то нису), према учесталости... Пуно нових информација можете добити читајући овај чланак.

Катализа је термин који подразумева шири спектар појмова. Она представља интердисциплинарно истраживање, и оспособљава науку за препознавање феномена на нивоу молекула и обухвата области од квантне механике до инжењерства помажући разоткривању фундаменталних принципа природе, битно доприносећи благостању човечанства. Са сигурношћу се може предвидети да ће катализа остати заувек млада, а њен значај ће се у будућности даље повећавати. Човек је катализу примењивао и онда када није ни био свестан тога, пре свега при припремању различитих ферментисаних напитака, киселих теста и припремању сапуна. Алхемичари методом покушаја и грешке изузетно много су допринели не само стварању модерне хемије већ и откривању каталитичких процеса. **Ерне Е. КИШ** (Технолошки факултет, Универзитет у Новом Саду), се са својим радовима о катализи често појављивао као аутор чланака у *Хемијском ирепледу*, уводећи нас поступно у свет катализе. У свом најновијем чланку под насловом "*Вечито млада катализа*", који смо публиковали у овом броју он се није детаљније освртао на хронологију откривања каталитичких процеса, јер је то дато у ранијим чланцима, већ је приказао само неколико кључних радова који су допринели фор-

мирању и савременом поимању катализе и каталитичких процеса.

Видео снимци као и остали аудио-визуелни садржаји безразложно су запостављено наставно средство у сфери хемијског образовања. Мултимедија је данас заступљена у свакодневном животу ученика, а сфера њихових различитих интересовања је широка и незамислива без рачунара и савремених технологија. Постоје различите наставне ситуације када употреба мултимедије има позитиван ефекат на развој интересовања и мотивације код ученика. Међутим употреба мултимедије не може да замени нека друга наставна средства нити би смела да замени експерименталне (лабораторијске) огледе. Комбинација различитих наставних средстава међу које спада и мултимедија може да доведе до остваривања једног од најважнијих циљева у образовању, а то је подизање квалитета наставе и учења. У чланку "*Употреба видео снимака у настави органике хемије*" су **Иван Дамљановић**, **Миорад Васојевић** и **Јелена Ђурђевић-Николић** (Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу) представили могући позитивни ефекат употребе видео снимака у настави хемије као и могући начини на који се они могу користити као помоћно наставно средство при употреби других наставних средстава (модел, схема, дијаграми итд.) у предавањима из домена органске хемије.

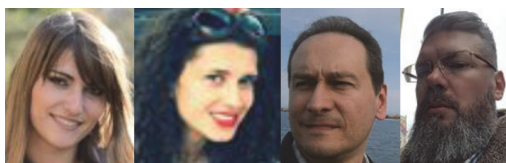
Бранко Дракулић је, као дугогодишњи члан редакције, дао значајан допринос излагању *Хемијског ирепледа*. Током десетак година, колико је био са нама, сам је написао низ популарних чланака из своје области (који су били намењени младима, тј. онима који су тек ступали у свет науке). Сем тога, веома често је наговарао потенцијалне ауторе да пишу за *Хемијски иреплед*, а и поправљао је и дописивао неке радове који су пристигли у редакцију. Његово текст под насловом "*Како изгледа фајл који описује 3Д структуру прошеина?*" (*Хемијски иреплед* 57, 21 (2016)) био је последњи. Хвала му на свему! Недостајаће нам свима! У рубрици *In memoriam Хемијски иреплед* доноси текст о Бранку Дракулићу који је преминуо током 2016. године. Ово је наш последњи опроштај од Бранка.

На Годишњој скупштини СХД, која је одржана 10. марта 2017. поднет је Годишњи извештај о раду Друштва у 2015. години. Извештај је, као секретар Друштва, поднео и потписао **Игор Опсеница**. Како би овај извештај био доступан сваком члану СХД, преносимо га у целини у рубрици *Вести из СХД*.

Ратко М. Јанков



ЧЛАНЦИ



Лена АРИЗАНОВИЋ¹, Данира С. КАДРАЛИЈА¹, Милан Р. НИКОЛИЋ¹, Чедо Д. МИЉЕВИЋ²

¹Универзитет у Београду - Хемијски факултет, Катедра за биохемију (е-контакт: mnikolic@chem.bg.ac.rs); ²Институт за ментално здравље, Медицински факултет, Универзитет у Београду (е-контакт: cedo.miljevic@yahoo.com);

НЕЖЕЉЕНА ДЕЈСТВА ЛЕКОВА - ПРИМЕР ПСИХОФАРМАКА

УВОД

Наш народ каже да је здравље „када (следећи пут!) боли на другом месту“, а да знамо да „лекови делују када имају штетне ефекте“. Заиста, *не постоји* лек који нема нежељено деловање на организам човека у *препорученој дози*, већ само лекови који *ређе* или *чешће* испољавају нежељено дејство. Тегобе изазване леком некада су толико изражене да пацијенти помисле да су добили погрешну терапију. Штетно деловање лекова представља не само проблем за пацијенте, већ и велико оптерећење за читав здравствени систем, пошто су управо лекови најчешћи узрок (60-80%) акутног тровања и код нас и у свету. Осим цитостатика, најбројнија и токсиколошки најзначајнија су тровања психофармацима, супстанцама које утичу на понашање човека. Због тога су штетни ефекти њихове примене укратко приказани у овом раду, са посебним освртом на нежељено деловање антипсихотика, које је и најбоље проучено.

ШТА СУ ЛЕКОВИ И КАКО ОНИ ДЕЛУЈУ?

Према дефиницији Светске здравствене организације (СЗО) лек је свака "природна или синтетичка супстанца или производ који се примењује у циљу модификације или истраживања физиолошких система или патолошких стања". Наш закон о лековима и медицинским средствима лек препознаје као "производ који садржи супстанцу или комбинацију супстанци произведених и намењених за лечење или спречавање болести код људи или животиња, постављање дијагнозе, побољшање или промене физиолошких функција, као и за постизање других медицински оправданих циљева". Једноставније речено, лекови су хемијски агенси који се користе за превенцију, ублажавање, дијагнозу или лечење болести.

Лекови које користимо могу бити фабрички (готови), лекови израђени у апотеци (магистрални лекови), или различити галенски производи прописаног

састава, који се праве у мањим серијама и са краћим роком трајања и зато нису исплативи за фабричку производњу. На основу порекла, постоје хумани лекови (крв, деривати крви и/или производи од крви), лекови животињског порекла (животиње, делови органа, ћелије, секрет, отрови, екстракти, крв и/или производи од крви), затим биљни (биљке, делови биљака, секрет, екстракти) и микробиолошки лекови (микроорганизми и генетски модификовани организми), и, на крају, хемијски лекови (елементи, супстанце и синтетички производи добијени хемијским процесима). Да би један лек ушао у клиничку праксу, неопходно је да прође ригорозна, дуготрајна и изузетно *скупа* предклиничка, а потом и клиничка испитивања. У предклиничкој фази испитују се фармаколошке и токсиколошке карактеристике новог лека. Циљ клиничких испитивања је да се на животињама, а потом и на људима, провери фармаколошко деловање лека и несумњиво утврди његова корисност у третману патолошког стања, као и провери сигурност његове клиничке примене, одреди терапијски опсег и друго.

Фармаколошко деловање ("активност") лека подразумева збир свих *промена* које лек изазива у биолошком систему, као резултат великог броја међусобно повезаних процеса. Обично се ове промене класификују у две фазе: *фармакокинетска фаза*, или "шта организам ради леку" (механизми апсорпције и расподеле лека, његове хемијске промене посредством метаболичких ензима, путеви излучивања метаболита лека), и *фармакодинамска фаза*, или "шта лек ради организму", односно, биолошки ефекти унетог лека на месту деловања. Све ово је предмет проучавања *фармакологије*, научне дисциплине која се бави деловањем лека на здрав и/или болестан организам.

Велика већина лекова *не „лечи“*, у смислу да (потпуно) *уклања* сам узрок проблема, већ третира симптоме неког патолошког стања. Изузетак би били нпр. антибиотици, лекови „убице“ бактеријских ћелија. Лекови могу имати *специфично* или *неспеци-*

фично деловање на организам човека. Уколико се лек везује за одређене рецепторе на површини или у унутрашњости ћелије (стимулација или блокада нисходних сигналних путева), ако он инхибира или активира ензиме, отвара или блокира јонске канале, модификује транспортне системе унутар ћелија и ткива, или утиче на биосинтетске процесе у микроорганизмима, говоримо о специфичном и жељеном деловању лека. Неспецифично деловање лека подразумева активност само у релативно високим дозама, када се неспецифично везује за делове биолошких структура и по правилу испољава (многобројне) штетне ефекте.

НЕЖЕЉЕНА ДЕЈСТВА ЛЕКОВА

Како је речено у уводу, уколико лек *нема* нежељене дејства, постоји оправдана сумња да он нема ни значајан терапијски учинак. Још је Парацелзус (швајцарски лекар, алхемичар и астролог, „отац токсикологије“) давно (XVI век) рекао: „све је и лек и отров, само их доза раздваја“. Нежељено дејство лека (СЗО) је сваки: „... одговор организма на лек који је штетан и неплакиран... и јавља се при дозама које се уобичајено користе за профилаксу, дијагностику или терапију болести,... или измену неке физиолошке функције“. Научна дисциплина и скуп активности који су усмерени на откривање, процену, разумевање и превенцију нежељених ефеката лекова и других проблема везаних за њихову примену назива се *фармаковигиланца*.

Према интензитету, нежељене реакције на лек могу бити: благе, средње тешке и тешке, а према последицама озбиљне и оне које то нису. Благи, и по правилу пролазни симптоми, који указују на реакцију која није уобичајена након узимања неког лека, најчешће се испољавају на кожи и поткожним ткивима, гастроинтестиналном и нервном систему: осип, свраб, мучнина, повраћање, главобоља, дијареја, повећана телесна температура. Најопасније су, наравно, *озбиљне* нежељене реакције на лек, које могу довести до смрти, непосредне животне угрожености, инвалидитета, болничког лечења (које пре тога није било потребно), продужетка болничког лечења, или урођене аномалије, односно дефекта откривеног рођењем. Према учесталости, нежељена дејства лекова могу бити: веома честа (> 10%), честа (1-10%), повремена (0,1-1%), ретка (0,01-0,1%) и веома ретка (< 0,01%). Према механизму настанка, разликују се три главна типа (А, Б и Ц) штетних ефеката лекова. У типу А, она су резултат фармаколошког „деловања лека“, с обзиром да постоји јасна временска повезаност између (дозно-зависног) узимања лека и појаве нежељене реакције. Тип Б подразумева „реакције болесника“ на лек, које су ређе и неочекиване, не појављују се увек и нема дозне зависности, тако да није лако утврдити узрочно-последичну везу и механизам. Пре свега се манифестују као (псеудо)алергијске реакције, односно преосетљивост на лек. Тип Ц обухвата „статистичке ефекте“ лека, нетипичне поремећаје који могу да се јаве и без лека, код којих је мање јасна временска повезаност између узимања лека и појаве нежељене реакције, и чији је меха-

низам тешко утврдити, пошто нису репродукбилне и често постоји дуг латентни период од узимања лека до појаве нежељеног дејства. Имајући у виду да *ниједан* лек није апсолутно безбедан, *сви* утврђени ризици примене лекова наводе се у упутству које је приложено уз свако паковање. Занимљиво, испољавању нежељених дејства лекова подложнија су деца и старије особе, док су (из нејасних разлога) они много заступљенији (50-70%) код жена.

Нежељено деловање неког лека део је његових „плејотропних“ ефеката, који подразумевају деловање на организам *различито* од оног за који је лек специфично развијен и одобрен за коришћење. Биохемијски механизми плејотропног деловања лека не морају да буду слични основном механизму његовог жељеног дејства. Штавише, овакви ефекти могу бити и од користи за организам и зато су важни за укупну клиничку слику примене лека. Дobar пример су статини, који су, због своје изузетне ефикасности у смањењу концентрације „лошег“ холестерола у циркулацији, први избор у фармаколошком третману хиперлипидемија. Наиме, статини показују и велики број од холестерола независних позитивних ефеката, као што је побољшање функције ендотела крвних судова, смањење оксидативног стреса и инфламације, инхибиција тромбогеног одговора, и стабилизација атеросклеротских плака. Општа констатација да су статини „веома безбедни“ отежава, међутим, извештавање нежељеног деловања, и неприхватање да је тегиба на коју се пацијент жали можда повезана са терапијом. Сада се зна да су могућа нежељена дејства *свих* статина и поремећаји спавања (несаница и ноћне море), губитак памћења, сексуална дисфункција и депресија.

ПСИХОФАРМАЦИ: ОПШТИ ПРИНЦИПИ ДЕЛОВАЊА

Према дефиницији СЗО из 1976. године, психофармаци су „лекови који делују на психичке функције, понашање и доживљавање болесника“. Савремено схватање није битно другачије: *психофармаци* (или психотропни лекови) су хемијски агенси који у одређеној дози на посебан начин делују на душевни живот и психичко понашање човека. Они се више од бо година успешно користе у терапији психотичних и неуротичних поремећаја и уобичајено се деле на:

(I) *антипсихотици* (неуролептике), који се углавном примењују у лечењу шизофреније, али су ефикасни и код психоза у другим психијатријским поремећајима (нпр. деменција), у третману непсихотичке маније или агитације (ментална експитација са несврхисходном моторном активношћу). Као и сви други психоактивни лекови, антипсихотици *не лече* ментални поремећај, већ њене циљне симптоме, као што су халуцинације, сумануте идеје или манија;

(II) *антидепресиви* (тимолептике), који делују на поремећаје афекта, депресију не и манију. Клиничку слику депресије карактерише осећај туге, самооптуживање, песимистичка забринутост, несаница, аноре-

ксија, самоубилачке тенденције и психомоторна успореност. Тежа *депресија* погађа око 20 одсто људи у неком периоду живота. Манију карактерише позитивно повишено расположење, хиперактивност, убрзање мисли и говора, повећано самопоуздање, проблематично понашање, али и импулсивност, свадљивост, губитак осећаја умора, поремећаји сна. Антидепресиви различитим биохемијским механизмима (инхибиција преузимање моноамина, инхибиција моноаминооксидазе, селективна инхибиција преузимања серотонина итд.) могу да побољшају расположење и отклоне депресију, активирају психомоторику, али и да делују као анксиолитици. Нежељена дејства су по правилу умерена и пролазна: мучнина, главобоља, вртоглавица, затвор, сексуални проблеми, замућење вида, убрзан пулс, седација, поремећаји сна и друго;

(III) *анксиолиптике* (психоседативи), психоактивне супстанце који елиминишу анксиозност и тензију (неурозе), а могу да делују и као антиконвулзанти и мишићни релаксанти. Анксиозна стања представљају групу психијатријских поремећаја у којима је доминантни симптом анксиозност (изненадно стање тескобе, необјашњивог страха и/или унутрашњег немира) различитог интензитета, која доводи до дисфункционалног понашања. У фармаколошком третману анксиозних стања највише се користе лекови из групе бензодиазепина (нпр. диазепам, тј. бенседин), чији су главни нежељени ефекти поспаност, конфузија, амнезија и ослабљена координација. Много већи проблем је толеранција (постепено повећање дозе потребне да проузрокује жељени ефекат) и зависност на лек. Због тога се саветује да терапија бензодиазепинима траје највише четири недеље, након чега се спроводи постепено смањење дозе и укидање лека. У комбинацији са алкохолом бензодиазепини могу да изазову јаку респираторну депресију;

(IV) *психостимулансе* (психоаналептике), као што су деривати амфетамина, који стимулишу централни нервни систем и повећавају ниво будности, као и укупну психомоторну активност (смањење осећаја умора, побољшање расположења, већа иницијатива, говорљивост и еуфорија). Амфетамини блокирају поновно преузимање допамина и норадреналина, чиме се повећава концентрација ова два неуротрансмитера у мозгу. Међутим, као нежељене ефекте могу да испоље халуцинације, јак моторни немир, главобољу, (само)убилачке тенденције, аритмије, ангинозни бол и/или хиперпирексију (повишену телесну температуру), уз стварање зависности;

(V) *хипнотици*, лекове који уводе у сан. У клиничкој пракси се за ову сврху најчешће користе бензодиазепини, али и тзв. Z супстанце. Високе дозе, посебно старијих генерација ових лекова, доводе до поремећаја свести који воде у анестезију и кому, као и до тешких поремећаја у респираторној и кардиоваскуларној функцији организма;

(VI) *коиницивне њојачиваче*, лекове који се пре свега користе у третману Алцхајмерове деменције, као што су ривастигмин, донепезил и мемантин. Биохе-

мијски механизми њиховог деловања нису довољно изучени, но знају се штетни ефекти: анксиозност, несаница, узнемиреност, срчана аритмија, манија, висок крвни притисак и, наравно, зависност.

ПСИХОЗЕ, СХИЗОФРЕНИЈА И АНТИПСИХОТИЦИ

„Психоза“ означава озбиљан ментални поремећај, који обухвата читав низ патолошких стања. Халуцинације и сумануте идеје, анксиозност, несврсно понашање, агресивност и неадекватне емотивне реакције грубо нарушавају функционисање човека. Психозе могу бити акутне, које трају од неколико сати до неколико месеци, или хроничне. Током епизоде *акутне психозе* пацијент нагло изгуби осећај реалности, са симптомима као што су илузије, сумануте идеје, халуцинације, бизарно понашање. Уколико су пацијенти узнемирени и агитирани, треба их смирити антипсихотикима са значајним седативним дајством, или бензодиазепинима. Уколико пацијент има и симптоме маније, антипсихотику се додаје стабилизатор расположења, односно антидепресив ако је особа депресивна. Акутно конфузно стање, или делиријум, је синдром који карактеришу следећи симптоми: квалитативни поремећаји свести уз поремећај процеса мишљења и поремећај перцепције, губитак оријентације у времену, простору и према другим људима. Уобичајено има изненадни почетак и ток, са наизменичним побољшањима и погоршањима. Узроци делиријума могу бити интоксикације (најчешће психоактивним дрогама, алкохолом и кофеином), метаболичка обољења, трауме или тумори мозга, инфективна обољења, као и апстиненцијални синдром (*delirium tremens*). Делиријум је ургентно психијатријско стање, и као такво захтева неодложан третман. Лечење је у почетној фази усмерено на психомоторно смиривање пацијента, праћење и стабилизацију виталних параметара органа, уз опште мере подршке соматског стања и рехидратацију.

Схизофренија је врста психозе, коју најчешће карактерише хронични ток. Данас се сматра да се њени симптоми могу груписати у синдроме (искривљена стварност, дезорганизација личности, немогућност афективне експресије итд.) који се *различито* током времена (димензионално присуство симптома) испољавају код оболеле особе. Не постоји појединачни симптом који се јавља код *свих* оболелих! Ризик за настанак схизофреније у општој популацији је око 1%. Типично започиње (испољава се) у адолесценцији и раној зрелој доби, код мушкараца између 15. и 25., а код жена између 25. и 35. године живота. У већини случајева драматично нарушава квалитет живота болесника, уз ограничавање радног века и могућности напредовања на послу. Даље, стопа суицида и смртности је повећана у односу на здраву популацију, а схизофрени болесници и њихове породице трпе значајне последице социјалне стигме. Лечење није увек потпуно успешно, уз велике трошкове (који се само у Сједињеним Америчким Државама мере десетинама милиона до-

лара годишње) за породицу пацијента и друштвену заједницу.

Симптоми шизофреније могу да се поделе на „позитивне“, који представљају абнормално *појачање* нормалних функција (у првом реду сумануте идеје и халуцинације), и на „негативне“, који представљају *губитак* нормалних функција (нпр. губитак емоција и воље). Постојећи лекови крајње скромно и *de facto* *незадовољавајуће* делују на негативне симптоме. Позитивни симптоми су последица појачане хипердопаминергије (повећани садржај допамина) у одређеним деловима мозга (вентрална тегментална област) и типично обухватају сумануте идеје (погрешна веровања и идеје од којих је немогуће разуверити оболелог), халуцинације (чулне обмане које могу да се јаве у сваком чулу), поремећаје у говору, психомоторну агитацију и друго. Потпуни недостатак задовољства (анхедонија), недостатак мотивације, недостатак социјалних интеракција, социјално повлачење и општа емоционална индиферентност убрајају се у најчешће негативне симптоме. Треба нагласити да набројани симптоми могу да карактеришу и неке *групе* душевне (психосоматске) поремећаје.

Узроци шизофрених поремећаја и даље нису у потпуности познати. Резултати многобројних истраживања указују на улогу наслеђа, при чему није сасвим јасно шта се заправо наслеђује. Наслеђе се зато сматра само *фактором ризика*, који сам по себи *није* довољан за настанак болести. До болести долази тек у садејству фактора средине на наследну основу, нпр. неадекватна исхрана или инфекције током развоја плода, одређени стресни догађаји или коришћење психоактивних супстанци у каснијим фазама живота. Неки људи су *осетљивији* на спољашње утицаје и надражаје, односно, мање "отпорни" на стрес, оптерећења и унутрашње конфликти. Сматра се да *диохемијску основу* шизофреније чини абнормално *повећана* активност на нивоу неуротрансмитерских система у мозгу, пре свега мезо-лимбичких и мезо-кортикалних допаминергичких нервних путева. Све више се прихвата и хипотеза по којој слободни радикали и друге реактивне хемијске врсте, односно оксидативни стрес, имају важну улогу у патофизиологији шизофреније.

Антипсихотици су лекови који се користе за третман психоза, тј. шизофреније, маничне фазе манично-депресивне психозе, али и делиријума. Први корак у лечењу пацијента је потврда дијагнозе и искључивање психоза насталих услед других болести, лекова или злоупотребе различитих хемијских супстанци. Терапијска примена комбинације антипсихотика се не препоручује. У трудноћи особе са шизофренијом требало би примењивати антипсихотике, с обзиром да је ризик од компликација нелечене болести по мајку и плод *већи* од могућег тератогеног или фетотоксичног ефекта ове групе лекова. Примена антипсихотика у трудноћи свакако захтева детаљно, пажљиво праћење од стране лекара. У фармаколошком смислу, антипсихотици пре свега блокирају (антагонисти) допаминске

рецепторе на неуронима на којима се завршавају допаминергички путеви. Најосновнија подела антипсихотика је на: *типичне*, конвенционалне или лекове прве генерације, који међусобно имају сличну фармакодинамику, клиничку примену и спектар нежељеног дејства, и *атипичне*, или антипсихотике друге генерације, при чему је и даље је актуелна полемика око термина „атипичан“, пошто он није јасно дефинисан. Конвенционални антипсихотици су у клиничкој пракси од 50-тих година прошлог века и на основу хемијске структуре разликујемо неколико класа: фенотиазини (хлорпромазин, флуфеназин, перициазин, тиоридазин, трифлуоперазин); бутирофенони (дроперидиол, халоперидол); тиоксантини (тиотиксен); дифенилбутилпиперидини (пимозид). Нови лекови „друге генерације“ појављују се на тржишту крајем 80-тих и почетком 90-тих година ХХ века. Могу да се уопштено поделе на супституисане бензамиде (ремексипририд и амисулприд) и комбиноване антагонисте серотонинских и допаминских рецептора (рисперидон, оланзапин, кветиапин, zipрасидон, сертиндол и арипипразол).

Сви антипсихотици терапијске ефекте остварују блокадом D_2 допаминских рецептора, за шта је неопходна блокада око 80% њихове укупне популације. Атипични антипсихотици (нпр. клозапин, оланзапин, рисперидон, кветиапин, zipрасидон) такође пре свега делују на D_2 допаминске рецепторе, при чему је њихово везивање не само флексибилније и краће (концепт "брзе дисоцијације"), већ и селективније за рецепторе мезолимбичког пута него за остале D_2 рецепторе. Даље, за разлику од типичних антипсихотика, они могу да значајније блокирају и допаминске D_4 рецепторе, а делимично антагонизују и рецепторе за серотонин, посебно 5-НТ₂ подтип. Комбинација деловања на два система за пренос сигнала одговорна је за различити фармаколошки профил лекова друге, у односу на лекове прве генерације антипсихотика. D_2 рецепторска блокада у мезолимбичком допаминском путу смањује позитивне симптоме шизофреније, док појачано ослобађање допамина и блокада 5-НТ₂ серотонинских рецептора у мезокортикалном путу редукује негативне симптоме. Поред поменутих рецептора, један број антипсихотика блокира и мускаринске, α -адренергичке и H_1 хистаминергичке рецепторе. Афинитет за друге рецепторе доприноси делотворности лека на когнитивне, негативне или афективне симптоме у склопу шизофреније, али и проширује спектар штетних ефеката његове примене.

Иако скупљи, антипсихотици друге генерације су бољи терапијски избор, с обзиром и на (уопштено узевши) бољи ток болести, мању учесталост хоспитализације, бољи квалитет живота и бољу сарадљивост пацијента услед бољег спектра нежељених ефеката. Око 40% болесника слабо реагује на типичне антипсихотике, и код њих се препоручује примена клозапина, који тренутно важи за најефикаснији антипсихотик. Први терапеутски ефекти примене антипсихотика виде се тек након *пар недеља* сталне примене. Једно од

Табела 1. Афинитет типичних и атипичних антипсихотика за различите рецепторе (преузето из 14).

	D ₂	D ₄	5-HT _{2A}	H ₁	M	α ₁
Прва генерација (типични) антипсихотика						
Хлорпромазин	+++	0	++	++	+++	+++
Тиоридазин	+++	0	++	+	+++	+++
Флуфеназин	+++	0	+	0	0	+
Халоперидол	+++	0	+	0	0	+
Друга генерација (атипични) антипсихотика						
Клозапин	++	++	+++	+	+++	+++
Арипипразол	+++	0	++	+	0	++
Кветиапин	+	+	++	+	+	++
Оланзапин	++	+	+++	++	+++	++
Рисперидон	+++	+	+++	+	0	+++

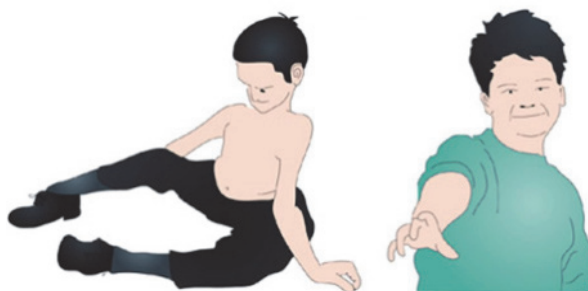
Скраћенице: D, допамински; 5-HT, серотонински; H, хистамински; M, мускарински; α, алфа-адренергички тип рецептора.

објашњења одложеног ефекта антипсихотика јесте да блокада допаминских рецептора доводи до (спорих) промена у метаболизму и функцији циљних ћелија. Дуготрајно узимање антипсихотика води хроничној блокади допаминских рецептора, што последично повећава њихов укупан број на пост-синаптичким мембранама неурона (тзв. „усходна“ регулација). Очекује се да ће напредак у том смислу бити постигнут тек када буде потпуно објашњена биолошка природа саме болести, о којој се још увек недовољно зна.

НЕЖЕЉЕНО ДЕЛОВАЊЕ АНТИПСИХОТИКА

Антипсихотици су лекови са пуно нежељених дејстава, с обзиром да делују преко више типова рецептора (Табела 1), као и што због своје неселективности блокирају рецепторе и у другим допаминергичким путевима осим мезо-лимбичког и мезо-кортикалног пута. Њихова примена зато увек представља *компромис* између жељеног ефекта и штете коју изазивају нежељена дејства.

Најчешћи нежељени ефекти примене *прејоручних* доза антипсихотика су *експираирамидална нежељена дејства*, која се манифестују променама у моторној функцији: акутна дистонија, акатизија, тардивна дискинезија и синдром сличан Паркинсоновој болести. Екстрапирамидална нежељена дејства углавном се јављају код типичних антипсихотика који се чврсто везују за допаминске рецепторе нигро-стријаталног пута. У ери атипичних антипсихотика, *паркинсонизам* изазван лековима много је ређи. Његове типичне манифестације су тремор (неконтролисано дрхтање делова тела), ригидитет (укоченост) мишића и акинезија (непокретност), које се повлаче тек више месеци након престанка узимања лекова. *Акутна дистонија* подразумева мишићну контракцију која води ненормалним невољним покретима тела и екстремитета (кривљење врата, главе, лица, трзање рамена, извртање ноге и стопала) који се понављају. Инциденца



Приказ акутне дистоније (преузето са: <https://sites.google.com/site/activecarephysiotherapyclinic/dystonia>)



Приказ акатизије (преузето са: <http://www.orionpharmaneurologi.se>)

дистоније је 2-3% код пацијената третираним атипичним, а чак 50% код оних третираних класичним антипсихотикама, и чешћа је код младих мушкараца.

Главна карактеристика *акаџизије* као нежељеног ефекта антипсихотика је психомоторни немир, односно понављајући образац нервозних покрета (нпр. тапшање рукама или ногама, љуљање тела, вртење ногу, немогућност да се особа дуже време задржи на истом месту). Инциденца акаџизије варира између 5 и 50% пацијената третираних антипсихотикама.

Тардивну дискинезију карактеришу учестали невољни покрети тела, углавном лица и језика (изненадно плажење, упиљен поглед, брзо трепгање, покрети усана који подсећају на жвакање и друго), што озбиљно угрожава социјални живот болесника.

Антипсихотици блокирају и мускаринске рецепторе за ацетилхолин, тако да могу да испоље и нежељена антихолинергичка дејства: сувоћа уста, отежано мокрење, отежано знојење, опстипација (нередовно и отежано пражњење црева), поремећај акомодације ока. Пошто у извесној мери блокирају и α -адренергичке рецепторе, ови лекови могу да доведу до *ортостатске хипотензије* (вртоглавица приликом устајања из лежећег или седећег положаја) и немогућности ејакулације. Многи антипсихотици изазивају *седацију* због блокаде H_1 хистаминергичких рецептора. Због тога се једна дневна доза лека по правилу узима увече, пре спавања. Најзаступљенији ендокрини поремећај везан за коришћење антипсихотика је повећано лучење *пролактин* од стране хипофизе (допамин инхибира овај процес!), што за последицу може да има лучења млека (галактореја) и изостанак менструације (аменореја) код жена, а гинекомастију



Приказ тардивне дискинезије (преузето са: <http://dxline.info/>)

(увећање груди) и губитак либида код мушкараца. Најтежа компликација приликом примене свих антипсихотика, на срећу мало заступљена (до 0,5% пацијената), је *малилни неуролептички синдром*. Може да се јави код акутног тровања овим психофармацима, али и у препорученим дозама, код особа које су преосетљиве на антипсихотике. Карактерише се мишићним ригором (укрућеност скелетне мускулатуре), грозницом, променама у стању свести и хипотензијом са тенденцијом преласка у стање шока, уз промене одређе-

Табела 2. Приближна учесталост штетних ефеката примене антипсихотика (адаптирано са: <https://www.differencebtw.com/difference-between-typical-and-atypical-antipsychotics/>)

	Екстрапира- мидални	Седација	Повећање масе	Хипер- гликемија	Антихоли- нергички	Ортостатска хипотензија
Атипични антипсихотици						
Рисперидон	+++	+++ ²	+++	+++	+	+++ ²
Кветиапин	++ ¹	++++	+++	++++	+++	+++
Оланзапин	++	++++	++++	++++	++++	++
Клозапин	++	++++	++++	++++	++++	+++
Амисулприд	+++ ¹	++	++	++	+	++
Арипипразол	++	++	++	+	+	++
Зипрасидон	++	+++	++	++	++	+++
Типични антипсихотици						
Халоперидол	++++	++	+++	+++	++	++
Хлорпромазин	+++	++++	++++	++++	++++	++++

Легенда: + (<2%); ++ (>2%); +++ (>10%); ++++ (>30%). ¹ Ретко у уобичајеним дозама; ² На почетку третмана.

них лабораторијских параметара (нпр. број леукоцита, вредности креатин-фосфокиназе). Патофизиолошки механизми који доводе до неуролептичког синдрома нису у потпуности познати.

Код терапије атипичним антипсихотикама постоји мањи ризик од појаве екстрапирамидног синдрома, тако да се лакше подносе, међутим, увећава се (посебно код клозапина и оланзапина) ризик од појаве метаболичког синдрома: повећање телесне масе (гојазност), инсулинска резистенција и хипергликемија (дијабетес типа 2), појава дислипидемије и ризика за кардиоваскуларне болести. Уколико пацијент узима неки од атипичних антипсихотика, препоручује се периодично праћење биохемијских параметара из серума/плазме, како би метаболички поремећаји били благовремено откривени.

УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Сви лекови имају нежељено деловање на организам човека. Оно је понекад толико изражено да доводи до прекида терапије која је по другим показатељима успешна. Обавеза је лекара да пријаве све нежељене реакције на лекове за које сазнају од својих пацијената, нашем Националном центру за нежељена дејства лекова при Агенцији за лекове и медицинска средства Србије, на посебном формулару које се преузима са веб-сајта агенције (<https://www.alims.gov.rs/ciril/prijava-nezeljene-reakcije-na-humani-lek/>).

Abstract

DRUG SIDE EFFECTS IN THE CASE OF PSYCHOFARMACS

Lena Arizanović¹, Danira S. Kadralija¹, Milan R. Nikolić¹, Čedo D. Miljević²

¹University of Belgrade - Faculty of Chemistry, Department of Biochemistry; ²Institute of Mental Health, Faculty of Medicine, University of Belgrade

The therapeutic use of drugs always has as a consequence detection of their harmful effects. The most numerous and clinically important are side effects of psychopharmacs, chemical substances that affect man's behavior. In this paper, general principles of (un)wanted biological action of psychopharmacs are briefly presented, with a special focus on acting of antipsychotic medications.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gardner DM, Baldessarini RJ, Waraich P. Modern antipsychotic drugs: a critical overview. *CMAJ*. 2005; 172(13):1703-11.
2. Hall WD, Lucke JC. The enhancement use of neuropharmaceuticals: more scepticism and caution needed. *Addiction*. 2010; 105(12):2041-3.
3. <http://beyondhealth.com/media/wysiwyg/kadro/articles/TheCholesterolMyth.pdf>
4. <http://www.mfub.bg.ac.rs/dotAsset/37272.pdf>
5. <http://www.zdravlje.gov.rs/downloads/Zakoni/Zakoni/ZakonOLEkovimaIMedSredstvima.pdf>
6. <https://www.alims.gov.rs/ciril/files/2016/07/NRL2016.pdf>
7. Kapur S, Agid O, Mizrahi R, Li M. How antipsychotics work-from receptors to reality. *NeuroRx*. 2006; 3(1):10-21.
8. Kaufman G. Adverse drug reactions: classification, susceptibility and reporting. *Nurs Stand*. 2016; 30(50):53-63.
9. Lamberti JS, Olson D, Crilly JF, Olivares T, Williams GC, Tu X, Tang W, Wiener K, Dvorin S, Dietz MB. Prevalence of the metabolic syndrome among patients receiving clozapine. *Am J Psychiatry*. 2006; 163(7):1273-6.
10. Malhotra AK, Litman RE, Pickar D. Adverse effects of antipsychotic drugs. *Drug Saf*. 1993; 9(6):429-36.
11. Melkersson K, Dahl ML. Adverse metabolic effects associated with atypical antipsychotics: literature review and clinical implications. *Drugs*. 2004; 64(7):701-23.
12. Petty RG. Prolactin and antipsychotic medications: mechanism of action. *Schizophr Res*. 1999; 35 Suppl:S67-73.
13. Poznić-Ješić M, Ješić A, Babović-Filipović J, Živanović O. Ekstrapiramidalni sindromi izazvani antipsihoticima. *Medicinski pregled*. 2012; 65(11-12):521-6.
14. Prescribing atypical antipsychotics in general practice. *BPJ*. 2011; 40:14-23.
15. Rang HP, Dale MM, Ritter JM, Moore PK. *Farmakologija* (peto izdanje). Data status, Beograd, 2005; 525-34.
16. Santarsieri D, Schwartz TL. Antidepressant efficacy and side-effect burden: a quick guide for clinicians. *Drugs Context*. 2015; 4:212290.



Erno E. KISH, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет, (e-mail: ilona1946@gmail.com)

ВЕЧИТО МЛАДА КАТАЛИЗА

Катализа представља интердисциплинарно истраживање, и осисодњава науку за препознавање феномена на нивоу молекула, обухвата области од квантне механике до инжењерства; имаже разоткривању фундаменталних принципа природе, битно доприноси благодинању човечанства, и са сигурношћу може предвидети да ће катализа остати заувек млада, а њен значај у будућности даље ће се повећавати. (Алојз Фирстнер /Alois Fürstner, Max Planck Society¹)

ФОРМИРАЊЕ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ КАТАЛИЗА

Младост зайочиње са завршавањем доба адоlescенције, када особа савлада психичке тешкоће, реши кризу идентитета, и постаје стабилна личност.

Око нас се одигравају каталитички процеси, како у живом тако и у неживом свету. Процеси дисања, варења, образовања мисли су каталитички процеси. Силкатске стене се формирају по каталитичком механизму², исто тако и формирање плодног хумуса³. Земљина атмосфера се формира у биокаталитичким процесима од којих је фотосинтеза најважнија. Уколико се фотосинтеза одиграва у оксичним условима $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{светлост} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$ долази до смањења угљен-диоксида у атмосфери, што ће временом допринети захлађењу Земљине атмосфере. Уколико се фотосинтеза одиграва у аноксичним условима $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} + \text{светлост} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ настали угљенохидрати подлежу метаногенези: $2\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CH}_4$ и настали метан са јаким ефектом стаклене баште допринеће загревању Земљине атмосфере⁴. Периодична промена климе на Земљи је одређена небеском механиком⁵, а наведени фотокаталитички процеси могу да изазивају блаже промене током ових периода⁴.

Човек катализу је примењивао и онда када није ни био свестан тога, пре свега при припремању различитих ферментисаних напитака, киселих теста и припремању сапуна. Алхемичари методом покушаја и грешке изузетно много су допринели не само стварању модерне хемије већ и откривању каталитичких процеса⁶. Младачким ентузијазмом и бујном маштом алхемичари су измислили еликсир живота и камен мудраца. Помоћу овог камена обични метали се претварају у племените, у односу 1:100, 1:1000, 1:10000 па и више. Уколико би се биљке заливале раствором камена мудрости оне би расле невероватном брзином, а намешавањем камена мудрости у стакло добијени производи би се лако ковали и савијали⁷. Данас каже-

мо да катализатори не делују у стехиометријском односу, процес се води селективно, према жељеном производу, са жељеним особинама, а у пољопривредним апотекама купујемо хормоне раста биљака, који подстичу брже бокорење, а тиме се постиже бржи раст биљака и постижу се већи приноси у пољопривреди.

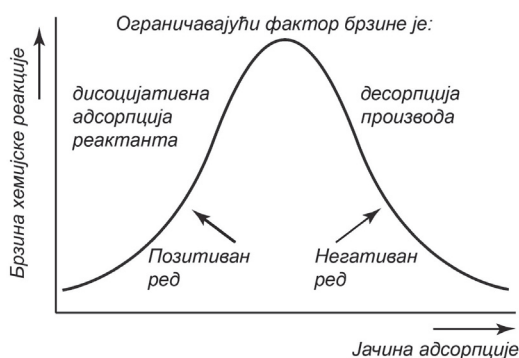
У овом раду неће се детаљније освртати на хронологију откривања каталитичких процеса, јер је то дато у радовима^{6,8}, већ ће се приказати само неколико кључних радова који су допринели формирању и савременом поимању катализе и каталитичких процеса.

Пајен (Anselme Payen) 1833.године је изоловао први ензим, диастазу (амилаза по савременој номенклатури) из слада, и у присуству овог ензима је изучавао разградњу скроба. Мичерлих (Eilhard Mitscherlich) исте године изучавајући синтезу диетилетра из етанола у присуству сумпорне киселине, разлагање алкохола, сирћетне киселине и урее у присуству племенитих метала, дошао је до закључка да сумпорна киселина, односно злато и сребро у овим реакцијама имају само улогу "контакта". Мичерлих је изучавао и ензимске реакције, и дошао је до закључка да се ензими у овим реакцијама остају непромењени, међутим за њихов успешан рад неопходно је обезбедити одређену температуру. Ови и други радови су подстакли Берцелијуса (Jöns Jakob Berzelius) 1835.године да ферменте назове "каталитичким силама", а процесе који се одигравају у присуству фермената назвао је каталитичким процесима. Према Берцелијусу "каталитичке силе" вероватно су електричне природе. Савремена наука појам катализе веже за име Берцелијуса⁹. Међутим, треба напоменути да алхемичар Либавијус (Andreas Libavius) реч катализу користи и у својој књизи ALCHEMIA, много раније, 1597.године "*De magisteriis substantiae, ubi primum det metallorum transformatione, magisterium substantiae fit vel genesi vel catalysi*" (Магистрална супстанца код претварања метала упућује нас или на генезу/(стварање) или на катализатор)¹⁰.

Да би катализа постала пунолетна у различитим областима хемије неопходно је било упознавање термодинамике хемијских реакција. Оствалд (Fridrich Wilhelm Ostwald, Nobel laureate, 1909) своју Нобелову награду је добио за постигнуте резултате у области катализе, хемијских равнотежа и кинетике каталитичких хемијских реакција. Оствалд наглашава да катализатори утичу на кинетику хемијских реакција, али не утичу на термодинамичку равнотежу реакције⁷, то јест шта није могуће у одсуству катализатора то није могуће ни у присуству катализатора. Тиме је свака "мистика" алхемичара око камена мудрости/катализатора дефинитивно нестала. На њују развоја катализе "иси-

хичке *џеикоће*" су нестале, решена је и криза идентитета. Катализа је постојала ефикасно и поуздано истраживачко средство у свим областима хемије.

У савременој литератури једна је од најједноставнијих и најпотпунијих дефиниција катализе гласи као: "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"¹¹. Разумевању интермедијерног дејства катализатора са реактантима и продуктима много је допринео Сабатије (Paul Sabatier, Nobel laureate, 1912). Сабатије је изучавао каталитичке реакције у присуству различитих метала за хидрогенацију органских једињења. На основу својих запажања о прелазним стадијумима адсорпције на површини катализатора створио је сопствену теорију о стварању нестабилних међупроизвода (интермедијера) између реактаната и катализатора. Уколико се прикаже зависност брзине дисоцијативне адсорпције реактаната (стварање нестабилног међупроизвода) на површинама различитих метала у зависности од промене енталпије добија се звонолики дијаграм, Слика 1. Промена енталпије је пропорционална јачини везе између метала и учесника реакције (интермедијера). Брзина каталитичке реакције ће постићи свој максимум када је јачина везе између реактаната и катализатора оптимална. Значи да је јачина/енергија везе између адсорбованог молекула и катализатора једнака је енергији која је потребна да се производ десорбује са површине метала. Ова појава је названа Сабатијеовим принципом каталитичког дејства⁸. Сабатијев принцип каталитичког дејства касније ће послужити за предвиђање активности катализатора, то јест за одређивање константе брзине и за израчунавање енергије активације каталитичких реакција¹².



Слика 1. Сабатијеов принцип каталитичког дејства.

За интерпретацију кинетике каталитичких реакција Ејрингова (Henry Eyring, Princeton University) теорија прелазног стања, (теорија активираниог комплекса, или теорија апсолутних брзина) је најпогоднија. Са интерпретацијом брзине каталитичких реакција истовремено су се бавили и Еванс (Meredith Gwynne Evans, University of Manchester) и Полањи (Michael

Polanyi, University of Manchester). Теоријска основа њихове кинетичке једначине се заснива на статистичкој термодинамици и на кинетичкој теорији гасова. Једначина ових аутора је позната од 1935. године.

$$k = (k_B T/h) \cdot e^{\Delta S^*/R} e^{-\Delta H^*/RT}$$

где је k константа брзине хемијске реакције, у предекспоненцијалном фактору ($k_B T/h$) појављује се Болцманова (Ludwig Boltzmann), k_B и Планкова (Max Planck) константа, h , као и апсолутна температура, T , а у експоненту ΔS^* , ΔH^* и R , које величине представљају ентропију и енталпију активације, и универзалну гасну константу. Енталпија активације корелисана је са енергијом активације¹³. Веза између енталпије активације и енергије активације, E_a дата је једначином $\Delta H^* = -nRT$, где је n за мономолекулске реакције у гасној фази и за све реакције у течној фази има вредност 1, а за бимолекулске реакције у гасној фази 2¹⁴. Тако да једначина константе брзине хемијских реакција за реакције првог реда према теорији прелазног стања имаће облик:

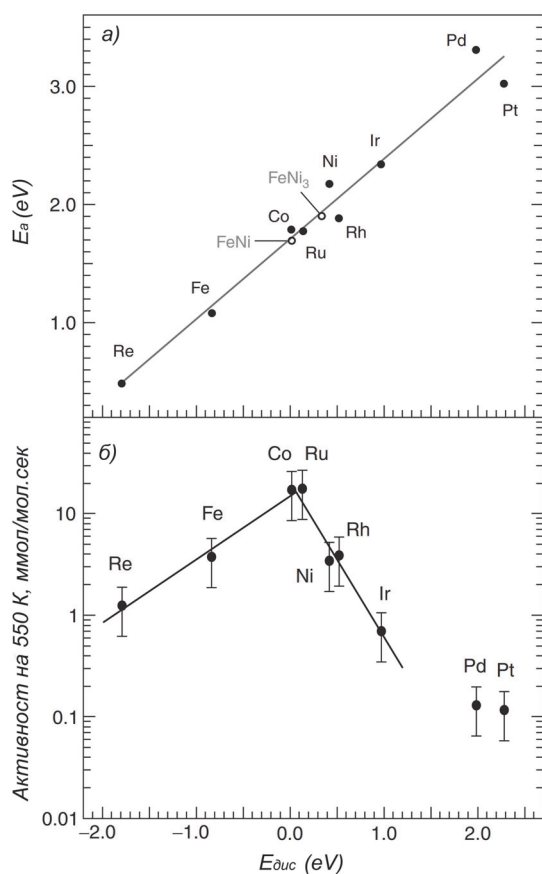
$$k = (k_B T/h) \cdot e^{(1+\Delta S^*/R)} e^{-E_a/RT}$$

а за реакције другог реда:

$$k = (k_B T/h) \cdot e^{(2+\Delta S^*/R)} e^{-E_a/RT}$$

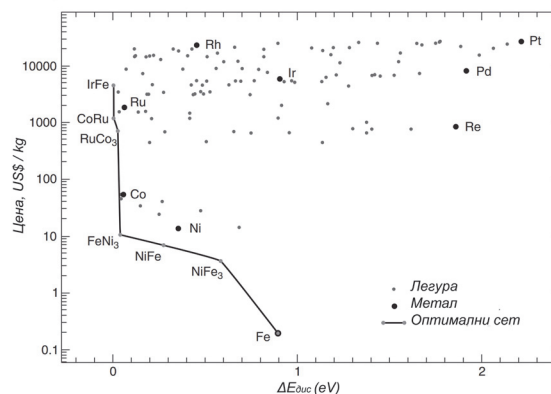
Уколико се изврши линеаризација кинетичке једначине прелазног стања може да се израчуна константа брзине и енергија активације у зависности од неког дескриптора. Ова метода се користи у циљу одређивања оптималне везе између интермедијера и катализатора. У ову сврху каталитичари примењују Бренстед-Еванс-Полањијеву релацију/принцип, (Brønsted-Evans-Polanyi, BEP)^{15,16}. Према BEP - овом принципу за одређени сет/фамилију хемијских реакција разлика у активационој енергији између две реакције пропорционална је разлици њихових енталпија. Блугард и сар.¹⁷ теоријом функционала густине (Density functional theory, DFT) су припремили сет података о енергијама хемисорпције (подаци се добијају компјутерским прорачуном) за неколико једноставних молекула гаса на одговарајућим металима као катализатора. Користећи ове податке, као дескрипторе, за израчунавање активности металних катализатора у реакцијама метанације добили су карактеристичну зависност активности катализатора од енергије дисоцијације, то јест тзв. вулканолски дијаграм. Као што је раније напоменуто претеча овог дијаграма била је "Сабатијева звонолика крива". Назив вулканолски дијаграм ("volcano plot"), потиче од Баландина (Алексеј Александрович Баландин), познатог научника у области хетерогене катализе¹⁸. Андерсон и сар.¹⁹ претходна истраживања на пољу реакције метанације су проширили и на неке легуре гвожђа и никла. За израчунавање енергије активације користили су енергију дисоцијације, $E_{\text{дис}}$ слободног молекула CO и адсорбованог молекула CO, као дескриптора каталитичке реакције. Ова зависност је дата на Слици 2а, а вулканол-

лики дијаграм Слика 2б је адаптиран на основу података добијених у раду¹⁷



Слика 2. Одређивање енергије активације дисоцијације CO (а), и активности катализатора у зависности од енергије дисоцијације адсорбованог CO, $E_{дис}$ (б).

Слично овим истраживањима изложене методе успешно се примењују и у области електрокатализе²⁰. Пројектовање катализатора наравно се не завршава само на изналажењу најактивнијег катализатора. У комерцијалном смислу треба одредити катализатор који ће за најнижу цену пружати најбоље каталитичке перформансе. Катализатори данас се "кроје" не само по намени, већ и по цени, Слика 3. Парето (Vilfredo Pareto) дијаграм показује цену коштања 117 металних и биметалних катализатора у зависности од разлике између оптималне и стварне енергије дисоцијације CO, $\Delta E_{дис}$. Са овог дијаграма лако је уочити да је разлика између оптималне и стварне енергије дисоцијације $\Delta E_{дис}$ практично једнака нули за катализаторе FeNi₃, Co, RuCo₃, CoRu и IrFe. Са дијаграма такође се види да катализатор FeNi₃ има најнижу цену по маси катализатора, а има исто тако добре каталитичке перформансе као и остали катализатори који се налазе на вертикали $\Delta E_{дис} = 0$.



Слика 3. Парето (Pareto) дијаграм показује цену коштања 117 металних и биметалних катализатора у зависности од разлике између оптималне и стварне енергије дисоцијације CO, $\Delta E_{дис}$

Могућности предвиђања активности и цене катализатора сведочи о томе да је катализа постојала и оузвано и ефикасно средство у рукама истраживача у различитим областима хемије. Решена је и "криза идентитета" ове "младе особе". Катализа није постојала нека нова грана хемије, већ је она постојала моћно средство за синтезу нових производа, средство за уношење механизма хемијских реакција на нивоу атома и молекула, средство у рукама инжењера за успешну и ефикасну производњу у областима хемијске, прехранбене и фармацеутичке индустрије.

МЕСТО КАТАЛИЗЕ У ДРУШТВЕНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ

Најважнији је задатак младости да се уклапи у друштвену заједницу.

Почетак хемијске индустрије веже се за производњу сумпорне киселине (оксидација сумпора каталисана азотом оксидима, Џошуа Ворд / Joshua Ward, 1736. година). Хемијска индустрија је предухитрила индустријску револуцију за читавих 45 година (парна машина Џемса Вата / James Watt, 1781. година). Индустријска револуција није мењала само начин производње одговарајућих добара већ и друштвено-политичке односе (грађанска / буржоаска револуција у Француској, 1789. година).

Читав 19. век протиче у откривању важних каталитичких процеса и у откривању фундаменталних принципа катализе⁶. На индустријском нивоу се производи сумпорна киселина, а обим и начин производње сумпорне киселине постаје мерило развијености хемијске индустрије неке земље, не само у 19. веку, већ и на почетку 20. века. Сабатијеова истраживања реакције хидрогенације и дехидрогенације органских једињења на површини племенитих метала на крају 19. века пружају основе савременом поимању и предвиђању каталитичког дејства. Разрађена је могућност производње маргарина хидрогенацијом јестивих биљних уља на површини племенитих метала. У Не-

мачкој вршена су интензивна истраживања у циљу везивања молекуларног азота из ваздуха (синтеза амонијака у присуству промоторованог катализатора гвожђа, 1910. година) у циљу производње вештачких азотних ђубрива, експлозива, боје и лакова. Немачка није располагала ресурсима шалитре нити горива, а Први светски рат се брзо приближавао. Уочи Првог светског рата 1913. године Бергиус (Friedrich Bergius) је разрадио каталитички поступак за ликвефакцију угља, а разрађени су и каталитички поступци за производњу синтезног гаса, шта ће касније омогућити производњу метанола и вештачког бензина. После Првог светског рата у развијенијим земљама почиње серијска производња мотора са унутрашњим сагоревањем. Појављује се потреба за квалитетније гориво, те се разрађују каталитички поступци за десулфуризацију и денитрификацију нафте, одмах после рата, 1920. године. Пошто Немачка не располаже природним ресурсима нафте разрађује каталитички поступак за синтезу течних горива и мазива (Фишер и Тропш / Franz Fischer, Hans Tropsch, 1926. година).

Велике аутомобилске утрке између различитих произвођача аутомобила наводи Ондрија (Eugene Houdry) 1930. године да побољша квалитет горива, што постиже крековањем нафте на природним киселим глинама. Немирне године у свету поново се појављују 1930. година. Производња квалитетних синтетских авио и аутомобилских горива постоје реална потреба. Поступак алкилације пропена и бутена у присуству врло киселих катализатора (H_2SO_4 , HF) доводи до повећања октанског броја горива. Прво индустријско постројење за алкилацију је инсталирано у САД, 1940. године. Исте године је разрађен поступак изомеризације n-бутана у изо-бутан на алуминијум-хлоридном катализатору. Моћна аутомобилска и захуктала ратна индустрија, поред горива, захтевала је и огромне количине синтетских гума (ањонска катализа). На изради синтетских гума интензивно су радили у Немачкој, Совјетском Савезу али и у САД. Прва фабрика вештачке гуме у Европи изграђен је у Совјетском Савезу, 1932. године, у Немачкој 1935. године је започета производња тзв. "Буна" гуме, а у САД 1940. године је започета производња тзв. "Amegipol" синтетичке гуме²¹.

После Другог светског рата 1953. године започиње полимеризација олефина (координациона катализа, Циглер и Ната, Karl Ziegler, Giulio Natta). Отвара се широко поље за синтезу различитих материјала, тако да Уеда (W. Ueda) катализу назива базом за иновације, у области синтезе нових материјала²². Детаљније о индустријској катализи има у прегледном раду²³.

Седамдесетих година прошлога века свет се суочава са енергетском кризом. У Јужној Африци се проширују погони за производњу вештачког горива (Фишер-Тропшова синтеза), а у САД је разрађен поступак производње вештачког бензина из метанола на киселим зеолитима. Исте деценије загађивање животне средине поприма алармантне размере. Влада Калифорније 1970. године је донела закон о заштити живот-

не средине (California Environmental Quality Act), а касније и савезна влада САД (National Environmental Policy Act). Ови закони знатно су допринели развоју катализатора за пречишћавање издувних гасова аутомобила, као и катализатора за пречишћавање отпадних гасова из индустрије, не само у САД, већ у читавом свету²⁴.

Одрживост развоја друштва одређена је заштитом животне средине и чувањем односно рационалним трошењем необновљивих ресурса. Од 1990. године разрађени су нови каталитички поступци за производњу биогорива, биодизела, биоетанола, биоводоника, као и различити каталитички поступци за синтезу хемикалија, полимера и слично, из обновљивих сировина.

Промена климе услед глобалног загревања представља нови изазов у катализи. Гориви галвански спрегови (електрокатализа) за покретање аутомобила данас представљају стварност. Од 2012. године на Исланду ради пилот постројење за рециклирање атмосферског CO_2 . Из CO_2 и водоника, који се добија електрокаталитичким путем из воде (струју обезбеђује геотермална електрана) производи се метанол, у присуству класичних катализатора на бази бакра. Метанол даље може да послужи као гориво, и као сировина за широку лепезу органских производа²⁵.

Катализа директно или индиректно обезбеђује 30 % бруто домаћег производа европских земаља, а присутна је у изради 80 % производа²⁶. Фридонија група (The Freedonia Group - Industry Market Research) глобално тржиште катализатора процењује на преко 20 милијарди US\$ за 2018. годину²⁷. Детаљније о улози катализације у друштву и о њеном економском значају може да се чита у раду²⁸.

Катализа не изазива промене у друштву, она само подстиже друштвене промене.

ДОМЕТИ КАТАЛИЗЕ И ДАЉИ ИЗАЗОВИ

Не може се рећи једнозначно када се завршава доба младости, јер је граница одређена степенем образовања и односа који владају у друштву.

Основни задатак катализе је био и остао да активира тешко реактивна једињења да би се добио жељени производ. Претходна реченица имплицитно описује две најважније особине катализатора, активност и селективност. Савремени синтетисани катализатори, нпр. металоцени, могу имати активност 10^6 кг производа / кг катализатора х час, и селективност (жељени производ) и до преко 99%²⁹. Приликом креирања новог катализатора научници воде бригу о томе да синтетисани катализатор има: *i*) високу активност (мали реактори, мала потрошња енергије); *ii*) високу селективност (мале јединице за раздвајање производа, мало отпадака) и *iii*) високу одрживост (примена сировине различитог порекла, по могућношћу обновљиве природе)³⁰.

Шоморјаи и Ли (G.A. Somorjai, Y. Li) у раду³¹ истичу следећа поља интензивног истраживања и развоја катализе: *i*) цепање молекула воде и угљен диоксида за

производњу енергије помоћу фотокатализатора *ii*) ефикасну конверзију горива у циљу производње електричне енергије помоћу горивих галванских спрегова *iii*) селективну конверзију биомасе ради производње горива и хемикалија *iv*) селективну производњу финих хемикалија и фармацеутских производа у присуству хетерогених катализатора *v*) одстрањивање гасова који изазивају ефекат стаклене баште, (нпр. угљен диоксид и метан) у циљу заштите животне средине и производње енергије као и хемикалија.

Цепанье молекула воде и угљен диоксида у ирисусиву фотокатализатора

Цепанье молекула воде у водоник и кисеоник може да се оствари врло различитим технолошким поступцима. Овако добијени водоник представља основу економије водоника (hydrogen economy). Класична електролиза воде је скупа, разни каталитички поступци за производњу водоника из угљоводоника (нафте и земног гаса) представљају прљаве технологије. Нафту и земни гас, као необновљиве сировине, боље би било рационалније валоризовати у неке друге производе. Цепанье молекула воде помоћу фотокатализатора је давна човекова жеља, јер се располаже великим количинама воде, као и светлосном енергијом сунца. Фотокаталитичка разградња молекула воде релативно лако је остварљива. Прави проблем ове технологије лежи у томе да треба безбедно раздвојити ослобођени водоник од ослобођеног кисеоника, да би се спречила њихова бурна хемијска реакција, тј. њихово поновно сједињавање у молекула воде. Ли и сар.³² (R. Li) наночестице оксида платине и кобалта су залепили на површину кристала полупроводника бизмут-ванадијум-оксида. Затим тако створени сложени катализатор уронили у воду и изложили светлосним зрацима. Бомбардовање површине полупроводника светлосним зрацима производило је струју електрона. Струја електрона је изазвала разградњу молекула воде на молекуле водоника и кисеоника. Молекули кисеоника су мигрирали према честицама кобалт оксида, а молекули водоника према честицама платине. Пошто су честице оксида кобалта и платине биле раздвојене ослобођени молекули водоника и кисеоника међусобно нису могли реаговати, то јест могућност стварања воде била је искључена. Истраживачи сада раде на даљем побољшавању овог сложеног каталитичког система³². Фотокаталитичка редукција угљен-диоксида може да се изведе на полупроводницима, као што су ZnS, CdS и допрани TiO₂, у присуству видљиве светлости ($\lambda = 400-800$ nm). Вишестепена редукција угљендиоксида са 2 електрона резултује СО или НСООН; са 4 електрона настаје С или НСНО; са 6 електрона CH₃OH; са 8 електрона CH₄. Фотокаталитичка редукција угљен-диоксида може да се изведе и на моноклеарним и на мултинуклеарним комплексима кобалта, никла и рубидијума, при чему настаје СО, H₂ и НСООН²⁵.

Конверзију горива у електричну енергију у горивим галванским спреговима

Електрокаталитичко сагоревање горива се изводи у тзв. горивним галванским спреговима (горивне ћелије). Горивни галвански спрегови су електрохемијски системи који конвертују хемиску енергију горива (водоник, у специјалним случајевима и метанол или метан) директно у електричну енергију у облику једносмерне струје ниског напона. Укупна електрохемијска реакција одговара сагоревању горива, али због просторне одвојености долази до усмереног протока електрона, кроз спољно електрично коло (као потрошача), од аноде ка катоди и појаве електричне струје. Са друге стране, електрични баланс се успоставља усмереним кретањем јона кроз електролит. У нискотемпературним горивним галванским спреговима ($< 200^{\circ}\text{C}$) електролити могу бити како киселине тако и базе. Електроде обично се израђују од платине или од њених легура. Због високе цене платине, као и њених легура, метали су наношени на порозни керамични или угљенични носач. На аноди (негативна електрода, $\sim 0,1$ mg Pt/cm²) врши се оксидација горива, а на катоди (позитивна електрода, $\sim 0,5$ mg Pt/cm²) се редукује оксидационо средство, то јест кисеоник. Основна хемијска реакција која се одиграва у H₂-O₂ горивном галванском спрегу може да се опише следећом реакцијом: $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$. Стандардна слободна енергија реакције је $\Delta G^{\circ} = -235,76$ kJ/mol, стандардна слободна енталпија реакције је $\Delta H^{\circ} = -285,15$ kJ/mol, а стандардна електромоторна сила спрега је $E^{\circ} = 1,229$ V³³.

Селективна конверзија биомасе у горива и хемикалије

Производња биогорива: биодизела, биоетанола, биоводоника обезбеђује обновљиву енергију хемијским путем. Ови процеси углавном се изводе у присуству катализатора или биокатализатора^{34,35}. Производња биодизела довело је до енормног повећања количине глицерола на тржишту. Наиме, производњу биодизела прати приближно 10 мас.% глицерола, као нуспроизвода. Нагомилане количине глицерола могу се превести у синтетички гас, тако глицерол може да послужи за синтезу биогорива, биомазива и различитих хемикалија, као што су: моно-и полиестри, моно-и полиетри, пропан -1, 2 -диол, пропан-1,3-диол, акролеин, циклична једињења нпр. глицерол карбонат, циклични ацетали, глицидол, епихлорхидрин итд^{36,37}.

Производња fine хемикалије и фармацеутичких ироизвода

У области производње fine хемикалије и фармацеутских производа присутна је катализа на бази прелазних метала (асиметрична хидрогенација, хирална катализа, метатеза олефина, унакрсно купловање); органокатализа као и биокатализа³⁸. Органокатализа данас има врло значајну улогу у фармацеутској хемији^{39,40}. Да ли је органокатализа млада? Јесте. Јер је она у последње време свуда присутна. Али треба при-

знати и то да је она рођена 1859. године, када је Либиг (Justus von Liebig) открио каталитичка својства ацеталдехида⁴¹.

Одстрањивање гасова који изазивају ефекат стаклене баште

Гасови стаклене баште су водена пара (H_2O), угљен-диоксид (CO_2), метан (CH_4), флуорисани угљоводоници (HCF), азотсубоксид (N_2O) и сумпор-хексафлуорид (SF_6). Концентрација ових гасова у атмосфери (осим водене паре) непрестано расте услед човекове активности. Последица пораста количине гасова стаклене баште је повећање температуре атмосфере што изазива топљење поларног леда и подизање нивоа мора. Због ових промена нестају неке биљне и животињске врсте са Планете, а животна средина човечанства постаје све угроњенија.

Шоморјаи и Ли³¹ на пољу заштите животне средине истичу катализу и катализаторе за отклањање нечистоће из атмосфере, мада катализаторима за пречишћавање отпадних вода и катализаторима за ремедијацију земљишта треба посветити исто толико пажње као и катализаторима за отклањање штетних гасова из атмосфере²⁴. Катализа и каталитички процеси двојачко могу утицати на заштиту животне средине: *иревениивно*, правилним избором каталитичких технологија и *инијервениивно*, одстрањивањем полутаната загађеног ваздуха, воде и земљишта²⁴. Различите гране катализе у области екологије врло брзо се развијају и представљају покретачку снагу за побољшање квалитета живота, здравља и животне средине⁴².

Ако посматрамо писану историју катализе "године" катализу ће учинити "временском". Међутим, катализа је ипак млада, јер је у стању да пружи људском друштву увек нешто ново и савремено. Вечито млада катализа била је, и засигурно ће остати, значајан носилац економског и социјалног развоја човечанства.

Abstract

FOREVER YOUNG CATALYSIS

Ernő E. KISS

University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

Biocatalysis is older than the written history of mankind, and industrial catalysis was born before the Industrial Revolution. However, catalysis can be regarded as eternally young field of science because it is constantly renewed. Catalysis is able to provide for human society always something new and contemporary. Long ago well-known processes which were belonging to homogeneous enzymatic biotechnologies today are updated by heterogenization of enzymes to facilitate separation of the product from the reaction mixtures. Natural enzymes are replaced in part or in complete enzyme mimics. Once applied industrial catalysts are replaced with new more active, selective and stable catalysts.

Catalysts today are "tailored" not only for their application, but also for their price. The ability to predict the catalyst activity and prices testifies that the catalysis has become a reliable and exact tool in the hands of researchers in various field of chemistry. The most important

breakthroughs in catalysis are: cleaving the molecules of water and carbon dioxide in the presence of photocatalyst; fuel conversion into electricity; biomass conversion into fuels and chemicals; production of fine chemicals and pharmaceuticals; removal of harmful gases from atmosphere, catalytic water cleaning and soil remediation.

Catalysis always fit into society and into social movements. Catalysis changed and renewed according to the needs of society. Industrial catalysis at the same time change the way of producing of relevant goods and the socio-political relations itself. Catalysis although can't cause changes in society, but can accelerate the occurred changes. Catalysis has been, and will certainly remain, an important carrier of economic and social development of mankind.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Fürstner, "Forever young – The Catalysis Frontier", https://www.mpg.de/36742/cpto7_ForeverYoung-basetext.pdf, Retrieved, 2. 2. 2017.
2. C.T. Foster, Jr., "The role of biotite as a catalyst in reactions mechanisms that form silimanite", *Canadian Minerologist*, 29 (1991) 943-963).
3. C. Varadachari, K. Ghosh, "On humus formation", *Plant and Soil*, 77 (1984) 305-313.
4. W. Oschmann, "The Evolution of the Atmosphere of our Planet Earth", AIR 2011, Humboldt Kolleg on AIR, Goethe Universität, Frankfurt am Main.
5. С. Максимовић, "М. Миланковић путник кроз ваионну и векове", Удружење Милутин Миланковић, Београд, 2016.
6. Е. Киш, Г. Бошковић, "Рађање катализе", *Хемијски преглед*, 51, 4 (2010), 79-84.
7. Z. Szabó, "Kontakt katalízis", *Akadémiiai Kiadó*, Budapest, 1966.
8. R. van Santen, "Catalysis in Perspective: Historic Review", pp. 3-19, *in* Catalysis: From Principle to Applications, (Edited by M. Beller, A. Renken and R.van Santen), First Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KgA, 2012.
9. B. Lindström and L.J. Pettersson, "A Brief History of Catalysis", *CATTECH*, 7,4 (2003) 130-138.
10. <https://www.kth.se/en/che/archive/arkiv/berzelius-1.184145>, Retrieved February 08, 2017.
11. P. Putanov, "Uvod u heterogenu katalizu", SANU-Prosveta, Novi Sad, 1995.
12. A.J. Medford, A. Vojvodic, J.S. Hummelshøj, J. Voss, F. Abild-Pedersen, F. Studt, T. Bligaard, A. Nilsson, J.K. Nørskov, "From the Sabatier principle to a predictive theory of transition-metal heterogeneous catalysis", *Journal of Catalysis*, 328 (2015) 36-42.
13. K.J. Laidler, "Chemical Kinetics", Second Edition, TATA McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi 1976.
14. P. Putanov, *Osnovi fizičke hemije*, II deo, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1989.
15. B. Yang, R. Burch, C. Hardacre, G. Headdock, P. Hu, "Understanding the optimal adsorption energies for catalyst screening in heterogeneous catalysis", *ACS Catalysis*, 4 (2013) 182-186.
16. Jun Cheng, P. Hu, P. Ellis, S. French, G. Kelly, C. M. Lok, "Brønsted-Evans-Polanyi Relation of Multistep Reactions and Volcano Curve in Heterogeneous Catalysis", *J. Phys. Chem. C*, 112 (2008) 1308-1311.
17. T. Bligaard, J.K. Nørskov, S. Dahl, J. Matthiesen, C.H. Christensen, J. Sehested, "The Brønsted-Evans-Polanyi relation and the volcano curve in heterogeneous catalysis", *Journal of Catalysis*, 224 (2004) 206-217.
18. H. Knözinger; K. Kochloeff, "Heterogeneous Catalysis and Solid Catalysts". *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*,. Wiley-VCH Verlag, 2005.

личних наставних средстава међу које сада и мултимедија може да доведе до остваривања једној од најважнијих циљева у образовању, а то је подизање квалитета наставе и учења. У овом раду ће бити представљен позитиван ефекат употребе видео снимака у настави хемије као и начини на који се они могу користити као помоћно наставно средство при употреби других наставних средстава (модел, схема, дијаграми итд.) у предавањима из домена органске хемије.

Кључне речи: Мултимедија, видео снимци, настава хемије

УВОД

Ефикасна настава хемије има за задатак да развије концептуално разумевање градива код ученика; да покаже и објасни већ откривене и описане појаве из света хемије. Реализација овог сложеног захтева се спроводи кроз низ корака међу којима је основни успостављање адекватне комуникационе везе на релацији наставник – ученик. Међутим, често је веома тешко остварити ову везу будући да код велике већине ученика изостају мотивација и заинтересованост за хемију. Једно од решења овог проблема јесте модернизација саме наставе. У ту сврху је потребно укључити савремене технологије и сазнања која углавном имају позитивнији утицај на млађе генерације.

Генерације ученика које тренутно учествују у едукационом процесу се веома разликују од својих родитеља и претходника, будући да су расле уз компјутере, видео игре и интернет.¹ У том смислу оне поседују значајно искуство и знање о савременим уређајима и технологијама. Штавише, интегрисање напредних технологија је изменило начине на који данашњи ученици размишљају и уче,^{2,3} па коришћење нових метода у настави хемије има кључну улогу у погледу подизања њихове мотивисаности.

Иако савремена теорија образовања већи значај даје кооперативном учењу које подразумева активно учешће обе стране и наставника и ученика, у нашем образовном систему још увек доминирају приступи који су оријентисани ка наставнику. Оваква методологија подразумева директан пренос информација које се према многим ауторима веома лако заборављају.⁴ Јако мала количина података усвојена на овај начин остаје трајније у меморији ученика што води основи учења, а то је трајно знање.

ВИДЕО СНИМЦИ И НАСТАВА

Ипак треба имати у виду да сам начин преноса информација игра веома битну улогу приликом предавања. Наиме, ученици усвајају податке путем два одвојена канала, визуелног и аудио,⁵ при чему се најбољи ефекат постиже када су они синхронизовани и када се међусобно допуњују. Детаљна корелација ефикасности учења и начина презентације података је дата такозваним Edger Dale-овим конусом искустава, Слика.⁶ У складу са њим најслабији ефекат се постиже употребом вербалних симбола, док се најбоље пам-

те и уче сазнања која се доживе. Овде је постигнут максимум синхронизације и истовременог стимулисања оба канала. Према Dale-у сазнања стечена из видео снимака, која могу да се подведу и под драматизације и под демонстрације, се налазе одмах испред искуствених што указује на њихову високу ефикасност. Сходно томе, осавремењавање наставе интегрисањем видео снимака би могло да има изврстан утицај на њен квалитет и сврсисходност. Отуда аутори овог текста имају потребу да укажу на предности коришћења овог савременог аудио-визуелног образовног „оруђа“ у настави органске хемије, чиме би желели стимулишу осмишљавање што напреднијег наставног процеса.

Будући да је поље органске хемије динамичан увек растући скуп научних сазнања и искустава, сматрали смо да је оно истовремено најадекватнија област у којој се може сагледати корист остварена употребом видео снимака. Огроман број откривених и синтетисаних молекула (верује се да их има неколико десетина милиона) захтева веродостојно презентирање њихових карактеристика које су често уско повезане са тродимензионалном структуром. Ово се пак најлакше може постићи приказивањем одговарајућих видео снимака.

УЛОГА ВИДЕО СНИМАКА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ

Употреба филмова у настави хемије је започета још средином прошлог века када је продуцирана серија видео снимака за потребе Универзитета у Орегону, САД.⁷ Студентима су приказивана предавања и експерименти забележени филмском камером и потом је праћена њихова реакција кроз интервју. Према речима студената предности ове методологије су биле: бољи увид у ток експерименталног рада и могућност да се фокусирају на важне сегменте. Чак су поједини студенти наглашавали да су имали осећај као да се професор директно обраћа њима. Непостојање ометајућих фактора попут присуства осталих студената који би могли да одвлаче пажњу је још једна од предности која је наведена. Ипак поједини студенти су замерали то што су на снимцима постојали покрети професора које камера једноставно није забележила, док је други наведени недостатак је био немогућност директне комуникације са професором.

Данас је коришћење видео снимака у наставном процесу сагледано са више страна и далеко се поузданије може причати о њему. У питању је методологија који има сијасет предности у односу на традиционалне методе. Прва и основна предност је чињеница да се видео снимак може приказивати и поновно прегледати небројено пута уз апсолутну контролу репродукције. Тиме се омогућава лаган приступ како нејасним појединостима који се анализом могу разјаснити тако и битним детаљима. Значајан допринос је постигнут и у развоју когнитивних (сазнајних) особина ученика, њиховог критичког мишљења као и способностима у решавању хемијских проблема. Уз то, у знатној мери је олакшан сам процес памћења и усвајања градива. Из-



Слика 1. Edgar Dale-ов след искустава

над свега, овакав модалитет наставе узрочник је различитих промена у самој едукационој средини и стимулише појачану активност ученика у наставном процесу. Неизоставно је напоменути да овакав вид наставе обезбеђује додатну помоћ ученицима који имају сметње приликом читања и слушања што је позитиван чинилац у стварању погодне средине за процес инклузије ученика са посебним потребама. Сама интеграција деце са посебним потребама у едукациони процес подразумева њихово прилагођавање постојећем програму уз неопходну измену делова наставног процеса, плана и програма. Овакве промене помажу у подизању морала овакве деце која би напокон себе видела као равноправне припаднике заједнице.⁸ Осим тога, ове измене се могу посматрати и као

напори да се деци са посебним потребама обезбеди место у заједници које је у складу са њиховим потребама и околностима. Последњих година се и у нашем друштву актуелизује ово питање за које је већ доказано да нема значајних негативних ефеката на едукациони развој ове деце.

Међутим, не може се тврдити да овакав вид наставе нема недостатака. Главни проблем јесте манипулација самим градивом. Заправо, видео снимак приказује градиво на начин како је то одредио аутор снимка. Ученици остају углавном ускраћени за визуелне информације које аутор није предвидео да су важне. У том смислу ови наставни процеси не подржавају интересовања ученика која превазилазе оквире обрађиване теме, а евентуална додатна припрема захтева доста времена и рада.

Посматрајући добре и лоше стране наставног процеса обogaћеног видео снимцима намеће се осећај да се на овај начин надасве подиже квалитет наставе. Његовом експлоатацијом се доприноси успостављању едукационог система који би био више оријентисан ка ученицима. Међутим, за ефективну наставу је неопходно ускладити видео снимке са другим облицима наставе.

ПРИМЕНА ВИДЕО СНИМАКА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ

Сама реализација наставе потпомогнута видео снимцима оптерећена је њиховом ефикасном употребом. Аутори овог текста су мишљења да интегрисање мултимедијалних садржаја највећу делотворност показује у неколико случајева:

- веродостојна илустрација молекула или реакционог механизма. Често ученици имају проблем да створе праву слику једињења/реакционог механизма на основу описа. Видео снимци који се добијају помоћу компјутерских програма за моделирање дају реалну перцепцију тродимензионалних детаља.
- приказивање експеримената. Експерименти који захтевају сложене услове су често изводљиви у лабораторијама које су нам на располагању. Овим поступком се олакшава упознавање ученика са лабораторијским техникама које су им недоступне. Снимци, у било којим експерименталним околностима, олакшавају припрему за извођење експеримента. У појединим случајевима се избегава сусрет ученика са потенцијално опасним хемијским огледима. Секундарна корист је што приказани експерименти могу преузети улогу модела при решавању различитих експерименталних задатака. Споредна корист ових снимака је та што ученици који учествују у снимању и припреми самог снимка постају експериментаторски вештији и приступају извођењима много смелије и са више самопоуздања.
- упознавање са недоступним процесима. Специфични захтеви образовне делатности често

подразумевају обезбеђивање приказа средина које могу бити и недоступне. Тако смо неретко у ситуацији да се ученицима не могу показати индустријски хемијски процеси или пак микроскопски детаљи попут процеса кристализације. Употребом видео снимака који се могу адекватно модификовати применом компјутерских програма обезбеђују се услови за стварање добре едукативне основе која је веома битна за процес надоградње градива.

- инструкције за рад на инструментима. Скупи уређаји попут NMR-а, разних хроматографа, спектрометара и сличних су често недоступни. Како би се ученицима првенствено приближио рад на појединим инструментима и како би се они обучили за евентуалан будући рад на овим уређајима успешно су коришћени показни филмови који су уводили ученике у технику рада.

Информационе технологије су изградиле чврсте везе са целокупном хемијом, а нарочито са наставом хемије тако да су актуелни наставни процеси у потпуности неизводљиви без њих. Спрега ових дисциплина је толико временом очврсла да су пређашњи начини извођења наставе уз коришћење графоскопа и сличних уређаја у потпуности потиснути. Њихово место су преузела осавремењена предавања која као основно средство за презентацију података користе разна аудио-визуелна помагала.

Употреба аудио-визуелних помагала је уско везана за компјутерске програме, а самим тим и за рачунаре што је директан показатељ њиховог значаја у настави хемије. Стога обученост наставника за рад на компјутеру представља есенцијални услов у креирању наставне јединице. Одржати ефикасно предавање често није једноставан задатак за наставнике. Оно изискује добро осмишљени план излагања који прате право-временски поступци уз максималан труд да се одржи усредсређеност ученика на изложену материју. Међутим, овде се јавља проблем техничке природе а то је: како покренути снимак, а да се при томе не изгуби поменути пажња ученика. Аутори овог текста би издвојили два начина која су по њиховом мишљењу најефикаснија.

Дакле, најлакши начин асимилације видео снимака у наставни процес би био њихово интегрисање у презентацију. Овај метод подразумева опскрбљеност наставника одређеним видео снимцима који би били корисни. Велики број ових снимака постоји на интернет страни YouTube, али је развојем e-learning-а знатно повећан број интернет адреса са којих се могу преузети снимци. Мора се напоменути да интернет страна YouTube углавном не дозвољава преузимање мултимедијалног садржаја. Стога је генерални савет да се преузимање са ове интернет адресе врши само уколико је постављена опција за то. Ми ћемо овде навести још неке интернет адресе које могу послужити у исте сврхе: <https://www.khanacademy.org/science/organic>

chemistry, и <https://www.learner.org/resources/series61.html>.

Други метод, такође ефикасан према нашем мишљењу, је постављање интернет линка до снимка у саму презентацију. За овај начин приказивања видео снимака неопходно је да се обезбеди приступ интернету са компјутера који се користи приликом презентације. Осавремењавањем школских просторија овај се проблем лако превазилази и сви су изгледи да ће он у ближој будућности бити у потпуности потиснут. Овај алтернативни приступ који подразумева постављање линкова ослања се на наставникову вештину манипулисања информацијама и способношћу претраживања интернета.

Као извор видео снимака могу се користити интернет стране које смо поменули у претходном пасусу, али је ова листа променљива тако да би било пожељно користити претраживаче (Google, Yahoo, итд) приликом потраге за корисним материјалом. Изузетно погодним извором снимака може се сматрати и интернет верзија часописа *Journal of Visualised Experiments*. Овај часопис садржи доста тема из области хемије, али су академској заједници Србије доступна издања старија од 24 месеца. Но, за потребе наставног процеса „ембарго“ не представља неку значајну препреку.

Процес припреме видео снимка који ће бити приказан током наставе подразумева одабир градива и сазнања, проналажење погодних и ефективних слика као и одређивање дужине филма. Стога је обука наставника да креирају и користе видео снимке од велике важности у наставној делатности. Они морају одабрати одговарајући метод наставе и стратегију за инкорпорацију снимака и начине, али пре свега они морају разумети предности употребе и веровати у своје способности. Другим речима, наставници морају поседовати технолошко-педагошко познавање материје како би користили ове предности.

Са циљем да помогнемо наставницима у осмишљавању и креирању предавања из појединих области органске хемије представимо два снимка који се уз мало труда и креативности могу уградити у презентације. Одабрали смо снимке из области органске хемије које су тематски веома различите како би указали на диверзитет погодних видео снимака који се могу употребити.

Први пример описује хибридизацију атома у органским једињењима. Ово је једна од најважнијих области у органској хемији. Са њом се ученици срећу у трећем разреду гимназије. Већ у овом ступњу образовања неопходно је валидно представити појам хибридизације како би се на већ усвојеном познавању хибридизације градила даља представа о структури органских молекула. Основни циљ изучавања хибридизације је да се демонстрира положај супституената на угљениковом атому и њихов просторни однос. Неувиђање међусобног односа супституената односно положаја орбитала у молекулу чест је проблем код ученика, тако да се веродостојним представљањем хибридизације припрема основа за даље разумевање и

усвајање градива из стереохемије и органске хемије уопште.

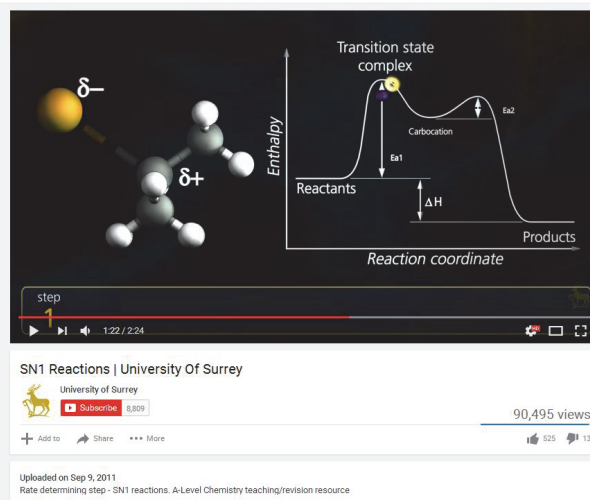
Приликом наше претраге интернета са циљем проналажења адекватног снимка пажњу нам је привукао снимак на ЈТ под називом STD 11 (Chemistry) - Hybridization in organic compounds који се не сме презети, али се може поставити линк до њега, Слика 2. Снимак чија је интернет адреса https://www.youtube.com/watch?v=8VBs_xfyLs, на оригиналан начин приказује хибридизацију атома при чему је коришћен савремени дизајн што је нарочито важно приликом иницирања заинтересованости ученика. Будући да тродимензионални модели молекула изискују изузетан напор и наставника да представи и ученика да створе слику у својим мислима приказивање овог снимка је од нарочите важности. Поред тога снимак илуструје и грађење двоструке и троструке везе чиме се ученицима егзактно сугерише геометрија одговарајућих органских једињења.



Слика 2. Исечак из видео снимка који илуструје хибридизацију атома у органским једињењима

У оквиру другог примера описаћемо реакцију нуклеофилне супституције првог реда. Видео снимак чија је интернет адреса: <https://www.youtube.com/watch?v=JmcVgE2WKBE>, детаљно приказује механизам нуклеофилне супституције првог реда и указује на њене најважније карактеристике, Слика 3. На аутентичан начин је верно представљен стереохемијски исход реакције указујући на структурне факторе који диктирају одигравање реакције по овом механизму. Анимација овог супституционог механизма пружа увид у прецизно дефинисана прелазна стања услед чега ученик има тачну представу о везама које се раскидају односно формирају приликом интеракције. Уврштавање оваквих снимака би служили и као суплемент у објашњавању појма рацемизације али и ретенције односно инверзије конфигурације.

Оба примера прати објашњење које је на снимку на енглеском језику, на овај начин може се извршити и повезивање градива два различита предмета, хемије и енглеског језика. Наставник свакако мора да добро познаје овај језик и да након снимка провери да ли су



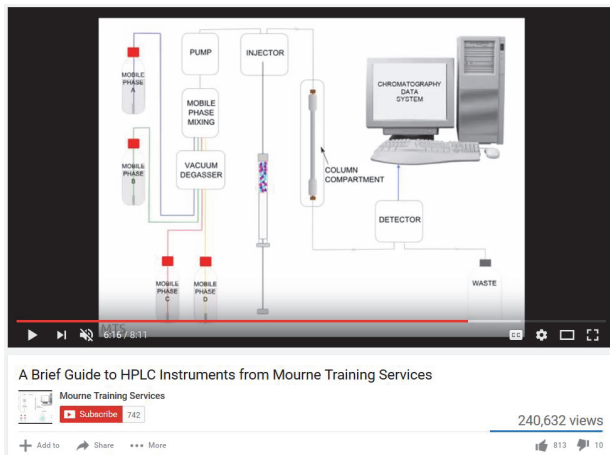
Слика 3. Исечак из видео снимка који илуструје механизам нуклеофилне супституције првог реда

ученици разумели шта се на снимку говори. Затим заједно са њима анализира шта су они извели као своје закључке након одгледаног снимка, како би проверио да није дошло до погрешних тумачења услед језичког неразумевања.

Сложеније градиво органске хемије захтева и детаљније и подробније објашњавање које је често потребно испратити одговарајућим примером. Уколико је тај пример конкретан и примењиван у индустрији, он доприноси самопоуздању предавача и истовремено анимира пажњу ученика. Због тога смо изабрали да трећи пример буде видео снимак принципа рада течног хроматографа и он је првенствено користан у оквиру градива које се презентује студентима. У условима у којима се изводи настава у Србији, чест је случај недоступности ових уређаја односно немогућности демонстрирања њихове употребе. Коришћењем видео снимака се једноставно може представити принцип рада, могућности, али студенти могу добити и инструкције које су од изузетне важности за рад. Доступност ових видео снимака је велика, а ми би овом приликом издвојили један који се налази на адреси: <https://www.youtube.com/watch?v=I-CdTU5X4HA>, Слика 4.

Ученици могу сами да развијају начин и стратегију учења. Међутим, у интересу свих је да се тај процес учини лакшим и ефикаснијим. Имплементирање видео снимака у наставни процес као један од начина осавремењавања наставе се треба безусловно укључити у наставни процес будући да су данашње генерације ученика способне да испрате такву наставу. Она би дефинитивно допринела новим начинима учења и стимулисала би појачану активност ученика обзиром да ученици воле различите и нове приступе у настави. Један од битних недостатака овакве наставе је недоступност снимака на српском језику, али се он може превазићи превођењем важних делова од стране наставника. Ипак, одговор ученика углавном на сваку њима блиску иновативност је позитивна па се оваква

модернизација наставе може показати као значајно напредан приступ.



Слика 4. Исечак из видео снимка који илуструје принцип рада на HPLC инструменту

Abstract

USE OF VIDEO RECORDINGS IN ORGANIC CHEMISTRY TEACHING

Ivan Damjanović, Miorad Vasojević, Jelena Đurđević-Nikolić

Videos as well as other audiovisual content have been unduly neglected in the field of chemical education. Multimedia is today present in everyday life of students, and the sphere of their interests is broad and unimaginable without computers and modern technologies. There are different teaching situations where the use of multimedia

has a positive effect on the development of students' interest and motivation. However, the use of multimedia cannot replace some other teaching tools, nor should it replace experimental (laboratory) work. The combination of various teaching tools, including multimedia, can lead to achieving one of the most important goals in education, which is to increase the quality of teaching and learning. This paper presents the positive effect of using videos in chemistry teaching as well as the ways in which they can be used as an adjunct teaching tool when using other teaching materials (models, schemes, diagrams, etc.) in lectures in the field of organic chemistry.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Lohnes, S.; Wilber, D.; Kinzer, C. *Educ. Technol.* 2008, 48, 21–27.
- 2) Tang, T.; Austin, M. J. *Comput. Educ.* 2009, 53, 1241–1255.
- 3) Bourgonjon, J.; Valcke, M.; Soetaert, R.; Schellens, T. *Comput. Educ.* 2010, 54, 1145–1156.
- 4) Forster, S. *Methods of Teaching Chemistry*; Global Media, U. S., 2009; p.p. 243–244
- 5) Mayer, R. E. *Multi-Media Learning*; Cambridge University Press:Cambridge, U.K., 2001; pp 4–5.
- 6) Forster, S. *Methods of Teaching Chemistry*; Global Media, U. S., 2009; pp 245–248.
- 7) Slabaugh, W. H.; Hatch, C. V. *J. Chem. Educ.*, 1958, 35, 95–96.
- 8) Kunc, N. у *Restructuring for caring and ewective education: Administrative guide to creating heterogeneous schools*; Paulh Brooks. 1992 Едитори: R. A. Villa, J. S. Thousand, W. Stainback, & S. Stainback, pp. 25–40



ВЕСТИ ИЗ СХД

IN MEMORIAM

БРАНКО ДРАКУЛИЋ (1965-2016)

Бранка Дракулића сам упознао (1983) као студента прве године. Веома се истицао, јер је једини у генерацији увек има нешто да пита на предавањима. То му је била константа у понашењу до краја живота. Поново сам га срео скоро 15 година касније, када је изразио жељу да под мојим менторством ради магистратуру. Сазнао сам да га је озбиљна болест спречила да брже дипломира, али сећајући се његовог бриљантног учествовања у настави, било ми је драго да сарађујемо у истраживању.

Без сумње, био је изузетна личност. Изузетне интелигенције и одличног памћења, што га је сврставало у малу групу особа које већина људи тешко разуме, а



неки заузимају и одбојан став. Бесумње, Бранко је још као млад схватио да се не вреди сувише борити за пажњу и уважавање оних којима су његове способности стране. Због тога је имао малобројне веома добре пријатеље и већину која га је игнорисала. Свестан своје интелектуалне супериорности, понекад није имао стрпљења да 'губи време' са онима који га не разумеју.

Страствено је волео хемију и научни рад. Увек је жудео да научи све ново што се појављивало у науци те је лако сарађивао са врло различитим истраживачима из разних области хемије, код нас и у свету.

Имао је хендикеп лошег здравља и, чини ми се да је спонтано журио да уради што више и што квалитетније док га здравље не изда. Није се журио да докторира. (Да ли му је оно Др у презимену било довољно?) Све је подредио учењу нових ствари и озбиљном раду у лабораторији. Почео је са истраживањем које је предложио колега Љуба Стевовић, али схвативши да је замишљени приступ истраживању превазиђен, заједно смо осмислили рад усмерен ка фармацеутској и медицинској хемији. У хемији, оквир за то истраживање јесте однос структуре и (ре)активности једињења. Наша група је објавила први рад (1991) у нашој земљи о QSAR-у. На томе смо наставили да радимо следећих 25 и више година. Када се показало потребним да се методе компјутерског моделовања и хеминформатике примене на интерпретацију резултата, Бранко је без тешкоћа овладао и том методологијом, и то тако ефикасно да је одабран као бета-тестер за нове софтверске пакете (Molecular Discovery Ltd). Увек је желео да уради још више и био је спреман да и друге колеге привуче за рад у нашој области истраживања (у публикацијама има преко 70 сарадника). Поред тога, Бранко је много времена и енергије посветио рецензирању научних радова за часописе Српског Хемијског Друштва и радио је као помоћни уредник Хемијског Прегледа.

Великом броју колегиница и колега је помогао да ураде своје магистарске и докторске тезе. Иако је још негде око 2000-те године имао све услове да пријави докторску тезу, то никако није хтео да уради. После дуготрајног убеђивања, схватио сам да он то сматра губитком времена и да је за њега стварно мерило вредности истраживача, публикавање квалитетних научних радова.

Зашто је ипак 'преломио' да уради докторску тезу? Мислим да је разлог томе (бар делом) мој одлазак у пензију. Било је време да он самостално води пројекат, а то није могао без доктората. То ипак није ишло баш ефикасно. Пријавио је тезу 2010-те када је имао 9 публикованих радова. После 5 година (2015) требало је да понови пријаву тезе и тада је имао већ 45 публикованих радова. Овај пут је урадио напор и 2016-те године је теза предата на оценивање, које је завршено у лето исте године са изузетно повољном оценом. Очекивало се да јавна одбрана буде заказана у септембру, али је нажалост 24. септембра 2016 подлегао тешкој болести.

Колико је био велик Бранков замах у истраживању показује чињеница да је после његове смрти до данас публиковано 8 нових радова. У Бранковој тези има око 70 посто резултата који нису претходно публиковани, тако да се може очекивати још публикација у будућности.

Бранко је, као дугогодишњи члан редакције дао значајан допринос излагању *Хемијској њрепеледа*. Током десетак година, колико је био са нама, сам је написао низ популарних чланака из своје области (који су били намењени младима, тј. онима који су тек ступали у свет науке). Сем тога веома често је наговарао потенцијалне ауторе да пишу за *Хемијски њрепелед*, још чешће поправљао и дописивао неке радове који су пристигли у редакцију. Његово текст под насловом "Како изгледа фајл који описује 3Д стиркуишу њропшеина?" (*Хемијски њрепелед* 57, 21 (2016)) био је последњи. Хвала му на свему! Недостајаће нам свима!

Иван И. Јуранић и Ратко М Јанков

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА У 2017. ГОДИНИ

Делатност Српског хемијског друштва је и у протеклој години била организована кроз рад подружница, СХД-Хемијско друштво Војводине и многобројних секције.

Годишња скупштина Друштва одржана је 10. марта 2017. године на Технолошко-металуршком факултету у Београду на којој је изабран председник Српског хемијског друштва на мандатни период од две године. За председника Друштва изабрана је др Весна Мишковић-Станковић, професор Технолошко-металуршког факултета у Београду.

У оквиру **Априлских дана** просветних радника Србије, 27. и 28. априла 2017. године одржан је 28. семинар за професоре и наставнике хемије у просторијама Хемијског факултета у Београду. Ове године је тај вид стручног усавршавања наставника хемије удружен с првом конференцијом методике наставе хемије под заједничким називом "Априлски дани о настави хемије". На скупу је учествовало 57 наставника из основних школа, гимназија и средњих стручних школа, три учесника са Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, пет учесника са Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, дванаест учесника са Хемијског факултета Универзитета у Београду и један учесник из Иновационог центра Хемијског факултета Универзитета у Београду. Програмски одбор скупа чинили су: Драгица Тривић, Биљана Томашевић, Душица Миленковић, Тамара Хрин, Весна

Милановић и Катарина Путица. Према програму током два дана одржано је пет пленарних предавања, десет саопштења и једна радионица.

У 2017. години одржана су 53. по реду **Републичка такмичења из хемије**.

Републичко такмичење из хемије за ученике средњих школа одржано је од 5. до 7. маја 2017. године у организацији Српског хемијског друштва и Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Домаћин је био Хемијски факултет Универзитета у Београду. На такмичењу је одабрана и група такмичара за Српску хемијску олимпијаду. Награде за најуспешније такмичаре обезбедило је Српско хемијско друштво. Чланови комисије били су: проф. др Душан Сладић, проф. др Нико Радуловић, проф. др Полина Благојевић, проф. др Маја Шумар и др Ирена Новаковић. У припреми и жирију такмичења били су ангажовани: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Ирена Новаковић, др Полина Благојевић, др Катарина Анђелковић, др Маја Шумар, др Јелена Трифковић, др Александра Маргетић, Видак Раичевић, Срђан Туфегџић, Марко Јеремић, Милош Пешић, Мима Романовић, Филип Олићал, мр Мирјана Војић и мр Александра Симић.

Републичко такмичење из хемије за ученике основних школа, у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Српског хемијског

друштва, одржано је 20. и 21. маја 2017. године у Основној школи "Јован Јовановић Змај" у Свилајнцу. Републичку комисију су чинили: Биљана Томашевић, Рада Баошић, Снежана Николић-Мандић, Наталија Половић, Александар Лолић, Александар Савић, Милица Поповић, Игор Опсеница, Игор Матијашевић, Милена Тошић, Татјана Бијелић, Даница Перушковић, Владимир Ајдачић и Предраг Букара.

Четврта српска хемијска олимпијада за ученике средњих школа одржана је 26. и 27. маја 2017. у Београду у организацији Српског хемијског друштва, Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Хемијског факултета Универзитета у Београду и Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу. Ово такмичење је истовремено и изборно такмичење за 49. међународну хемијску олимпијаду. Такмичење је одржано на Хемијском факултету. Свечано проглашење победника било је у историјама Руске школе на Новом Београду. Комисију су сачињавали: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Ирена Новаковић, др Полина Благојевић, Видак Раичевић, др Маја Шумар, др Александра Маргетић, Срђан Туфегдић, Марко Јеремић, Мима Романовић, Филип Опинћал и Лола Котуровић.

Међународна конференција **7th European Variety in University Chemistry Education**, одржана је од 28. до 30. јуна 2017. године у Београду под покровитељством EuCheMS Division of Chemical Education у организацији Српског хемијског друштва и Хемијског факултета Универзитета у Београду. Тема конференције је била "University Chemistry Education for the Challenges of Contemporary Society". Главни циљ конференције био је да се размене знања и искуства у вези с битним питањима која се односе на универзитетско образовање у области хемије и хемијске технологије ради бољег припремања студената да одговоре на потребе савременог друштва и тржишта рада. Теме 7th EuroVariety конференције биле су:

- Development of the university curricula for BSc, MSc and PhD chemistry studies
- Competency-based university chemistry education
- Chemistry education through university-industry partnerships
- Laboratory work as an element of problem solving and inquiry-based chemistry education
- Ethical guidelines and university chemistry education for sustainable development
- Use of ICT in the 3rd level of chemistry education
- The role of history of chemistry and philosophy of science in university education
- Cultural heritage and chemistry education
- Development of educational competencies of academic chemistry teachers
- Evaluation of learning outcomes and assessment related problems in HEIs
- The contemporary chemistry teachers' education and the long-term professional development of chemistry teachers

У оквиру наведених тема на скупу су одржана два пленарна (Michael Seery и Silviја Markić) и три предавања по позиву (Matthew J. Almond, Natasa Brouwer и Georgios Tsaparis), 40 усмених саопштења, 18 постерских саопштења, три радионице и једна презентација хемијских експеримената. На конференцији је укупно учествовало 73 учесника из 29 земаља. Број учесника из Србије био је 14, а број учесника из иностранства 59. Након церемоније затварања, 30. јуна 2017. одржан је годишњи састанак делегата EuCheMS Division of Chemical Education. Royal Society of Chemistry доделио је награде за три најбоља постерска саопштења: 1. Милан Р. Николић, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Србија, "Love through the glasses of a chemist: a fruitful topic for the contemporary life science students' and teachers' education?". 2. Miiia Rannikmäe и Jack Holbrook, University of Tartu, Estonia, "Chemistry teacher's in-service course based on student motivational, career-related context-based scenarios". 3. Драгица Тривић, Биљана Томашевић и Весна Милановић, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Србија, "Formative and summative assessment in the program for professional development of chemistry teachers". Усмено саопштење "Chemical weapons in university curricula - a way to safer society", Љубодраг Вујисић, Влатка Вајс и Веле Тешевић, Универзитет у Београду –

Хемијски факултет, Србија, Центар за хемију, ИХТМ – Универзитет у Београду, Србија, похваљено је током састанка делегата EuCheMS Division of Chemical Education од стране председнице DivCED. Помоћ у реализацији 7th EuroVariety пружили су: Вера Ђушић, Тања Бијелић, Предраг Букара, Јадранка Вучићевић, Јелена Козић, Михајло Јакановски, Тамара Туцаковић, Катарина Ивановић, Аница Јанковић, Јелена Бркић, Ивана Лазаревић, Андреа Јовановић и Наташа Ивановић.

49. Међународна хемијска олимпијада одржана је од 6. јула до 15. јула 2017. у Након Патому, Тајланд, на којој је учествовало 296 такмичара из 76 земаља. То је било шесто учешће Србије на најугледнијем такмичењу из хемије ученика средњих школа. Сви наши ученици су освојили медаље – сребрну медаљу Дамјан Чубраковић, ученик III разреда Математичке гимназије из Београда, а бронзане медаље Анамарија Николетић, ученица IV разреда Математичке гимназије из Београда, и Андреј Кукурузар, ученик IV разреда Гимназије "Вељко Петровић" из Сомбора и Андреј Ковачевић, ученик III разреда Ужичке гимназије. Андреј Кукурузар је био освајач бронзане медаље и прошле године на 48. Међународној хемијској олимпијади у Тбилисију. По билансу медаља на овој олимпијади Србија заузима 31. место у свету, а 16. место у Европи. Ово је четврти узастопни пут да сви наши такмичари освајају медаље, по чему смо међу 20 земаља у свету, односно 9 у Европи. Двонедељне припреме за олимпијаду су, у организацији Српског хемијског друштва, одржане на Природно-математичком факултету у Нишу под руководством др Нике Радуловића, редовног професора, и на Хемијском факултету Универзитета у Београду под руководством др Душана Сладића, редовног професора, који су били и ментори екипе на олимпијади. Учесће екипе је финансирано од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, Српског хемијског друштва, Нафтне индустрије Србије и компаније КППМГ.

54. Саветовање Српског хемијског друштва и Пета конференција младих хемичара Србије одржане су 29. и 30. септембра 2017. године у Ректорату и на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду у организацији Српског хемијског друштва и Клуба младих хемичара Србије. Овогодишњи скуп био је посвећен презентацији оригиналних научних достигнућа из хемије и сродних дисциплина, као и обележавању 120. годишњице постојања Српског хемијског друштва. У научном делу **54. Саветовања Српског хемијског друштва** учествовало је 85 учесника из девет земаља (Србија, Белгија, Кореја, Холандија, Швајцарска, Словенија, Румунија, Хрватска и Црна Гора), који су своје резултате представили кроз два пленарна предавања, шест предавања по позиву, 11 усмених излагања (5 на српском и 6 на енглеском језику) и 66 постерских презентација. Пленарна предавања одржали су научници светског реномеа: 1. Wesley Browne, University of Groningen, Stratingh Institute for Chemistry, "Photo- and Electrochemical Molecular switching: mechanisms and the non-innocence of spectroscopic techniques". 2. Тања Ђирковић Величковић, Центар изузетних вредности за молекуларне науке о храни, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Србија; Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium; Ghent University Global Campus, Korea, "Proteomics in food, nutrition and environmental sciences". Предавања по позиву одржали су истакнути домаћи научници: 1. Милица Гвозденовић, УБ-ТМФ, "Електирохемијски извори електричне енергије на бази јолијурола и водених раствора електиролити". 2. Љубодраг Вујисић, УБ-ХФ, "НМР спектроскопија у анализи нових недозвољених супстанци на српском тржишту". 3. Нико Радуловић, УН-ПМФ, "Комбиновање растварачем изазваних йеромна хемијских йомерања, йеоритику йредвиђања NMR йараметара и йоийуине сийнске анализе йри сйруктурној анализи једињења са сложеним ¹H NMR сйкйирима". 4. Биљана Глишић, УК-ПМФ, "Ушйцај N-йерминалне аминокиселине и конйира-анйона на сйруктуру и диолине конйисий конйлекса злайна(III) са дийеййидима који садрже L-хисйидин". 5. Срђан Рончевић, УНС-ПМФ, "Ремедијација седимента зайађеной йерзисйениним оранским йолюйанйима". 3. Филип Андрић, УБ-ХФ, "Нейарамейтријски йрисйуе йоређењу хроматографских сйстема (колона)". Истовремено са 54. саветовањем СХД одржана је и 5. Конференција младих хемичара Србије на којој су такође била заступљена усмена

излагања на енглеском језику. Пријатељи Српског хемијског друштва, професори Tatjana Parac-Vogt (КУ Лувен, Белгија), Marcel Swart (Универзитет у Ђирони, Шпанија) и Wesley Browne (Универзитет у Гронингену, Холандија) саслушали су сва излагања на енглеском језику, дискутовали са сваким од излагача и на основу целокупног утиска проистеклог из начина презентације и квалитета резултата наградили три најбоља рада новчаном наградом из сопствених извора. Прву награду освојила је др Марија Лучић Шкорић са УБ-ТМФ за рад "*Polyhydroxalkanoates films with antifungal properties*", док су друга и трећа награда додељене учесницама 5. Конференције младих хемичара Србије Јелени Лазић (УБ-ХФ) за рад "*Multiple effects of bis-guanylhydrazines on S. albicans*" и Јелени Константиновић (УБ-ХФ) за рад "*Aminoquinoline derivatives with activity against Leishmania parasites in vivo*". У оквиру постерских презентација приказано је 66 радова. Жири у саставу Мелина Калагасидис Крушић (председник), Мирјана Попсавин (члан) и Игор Опсеница (члан) је на основу оригиналности, квалитета експерименталних резултата и примењених метода, јасноће и техничког квалитета презентације изложених постера одабрао три најквалитетнија постера која су награђена IUPAC-овим постерским наградама за 2017. годину. Ова награда додељује се на IUPAC-овим конгресима и одабраним националним конференцијама у оквиру IUPAC POSTER PRIZE програма. Овогодишњи добитници су: Милена Стевановић, Нада Савић и Александра Минић. Један број аутора искористио је могућност да саопштења припреми на српском или енглеском језику према датим упутствима и у форми рада на четири стране. Као знак пажње и захвалности за посебан допринос раду СХД, професорима Браниславу Николићу из Београда и Marcel Swart из Ђироне уручени су сатови са гравуром грба СХД, дар компаније „Браћа Мирчић“ из Младеновца и Grovana Watch Co. LTD из Швајцарске.

У оквиру **Пете конференције младих хемичара Србије** пет учесника је радове представило као усмена саопштења на енглеском језику, а шест учесника је радове представило у оквиру постерских презентација. Гошћа Пете конференције младих хемичара Србије била је др Alice Soldà председавајућа Европске мреже младих хемичара (EYCN - European Young Chemists' Network). Научни програм Конференције био је посвећен медицинској хемији. У оквиру програма одржана су три предавања по позиву: 1. др Ивана Ковачевић, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, "*Кардиоубијанолид и његови аналози као јошеницијални антиинфламаторски агенси: синтета, SAR и механизам деловања*". 2. др Александар Декански, Институт за хемију, технологију и металургију Универзитета у Београду "*Рецензирање, кључни елементи процеса евалуације научне сазнања: Како јо добро урадити?*". 3. др Сузана Јовановић-Шанта, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, "*Медицинска хемија - пример добре праксе*". Европска мрежа младих хемичара и њихова партнерска компанија EVONIK обезбедили су новчану награду за учеснике Конференције за најбоље постерско саопштење. Награђена учесница је Драгана Барјактаревић са Технолошко-металуршког факултету Универзитета у Београду.

Trinaesti **Grand Prix Chimique** (GPCh) одржан је у истраживачкој станици Петница од 9. до 14. октобра 2017. године.

Српско хемијско друштво је у сарадњи са Центром за чистију производњу Технолошко-металуршког факултету Универзитета у Београду, организовало једнодневну радионицу у оквиру УНИДО пројекта **Зелена хемија**, 12. децембра 2017. године у просторијама Привредне коморе Србије. Велики број учесника је својим присуством показао интересовање за ову врсту пројекта у Србији, нарочито за предстојећу обуку за Саветника за Зелену хемију која ће се одржати у септембру ове године.

КЛУБ МЛАДИХ ХЕМИЧАРА

Управни одбор Клуба младих хемичара Србије (Вук Филиповић, Јелена Радивојевић, Живота Селаковић) поднео је Извештај о раду из кога се види да су чланови Клуба били веома активни. Поред успешно организоване 5. Конференције младих хемичара, присуствовали су и дванаестом годишњем састанку Европске мреже младих хемичара који је одржан у Хераклиону на Криту од 4. до 7. маја. Представница Клуба Јелена Лазић иза-

брана је за члана Управног одбора Европске мреже младих хемичара.

Свечана скупштина Српског хемијског друштва одржана је 6. децембра 2017. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду. У складу са традицијом добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2016. годину, Милош Ђуран, одржао је предавање: "Комплекси платине у хемиотерапији: нови комплекси метала као потенцијални анти-туморски агенси" док је Биљана Глишић, добитница Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2016. годину, одржала предавање под насловом "Комплекси сребра као антимикуробни агенси: утицај структуре лиганда на биолошку активност комплекса".

Секретар Друштва, Мелина Калагасидис-Крушић, известила је о овогодишњим наградама и признањима Друштва. Награђени студенти добијају двогодишње бесплатно чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*. За 2017. годину носиоци Специјалног признања су:

- Павловић Милош, Природно-математички факултет, Ниш – 9,67
- Аксић Јелена, Природно-математички факултет, Ниш – 9,57
- Петровић Марија, Природно-математички факултет, Ниш – 9,53
- Вујовић Милена, Хемијски факултет, Београд – 9,90
- Опинђал Филип, Хемијски факултет, Београд – 9,90
- Ђоровић Миљан, Хемијски факултет, Београд – 9,84
- Миленковић Иван, Хемијски факултет, Београд – 9,65
- Вујковић Буквин Ивана, Хемијски факултет, Београд – 9,56
- Аладић Андреа, Хемијски факултет Београд – 9,45
- Станић Петар, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,79
- Ђорђевић Слађана, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,71
- Алексић Александра, Технолошки факултет, Лесковац – 9,88
- Станковић Јелена, Технолошки факултет, Лесковац – 9,85
- Алексић Миљана, Технолошки факултет, Лесковац – 9,83
- Никодијевић Милена, Технолошки факултет, Лесковац – 9,73
- Мрдаљ Александра, Технолошки факултет, Лесковац – 9,60
- Бошков Ивана, Технолошки факултет, Лесковац – 9,56
- Ристић Стефан, Технолошки факултет, Лесковац – 9,54
- Павловић Бојана, Технолошки факултет, Лесковац – 9,53
- Гурдељевић Милана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,53
- Јанчић Мирјана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,53
- Јованоски Александра, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,87
- Јунгић Филип, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,68
- Којић Јована, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,72
- Лунић Данијела, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,94
- Миловац Тамара, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,55
- Полић Маја, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,75
- Ранковић Никола, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,91
- Секулић Наташа, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,66
- Слобода Тамара, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,87
- Станковић Драгана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,90
- Улићевић Јелена, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,78

- Ђокић Сања, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,88
- Живковић Душан, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,56
- Живојевић Кристина, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,97
- Малиновић Марко, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,88
- Бјелица Јелена, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,84
- Перовић Јелена, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,76
- Сташевић Саша, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,66
- Рошул Милана, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,60
- Шовљански Оља, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,56
- Банићевић Јован, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,54
- Лукић Невена, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,92
- Жегарац Тијана, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,85
- Марић Емилија, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,73
- Радоњић Миа, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,69
- Марковић Стефан, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,58
- Диклић Наташа, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,89
- Миловановић Бранислав, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,84
- Цвјетиновић Ђорђе, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,84
- Спасојевић Ирена, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,81
- Кунтић Марин, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,76
- Рмуш Јелена, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,65
- Новаковић Соња, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,62
- Белча Ана, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,54
- Мравик Жељко, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,54
- Добитници Годишње награде СХД за 2017. годину, признања које носи и новчану награду су:
- Јевремовић Анка, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,95
- Пејовић Нађа, Природно-математички факултет, Нови Сад – 10
- Ивановић Тијана, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 10
- Хаџи-Ристић Алекса, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 10
- Обрадовић Никола, Хемијски факултет, Београд – 10
- Лазић Стефан, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,97

Финансијски део награда, за ову годину, за петоро студента обезбедио је Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду.

На свечаној скупштини је за почасног члана изабрана Славица Ражић, а за заслужне чланове изабрани су Снежана Гојковић и Владимир Панић.

У 2017. години СХД је доделило Захвалнице Драгици Тривић, као знак признања за изванредну организацију међународне конференције "7th European Variety in University Chemistry Education", Снежани Мандић, као знак признања за дугогодишњи допринос реализацији Републичког такмичења из хемије за ученике основних школа, Ирени Новаковић за допринос реализацији Републичког такмичења из хемије за ученике средњих школа, Оливери Косић са Радио телевизије Србије, као знак признања за дугогодишњу сарадњу и допринос популаризацији хемијске науке у Србији, домаћинима Републичког такмичења из хемије и то ОШ "Јован Јовановић Змај" као знак признања за подршку организацији Републичког такмичења из

хемије за ученике основних школа и Хемијском факултету Универзитета у Београду као знак признања за подршку организацији Републичког такмичења из хемије за ученике средњих школа. Истовремено додељене су и захвалнице компанијама "НИС а.д." и "KPMG d.o.o." као знак признања за подршку организацији такмичења "Међународна хемијска олимпијада" и фирми "Браћа Мирчић" Оптика и сатови као знак признања за подршку обележавања 120 година рада СХД.

У 2015. години СХД је доделило Похвалнице за постигнут успех на Међународној хемијској олимпијади: за освојену сребрну медаљу Дамјану Чубраковићу, а за освојене бронзане медаље Андреју Кукурузару, Андреју Ковачевићу и Анамарији Николегић.

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

Александру Ђорђевићу - Медаља за изванредне резултате у настави, као израз признања за залагање и активности у промоцији хемије и науке међу младима

Ивани Ковачевић - Медаља за прегалаштво и успех у науци, као израз признања за резултате истраживања из области медицинске хемије природних производа

Вери Дондур - Медаља за трајан и изванредан допринос науци, као израз признања за допринос развоју физичке хемије материјала, хемијске кинетике и катализе.

РАД ПРЕДСЕДНИШТВА И УПРАВНОГ ОДБОРА СХД

У току 2017. године одржана су два састанка **Председништва** и један састанак **Управног одбора** на којима се расправљало о текућим активностима Друштва, разматрани су извештаји о одржаним манифестацијама и организацији предстојећих манифестација, извештавано је о сарадњи Друштва са Европском асоцијацијом за хемију и молекуларне науке (EuChemS) и другим асоцијацијама хемичара, расправљало се о публикацијама Друштва, финансирању и раду секција и подружница. Такође, расправљало се о промени правилника о такмичењу из хемије за ученике основних школа. Пажња је била посвећена обележавању 120 година од оснивања Друштва. Детаљно је планирано одржавање 54. Саветовања и 5. Конференције младих хемичара.

ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА НА ПУБЛИКАЦИЈЕ

Висина чланарина и претплате на публикације за 2017. годину била је следећа:

Чланарине	РСД
за запослене	1.800,00
за наставнике основних и средњих школа	1.000,00
за студенте основних студија и пензионере	800,00
за иностранство	50 €
JSCS	
за чланове Друштва	2.500,00
за чланове студенте основних студија и пензионере	1.000,00
за институције	16.000,00
за чланове из иностранства	50 €
за институције из иностранства	150 €
XП	
за чланове Друштва-у оквиру чланарине	
за школе и остале институције	3.500,00
за институције из иностранства	50 €

РАД ПОДРУЖНИЦА СХД

Подружница у Трстенику: Током 2017. године Подружница је реализовала неколико предавања, како за наставнике, тако и за ученике, Општинска и Округна такмичења из хемије за ученике основних школа, Зимску школу хемије, намењену популаризацији хемије и у млађем узрасту, као и Наставну секцију из хемије и акредитовани семинар. У протеклом периоду, одржана је стручна трибина за наставнике хемије у организацији Школске управе Крушевац, у циљу што чешћег увођења индивидуализације наставе. Реализован је и семинар „Плани-

рање наставе кроз наставне ситуације“ у организацији Издавачке куће Клет.

Подружница у Чачку: Оснивачка скупштина подружнице Српског хемијског друштва за Моравички округ одржана је 2. децембра 2017. године. Присуствовало је 19 наставника хемије од укупно 30 наставника Моравичког округа. На састанку је одржан избор председника и чланова председништва подружнице. За председника Подружнице већином гласова изабран је Зоран Срећковић, професор хемије из Чачка. У скупштински одбор, председништво подружнице, изабрани су следећи чланови: Јасна Рацковић и Весна Величковић из Чачка, Бранка Василић из Лучана, Милена Васовић из Ивањице и Драшко Симоновић из Горњег Милановца.

Подружница КиМ: Активности Подружнице СХД за КиМ су остварене кроз текуће организационе и наставно-научне садржаје. Два наставника Хемијског факултета у Београду, проф. др Драган Манојловић и др Татјана Вербић, доцент одржали су предавања студентима и сарадницима ПМФ и Техничког факултета у Косовској Митровици. Студенти мастер и докторских студија учествовали су на 54. Саветовању СХД и 5. Конференцији младих хемичара Србије.

Такође, одржана су и предавања у циљу промоције и популаризације науке, хемије и Друштва у основним и средњим школама Косовске Митровице и околине.

Српско хемијско друштво – Хемијско друштво Војводине

Српско хемијско друштво – Хемијско друштво Војводине је успешно радило кроз своје Подружнице и Секције Друштва. Председник СХД-ХДВ, Сања Панић, је поднела Извештај о раду у прошлој години. У оквиру организационих активности Друштво је добило значајан број нових чланова, нарочито из редова младих истраживача и наставника. Истовремено, Друштво је задржало оквирни број чланова на претходном нивоу, око 160. Интернет сајт Друштва на адреси <http://hdv.org.rs/> је редовно ажуриран кроз обавештења о актуелним дешавањима у раду Секција друштва, као и другим активностима чланова Друштва. Из делатности научно-стручног карактера рад се одвијао првенствено кроз ангажовање наставника и научних радника на активностима које се настављају на њихове редовне послове.

Чланови Подружнице СХД-ХДВ у **Суботици** као и ранијих година учествовали су у организацији и реализацији Округлог такмичења из хемије на коме су учествовали ученици средњих школа.

Рад Подружнице СХД-ХДВ у **Зрењанину** (Хемијског друштва Зрењанин) одвијао се кроз редовне активности, које су обухватале организацију 20 малих научних и еколошких радионица у сарадњи са основним школама у Зрењанину.

У 2017. години активности реализоване у оквиру СХД-ХДВ Подружница **Врбас** биле су фокусиране на ученике основних и средњих школа и на наставнике хемијске и технолошке групе предмета у општини Врбас и непосредној околини. Чланови Подружнице су својим ангажовањем, поред редовних састанака, договора и припрема око активности, реализовали и: предавања ("СХД-ХДВ Подружница Врбас", "Правилна исхрана", "Биомаса" и "Хемијски квалитет воде"), отворена врата ("Ја волим хемију", "Примењена хемија" и "Прехрамбена технологија"), радионице ("Зелена хемија и технологија"). У циљу побољшања квалитета педагошке праксе, подстицања коришћења савремених медија у реализацији наставних садржаја, као и подизања информатичке културе међу наставницима хемије и технологије, одржани су: предавања ("Улога наставника у савременој настави хемије и технологије", "Складиштење намирница" и "Рециклажа"), округли сто ("Како у пракси подићи ниво компетенција за наставну област, предмет и методике наставе, за поучавање и учење, за подршку развоја личности ученика и за комуникацију и сарадњу"), радионица ("Примена савремених технологија у настави хемије и технологије"). Чланови Подружнице Врбас су учествовали и на "Априлским данима о настави хемије", на 28. Стручном усавршавању за наставнике хемије одржаном на Универзитету у Београду – Хемијски факултет, 27. и 28. априла 2017. године у организацији СХД и Хемијског факултета Универзитета у Београду. На 1. Конференцији методике наставе хемије, Тамара Премовић, је одржала предавање на тему "Учење хемије кроз вршњачки вођен тимски рад". Све планиране активности Подружнице Врбас у 2017. го-

дини су успешно реализоване. Управни одбор Подружнице Врбас изразио је велику захвалност члановима СХД-ХДВ на подршци пруженој у досадашњем раду. Као један од примера изузетно лепе сарадње је и посета групе наставника и ученика из општине Врбас Природно-математичком факултету, Департману за хемију, биохемију и заштиту животне средине. Посета је реализована 7. марта 2017. године, у организацији председника Подружнице Врбас и проф. др Сузане Јовановић-Шанта.

РАД СЕКЦИЈА СХД И СХД-ХДВ

Секције Друштва и СХД-Хемијског друштва Војводине су кроз свој рад, организовање предавања, трибина, учествовање на различитим скуповима и конгресима на успешан начин омогућиле размену информација међу својим члановима, што представља њихову основну улогу.

Секције Друштва

Секција за керамику. У оквиру састанака Секције предавања су одржали др Бранимир Бајић и др Катарина Војисављевић.

Електрохемијска секција. У току 2017. године на састанцима Електрохемијске секције Српског хемијског друштва одржана су четири предавања. Предавачи су били: проф. Tsvetina Dobrovoltska, Денис Сачар, др Ненад Марковић и др Јасна Јанковић. За председника секције изабрана је др Владислава Јовановић, а за секретара др Сања Стевановић.

Секција за хемију животне средине. У 2017. години најважнија активност секције била је припрема организације 8. симпозијума Хемије и заштите животне средине ENVIROCHEM 2018. Договорено је да ће се симпозијум одржати у Крушевцу, од 30. маја до 1. јуна 2018. године. За председника секције изабран је др Бојан Радак, за потпредседника секције др Маја Турк Секулић, а на место секретара секције изабрана је Сања Живковић.

Секција за органску хемију. У току 2017. године на састанцима секције за Органску хемију Српског хемијског друштва одржана су три предавања. Предавачи су били: Јасна Марјановић Трајковић, др Јована Вилипић и Јована Станојевић.

Секција за хемију и технологију влакана и текстила. У оквиру Секције у 2017. години предавања су одржали доц. др Зденка Першин и проф. др Барбара Симончич. Такође, два члана секције су учествовала на 54. Саветовању СХД са усменим излагањем.

Секција за хемију и технологију макромолекула. Чланови секције су учествовали на 54. Саветовању СХД са 6 саопштења, од тога 2 усмена и 4 постерска саопштења. Саопштење Марије Лучић Шкорић било је награђено првом наградом за најбоље саопштење на енглеском језику. Секција за хемију и технологију макромолекула је 29. маја 2012. отворила своју Facebook страницу: <http://www.facebook.com/Makromolekuli>, и тренутно има 212 пратилаца. У оквиру састанака секције др Valerio Causin одржао је предавање. У периоду од 2. до 7. јула 2017. пет чланова Секције (Јасна Ђонлагић, Марија Николић, Бранко Дуњић, Маријана Поњавић и Милош Томић) учествовали су на European Polymer Federation Congress, EPF 2017 (Лион, Француска) са 2 усмене презентације и 4 постерска саопштења. Председник секције Бранко Дуњић је 2. јула учествовао у годишњој скупштини Федерације као представник СХД.

Аналитичка секција. Професорка Славица Ражић изабрана је за председника секције за аналитичку хемију у оквиру EuCheMS. У току 2017. године одржано је неколико састанака Председништва аналитичке секције EuCheMS. Истовремено чланови секције учествовали су на конференцији Euroanalysis XIX која је одржана у Стокхолму у периоду од 26. августа до 2. септембра. Чланови секције учествовали су и на 54. Саветовању СХД. У оквиру састанака секције одржана су два предавања: др Александар Цветановић и др Татјана Вербић. У наредној 2018. години, као председник секције остаје и даље проф. Славица Ражић, а као секретар доц. др Татјана Вербић.

Наставна секција СХД. У току 2017. године одржано је 9 састанака. У оквиру састанака секције одржано је неколико предавања: Милош Козић, Мирјана Марковић, др Љуба Мандић, Анита Стојчевски и Аница Салом. На састанцима Наставне секције извршена је анализа рада наставника хемије, представљен је програм промоције науке "Тамо иде наука иочичиње 3" који је намењен популаризацији науке међу младима и

анализирани су постигнућа ученика на крају другог циклуса обавезног образовања. Такође, ученицима основних и средњих школа који су на Градском такмичењу из хемије постигли значајне резултате додељене су дипломе. Одржан је и семинар "Наставна секција из хемије".

Секција за медицинску хемију. На састанку Управног одбора Српског хемијског друштва, одржаног 15. новембра 2017. године, за председника Секције за медицинску хемију изабран је проф. др Игор Опсеница, а за секретара Секције изабран је проф. др Марио Златовић.

Секције СХД-ХДВ

У оквиру **Секције за органску хемију СХД-ХДВ** у 2017. години организовано је једно предавање које је одржао проф. др Grzegorz Mlostóń (Department of Organic and Applied Chemistry, University of Łódź, Poland) под називом "Aryl, Hetaryl, and Ferrocenyl Thioketones as New Fuels for Heteroatom and Heterocyclic Chemistry: Synthetic and Mechanistic Aspects". Предавање је одржано 21. фебруара 2017. године у Новом Саду на Департману за хемију, биохемију и заштиту животне средине Природно-математичког факултета.

Секција за аналитичку хемију СХД-ХДВ имала је бројне активности. Чланови Секције учествовали су у организацији предавања др Младен Франка, гостујућег предавача CEERUSP network-a са Универзитета Nova Gorica, Slovenija, под називом "Thermal Lens Spectrometry: From Basic Principles and Instrumentation to Recent Advances, Applications and Discoveries". Предавање је одржано 23. марта 2017. године у Новом Саду на Природно-математичком факултету. Током 2017. године запажено је и активно учешће чланова Секције на фестивалу "Baby Exit" од 27. до 28. маја, и манифестацији "Ноћ истраживача" која је одржана 29. септембра 2017. године у Новом Саду. Чланови Секције су учествовали са радovima на више домаћих, регионалних и међународних европских научних скупова: 1. Међународна конференција Nineteenth Annual Conference YUCOMAT 2017, одржана од 4. до 8. септембра 2017. године у Херцег Новом, Црна Гора; 2. 60th Meeting of the Polish Chemical Society, одржан од 17. до 21. септембра 2017. године у Wrocław, Пољска; 3. 54. Саветовање Српског хемијског друштва, одржано од 29. до 30. септембра 2017. у Београду, Србија; 4. 23rd International Symposium on Analytical and Environmental Problems, одржан од 9. до 10. октобра 2017. године у Сегедину, Мађарска; 5. 24th Young Investigators Seminar on Analytical Chemistry (YISAC), одржан од 28. до 30. јуна у Венецији, Италија. Чланови секције су били укључени у европски образовни циклус CEERUSP за академску 2016/17. годину под насловом „Education of Modern Analytical and Bioanalytical Methods“, у којем учествују поред Новог Сада и следећи центри: Пардубице, Сегедин, Грац, Краков, Лодз, Сплит, Загреб, Сарајево, Клуз, Трнава и Нова Горица. Чланови Секције су били укључени у пријем младих истраживача, као и у заједнички рад: а) Leja Goljati и Мојса Žorž, студенти докторских студија са Универзитета Нова Горица, Словенија, су се бавиле развојем једноставних и савремених волтаметријских метода за анализу одабраних органских једињења; б) Julia Sljiva, студенткиња докторских студија са AGH Univerziteta Krakov, Пољска, се бавила Hg(Ag)FE волтаметријском анализом одабраних неоникотиноида.

Секција за биохемију СХД-ХДВ такође је имала бројне активности у току 2017. године. На првом састанку Секције одржаном 2. марта 2017. године на ПМФ-у у Новом Саду, др Милош Матковић са Department of Biology, Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich, одржао је предавање под називом "Биоинформатички приступ изучавању механизма активације ангиотензин II тип 1 рецептора (GPCR) у сврси дизајнирања нових лекова". На другом састанку Секције одржаном 13. априла 2017. године на ПМФ-у у Новом Саду, на којем су, поред професора, сарадника и студената ПМФ-а, присуствовале и колеге из Института за примену нуклеарне енергије – ИНЕП, одржана су два веома интересантна предавања: 1. др Јелена Јанковић, Институт за примену нуклеарне енергије – ИНЕП: "Сива зона дијагностике карцинома штитне жлезде: молекулски маркери као помоћни алат"; 2. др Милош Шундерић, Институт за примену нуклеарне енергије – ИНЕП: "Улога IGF система у процесу старења". Оба предавања била су изузетно интересантна и подстицајна за

дискусију и предлагање нове сарадње између ПМФ-а у Новом Саду и Института ИНЕП. Након завршених предавања и дискусије, на кратком састанку, дискутован је и проблем препознавања занимања Дипломирани биохемичар и представљене су активности чланова Секције у формирању Уније Природно-математичких факултета, која би заступала ставове свих ПМ факултета у Србији, у оквиру чега би било и промовисање занимања која се на њима школују. На трећем састанку Секције одржаном 23. новембра 2017. године на ПМФ-у у Новом Саду предавање под називом "Како презентовати научне резултате и рецензирати научни рад?" одржао је др Александар Декански са ИХТМ-а – Центар за електрохемију, Универзитет у Београду. Важност ове проблематике подстакла је дискусију и предлог да се у Новом Саду одржи семинар о рецензирању научних радова. На четвртм састанку Секције одржаном 28. децембра 2017. године на ПМФ-у у Новом Саду предавање под називом "Истраживање протеома масеном спектрометријом" одржао је др Урош Анђелковић из Центра за хемију - Института за хемију, технологију и металургију, Београд. Предавач је својим излагањем подстакao дискусију о самој теми излагања, али и о докторским и постдокторским студијама у земљи и иностранству.

Чланови Секције за биохемију су током 2017. године презентовали резултате својих истраживања на неколико међународних и националних научних скупова, између осталог на FEBS конференцији у Израелу и 54. Саветовању Српског хемијског Друштва у Београду, а пријављено је и више радова за предстојећу VII конференцију Биохемијског друштва Србије.

У оквиру **Секције за катализу СХД-ХДВ** одржан је састанак Секције 01. јуна 2017. године на Технолошком факултету у Новом Саду у оквиру којег су одржана два интересантна предавања: 1. Мастер-инжењер Ференц Мартиновић одржао је предавање под називом: "Моделовање надкритичне производње биодизела". Предавање се састојало из неколико тематских јединица; 2. Мастер-инжењер Ференц Мартиновић изложио је присутнима своје искуство приликом конкурисања за стипендију за докторске студије на Politecnico di Torino и RTW Aachen у оквиру SINCHEM EMJD програма, где је, након завршеног конкурса, од 200 пријављених кандидата рангиран међу пет најбољих. На одржаном састанку Секције усвојено је да нови председник Секције за катализу буде др Сања Панић, а секретар мастер-инжењер Ана Ђуровић.

Током 2017. године **JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY** су уређивали главни и одговорни уредник Бранислав Николић и заменик уредника Душан Сладић. Часопис је редовно излазио и издато је 12 свезака са 111 радова, 473 аутора, на 1494 страна. Сви прихваћени радови (са DOI бројевима) постављени су на Home Page часописа у форми у којој су прихваћени (пре потпуне обраде за штампање). Ранг на листи часописа индексираних на SCI листи у области мултидисциплинарне хемије, у 2017. години, је 131/166, импакт фактор 0,822. Петогодишњи импакт фактор у 2017. години (према укупном броју цитата током 5 година) је 1,015; ранг је 118/166.

Одштампано	2016.	2017.	
		број	% према 2016
Свезака	12	12 (11)*	100
Радова	120	111	93
Страна	1490	1494	100
Аутора	500	473	95
Иностранних аутора	231**	231***	100
Пристигли радови	86	70	81
Штампано	46	40	87
Прихваћено за штампу	73	83	114
Одбијено	121	144	119

* Двоброј 7-8;

** Иностранни аутори: око 46 % од укупног броја аутора;

*** Иностранни аутори: око 49 % од укупног броја аутора.

У оквиру 58. годишта (које је издавано током 2017. године) редакција **Хемијског прегледа** је задржала досадашњу уредничку праксу публикавања прегледних и информативно-стручних радова. Међутим, због веома смањеног прилива чланака у редакцију, током 2017. године је до сада изишло свега три појединачах броја од предвиђених шест. Годиште 58. Хемијског прегледа изашло је до сада на укупно 84 странице, при чему је ове године сваки број Хемијског прегледа излазио на предвиђених 28 страница. У оквиру издатих бројева, публиковано је 12 ауторских чланака домаћих аутора из разних области хемије од којих је 1 чланак везан за наставу хемије. После договора са председником СХД, проф. Весном

Мишковић-Станковић, о побољшању пријема радова, редакција Хемијског прегледа чини напоре да се публикују бројеви Хемијског прегледа који недостају.

БИБЛИОТЕКА СХД

Библиотека СХД има 24,823 свезака часописа, 1888 инвентарисаних часописа чија је вредност 3,649,920.00 РСД и 785 инвентарисаних књига у вредности од 49,962.00 РСД. Од тога је у 2017. години приновљено часописа у вредности од 245,400.00 РСД и инвентарисано 11 наслова. Ниједна књига није добијена у 2017. години. Приновљено је укупно 18 часописа (13 страних и 5 домаћих).

ПРЕГЛЕД ПРИХОДА И РАСХОДА У 2017. ГОДИНИ

ПРИХОДИ	
Приходи од претплата на ЈСЦС и ХП	186,000.00
Приходи од котизација	3,162,302.78
Приходи од чланарина	1,569,700.28
Приходи од донаторства	2,129,315.71
Приходи од услуга на тржишту	100,509.00
Приходи од факултета и института за суфинансирање часописа	1,798,000.00
Приходи од Министарства просвете, науке и технолошког развоја	1,230,392.00
Приходи од Министарства просвете, науке и технолошког развоја - такмичење	1,030,000.00
Остали пословни приходи - Рефундација боравка за петоро истраживача (Хемијски факултет)	87,000.00
Приходи од камата	3,893.55
Позитивне курсне разлике	0.00
Нераспоређена добит ранијег периода	0.00
Приходи од смањења обавеза - Отпис	0.56
Укупни приходи	11,297,113.88

РАСХОДИ	
Трошкови материјала	132,815.19
Трошкови алата и инвентара	4,580.00
Трошкови резервних делова	2,200.00
Бруто зараде	1,649,269.00
Доприноси на зараде на терет послодавца	295,219.19
Трошкови превоза запослених на рад и са рада	39,300.00
Трошкови поштарине	347,610.86
Трошкови телефона	68,330.09
Такси и други трошкови превоза	119,295.00
Трошкови закупа	26,000.00
Бруто ауторски хонорари	2,055,279.99
Трошкови штампања часописа	1,020,432.50
Трошкови штампања диплома за Републичко такмичење	17,586.00
Трошкови штампања постера, захвалница	40,096.00
Амортизација за текућу годину	66,583.49
Трошкови књиговодствених услуга	168,000.00
Рад преко омладинских задруга	387,800.00
Трошкови репрезентације	779,243.44
Награде најбољим студентима	90,000.00

Награде за Републичко такмичење	32,166.00
Таксе	43,930.00
Банкарске услуге	49,710.62
Чланарине	233,867.41
Трошкови огласа	3,500.00
Остали непоменути расходи (копирање, корицење, снимање год. скупштине и сл.)	94,845.00
Трошкови одржавања опреме	0.00
Трошкови службених путовања у земљи	1,604,239.51
Трошкови службених путовања у иностранство	800,346.00
Премија осигурања	10,284.00
Котизације	83,509.58
Расходи камата	32.57
Негативне курсне разлике	132,095.86
Отпис потраживања	10,078.40
Порез на примљене донације	17,226.45
Укупно	10,425,472.15
Остварена добит	871,641.73

секретар Друштва
Игор Опсеница