

# **ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД**

год. 56

бр. 6 (децембар)

YU ISSN04406826

UDC 54.011.93

# ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 56

број 6  
децембар

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

Volume 56  
NUMBER 6  
(December)

Publisher  
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY  
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје  
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК  
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ  
УРЕДНИКА  
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ  
Владимир Вукотић, Бранко Дракулић, Јелена Радосављевић  
и Воин Петровић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

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

Годишња чланарина, укључује часопис „Хемијски преглед”,  
за 2015. годину износи:

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

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

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

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

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

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

## САДРЖАЈ

ИГОР АСАНОВИЋ  
Igor ASANOVIĆ  
АТОРВАСТАТИН  
ATORVASTATIN ..... 142

### ВЕСТИ ИЗ/ЗА ШКОЛЕ

Милош КОЗИЋ  
Miloš KOZIĆ  
СЦЕНАРИО ЧАСА: ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ И ЗЕМЉИШТА  
LESSON PLAN: WATER AND LAND POLLUTION ..... 152

### IN MEMORIAM

ПОВОДОМ СМРТИ АКАДЕМИКА ДРАГОМИРА  
ВИТОРОВИЋА ..... 156

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ИЗВЕШТАЈ О ОДРЖАНОЈ ДРУГОЈ СРПСКОЈ ХЕМИЈСКОЈ  
ОЛИМПИЈАДИ (СХО 2015) ЗА УЧЕНИКЕ  
ОСНОВНИХ ШКОЛА ..... 168  
ДРУГА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА  
СРЕДЊИХ ШКОЛА ..... 168



## УВОДНИК

Поштовани читаоци *Хемијској њрепеледа!* Уводник за овај број пишем са закашњењем од готово три месеца. Дакле, уместо да сам га за децембарски број 2015. написао крајем новембра, овај уводник написан је у фебруару 2016. Зашто се ово дешава? Изгледа да је „нормирање“ истраживачких резултата само кроз радове на СЦИ листи довело до тога да су бројни истраживачи одустали од публикавања у *Хемијском њрепеледу*, пошто им то не доноси поене. Да ли је могуће да нико од њих ни на тренутак не помисли колики је значај једног часописа као што је *Хемијски њрепелед* за популаризацију науке. На сву срећу у исто време можемо да кажемо да смо, упркос малом приливу радова, задовољни квалитетом радова који пристижу. Једини проблем је што их не пристиже довољно.

\* \* \*

Медицину и биохемију двадесетог века, између осталог, обележило је истраживање метаболизма холестерола. Иако неопходан за функционисање животиња, пре свега као регулатор флуидности ћелијских мембрана и прекурсор синтезе многих неизоставних супстанци (жучне киселине, стероидни хормони, калциферол- витамин Д<sub>3</sub>), ниво холестерола у плазми у директној је корелацији са инциденцом коронарне болести срца. Прва велика медицинска студија у историји, имала је за циљ да утврди постојање ове везе, што говори о значају који је ова проблематика имала још пре половине прошлог века. Треба напоменути да су потоње студије доказале да је холестерол ускладиштен у липопротеинима мале густине (ЛДЛ-холестерол) фракција која проузочује патолошко стање, превасходно стимулацијом формирања атеросклеротских плака. За разлику од ње, фракција велике густине (ХДЛ), има супротан ефекат, пошто враћа вишкове холестерола у јетру. Ови резултати, поред велике научне вредности, овећане са 13 Нобелових награда из области хемије или медицине и физиологије за истраживања везана за молекулу холестерола, омогућили су велику експанзију лекова за снижавање нивоа ЛДЛ-холестерола, који ће током времена постати најпродаванија класа лекова на планети. Иако је шездесетих година 20. века већ постојала палета лекова који су, са мањим или већим успехом, снижавали ниво ЛДЛ-холестерола, ни један од њих није био довољно ефикасан. Године 1971. Акира Ендо, из Санкио истраживачке лабораторије у Токију (Јапан), претпоставио је постојање метаболита који би инхибирао кључни ензим биосинтезе холестерола, ХМГ-ЦоА редуктазу. У сарадњи са Конрадом Блохом, који је добио Нобелову награду за допринос у пољу биосинтезе холестерола шест година раније, Ендо је скенирао 3800 гљивичних сојева у потрази за потенцијним инхибитором овог ензима. Резултат је био откриће цитринина, првог у низу статина. О једном од тих статинских блокбастер лекова данашњице у чланку "*Ашорвасијатин*" пише **Игор Асановић** (студент биохемије, Хемијски факултет Универзитета у Београду).

\* \* \*

У рубрици *Хемија из/за школе* Милош КОЗИЋ (студент мастер академских студија Хемијског факултета у Београду) написао је "*Сценарио часа: зајаживање воде и земљишта*". Носећа идеја аутора часа је да ученици формирају и систематизују знања о изворима загађивања, загађујућим супстанцама, последицама загађивања и о заштити животне средине, играњем друштвене игре „Еколошка разгледница“.

\* \* \*

Јула 2015. године отишао је наш драги и поштовани професор и академик Драгомир Виторовић, отишао је велики научник, хуманиста и интелектуалац, напустио нас је велики господин старог премера. Поводом смрти **академика Драгомира Виторовића** у свечаној сали Српске академије наука и уметности 21. јанура 2016. године одржан је комеморативни скуп.

У књизи посвећеној 80-годишњици живота и рада Драгомира Виторовића. Уредник књиге, академик Живорад Чековић, у предговору је написао: "У чему се то професор Виторовић разликује од других његових колега који су можда били и успешнији у неким доменима професорске делатности а нико о њима за живота није писао књиге? После професора Вукића Мићовића и Ђорђа Стефановића на хемији није било комплетнијег, одговорнијег, тачнијег, доследнијег, систематичнијег и несребичнијег професора који је стручне, научне и институционалне интересе стављао испред личних интереса."

У присуству председника САНУ, већег броја академика, родбине, пријатеља и колега Драгомира Виторовића, скуп је отворио **академик Мирослав Гашић** који се скупу обратио као целоживотни пријатељ, сећањима на професора Виторовића од детињства, и најјавио колеге и пријатеље који ће се обратити скупу. Затим су се скупу редом обраћали: проф. др **Снежана Бојовић**, проф. др **Бранимир Јованчићевић**, академик **Љубомир Симић**, проф. др **Живослав Тешић** и академик **Видојко Јовић**.

Текст *In memoriam* у овом броју *Хемијској њрепеледа* посвећен је ороштају од професора Виторовића и садржи сва обраћања наведених колега у целости. Преседан чиним због великих заслуга које је професор Виторовић имао за СХД.

\* \* \*

У рубрици *Вести из СХД* можете прочитати два извештаја. Први је извештај из маја 2015. о одржаној Српској хемијској олимпијади за ученике основних школа (на Хемијском факултету Универзитета у Београду), док је други о одржаној Српској хемијској олимпијади ученика средњих школа.

Наслови свих чланака из различитих области хемије које смо публиковали у *Хемијском њрепеледу* током 2015. године одштампани су на задњим (унутрашњим) корицама овог последњег броја у години, тако да се лакше снађете ако желите да нађете неки рад штампан у овој години.

Ратко М. Јанков



## ЧЛАНЦИ



ИГОР АСАНОВИЋ, студент биохемије, Хемијски факултет Универзитета у Београду, (е-пошта: igor.asanovic@yahoo.com)

### АТОРВАСТАТИН

#### УВОД

Промене у начину живота човека током различитих историјских епоха неизоставно су праћене и променама главних узрочника оболевања и смрти. Током највећег дела људске историје, а у многим деловима света и данас, доминантни узроци смрти били су недостатак квалитетне хране и инфективна оболења узрокована ниским хигијенским стандардом. Два велика открића двадесетог века, антибиоза и вакцинација значајно су сузбили учесталост леталних инфекција, док је суплементација хране смањила учесталост болести насталих услед недостатка специфичних нутријената у исхрани људи. Са друге стране, убрзавање темпа живота, повећање нивоа стреса и доступност висококалоричне, а нутријентима сиромашне хране, смањење физичке активности, повећање изложености загађивачима, итд. доприносе повећању алергијских реакција, канцера, суицида и системских метаболичких поремећаја (дислипидемије, дијабетес) као главних узрочника смртности савременог човека.

Медицину и биохемију двадесетог века, између осталог, обележило је истраживање метаболизма холестерола. Иако неопходан за функционисање животиња, пре свега као регулатор флуидности ћелијских мембрана и прекурсор синтезе многих неизоставних супстанци (жучне киселине, стероидни хормони, калциферол- витамин Д<sub>3</sub>), ниво холестерола у плазми у директној је корелацији са инциденцом коронарне болести срца (КБС) и сродних оболења кардио-васкуларног система (1). Прва велика медицинска студија у историји, Фрамингамска студија болести срца, отпочета 1948., имала је за циљ да утврди постојање ове везе, што говори о значају који је ова проблематика имала још пре половине прошлог века. Треба напоменути да су потоње студије доказале да је холестерол ускладиштен у липопротеинима мале густине (ЛДЛ-холестерол) фракција која проузрокује патолошко стање, превасходно стимулисањем формирања атеросклеротских плака. За разлику од ње, фракција велике густине (ХДЛ), има супротан ефекат, пошто враћа вишкове холестерола у јетру. Ови резултати, поред велике научне вредности, овећане са 13 Нобелових награда из области хемије или медицине и физиологије за ис-

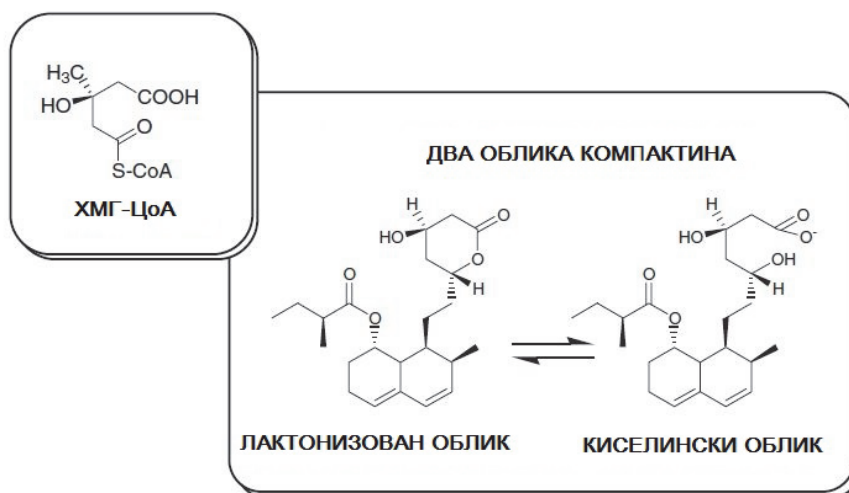
траживања везана за молекул холестерола, омогућили су велику експанзију лекова за снижавање нивоа ЛДЛ-холестерола, који ће током времена постати најпродаванија класа лекова на планети (2).

#### СТАТИНИ: БЛОКБАСТЕР ЛЕКОВИ

*Откриће с<sub>т</sub>а<sub>т</sub>ина: Акира Ендо*

Иако је шездесетих година 20. века већ постојала палета лекова који су, са мањим или већим успехом, снижавали ниво ЛДЛ-холестерола, ни један од њих није био довољно ефикасан за дефинитивну потврду ефекта у редукцији инциденце КБС. Тада најефикаснији и најупотребљивији лек, анјонски измењивач холестерола, секвестратор жучних киселина, изазивао је непријатне гастро-интестиналне тегобе код већине пацијената. Фибрати, који делују на генском нивоу, поготово гемфиброзил, нису давали жељене ефекте у довољно кратком периоду. Потреба за ефикаснијим средствима, како у клиничке, тако и истраживачке сврхе, била је очигледна (3).

1971. године, Акира Ендо, из Санкио истраживачке лабораторије у Токију (Јапан), у добу експанзије фунгалних метаболита као биомедицинских средстава, претпоставио је постојање метаболита који би инхибирао кључни ензим биосинтезе холестерола, ХМГ-ЦоА редуктазу. У сарадњи са Конрадом Блохом, који је добио Нобелову награду за допринос у пољу биосинтезе холестерола шест година раније, Ендо је скенирао 3800 гљивичних сојева у потрази за потентним инхибитором овог ензима. Резултат је био откриће цитринина, првог статина. Иако је убрзо показана снажна нефротоксичност цитринина, откриће је дало полет истраживачкој групи да настави потрагу за другим, мање штетним агенсом. Потрага је резултовала успехом и компактин је изолован из ферментационе течности *Penicillium citrinum*, неполарном екстракцијом, силика-гел хроматографијом, те потом кристализацијом. У прелиминарним испитивањима на мишевима, није уочен никакав токсични ефекат и инхибитор је пуштен је у клиничка испитивања на људима. Нова класа лекова, са заједничком карактеристиком: инхибиција ХМГ-ЦоА редуктазе, је створена и названа заједничким именом – *с<sub>т</sub>а<sub>т</sub>ини*. Хемијска структур-



Слика 1. Аналогија структуре компактина и ХМГ-ЦоА; модификовано из (2)

тура компактина, у којој је јасно уочљив ХМГ-аналоган сегмент, јасно указује на компетитивну природу ензимске инхибиције (слика 1) (2).

#### Ловастајин

Откриће компактина један је од тренутака у историји статина када се чинило да ће они веома брзо постати „лекови из трафике“, у смислу безбедности, применљивости и доступности. Међутим, остало је да се на клиничком и биохемијском нивоу открију сви аспекти њиховог деловања, пре него што се ова визија оствари (3).

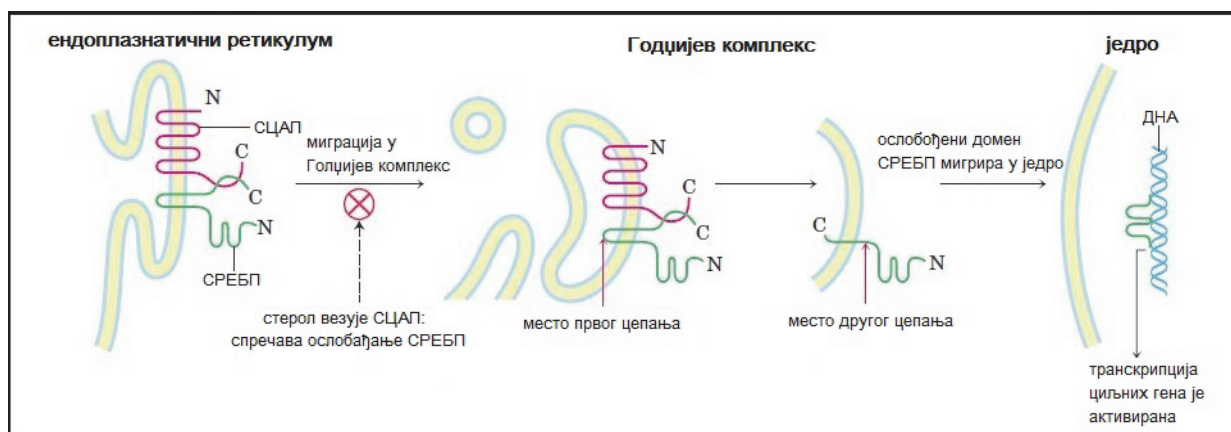
Сазнавши за Ендово откриће, фармацевтска компанија Мерк (Merck) почиње интензивна истраживања нових гљивичних антибиотика са статинским одликама. После скрининга само три соја, у ферментационој течности сродне гљиве *Aspergillus terreus*, Албертс и Чен откривају ловастатин и покрећу клиничке студије (2). Међутим, током Пб фазе ових испитивања сазнају за две озбиљне потешкоће: изостанак жељених ефекта код пацова и учестала појава лимфома код паса. Ово резултује привременим повлачењем ловастатина из клиничких испитивања, у периоду 1980–1984. (3). Ипак, дотадашња запажања покрећу две, испоставиће се кључне статинске студије: једну велику рандомизовану, плацебом контролисану студију ефекта ловастатина у Мерковим лабораторијама, као и *in vitro* студију у лабораторији Мајкла Брауна и Џозефа Голдштајна, Универзитет у Тексасу. Резултати прве студије недвосмислено су показали делотворност ловастатина у погледу снижења нивоа ЛДЛ-холестерола, не само код пацијената са хетерозиготном фамилијарном хипер-холестеролемијом, него и код испитаника који нису имали генетске предиспозиције, као и код здравих људи. Такође, нису уочени озбиљнији штетни ефекти. Иако је касније показано да је првобитно коришћена доза десетоструко превазилазила минималну/оптималну дозу за ефикасну регулацију нивоа ЛДЛ-холестерола, што је резултовало у штетним ефектима, компактин никада није постао комерцијално доступан лек. У трци за првим комерцијалним ста-

тином, 1987. године, Мерков ловастатин постаје први статин преписиван пацијентима у Америци (3). Друга студија расветлила је, на неочекиван начин, не само механизам деловања статина, већ и биохемијске основе фундаменталног процеса регулације биосинтезе холестерола (4).

#### Механизам деловања стајина

Браун и Голдштајн прво утврђују да је, када се хоменат јетре пацова разблажи, активност ензима ХМГ-ЦоА редуктазе код ловастатином третираних пацова за ред величине већа од оне код нетретираних. Трагајући за другим генским променама, уочено је удвостручење експресије ЛДЛ рецептора. Накнадним испитивањима је показано да је усходна регулација ЛДЛ рецептора механизам преваходно задужен за дејство статина, појачавајући преузимање ЛДЛ-холестерола, путем интеракције ЛДЛ рецептора и апоВ100 аполипопротеина ЛДЛ честице. Преузет холестерол у хепатоцитима бива преведен у жучне киселине или ускладиштен, што укупно смањује његову концентрацију у крви (4).

Браун и Голдштајн су дали и механицистичко објашњење појаве. Наиме, у мембрани глатког ендоплазматичног ретикулума хепатоцита присутна су два протеина: СРЕБП (енгл. *Steroid Responce Element Binding Protein*) и СЦАП (енгл. *SREBP Cleavage/Activation Protein*). Када је ниво оксихолестерола у хепатоциту висок, оба протеина су, вероватно посредством трећег, (тада) неидентификованог молекула, стабилизована у мембрани ендоплазматичног ретикулума. Улогу холестеролског сензора има СЦАП, који га везује високим афинитетом. Када ниво холестерола опадне, ова интеракција нестаје и формира се везикула са СРЕБП-СЦАП комплексом, која путује до сакула Голџијевог апарата и са њима се фузионише. Овде СРЕБП бива исечен двема протеазама, N-терминални домен бива ослобођен и дифундује у једру, где активира транскрипцију ЛДЛ рецептора, ХМГ-ЦоА редуктазе и аполипоВ100, између осталог (слика 2) (1).



Слика 2. Механизам транскрипционе регулације биосинтезе холестерола; модификовано из (1)

Ово откриће објашњава три појаве: основни механизам деловања статина, повећаном ендоцитозом ЛДЛ честица из крвне плазме (4); повећану активност ХМГ-ЦоА редуктазе и изостанак ефекта код пацова, код кога овај ефекат превазилази повећану експресију ЛДЛ рецептора (2); ефикасност статина и код особа без ЛДЛ рецептора (хомозиготна фамилијарна хиперхолестеролемија), смањеном синтезом апоВ100, тиме и ЛДЛ честица (2).

#### Студија превенције болести срца

Наведена открића омогућила су да се 2002. изведе студија која ће први пут на клиничком нивоу показати корелацију између снижења нивоа холестерола и снижења инциденце КБС и тако ове догађаје довести у недвосмислену узрочно-последичну везу. Студија је носила назив Студија превенције болести срца: *Hearth Prevention Study*, ХПС (3). ХПС је била убедљиво највећа, плацебом-контролисана петогодишња студија статина, у погледу броја тестираних пацијената и једна од највећих рандомизованих студија у историји медицине. Лек, нови статин, симвастатин, у дози од 40 mg једном дневно, тестиран је на више од 20000 људи из Велике Британије са неким од фактора ризика за развој КБС (укључујући хиперхолестеролемију, дијабетес типа 2, периферна васкуларна обољења, итд.). Студија је, за разлику од претходних, равноправно укључивала жене, старије испитанике и особе оболеле од дијабетеса (3).

Завршна тачка истраживања била је нека манифестација коронарне болести срца, пре свега срчани удар. Резултати су недвосмислено указали да употреба симвастатина у назначеној дози смањује ризик од КБС за 42%. Лек је активан у свим групама, неважно за пол и узраст. Учесталост доминантног нежељеног ефекта: миопатије, укључујући рабдомијелизу (о чему ће бити речи касније), износио је мање од 0,1% и могао се спречити редовним праћењем пацијента и избегавањем контраиндикованих лекова. Резултати ХПС недвосмислено су дали научне основе лечења статинама, окончавши све дотадашње сумње и контраверзе у ефикасност и безбедност лека, и обезбеђујући пласман на тржиште свих других статина, укључујући и будући најпродаванији лек, аторвастатин (3).

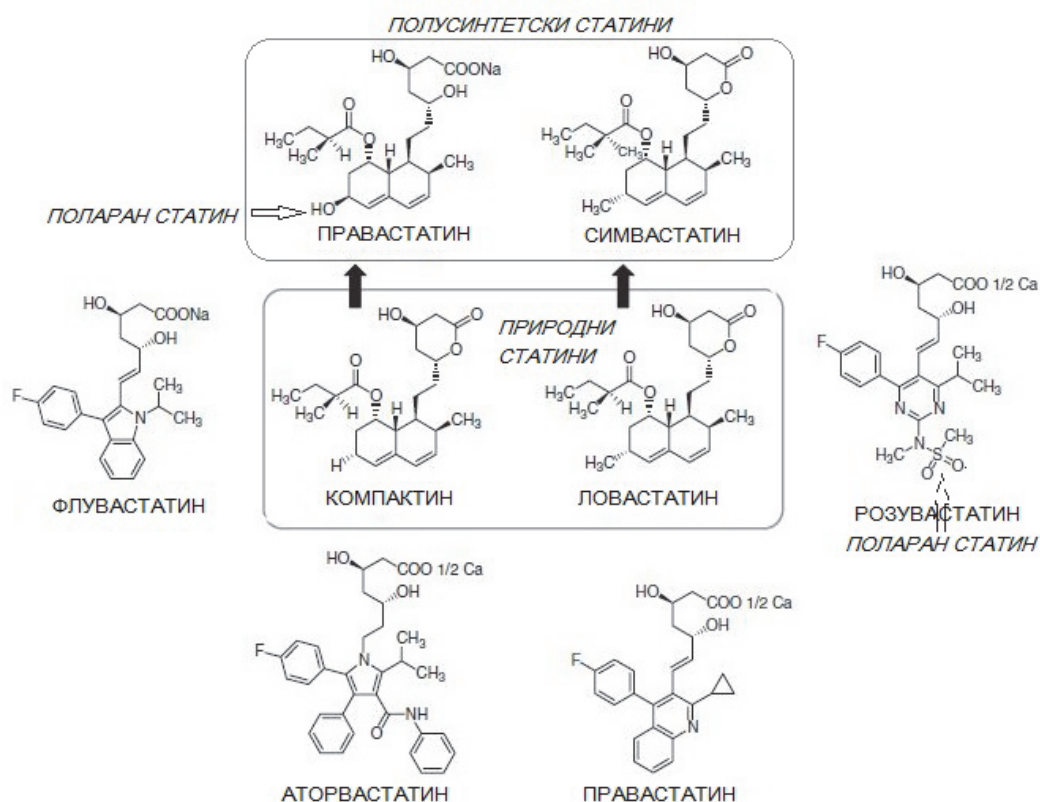
## АТОРВАСТАТИН: НАЈКОРИШЋЕНИЈИ СТАТИН У КЛИНИЧКОЈ ПРАКСИ

### Природни, полусинтетски и синтетски синаини

Након изоловања ловастатина и компактина синтетисана су два полусинтетска аналога, хидроксилувањем петог угљениковог атома декалинског бицикличног система (симвастатин) и хидролизом лактонске везе ХМГ-аналогног сегмента (правастатин) (2). Потом је уследила тотална синтеза четири потпуно вештачка статина: флувастатин, тозувастатин, церивастатин, пивастатин и, 1997. године, аторвастатин (слика 3). Изузев компактина, који никада није ушао у клиничку употребу, и церивастатина, који је повучен из исте 2002. због значајног ризика појаве рабдомијелизе, сви остали статини су данас регистровани лекови у већини земаља (2).

### Синтеза и физичко-хемијска својства

Аторвастатин је први представник класе добијен тоталном синтезом из једноставних органских прекурсора. Потреба за статинима навела је истраживаче на дизајн великог броја алтернативних синтетских путања. Међутим, синтеза још није сасвим оптимизирана и сви коришћени путеви мањкају у погледу: 1) малог укупног приноса; 2) дуготрајних и компликованих технолошких поступака; и 3) употребе скупих реагенса (5). Стога се интензивно ради на развоју биокаталитичких корака у синтези, који дају веће приносе, бољу енантио- и регио-селективност и олакшано изоловање производа. Употребљивани ензими укључују алкохол-дехидрогеназе, нитрилазе, липазе, алдолазе, кеторедуктазе, халохидрин-дехалогеназе итд., али и културе ћелија, нпр. *Lactobacillus kefiranofaciens*. Како детаљнији опис синтезе превазилази оквири овог текста, поступак ће укратко бити илустрован примером употребе алкохол-дехидрогеназе за селективну редукцију једне од три карбонилне групе интермедијера већине синтетских путања, *tert*-бутил-6-хлоро-3,5-диоксохексаноата у *tert*-бутил-6-хлоро-5-хидрокси-3-оксохексаноат (слика 4). Овај пример показује једноставност ензимски катализоване редукције са потпуном региоселективношћу, енантиомерним вишком од >99,5% и максималним приносом током 24 h. Извор



Слика 3. Природни, полусинтетски и синтетски статини; модификовано из (2)

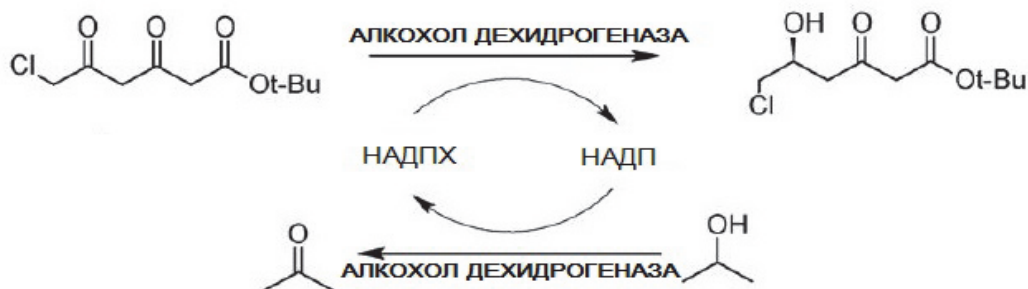
електрона, НАДХ, се непрестано регенерише оксидацијом јефтиног полазног материјала, 2-пропанола. Стратегија је ефикаснија од свих до сада предложених хемијских поступака, тако да се интензивна примена оваквих приступа тек очекује (6).

Аторвастатин је бео кристални прах. Стабилан је на собној температури. Оптички је активан молекул. Одлично се раствара у ДМСО и метанолу (100 mg/mL), а слабије у води (<1 mg/mL) (7). Ниска рКа вредност карбоксилне групе (4,46), чини га наелектрисаним при физиолошким условима (слика 5). Липофилност је једна од главних одлика аторвастатина која пресудно утиче на кинетику и терапијски ефекат лека, о чему ће бити речи у посебном одељку (2).

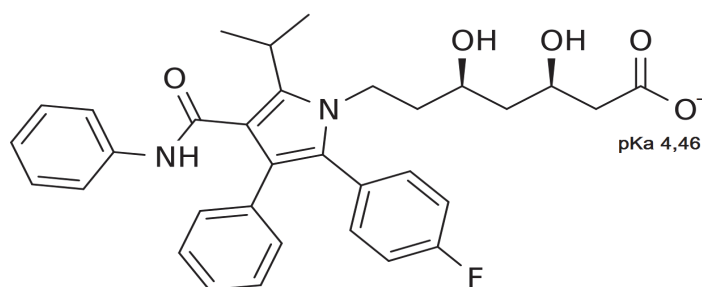
#### Аналијтика

Постоје три основне методе за одређивање концентрације аторвастатина: радиоимуноесеј, ензимски есеј инхибиције ХМГ-ЦоА редуктазе и масена спектрометрија (спрегнута са течном или гасном хроматографијом). Први есеј се ретко користи због неприacticalности употребе радиоактивних обележивача. Сада постоје флуоресцентне модификације есеја, али су потиснуте инструменталним техникама, пре свега масеном спектрометријом. Предност имуноесеја је детекција и неких од деривата аторвастатина који могу бити физиолошки активни (8).

Ензимски есеј је од изузетног практичног значаја, с обзиром да једини пружа праву информацију о укупној циркулишућој активности лека и његових метаболита, што је основ дефинисања сваке терапије.



Слика 4. Биокаталитичка реакција при регио- и енанцио-селективном добијању интермедијера синтезе аторвастатина; модификовано из (6)



Слика 5. Структура аторвастатина; модификовано из (2)

Заснива се на праћењу концентрације NADPH, класичним Баркрофт-Варбурговим приступом, уз мерење смањења апсорбанце на 340 nm. Масена спектрометрија пружа податке о количини појединачних метаболита, без обзира на њихову активност. Практична је пошто је интерференција са другим супстанцама мања него код биоесеја. Такође, омогућава праћање фармакокинетице, анализирајући садржај појединачних метаболитских производа (8).

#### Фармакокинетичке специфичности аторвастатина

Основни параметар који одређује расподелу статина у организму, односно ткивну специфичност деловања, јесте липофилност супстанце. Само два статина, росувастатин и правастатин, су хидрофилни: као последица, они бивају преузети само од стране хелија које имају одговарајуће АБЦ рецепторе (пре свега хепатоцити), што им обезбеђује већу ткивну специфичност (2). Ипак, имајући у виду снажан ефекат првог проласка лекова кроз јетру, који смањује биодоступност аторвастатина на само 14%, јасно је да је највећи део лека задржан у циљном органу. Поред јетре, аторвастатин се накупља у слезини и адреналној жлезди (9). Смањењу биодоступности доприносе и ентероцити, у којима се одвијају неке фазе примарног метаболизма аторвастатина, као и стални ефлукс у танко црево, посредством П-гликопротеина, МРП (енгл. *Multidrug Resistance associated Protein*) и БРЦП (енгл. *Breast Cancer Resistance Protein*), што заједно за последицу има смањену апсорпцију лека (8).

Аторвастатин је међу свим статинима карактеристичан по изузетно дугом полувремену у циркулацији: 14 сати. Полувреме ХМГ-ЦоА редуктазне активности је значајно дуже, 20-30 сати. Ова разлика последица је чињенице да два метаболита прве фазе метаболизма у јетри, 2-хидрокси-аторвастатин и 4-хидрокси-аторвастатин носе 70% циркулишуће ХМГ-ЦоА активности и има изузетно значајну фармакотерапијску последицу: аторвастатин је једини лек из класе који се може уносити у свако доба дана са сличним ефектом (9). За разлику од аторвастатина, статини са кратким полувременом елиминације (1-4 сата) се уносе искључиво увече, како би синтеза холестерола, која се доминантно одиграва ноћу, била максимално инхибирана (2). Даље, неке анализе указују да је дејство аторвастатина приближно једнако уколико се узима

сваког другог дана, при чему је учесталост нежељених дејстава значајно смањена. Ипак, ни једна велика клиничка студија још није дала потврду дуготрајне ефикасности овакве терапије (10).

Као већина статина, аторвастатин се кроз крв доминантно преноси везан за протеине плазме (>98%), са веома slabим продирањем у еритроците. Попут ловастатина и симвастатина, аторвастатин се метаболише системом цитохромом П450 3А4 (8). Ово за последицу има контраиндикованост других лекова који користе исти метаболитски пут, нпр. циклоспорин, антидепресив нифадозон, антифунгални азолни макролидни антибиотици (3), протеазни инхибитори у лечењу ХИВ инфекције (11), блокатори хистаминских Х2 рецептора (9) итд. Примена аторвастатина у комбинацији са овим лековима, као и са неким намирницама (нпр. грејпфрут или нар) које садрже флавоноид нарангин, води израженијим нежељеним ефектима, пре свега миопатијама и рабдомијелизи у крајњем стадијуму (9). Након хидроксилације у фази I метаболизма (слика 6), аторвастатин бива глукуронидован УДП-глукуронизил трансферазом 1А1 у цитосолу хепатоцита и потом излучен путем жучи (8).

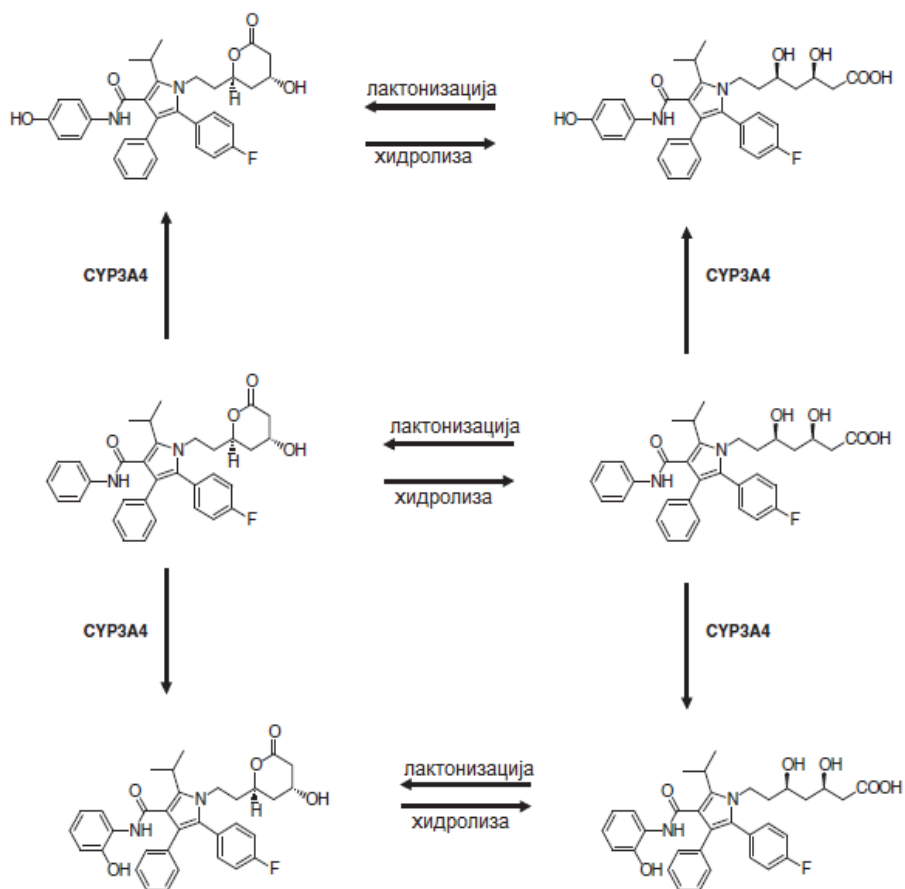
Аторвастатин се, тако, доминантно излучује путем жучи. Мањи део, не рачунајући онај који није потпуно апсорбован, излучује се у танко црево, а само 2% преко бубрега (8).

Аторвастатин се у препаратима лекова налази као киселина или калцијумова со (8). Најзначајнији фармацеутски облици су таблета и дражеја. Уобичајене дозе су 10 до 80 mg дневно, при чему се ниже дозе користе у примарној и секундарној превенцији, а више у лечењу одмаклих стадијума коронарне болести срца (2,3,9).

#### Преглед студија ефикасности: студије са сувојим крајњим исходом

Када је Фајзер (Pfizer), једна од највећих светских фармацеутских компанија, почео да продаје аторвастатин под комерцијалним називом Липитор, постало је јасно да ће лек постати један од најкоришћенијих фармацеутских препарата, како у превенцији, тако у лечењу. Ово је наметнуло потребу да се безбедност и ефикасност примене недвосмислено потврде, у погледу пола и старости, као и евт. других обољења присутних код третираних пацијената. Навешћу само испитаницима најбројније клиничке студије са најзначај-



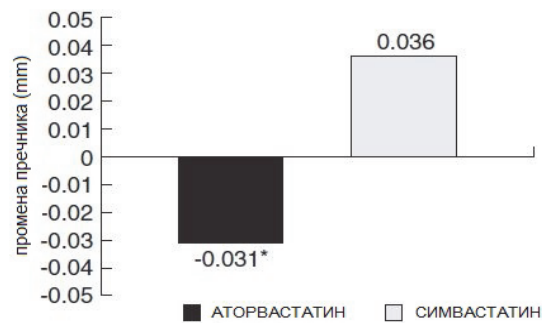


Слика 6. Реакције фазе 1 метаболизма аторвастатина и спонтана лактонизација; модификовано из (8)

нијим импликацијама. Пажња која се посвећује клиничким студијама аторвастатина је изузетна и лек, по укупном броју учесника студија, припада најизучаванијим савременим медицинским средствима (9).

Урађене су четири велике студије са сурогат крајњим тачкама. *Atorvastatin versus Simvastatin on Atherosclerosis Progression* (АСАП студија) и *Arterial Biology for the Investigation of the Treatment Effects of Reducing Cholesterol* (АРБИТЕР) студија, као крајњу тачку користе задебљање *intimae mediae* коронарне или феморалне артерије, праћено неинвазивно-ултразвучном анализом. Резултати су били једнозначни: дебелина *intimae mediae* код пацијената који су две године узимали по 80 mg аторвастатина дневно, не само што није пропaгирала, већ је значајно опала (за разлику од симвастатина у дози 40 mg дневно, где је само инхибирано њено повећање). Такође, просечан ниво ЛДЛ-холестерола је смањен за 51% код аторвастатином третираних пацијената. Дакле, аторвастатин може водити регресији атеросклеротских плака код особа са ризиком од КБС (слика 7).

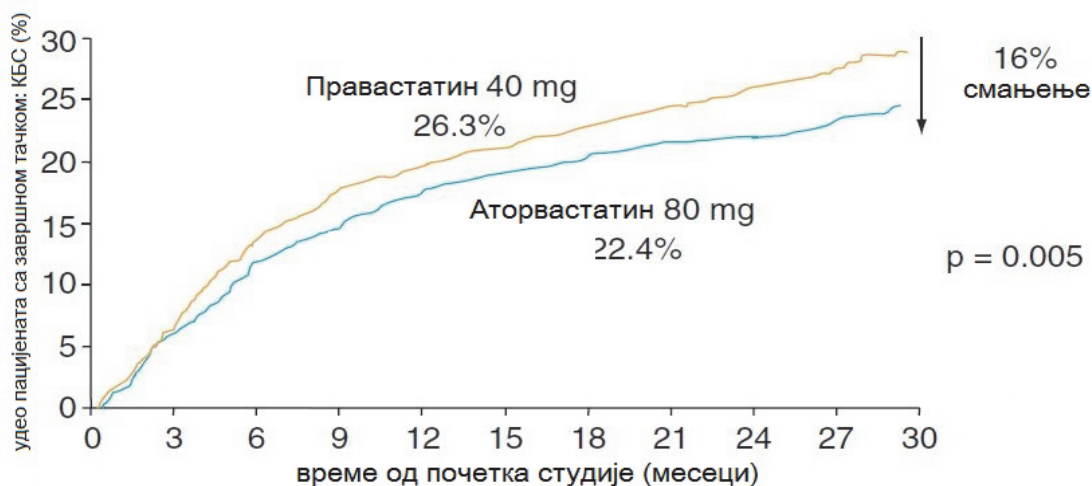
Студија *German Atorvastatin Intravascular Ultrasound* (ГАИН) као крајњу тачку користила је промену у сигналу интраваскуларног ултразвука (ИВУС). Резултат третмана је значајно повећана хиперехогеност, која упућује на повећану чврстину плака и смањену вероватноћу њеног откидања и појаве тром-



Слика 7. Резултати АСАП студије: смањење дебелине *intimae mediae* аторвастатином; модификовано из (9)

бозе, при дози аторвастатина која одржава концентрацију ЛДЛ-холестерола на 100 mg/dL (9).

Студија *REVERSing Atherosclerosis with Aggressive Lipid Lowering* (РЕВЕРСАЛ) као крајњу тачку користила је повећање запремине атореме: унутрашњег слоја атеросклеротске плаке у *tunica intima*. Коришћена је доза аторвастатина од 80 mg дневно, а референтна вредност за поређење је била дневна доза од 40 mg правастатина. Главни резултат студије је сагласан са АСАП и АРБИТЕР: смањење запремине атореме за 0,4% код аторвастатинских пацијената, а повећање за 2,7% код правастатинских пацијената (9).



Слика 8. Резултати ПРОВЕ ИТ студије: Каплан-Мајерове криве; модификовано из (9)

Прејлед студија ефикасности: студије са КБС као крајњом тачком

Остале студије као крајњу тачку користиле су реални основ клиничког прекидања терапије, тј. манифестацију симптома које је лек требало да спречи, у овом случају коронарне болести срца (инфаркт миокарда) (9).

*The Pravastatin or Atorvastatin Evaluation and Infection Therapy* (ПРОВЕ ИТ) је била прва студија која је користила коронарну болест срца као крајњу тачку. Као и код дотадашњих студија са сурогат крајњом тачком, испитиван је ефекат аторвастатина, 80 mg дневно, у поређењу са правастатином, 40 mg на дан. Иако је студија планирана у трајању од пет година, обустављена је већ након 30 месеци, уз јасан, статистички заснован закључак: смањење инциденце КБС код аторвастатинских пацијената је за 16% веће у односу на правастатинске пацијенте. У студији је учествовало 4162 пацијента са ангином пекторис као фактором ризика за инфаркт миокарда. Резултат је приказан Каплан-Мајеровом кривом зависности првог испољавања КБС од времена (слика 8). Треба нагласити да је ово била прва у низу студија са идејом: изучавај и лећи, у којој је студија заправо само контролисана и рандомизована терапија пацијената на клиникама у циљу њиховог излечења, услед чега је правни и економски фактор студије значајно смањен (9).

Студија *The Myocardial Ischaemia Reduction with Aggressive Cholesterol Lowering* (МИРАКЛ) испитивала је утицај ране, брзе редукције серумског нивоа ЛДЛ-холестерола на погоршање симптома ангине пекторис. Резултат је смањење хоспитализације услед погоршане ангине пекторис за 26% у односу на терапију правастатином. Такође, студија је показала да не постоји корелација између времена обедовања и узимања лека, што је од изузетног значаја за свакодневну терапију (9).

*Aggressive Lipid Lowering Initiation Abates New Cardiac Event* (АЛИАНС) је студија која је утврђивала могућност снижења нивоа ЛДЛ-холестерола агресив-

ном терапијом аторвастатином. Укупан број учесника био је 2442. Резултат је достизање жељеног нивоа ЛДЛ-холестерола од 100 mg/dL за четири недеље третмана код 72,4% пацијената, у односу на 40% за пацијенте под уобичајеном, недиригованом негом лекара (9).

Резултат студије *Greek Atorvastatin and Coronary Heart Disease Evaluation* (ГРАЦЕ) на 1600 пацијената из Грчке је пре свега дијагностички: снижење нивоа укупног холестерола, ЛДЛ-холестерола и триацилглицерола за 36%, 46% и 41%, редом, уз повећање нивоа ХДЛ-холестерола за 7%. Значај ове студије је њена циљна група: пацијенти са медитеранског подручја, јединственост у поређењу са осталим студијама које су углавном подразумевале Скандинавију, Велику Британију, Ирску и Немачку као подручје испитивања (9).

*Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial* (АСЦОТ) студија је најзначајнија студија превенције аторвастатином. За разлику од осталих студија, 10305 пацијената из ове студије није имао изражену хиперхолестеролемију (укупан ниво холестерола у крви већи од 6,5 mM), а једини фактор ризика је била артеријска хипертензија. Смањење ризика појаве КБС код ових пацијената износило је 36%. Ово је изузетно значајан податак са фундаменталним импликацијама, упућујући да је развој атеросклерозе увек повезан са нивоом холестерола, и да је код сваке особе са поодмаклом атеросклерозом ниво холестерола у телу превелик у односу на потребан ниво. Ова студија је дала снажан ослонац употреби ниских доза аторвастатина у примарној превенцији (пре појаве неког параметра ризика за КБС), као и сигнал да и терапија статинима и дијагностиковање поремећаја садржаја липида мора бити строго индивидуализовано (12).

Одмах потом је уследила двоструко слепа, рандомизована студија директног ефекта аторвастатина у дози 10 mg дневно у циљу примарне превенције: *The Collaborative Atorvastatin Diabetes Study* (ЦАРДС). Резултат је био сагласан са АСЦОТ студијом, при чему је добијено снижење ризика од инфаркта миокарда за 37% било веће него што је претходно очекивано (9).

Са друге стране, студија на пацијентима који су већ имали озбиљне кардиоваскуларне догађаје: *Atorvastatin Versus Revascularization Treatments* (АВЕРТ), подразумевала је третман максималном дозом аторвастатина од 80 mg дневно. Након 18 месеци, инциденца исхемијских догађаја смањена је за 36%, што упућује на употребу аторвастатина и код озбиљних срчаних пацијената (9).

Последњи овде наведен пример је текућа студија *Atorvastatin Study for Prevention of Coronary Heart Disease End points in NIDDM* (АСПЕН). Студија изучава ефикасност терапије аторвастатином код пацијената са дијабетесом типа 2 као најзначајнијим фактором ризика. Прелиминарни налази третмана са 10 mg лека дневно дају позитивне резултате, са смањењем инциденце КБС од 23% (9).

Збирно, студије показују не само значајно снижења нивоа укупног холестерола, ЛДЛ-холестерола (25-80% за 2,5-80 mg лека дневно, зависно од групе испитаника) и триацилглицерола, уз повећање нивоа доброг ХДЛ-холестерола, дакле побољшање укупне клиничке слике, већ и реално смањење учесталости КБС, као најчешћег узрока смрти у индустријализованим земљама, невезано од етничке, полне и старосне структуре испитаника (9).

#### Плејотропни ефекти

Неке од горе поменутих студија, нпр. РЕВЕРСАЛ и ПРОВЕ ИТ, указале су на занимљиву појаву: иако је снижење нивоа ЛДЛ-холестерола код примене аторвастатина у дози од 80 mg и правастатина у дози од 40 mg било приближно једнако, инциденца кардиоваскуларних симптома је код примене аторвастатина била и до 36% мања. Ово је указало на постојање ефеката лека који нису последица циљане клиничке намене: инхибиција синтезе холестерола, односно тзв. плејотропних ефеката (3).

Иако молекулски механизми свих плејотропних ефеката нису сасвим разјашњени, мевалонат, чија је синтеза директно инхибирана статинима, није прекурсор само холестерола и његових деривата, већ и бројних других биолошки важних молекула попут убихинона, пластохинона, долихола, биљних терпена, и, пре свега, геранил-фосфата и фарнезил-фосфата, молекула директно укључених у пост-транслационе модификације протеина. Пренилација, како се заједничким именом назива естерификација хидроксилних група протеина неким од два побројана једињења, изузетно је важна ковалентна модификација и процењује се да чини око 10% свих ковалентних модификација протеина животиња. Као последица сниженог нивоа пренилације, многи периферни мембрански протеини не могу да буду укотвљени у мембрану, те је њихова ефективна активност смањена. Типичан пример је смањење напетости ендотела под дејством аторвастатина. Овај ефекат ће бити подробније објашњен механистички (13).

*Rho* киназа је периферни протеин унутрашње стране ћелијске мембране. У мембрану је укотвљен

фарнезил-остатком и само као такав је активан. Један од супстрата *Rho* киназе је  $\cdot\text{NO}$  синтаза (14), ензим ћелије ендотела који синтетише азот-моноксид из аргинина, који потом дифундује у глатки миоцит, где активира гуанилат-циклазу, што резултује повећаним садржајем цГМП и активацијом протеин киназе Г. Даље, ова киназа фосфорилацијом активира фосфатазу лакних ланаца миозина, који као дефосфорилисани губе могућност контракције. Резултат фосфорилације  $\cdot\text{NO}$  синтазе од стране *Rho* киназе је њена инхибиција, дакле спречавање инхибиције контракције мишића ендотела (15). Аторвастатин инхибира овај пут, што изазива супротне ефекте, дакле релаксацију мишића ендотела. Као последица, јавља се смањено задржавање липида у ужим деловима капилара и успоравање прогресије атеросклерозе. Ово је на молекулском нивоу најбоље окарактерисани плејотропни ефекат аторвастатина (слика 9).

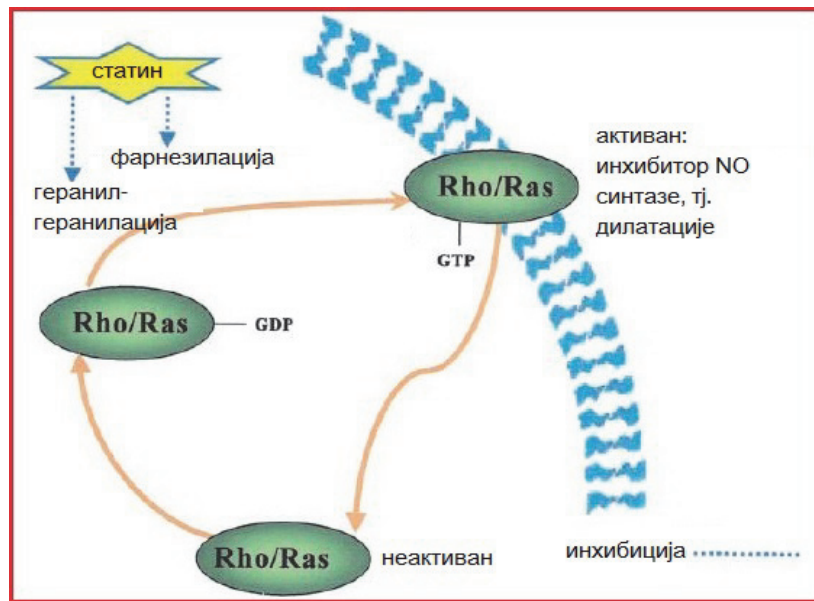
Ефекат аторвастатина на леукоците посредован је модификацијом генске експресије. Наиме, примећено је да је ниво мРНК за рецепторе за МИП-1 и ИЛ-8 у леукоцитима третираним аторвастатином *in vitro* смањен, што смањује миграцију ћелије и инфламаторни одговор. Такође, посредством инактивације *Rho* киназе, смањена је мобилност ћелија, механизмом сличним као код контракције глатког мишића. Закључак је да је инфламаторни одговор атеросклеротске плаке инхибиран (9). Ово је потврђено и мерењем концентрације Ц-реактивног протеина (ЦРП), инфламаторног маркера крви, која је снижена за 52% при узимању дозе аторвастатина од 20 mg на дан (слика 10) (16).

Ретроспективна анализа ВОСЦОПС студије, која је мерила учесталост појаве КБС код пацијената са ризиком за развој дијабетеса типа 2, утврдила је смањење овог ризика за 30% код особа које су користиле аторвастатин у дози 10 mg дневно током пет година. Као и инсулин, статини активирају ПИЗК и Акт киназу, што резултује повећаним преузимањем глукозе из крви пацијената (9).

Остали ефекти, не мањег потенцијалног значаја, укључују инхибицију тромбозе, стимулацију васкулогенезе, побољшање рада бубрега, инхибицију дендритских ћелија, смањење ломљивости костију итд. Ако би се последњи наведени плејотропни ефекат показао тачан на клиничком нивоу, аторвастатин би био јединствен лек који би, у веома ниским дозама, смањивао ризик од три велике, хроничне болести савременог човека: атеросклероза, *diabetes mellitus* типа 2 и остеопороза (13).

#### Нежељени ефекти

Историју употребе статина у клиничкој пракси прате бројне контраверзе о многобројним нежељеним ефектима. Посебно је истицано да пацијенти не желе да пријаве неугодне симптоме, сматрајући их безазленима с обзиром на изузетну клиничку ефикасности лека. Међутим, велике, плацебом контролисане клиничке студије оспориле су већину сумњи. Наиме, сту-



Слика 9. Механизам дилатације ендотела аторвастатином; модификовано из (13)

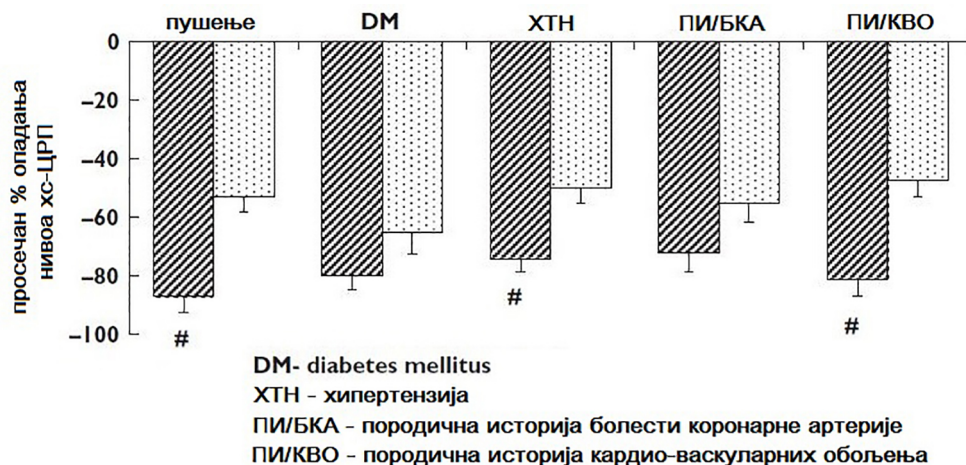
дија на 16495 пацијената који су користили аторвастатин показала је да је укупна учесталост било каквог нежељеног ефекта мања од 2% (3).

Најучесталији пријављивани проблеми са статинима су дигестивне тегобе. Плацебо групе овде имају велики значај. Наиме, испоставило се да удео пацијената који су ове тегобе пријавили износи само 1% у аторвастатинској групи и чак 6% у плацебо групи (9). Следећи симптом по учесталости је повишен ниво трансминаза јетре и до три пута изнад дозвољене границе, који се јавио код око 0,5% пацијената у односу на плацебо. Овакав ефекат је некада тешко отклоњив, али алтернативни приступи терапији (нпр. узимање лека сваки други дана) би могли да га ублаже. Такође, редовном анализом крви током првих неколи-

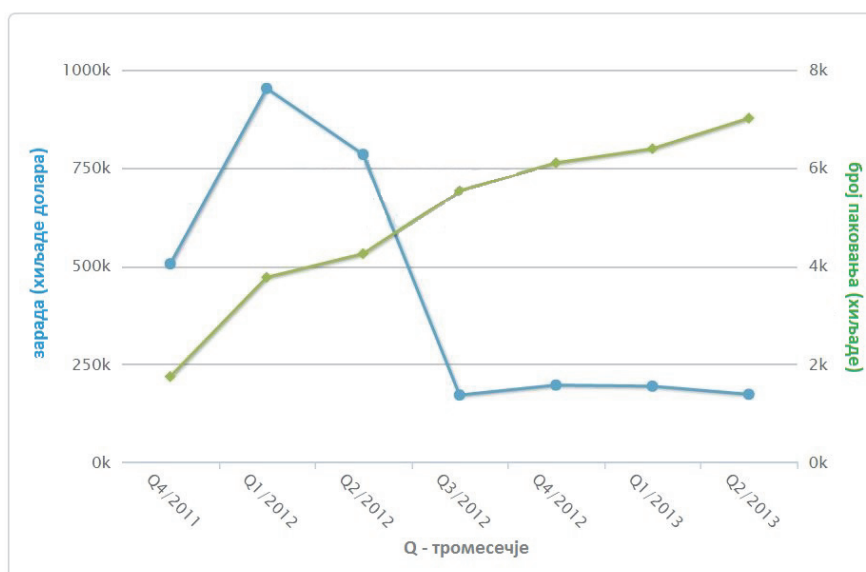
ко месеци коришћења лека могуће је овај ефекат предупредити (13).

Најозбиљнији штетни ефекат примене аторвастатина је мишићна дисфункција са рабдомијелизмом у крајњем стадијуму (17). Ово је једини потенцијално смртни исход примене статина. Међутим, не постоји клиничка студија са довољним бројем пацијената која би статистички подржала ову везу код пацијената који нису узимали друге лекове, такође супstrate цитохрома P450 3A4. Зато је од изузетног значаја додатна опрезност при примени оваквих лекова у комбинацији са статинима. Уколико је оно нужно, редовно саветовање са лекаром или фармацеутом је неопходно (9).

Остали, много мање заступљени нежељени ефекти могу да обухвате: катаракту, конфузију и поре-



Слика 10. Опадање нивоа инфламационог маркера хс-ЦРП узроковано аторвастатином и правастатином; модификовано из (16)



**Слика 11.** Статистика употребе статина: пад зараде (истек патената) уз пораст продаје; модификовано из (19)

мећаје сна, алергијске реакције, тромбоцитопенију, хипергликемију, мијалгију итд. (18). Важно је напоменути да, иако је компактин повучен из клиничких студија због изазивања лимфома код паса, никада није показана карциногеност аторвастатина код човека, ни при највећим препорученим дозама (9).

#### Статистички подаци и будућности аторвастатина

Већ је речено да је историја статина била бурна и испуњена контраверзама: од забрана до најпродаванијих лекова у свету. Такође, штетни ефекти пронађени код једног статина значајно су смањивали продају свих других. Тако је повлачење церивастатина 2001. године са тржишта резултовало падом продаје свих статина на само 20% дотадашње вредности (3). Ипак, резултати горе помених студија условиле су постепени пораст продаје статина, пре свега од када је аторвастатин добио ознаку да је генерално безбедан за употребу (9) (слика 11).

На укупну зараду од статина у последње време утиче и истек многих патената формираних у последњих тридесет година. Међутим, оно је праћено повећањем доступности и продаје лекова (19). По подацима са базе [www.drugs.com](http://www.drugs.com), највеће јавности отворене базе о продаји лекова у Америци, аторвастатин је 2013. године заузимао 16. место по броју продатих кутија, са растућим трендом продаје. Доминантни удео у овој продаји даље заузима Фајзеров Липитор (19).

У Србији је регистровано педесет заштићених фармацеутских препарата аторвастатина од стране Агенције за лекове и медицинска средства, у облику таблета или дражеја са дозама 10–80 mg. Регистровани лекови су произведени у 13 различитих компанија у земљи и иностранству. Аторвастатин, по подацима Апотеке Београд, још увек није међу 10 најпродаванијих лекова (20).

Уз растући број студија које оспоравају нежељене ефекте и потврђују ефикасност статина, како у лечењу, тако и превенцији коронарне болести срца, али и уз обећавајућу терапијску примену многобројних плејотропних ефеката, прогнозира се да ће употреба статина, превасходно аторвастатина, и даље расти и да ће њихова доступност постајати све већа (3). Биће можда сведоци остварења речи С. Фриберга, ректора Каролинске институти у Шведској, којима је поздравно Брауна и Голдштајна док им је уручивао Нобелову награду за физиологију и медицину, 1985. године: „Ваша открића нам могу обезбедити оружја против највећих тешкоћа човечанства, пре свега повезаних са кардиоваскуларним болестима. Достигнућа попут ваших чине да не изгледа неостварива визија времена када ће човечанство не само живети под много бољим условима, већ и само бити боље“ (2).

#### ЗАКЉУЧАК

Аторвастатин је један од најпродаванијих лекова у индустријализованим земљама. Реч је о вештачком инхибитору ХМГ-ЦоА редуктазе, кључног регулаторног ензима биосинтезе холестерола. Резултат примене статина је драматично снижење нивоа ЛДЛ-холестерола, што као директну последицу, у складу са липидном теоријом атеросклерозе, има смањење инциденце коронарне болести срца, пре свега инфаркта миокарда. Иако је историја употребе статина праћена многим контраверзама, многе клиничке студије, неке међу највећима у историји медицине, потврдиле су ефикасност и безбедност употребе статина у превенцији и лечењу болести срца. Нежељена дејства статина су ретка, и најчешће укључују гастроинтестиналне тегобе. Најозбиљнији нежељени ефекат је рабдомијелиза, која се јавља само при комбинацији статина са другим лековима сличног метаболичког профила и као таква може бити избегнута. Данас се називу многе нове индикације статина у малим, превентивним дозама, које

се заснивају на другом, плејотропним молекулским механизмима. Оне би могле да употребу статина прошире на превенцију три велике хроничне болести савременог човека: атеросклерозу, дијабетес и остео-порозу.

Abstract

ATORVASTATIN

**Igor Asanović**, student of biochemistry, Faculty of Chemistry, Belgrade

Atorvastatin is one of the most frequently prescribed drugs in industrialized countries. It is an artificial inhibitor of HMG-CoA reductase, the key regulatory enzyme of cholesterol biosynthesis pathway. In accordance with lipid hypothesis of atherosclerosis, the main result of atorvastatin application is drastic reduction of LDL cholesterol levels in blood, which has direct consequence of the reduction of coronary heart disease incidence, dominantly myocardial infarction. Although the history of statin application is accompanied by many controversies, many clinical studies, some of them amongst the biggest in history of medicine, approved efficiency and safety of application of statins in prevention and treatment of heart disease. Side effects are rare, and most frequently include gastro-intestinal problems. The most serious side effect is rhabdomyolysis, which occurs only when statins are combined with other drugs with similar metabolic profile, and thus can be avoided. Today, there are many new indications of statin application in small, preventive doses, which rely on other, so called pleiotropic molecular mechanisms. These approaches could expand statin application for treatment of tree big contemporary chronic human conditions: atherosclerosis, diabetes and osteoporosis.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nelson D, Cox M. **2011**. Lehninger: principles of biochemistry. New York: W. Freeman and company. ISBN: 978-1429222631
2. Endo A. **2010**. A historical perspective on the discovery of statins. Proc. Jpn. Acad. Ser. B **86**: 484-493
3. Tobert J. **2003**. Lovastatin and beyond: the history of the HMG-CoA reductase inhibitors. Nature reviews **2**: 517-526
4. Brown M, Goldstein J. **1985**. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. Nobel lecture
5. Gao J. *et al.* **2011**. A novel and efficient route for the preparation of atorvastatin. Chinese Chemical Letters **22**: 1159-1162
6. Patel J. **2009**. Biocatalytic synthesis of atorvastatin intermediates. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic **61**: 123-128
7. <http://www.scbt.com/datasheet-217671-atorvastatin-calcium-salt.html>
8. Lennernäs H. **2003**. Clinical Pharmacokinetics of Atorvastatin. Clin Pharmacokinet **2003**; **42**: 1141-1160
9. van Leuven S, Kastelein J. **2005**. Atorvastatin: Drug Evaluation. Expert Opin. Pharmacother. **6**(7):1191-1203
10. Elis A, Lishner M. **2012**. Non-every day statin administration - A literature review. European Journal of Internal Medicine **23**: 474-478
11. Athyros M. *et al.* **2010**. Atorvastatin: safety and tolerability: Drug Safety Evaluation. Expert Opin. Drug Saf. **9**(4):667-674
12. Sever P. *et al*, for the ASCOT investigators. **2003**. Prevention of coronary and stroke events with atorvastatin in hypertensive patients who have average or lower-than-average cholesterol concentrations, in the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial-Lipid lowering Arm (ASCOT-LLA): a multi centre randomised controlled trial. The Lancet **361**: 1149-1158
13. McFarlane S. I. *et al.* **2002**. Pleiotropic Effects of Statins: Lipid Reduction and Beyond. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism **87**(4):1451-1458
14. Wu S. *et al.* **2014**. Long-term atorvastatin improves age-related endothelial dysfunction by ameliorating oxidative stress and normalizing eNOS/iNOS imbalance in rat aorta. Experimental Gerontology **52**: 9-17
15. Jones D. R. *et al.* **2006**: Uvod u molekularnu fiziologiju (Biohemija III), Hemijski Fakultet Univerziteta u Beogradu, ISBN: 865-7220-023-3
16. Gupta A. *et al.* **2008**. Effect of atorvastatin on hs-CRP in acute coronary syndrome. British Journal of Clinical Pharmacology **66**: 411-413
17. Schachter M. **2004**. Chemical, pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of statins: an update. Fundamental & Clinical Pharmacology **19**: 117-125
18. Agencija za lekove i medicinska sredstva. **2014**. Sažetak karakteristika leka: Atacor
19. <http://www.drugs.com/stats/top100/2013/units>
20. <http://www.alims.gov.rs/ciril/lekovi/pretrazivanje-humanih-lekova/?a=p>
21. <http://quizlet.com/6473958/history-flash-cards-flash-cards/>



ВЕСТИ из ШКОЛЕ  
ВЕСТИ за ШКОЛЕ

Милош КОЗИЋ, студент мастер академских студија Хемијског факултета у Београду, e-mail: drzoki@yahoo.com

## СЦЕНАРИО ЧАСА: ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ И ЗЕМЉИШТА

**Наставна тема:** Хемијски аспекти загађивања животне средине

**Разред:** други; гимназија друштвено-језичког смера

**Тип часа:** обрада новог градива

Циљеви часа су да ученици:

- идентификују начине загађивања воде и земљишта, изворе загађивања и загађујуће супстанце,
- описују последице загађивања воде и земљишта,
- предлажу активности које доприносе очувању животне средине,
- објашњавају сложеност проблема везаних за загађивање и заштиту животне средине,
- развијају свест о очувању животне средине.

## НОСЕЋА ИДЕЈА ЧАСА

Ученици формирају и систематизују знања о изворима загађивања, загађујућим супстанцама, последицама загађивања и о заштити животне средине, играњем друштвене игре „Еколошка разгледница“.

## МАТЕРИЈАЛ И ПРИБОР ПОТРЕБАН ЗА РАД

- Табла
- Креда (маркер)
- Одговарајући број комплета друштвене игре „Еколошка разгледница“ (табла за игру са картицама, упутство за игру, коцкица и по један жетон за игру за сваког ученика)
- Радни листови – табела за сваког ученика

*Корак 1. Припрема за друштвену игру „Еколошка разгледница“ и формирање групе (5 минута)*

Наставник саопштава ученицима да се тема часа односи на загађивање воде и земљишта и дели ученике у групе чији број зависи од броја ученика у одељењу и броја комплета претходно припремљене друштвене игре. Оптималан број је 3-5 ученика у групи. Свака група добија комплет у коме се налази друштвена игра „Еколошка разгледница“. Наставник упућује ученике да прочитају упутство, обилази групе и проверава да ли су сви ученици разумели дато упутство.

*Корак 2. Друштвена игра „Еколошка разгледница“ (20 минута)*

Ученици, према задатим упутствима, реализују задатке игре. Они попуњавају приложену табелу на основу информација на картицама које се односе на загађивање воде и земљишта и заштиту животне средине. Уколико ученици не знају одговор на питања постављена на неким картицама, могу да потраже помоћ од наставника. Док ученици решавају задатке игре, наставник на табли црта табелу коју су ученици добили да попуњавају у току игре.

*Корак 3. Ученички одговори и дискусија (18 минута)*

Када истекне време предвиђено за друштвену игру, наставник позива представнике група да на табли, у одређена места у табели, унесу податке до којих су групе дошле обрађујући информације са 12 картица. Наставник одређује која група извештава о садржајима одређених картица. Сви ученици прате попуњавање табеле на табли. Пријављују се уколико имају

предлоге за измену садржаја у попуњеној табели, а наставник контролише унети садржај.

*Корак 4. Завршно сумирање резултата (2 минута)*

Наставник на крају часа позива ученике да усагласе садржај својих табела са подацима у табели на табли и да за следећи час припреме коментаре или материјал који се односи на садржај у табели.

## ПРИЛОГ: УПУТСТВО ЗА ИГРУ

*Друштвена игра „Еколошка разгледница“*

Човек стално усавршава технологију захваљујући својим интелектуалним и стваралачким способностима, наслеђеном искуству, знању и достигнућима, стварајући тако услове у којима ће добро живети. Развој технике и технологије доприноси побољшању квалитета живота. Али, унапређујући квалитет живота, човек уједно угрожава себе и цео живи свет на Земљи. Развој индустрије узрокује најнегативније промене у природи. Једна од њих је загађивање.

*Правила и шок игре*

На табли игре „Еколошка разгледница“ приказана је једна животна средина (слика 1). Стање је алармантно и потребно је нешто предузети како би се заштитила животна средина. На табли игре се налази тридесет поља. По шест поља обележено је једном бојом. По пољима се креће према броју који редом сваки играч добије бацајући коцкицу. Редослед играња договарају сами играчи.

Играчи крећу с поља **Старт**. Игру завршава сваки играч када дође на поље **Циљ**. Када играч стане на неко од поља, узима прву картицу из одређене групе картица окренутих лицем нагоре (тако се поставе пре почетка игре) и свим члановима у групи прочита њен садржај. Картице су груписане према боји поља. Плава боја односи се на загађивање вода, зелена боја на загађивање земљишта, жута боја на заштиту од загађивања, црвена боја на поља изненађења на којима играчи поступају према задацима с картица. За поља сиве боје не постоје картице. Картица која је извучена се потом искључује из игре. Играчи попуњавају табелу у прилогу игре на основу информација са картица које се односе на загађивање воде и земљишта.

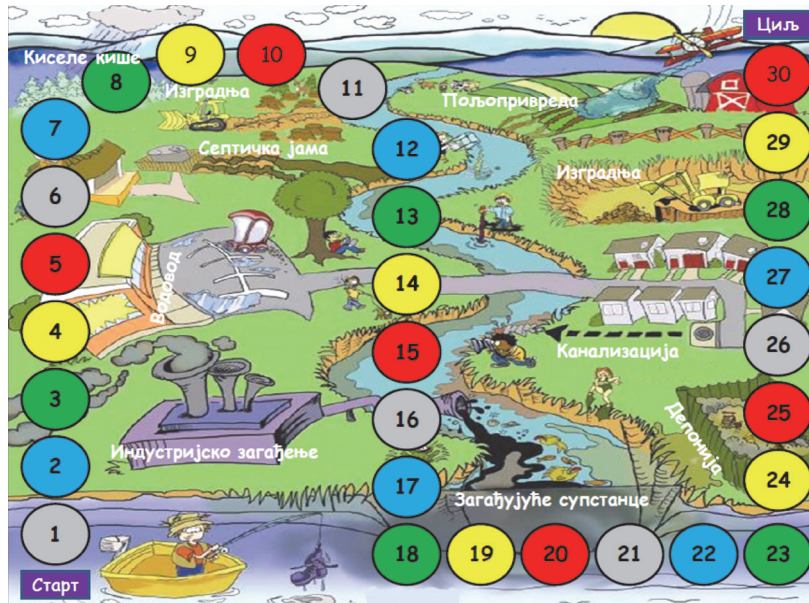
На картицама неких група се налазе питања на која играчи одговарају. Није потребно да играчи пишу одговоре на питања, већ само да заједно продискутују одговор. Уколико се у току игре искористе картице неке групе, у наставку игре, стајући на поља те боје, играчи немају задатке. Игра је завршена када сви играчи стигну до циља. Уколико постоје картице које нису биле извучене, играчи читају садржај тих картица и на основу тог садржаја попуњавају приложену табелу.

У овој игри не постоји победник јер се сви играчи едукују у циљу заштите животне средине.

*Хајде да сјеречимо загађивање животне средине!*

Табела коју ученици попуњавају у току игре „Еколошка разгледница“.

Извор загађења	Загађујућа супстанца	Поседице загађивања	Мере заштите животне средине



Слика 1. Табла за игру "Еколошка разгледница" (уз модификацију за потребу игре, слика је слободно преузета са <http://laptopclipart.com/tag/airplane-clip-art/>)

#### Картице за игру „Еколошка разгледница“

<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>	<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>
При производњи електричне енергије у традиционалним и нуклеарним електранама, као и за друге индустријске процесе, за расхлађивање уређаја користи се вода, која се тако загрејана испушта у реке и језера. Повећана температура може да угрози живи свет у тим водама. Неповољан ефекат се јавља услед повећане потребе за кисеоником, јер се с повишењем температуре повећава брзина којом се одвијају метаболички процеси, а сама растворљивост кисеоника се смањује.	Присуство патогених микроорганизама који уз помоћ отпадних вода доспевају у воду за пиће или воду која се користи у домаћинству, при повољним условима и великој концентрацији може да проузрокује опасне епидемије као што су дизентерија, тифусна грозница, паратифус, колера и др. Многе врсте глиста које се могу пренети загађеном водом су изазивачи веома опасних обољења човека и домаћих животиња. У загађеним водама може да живи и ларва комарца маларицара, преносиоца маларије.
<b>Питање за ученике:</b> Којим променама, услед повећане температуре воде бивају изложене рибе?	<b>Питање за ученике:</b> На који начин можемо да се заштитимо од патогених микроорганизама?
<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>	<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>
При раду транспортних пловних објеката загађење воде настаје од дима и погонских горива, чистиња и подмазивања уређаја. Такође, приликом испоруке терета долази до извесног расипања и изливања нафте и њених деривата. Из пловних објеката избацују се разне врсте отпада као што су: отпадне воде из санитарних уређаја, пепео и суспендоване супстанце из горива, разна амбалажа и чврсти отпаци, средства за прање и друге разне отпадне течности (вода за испирање резервоара танкера). Хаваарије, судари и несреће на пловним објектима могу да доведу до делимичног или потпуног изливања транспортног материјала у воду.	У органске отпадне загађиваче индустријских вода најчешће убрајамо полицикличне ароматичне угљоводонике, феноле и различите раствараче. Феноли се јављају као отпадне супстанце из рафинерија нафте, коксара и неких хемијских индустрија (пластичне масе, боје, хемијске синтезе разних једињења). Фенол и фенолна једињења отровно делују на протоплазму и разарају ћелије. Апсорпција преко коже је брза и доводи до озбиљних опекотина. Кома, конвулзије, цијаноза и смрт су резултати прекомерног излагања фенолу. Од унутрашњих органа, фенол утиче на јетру, бубреге, плућа и кардио-васкуларни систем. Угљен-дисулфид ( $CS_2$ ) је растварач који се употребљава у индустријске сврхе, а посебно за вештачка влакана на бази целулозе. Под утицајем овог растварача код човека настају промене у понашању, слаби памћење, јавља се слепило, раздражљивост, цијаноза, отежано дисање и др.
<b>Питање за ученике:</b> Која је најчешћа последица загађења која се јавља приликом саобраћајног транспорта?	<b>Питање за ученике:</b> Покушајте да се сетите још неких органских растварача. Продискутујте то у групи.
<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>	<b>ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ</b>



<p>У неорганске отпадне загађиваче индустријских вода најчешће убрајамо неорганске киселине и тешке метале. Неорганске киселине у отпадним водама делују на промену рН вредности вода у које се изливају. Елементарна жива из природних извора, као и из индустријских отпадних вода, доспева у реке и језера, где се таложи. Један део наталожене живе дејством микроорганизама преводи се у токсичне деривате живе који се лако акумулирају у масном ткиву риба, а и у организму људи који се хране том рибом, што доводи до тешких неуролошких поремећаја, парализе, слепила, оштећења мозга, па и до смрти. Када се фосфати и нитрати нађу у рекама и језерима делују попут минералних ђубрива и убрзавају раст водених биљака, што доводи до повећане потрошње кисеоника. Око 50% минералних ђубрива завршава у површинским водама.</p>	<p>Потреба је опрати рубље што боље и брже, на што нижој температури. Калцијум-хидрогенкарбонат (при загревању или при дужем стајању у воденом раствору) се разлаже, а на деловима веш машине се таложи калцијум-карбонат, онемогућавајући пренос топлоте, а такође се таложи и на рубљу. Проблем је решен тако што се у прахак за веш додају полифосфати који везују јоне калцијума у комплексна једињења, спречавајући таложење карбоната. Раст концентрације фосфата у рекама доводи до драматичног еколошког поремећаја - бујају алге (еутрофикација), прекривају површину вода, потискују остали живи свет, спречавају контакт воде и ваздуха, постају мртва биомаса. Микроорганизмима је неопходна велика количина кисеоника да разграде велику количину мртвих алги, а у недостатку кисеоника, приликом разградње велике количине биомасе, вода постаје анаеробна, мочварна.</p>
<p><b>Питање за ученике:</b> Како се дефинише рН вредност?</p>	<p><b>Питање за ученике:</b> Које воде називамо тврдом водама?</p>
<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>	<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>
<p>Због повећања потребе за изградњом насеља и индустрије, повећана је потреба за експлоатацијом песка и шљунка из речних корита. Основни састојак бетона за градњу су цемент и камени агрегат. Као камени агрегат најчешће се користи природни шљунак и песок добијен из речног корита. Багери скидају и на обалу преносе велике количине дуго ствараног каменог облутка. При његовој експлоатацији захватају се и други земљани биљни материјали, ремети се квалитет речне подлоге за живот и исхрану живог света у води, осиромашују се обале, ствара се широко и стерилно речно корито, ремети пејзаж. Отпаци из грађевинске индустрије, шут, комади малтера, цемент, су углавном карбонатно-силикатне природе. Силикати делују алкално, па овакав материјал изазива промену рН у водама. Порозан је и има адсорпциона својства.</p>	<p>Киселе кише веома утичу на садржај калцијума и магнезијума у земљишту. Настајање магнезијум-сулфата, који је растворан у води, и калцијум-сулфата, који је слабо растворан, има за последицу да се временом ови катјони испирају из земљишта и остављају за собом нарушену равнотежу катјона у земљишту. Нарочито је опасан недостатак калцијума. У недостатку калцијума биљке ресорбују алуминијум, а то је погубан процес за њих. Лишће биљака је угрожено под дејством киселих киша. У природи, на пример, неке животиње, рибе или жабе, не могу да се размножавају, или живе у киселим срединама. Мобилизација алуминијума из земљишта у киселој средини има за последицу транспорт алуминијума у водене токове у којима алуминијум неретко проузрокује мукозно обољење рибљих шкрга, што има фаталне последице. Пораст концентрације алуминијума у земљишту услед киселих киша један је од разлога одумирања шума.</p>
<p><b>Питање за ученике:</b> На који начин објашњавате појам адсорпције?</p>	<p><b>Питање за ученике:</b> Како настају киселе кише?</p>
<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>	<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>
<p>Коришћењем минералних ђубрива, у земљиште се уносе најзначајнији микроелементи: азот, фосфор и калијум у облику соли, чиме се утиче на повећање приноса култура. Велике количине неутрошеног ђубрива остају трајно везане у земљишту. Каткад путем воде доспеју у дубље слојеве где у облику нитрата загађују, подстичу раст биомасе тј. доводе до еутрофикације. По хемијском саставу пестициди припадају различитим класама једињења. Најраспрострањенији загађивачи су органохлорни пестициди. Много употребљивани инсектицид DDT (чији је тривијални назив дихлор-дифенил-трихлор-етан) и други органохлорни пестициди су токсичне супстанце које у природној средини тешко подлежу деградацији. Оне се депонују у биолошким системима вода, планктонима, рибама и птицама које се хране рибом. Имају канцерогени, мутагени и тератогени ефекат.</p>	<p>Многе загађујуће супстанце путем ваздуха, воде и земљишта доспевају такође у храну. Хемијско загађивање животних намирница изазивају најчешће разне хемикалије које се користе у пољопривреди и индустријској производњи хране - пестициди, адитиви, вештачка ђубрива, антибиотици који се користе за лечење домаћих животиња. Млеко, месо и јаја таквих животиња могу штетно да утичу на здравље човека јер доводе до алергијских реакција, преосетљивости или резистентности и др. Хормони у храни могу довести до дисбаланса хормона. Најштетнији су токсични метали попут живе, олова, арсена и кадмијума.</p>
<p><b>Питање за ученике:</b> Како објашњавате појам мутагеног ефекта?</p>	<p><b>Питање за ученике:</b> На који начин загађујуће супстанце путем ваздуха доспевају до пољопривредних култура?</p>
<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>	<p><b>ЗАГАЂИВАЊЕ ЗЕМЉИШТА</b></p>
<p>Индустријска постројења производе велике количине чађи и пепела које посредством ваздуха доспевају у околну земљиште и воду. Ланцима исхране, односно мрежом ланаца исхране оне изазивају кумулативне и токсичне ефекте (полициклични ароматични угљоводоници, тешки метали, пестициди и др). Сматра се да најизраженији канцерогени ефекат имају полициклични ароматични угљоводоници од којих је један бензопирен. Он настаје процесима непотпуног сагоревања фосилних горива или њихових деривата. Највише га има близу рафинерија, у чађи и смоли фабричких димњака. Процес прераде и припреме намирница може такође бити узрок загађења. На пример, забележена је висока концентрација бензопирена у димљеном месу, кобасицама и риби.</p>	<p>Смеће које бацимо у контејнер, камioni <i>Градске чистилоше</i> одвозе на депонију. То је место изван града где се одлаже смеће. Људи често одлажу отпад на местима која за то нису предвиђена: поред река, путева и у шумама. Таква места називају се дивље депоније. Испод отпадног материјала ствара се густ тамни филтрат најчешће отровног састава од избаченог отпада, те као течан лако загађује не само земљиште него и воде. Неке од отпадних супстанци су: хартија, кожа, гума, пластика, текстил, стакло, керамика, грађевински материјал, стари аутомобили, чврсти отпаци... и др. Полихлоровани бифенили (PCB) су једињења која се широко употребљавају као додаци гумама и пластици, у индустрији боја и лакова. Ова једињења испољавају канцерогени, мутагени и тератогени ефекат.</p>
<p><b>Питање за ученике:</b> Шта су фосилна горива?</p>	<p><b>Питање за ученике:</b> Како објашњавате појам тератогеног ефекта?</p>
<p><b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b></p>	<p><b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b></p>
<p><b>Посебне мере чишћења воде могу бити:</b> а) хемијске б) биолошке а) Хемијске мере подразумевају коришћење супстанци које се додају у воду и неутралишу опасне супстанце (поступак стерилизације - да би се смањили инфекцијски агенси, неутрализација - смањење киселости, поступак хлађења - снижење температуре). б) Биолошке мере се заснивају на коришћењу метаболизма микроорганизама, при чему они својим ензимима разграђују поједине органске супстанце. Овај процес може бити: аеробан и анаеробан.</p>	<p>Поступци пречишћавања отпадних вода односе се на: 1) примарно, 2) секундарно и 3) терцијерно пречишћавање. 1) Примарна фаза подразумева коришћење одређених механичких средстава (решетке, седиментација, флотација) при чему се одстрањује већина суспендованих чврстих честица из воде. 2) Секундарна фаза обухвата уклањање колоидно диспергованих и биолошки разградивих органских загађујућих супстанци. 3) У терцијерној фази се уклањају растворена неорганска једињења (нитрати, фосфати) и биолошки неразградива једињења.</p>
<p><b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b></p>	<p><b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b></p>

<p>Подизање нивоа опште еколошке свести о значају воде за опстанак живог света је веома важно!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отворена славина у нашем дому у минути потроши 11 – 12 литара воде!</li> <li>• Ако пустимо да вода отиче из славине док перемо зубе, непотребно изгубимо око 40 – 60 литара воде.</li> <li>• Ако вода отиче док се човек брије, из славине истекне око 40 – 80 литара воде.</li> <li>• Ако аутомобил перемо поливајући га водом из гуменог црева потрошимо око 600 литара воде.</li> </ul>	<p><b>Дан планете Земље</b> или <b>Дан Земље</b> обележава се 22. априла у више од 150 земаља широм света. Дан планете Земље службено се обележава од 1992. године, када је током Конференције УН о животной средини у Рио де Женеиру, на којој је учествовао велики број представника влада и невладиних организација, усклађен далекосежни програм за промоцију одрживог развоја заштите планете Земље.</p>
<b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b>	<b>ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ</b>
<p>Вода је темељ живота и основна супстанца сваког живог бића. Организација Уједињених нација је пре десетак година прогласила 22. март за Светски дан вода, с намером да истакне важност воде и ограничавајућу улогу у развоју, као и то да се вода не сме загађивати. Ближимо се времену када ће потреба за водом премашити залихе. Након тога нужно престаје развој, започињу борбе за воду, а постоји чак и опасност од међудржавних ратова. Број становника на нашој планети убрзано се повећава, потребе за водом још и брже, а њена количина се не мења.</p>	<p>До 2025. године <b>две трећине човечанства</b> осетиће озбиљан недостатак воде. Процене стручњака кажу да око 1,1 милијарди људи нема приступ пијаћој води, а 2,5 милијарди нема обезбеђене елементарне санитарне услове. Шест хиљада деце млађе од пет година сваког дана умире од болести проузрокованих загађеном водом, а више од пет милиона људи годишње, што је десет пута више него број погинулих у свим ратовима годишње на свету. Зато је потребно да чувамо најздравију супстанцу - ВОДУ !!!</p>
<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>	<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>
Наишли сте на пластичну кесу пуну смећа, вратите се на почетак.	Заборавили сте да затворите чесму. Вратите се три поља уназад.
<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>	<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>
Присуствовали сте састанку „Чувара природе“. Идите три поља напред.	Заборавили сте да затворите чесму. Вратите се три поља уназад.
<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>	<b>ИЗМЕНАЂЕЊЕ</b>
Идите право до првог поља изменађења, али не вуците картицу изменађења.	Спотакли сте се о бачену лименку, пропустите једно бацање.

Abstract

## LESSON PLAN: WATER AND LAND POLLUTION

Miloš Kozic

In this paper the elaboration of theme *Water and Land Pollution* for the second year gymnasia students is presented. The approach involves the educational game named *Ecological Postcard*. Students play the game and learn about water and land pollution as well as about environmental protection.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антић, С., Шишовић, Д., Муждека, В., (2005), Како приближити деци природне науке кроз активно учење, Институт за психологију, Београд
2. Ивић, И., Пешикан, А., Антић, С., (2005), Приручник за примену метода активне наставе / учења, Активно учење, Институт за психологију, Београд
3. Маринковић, Д., Савић, И., Ђурчић, Б., Терзија, В., (1994), Биологија за IV разред гимназије, ЗУНС, Београд
4. Павловић, В., Марковић, Р., (2006), Органска хемија за II или III или IV разред срење школе, ЗУНС, Београд
5. Петровић, Ј., Велимировић, С., (2008), Хемија за IV разред гимназије, ЗУНС, Београд
6. Правилник о наставном плану и програму за гимназију, *Службени гласник РС - Просветни гласник*, 2015, 8
7. Правилник о општим стандардима постигнућа за крај општег средњег образовања и средњег стручног образовања у делу општеобразовних предмета, *Службени гласник РС - Просветни гласник*, 2013, 117
8. Пфендт, П., (2009), Хемија животне средине 1, ЗУНС, Београд
9. Сикирица, М., (2011), Методика наставе хемије, Школска књига, Загреб
10. Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С., (2012), Биологија за IV разред гимназије природно математичког смера, ЗУНС, Београд



## IN MEMORIAM

Поводом смрти академика Драгомира Вишоровића у свечаној сали Српске академије наука и уметности одржан је комеморативни скуп 21. јанура 2016. године. У присуству председника САНУ, веће броја академика, родбине, пријатеља и колега Драгомира Вишоровића, скупу је отворио академик Мирослав Гашић и најавио колеге и пријатеље који ће се обратити скупу.

### АКАДЕМИК МИРОСЛАВ ГАШИЋ

Поштована породицо академика Драгана Виторовића, професора београдског универзитета, пријатељи, колегинице и колеге

Познавали смо се преко 75 година због чега ми је наш однос тешко изложити у целини.

Ипак морам да почнем са првим сусретом са Драганом који је то био још првог лета у време окупације. Упознао ме је као клинца који је са својим вршњацима

јурцао у непосредној близини његове куће. Виђао ме је и касније како шетам свог пса који је скакутао са мном а када би се исправио био је метар виши од мене.

Прође лето, наступи жестока зима 41/42. године у којој је моја породица истерана из куће. Међутим, због претњи бомбардовања родитељи ме послаше код бабе на Топчидерско брдо где сам сваког дана узимао скије и одлазио у Васе Пелагића улицу у близини Драганове куће. Пролазило је време у очекивању краја рата који сам дочекао опет у његовој близини, код бабе, и када сам у том периоду завршио други разред гимназије.

Моја виђања са Драганом учестала су током следећег лета, када смо заједно одлазили на Саву у веслачки клуб чији су чланови били и Драган и његов брат Никола. Иако је Драган био знатно старији од мене, често смо ишли и у Кошутњак у заједничке шетње у околини Топчидерске цркве које су биле проткане разговором о свакодневним догађајима, посебно спортским, али временом и о другим догађајима. Једном приликом, пролазећи стазом поред Топчидерске цркве, Драган ме застави и показа на једно место поред стазе и рече ми „овде су убијени мој отац и више знаменитих грађана још у току првих месеци пошто је партизанска власт установљена у Београду“. Тако схватих Драганов лични положај чији је рад представљао једини извор породичног прихода. Све то чинило је из дана у дан наш однос интимнијим а и све више као извор мојих потоњих схватања о периоду кроз који смо пролазили и о плановима и животним питањима која су се у том периоду скоро свакодневно ређала, а посебно после емиграције чувеног четверца у којем је био његов брат а чије су последице биле додатно тешко подношљиве.



Слика 1. Драгомир Виторовић као гимназијалац

Како је време протицало а ја почео да схватам околности у којима се живело, на основу свега тога почео сам и да размишљам о свом избору факултета на који бих се уписао. У разговору са мојим оцем рекох му „ја ћу кренути твојим путем на правни факултет“ на којем је већ студирала неколицина мојих старијих пријатеља. У том разговору, он ми је поставио неколико питања од којих је прво било „хоћеш да студираш право у бесправној држави“. Заћутах и првом приликом у шетњи са Драганом ја му испричах цео разговор а Драган ми рече „твој отац је потпуно у праву“ и настави „видео сам да су твоје оцене у гимназији доста добре у предметима природних наука. Зашто се не би усписао на хемију?“. Ово је здружено подржала његова будућа супруга Олга која додаде „немој да чекаш“. Невољно али ја ипак пристадох.

Прву и донекле другу годину заврших са пристојним оценама али без довољно одушевљења. Наступи тада, међутим, срећа у несрећи: био сам се тешко резболео што ме је довело да будем први пацијент новог лека стероидног хормона кортизона и та терапија се испоставила изузетно ефикасном. То ме је упутило на озбиљније схватање и посвећивање студијама хемије. Могао сам поново да се вратим лабораторији и тада ми даде Драган савет, знајући и моје способности и моје слабости, да се обратим са његовом препоруком, нашим најистакнутијим професорима органске хемије. Они су ме прихватили и омогућили да ефикасно завршим докторат и да се опет, по Драгановом савету, упутим на постдокторске студије у Америку, што сам и учинио. Опет су ми добродошли његови савети о томе како се у северноамеричким институцијама прихватају инострани сарадници посебно они из држава које су у научној класификацији биле на скромном нивоу. Имао сам ту срећу да по слободном избору погодим и институцију и групу нових истраживача којој сам био упућен и која ми је по свему одговарала и која ме је здружено прихватила.



Слика 2. Симпозијум органске геохемије из 1977. године. У првом реду с лева на десно: проф. Драгомир Виторовић, проф. Мирослав Гашић, асистент Војин Крсмановић и проф. Петар Пфендт.

Вратих се после две године поново на катедру чији је шеф био Драган. Дао ми је пуну слободу да се оријентишем и користим све оно што сам у претходном периоду научио и да прихватим његов предлог да будем наставник за област примењене хемије. Из тог положаја, наравно са подршком Драгана и његових колега, наставио сам своју каријеру и коначно постао редовни професор.

Најзад, на жалост, наступило је мучно време почетка Драганове болести коју ми је приказао пред сам одлазак на Златибор. Није био спреман за дуже разговоре.

Последњи пут смо се чули користећи само неколико реченица од којих је закључна била често коришћена међу нама, фраза на енглеском која је гласила. See you again, односно видећемо се поново, уз мојими додатком: али у времену које ми, на жалост, не одређујемо.

Да закључим, добар део мог живота, независно од каријере, био је и биће трајно везан за оно што сам, захваљујући нашем односу, од мог незаборавног пријатеља Драгана научио. А научио сам много, поред осталог и како се прилагођавати животним приликама, посебно онима на које немамо много утицаја. На жалост, ово је једна од таквих тешких прилика. Његов одлазак сви ћемо дуго жалити, а њега памтити као научника, као првог човека у већини научних и образовних активности, али надасве као изузетну личност у сваком погледу, која је била и остаће у памћењу на највишем степену наше интелектуалне средине.

Са дубоким и најискренијим жаљењем због губитка прво његове супруге Олге а затим и Драгана, мог учитеља, ја остајем њиховој породици трајно привржен.

### ПРОФ. ДР СНЕЖАНА БОЈОВИЋ

Поштоване даме и господо,

Најпре ћу вам прочитати одломак из књиге посвећене 80-годишњици живота и рада Драгомира Виторовића. Уредник књиге, академик Живорад Чековић, у предговору је написао:

„У чему се то професор Виторовић разликује од других његових колега који су можда били и успешнији у неким доменима професорске делатности а нико о њима за живота није писао књиге? После професора Вукића Мићовића и Ђорђа Стефановића на хемији није било комплетнијег, одговорнијег, тачнијег, доследнијег, систематичнијег и несебичнијег професора који је стручне, научне и институционалне интересе стављао испред личних интереса. Зато и пишемо ову књигу да те врлине представимо млађим генерацијама а које, чини нам се, у овим разграђеним временима недостају универзитетским посленицима.“

Драгомир Виторовић говорио је да му је у животу највећи узор био отац Крсман. Крсман је рођен последње године 19. века у селу Бела Река, на Златибору. Већ са 13 година, када је његов отац отишао у ратове 1912, Крсман је постао хранилац породице, а после рата, 1918, када је изгубио оца, морао је истовремено да се запосли, да води бригу о породици и да обавља све послове на имању. Већ 1923. године Крсман је продао имање на селу и с мајком и млађим братом преселили се у Београд. После неколико година Крсман је постао угледни банкар и индустријалац. Сазидео је породичну кућу на Топчидерском Брду у којој се 1926. године родио Драгомир Виторовић.

Својој деци, Драгомиру, две године старијој Јелени и четири године млађем Николи, Крсман је омогућио одлично образовање, све оно што он није имао: читање добре литературе, учење страних језика, музичко образовање, похађање најбољих школа. Од две гувернанте Немице Драгомир је у детињству научио немачки и француски језик.

Почео је рат и гимназијско школовање Д. Виторовића одвијало се у време рата. Окупацију је провео у породичној кући на Топчидерском Брду. Захваљујући ратним приликама, нередовном одласку у школу, не-

достатку дружења и забава, велики део времена проводио је с Исидором Секулић, која је становала у близини њихове куће. Исидора Секулић га је у неколико ратних година научила не само енглеском језику, због чега је првенствено одлазио код ње, већ га је научила и многим другим животним и духовним стварима, од литературе коју ће читати, до стицања разних навика, упорности, стрпљивости, систематичности. Многе особине које су карактерисале професора Виторовића трагови су Исидориног утицаја.

Док је ратно време протицало прилично мирно, први дан ослобођења донео је трагедију породици Виторовић. Топчидерско брдо, где су Виторовићи живели, ослобођено је још 15. октобра 1944. Већ сутрадан, пред кућу су дошла два униформисана лица, два партизана, и одвели Крсман без речи образложења. Четрдесетпетогодишњи Крсман је вероватно одмах стрељан, с више хиљада имућних и угледних Београђана, док су још трајале борбе за ослобођење Београда. Сва имовина је потом конфискована.



Слика 3. Драгомир Виторовић са мајком, сестром и братом

Трагичан губитак оца означио је прекретницу у животу Драгомира Виторовића. Нагло је прекинута младост и спокојан живот. Осамнаестогодишњи Драгомир је, као и његов отац неколико деценија раније, морао да замени оца и преузме одговорност за породицу.

Већ новембра 1944. његово годиште, 1926, мобилисано је за војску. Мобилизацију је вршила Шеста личка. Да би је избегао, Драгомир се, са још неколико другова међу којима је био и Александар Деспић, пријавио у Аутошколу на Аутокоманди, која је истовремено била војна јединица. Ту је провео свих 12 месеци војног рока. То му је можда спасло живот јер су многи из његове генерације изгинули, пре свега на Сремском фронту. Ту је завршио и осми разред гимназије, у фебруару 1946.

Исте године, 1946, уписао се на студије хемије на Филозофском, касније Природно-математичком факултету.

За време студија морао је да ради и да издржава породицу, што му је помогло музичко образовање. Радио је у Радио Београду као музички манипулант. Неколико пута недељно свирао је у цез оркестру „Сењак“ или на пробама фолклорних група културно-умет-

ничких друштава. Певао је и у хору „Лола Рибар“, где је упознао своју будућу супругу Олгу Јовановић, тада студента технологије, касније професора Технолошког факултета.



Слика 4. Са супругом Олгом на златној свадби

Дипломирао је почетком 1950. и истог лета изабран је за асистента на Факултету на коме је студирао и на коме је провео следећих више од пола века

Главни учитељи у току студија и у каснијим младим истраживачким годинама били су Вукић Мићовић и Ђорђе Стефановић, академици, творци Београдске хемијске школе. Може се рећи да је од читаве генерације младих асистената, касније професора, баш Драгомир Виторовић преузео неке од специфичних особина својих учитеља. Од Мићовића је наследио љубав према језику, неговање лепог стила писања. Али, још важније, наследио је домаћински однос према Хемијском институту, као према свом дому ког треба чувати, неговати, развијати, бранити у свакој прилици.

После одласка Мићовића и Стефановића у пензију, крајем шездесетих година, Драгомир Виторовић преузео је улогу „домаћина“ Хемијског института. Био је на свим функцијама на Факултету, написао је први Статут Факултета, а у свим важнијим пословима старије и млађе колеге тражиле су од њега помоћ и савете. На наставно-научним већима, у преломним ситуацијама, чекала се његова одлучујућа реч.

Током свих четири деценије рада (1950-1991) рад на недеља професора Виторовића је увек била иста: од седам до два сата пре подне и од пола четири до пола осам после подне. На Факултету је био тачно у седам сати. То је значило да и сви сарадници у седам сати бу-



Слика 5. Асистенти са Вукићем Мићовићем и Ђорђе Стефановићем (с лева на десно: Ксенија Сиротановић, Санда Стојиљковић, Петар Прекајски, Милутин Стефановић, Славко Михајловић, Драгомир Виторовић, Бора Терзић, Миленко Ђелап, Вилим Вајганд, Томислав Јањић, Милица Павичић, Мирјана Хранисављевић, Иванка Пејковић и Марија Амраин).

ду у лабораторији. Овакав дневни ред се никад није мењао.

На сличан начин се односио према настави. Час је за њега био неприкосновен. Увек је предавања почињао тачно у минут и никад није изгубио час због неке седнице или скупа. И испите је држао у тачно заказано време. У студентском листу „Хемичар“ студенти су правили шале на рачун његове тачности, нпр. објавили су оглас: „Купујем часовник марке „Виторовић“.

И поред напорног рада, о празницима и викендима редовно се виђао с породицом и пријатељима и присуствовао свим културним и научним догађајима у земљи. Често је слободно време проводио у кући на Златибору, а активно се скијао и у осмој деценији живота.

Наравно, највећи део његовог живота припада настави и науци, о чему ће говорити његови најближи сарадници. Ја ћу поменути нека друга ангажовања.

Као млад човек никад се није бавио политиком. Почетком деведесети година 20. века, са променом по-



Слика 6. Драгомир Виторовић у кабинету

литичких прилика, што се поклопило са његовим одласком у пензију, он се активно укључио у политику и пружање отпора властима.

Крајем деведесетих година редовно је учествовао у протестним скуповима и шетњама Београђана. Са члановима САНУ и са најугледнијим српским интелектуалцима потписао је велики број апела, изјава, отворених писама, а својим иступањима подржавао је све акције против власти и све протесте грађана и студената. Одузело би доста времена чак и да набројим све активности из тог периода.

Године 1992. именован је за члана Крунског савета.

У време бомбардовања земље 1999. више пута је јавно иступао тражећи престанак бомбардовања и указујући на еколошку катастрофу која нас може задесити.

После 2000. више пута је писао о животној средини, нарочито се залагао за очување златиборске природе. Много труда уложио је у обнављање и оживљавање Беле Реке, завичаја својих предака. Написао је и издао публикацију о Белој Реци у којој је, између осталог, изложио програм за њену ревитализацију. Уз његово велико залагање већи део тог програма је остварен.

На крају, поменућу још једну карактеристичну особину Драгомира Виторовића: господственост. Урођених аристократских манира, увек насмејан, срдчан, пажљив према саговорницима, заинтересован за њихове проблеме и спреман да помогне, стварао је око себе пријатну атмосферу. Својим сарадницима био је пример како се треба понашати према студентима и колегама.

Драгомир Виторовић задужио је, пре свега, Хемијски факултет. Пола века допринио је његовом развоју и успону, али оставио је трага и у другим институцијама, Српском хемијском друштву, Српској академији наука и уметности, ИХТМ-у: уздигао је академизам на висок ниво, а својим понашањем и поступцима увећавао им је углед, доносио господственост и многе друге лепе особине које су његови сарадници и млађе колеге прихватили и преносе млађим нараштајима.



Слика 7. Проф. Д. Виторовић на свом радном месту у години избора за редовног члана САНУ (1991.).



Слика 8а и 8б Школа у Белој реци пре и после обављених радова

## ПРОФ. ДР БРАНИМИР ЈОВАНЧИЋЕВИЋ

Поштовани председавајући, поштовани чланови породице и фамилије академика Драгомира Виторовића, поштовани председниче Академије, поштоваоци професора Виторовића, даме и господо,

Од многобројних и веома различитих дужности, обавеза и активности у професионалном и јавном животу професора Виторовића, усуђујем се да, поред посвећености и улоге у свим видовима наставе хемије, његов научно-истраживачки рад издвојим као подједнако важан приоритет.

Својим изузетно обимним и разноврсним истраживачким ангажманом професор Виторовић је успео да са уједначеном, доследно завидном систематичношћу и студиозношћу обухвати различите области органске геохемије са чисто фундаменталног становишта, област хемије и технологије нафте, угљева и битуминозних шкриљаца, а с друге стране да у домену својих обимних примењених истраживања и примењене хемије уопште постигне резултате који су нашли своју практичну примену.

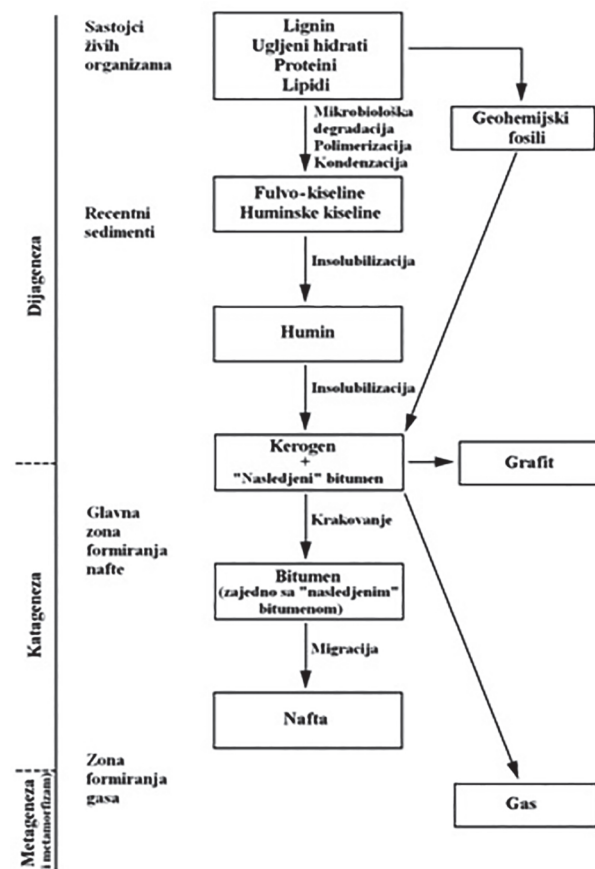
Публиковао је 120 радова у међународним научним часописима. Био је аутор низа прегледних радова у међународним и домаћим научним књигама и монографијама. Такође је публиковао око 100 радова у домаћим научним часописима. Укупни научни опус професора Виторовића чини око 250 публикација. Сем тога, реализовао је три патента, написао 18 уџбеника, односно књига, био уредник 11 књига и реализовао око 200 стручних елабората. На домаћим и међународним научним конференцијама са својим сарадницима је постерски или усмено саопштио на стотине радова.

### Кероџен

У области фундаменталних истраживања у органској геохемији, кероџен, проучавање његовог састава и структуре, чинио је посебно место у Професоровом раду. Та испитивања су била чвориште читавог његовог опуса, од првих, најранијих радова који су се поклапали са почецима озбиљнијих испитивања састава и структуре кероџена у свету уопште. Може се рећи да је професор Виторовић практично 60 година посветио једној супстанци и разоткривању њене сложене тајне. Све је почело још педесетих година када је на Београдском универзитету одбранио своју докторску тезу под насловом *»О њироду органске суйстџанце ѓарафинских шкриљаца. Оксидација калијум-ѓерманџанџиом у неуџтралној средини»*.

А шта је кероџен уопште? Мислим да данас, када се сећамо професора Виторовића, треба нагласити да је тешко пронаћи другу супстанцу органског порекла која је у тој мери и у таквој количини глобално распрострањена да далеко премашује све актуелне облике живог света, а истовремено су чак и њено постојање и назив мало познати широј јавности. Кероџен чини више од 90 % укупне органске материје седимената и представља апсолутно највећу појединачну акумулацију органског угљеника планете; има га 1000 пута више од процењених количина угља и нафте и 50 пута више од масе свих осталих облика органске супстанце дисперговане у нерезервоарским стенама. Актуелна дефиниција кероџена је прилично уопштена; каже се да је то део седиментне органске супстанце нерастворан у конвенционалним органским растварачима. Практично, кероџен је хетерогена,

макромолекуларна, нерастворна супстанца седиментних стена сложеног састава.



Слика 9. Шематски приказ трансформације органске супстанце у седиментним стенама за време дијагенезе, катагенезе и метагенезе (Д. Виторовић, Б. Јованчићевић, "Основи органске геохемије", Београд 2005).

Разлози за проучавање кероџена, значајног елемента биогеоцикла угљеника и његове структуре, леже у чињеници да се управо у тим структурама налазе скривена објашњења о недовољно познатој природи и процесима који представљају ране облике живог света планете, као и одговори на питања о генези седиментне органске материје уопште. Како је кероџен изворних стена супстанца из које непосредно настају сирова нафта и гас, а састав и структура кероџена су кључ за реконструкцију сложеног процеса постанка ових фосилних горива, то може упутити на локације њихових још неоткривених лежишта. Виторовић је имао довољно храбрости и знања да приступи истраживању овако сложеног и неистраженог природног органског материјала диспергованог у седиментима.

У приказу историјског развитка истраживања у органској геохемији, А. Цомбаз је у познатој монографији *»Кероџен«*, међу имена научника који су највише допринели истраживањима органских супстанци земљине коре, кероџена пре свега, и развитку органске геохемије уопште, уврстио име и улогу проф. Виторовића, одајући тиме не само своје лично признање, већ

и потврђујући значај истраживања и резултата које је професор Виторовић остварио.

Поред ступњевите деградације керогена алкалним перманганатом, коју је професор Виторовић највише примењивао у студијама керогена и са којом је остварио највише домете у тој области, у његовим радовима заступљене су и друге методе и поступци структурних испитивања и карактеризација керогена.

#### *Битумен и нафта*

Поред керогена, уз име професора Виторовића везују се истраживања битумена и нафте, растворне органске супстанце геосфере. Расветљавање везе између керогена, битумена и нафте, предмет су његовог вишедеценијског интересовања и истраживања.

Анализирао је поједине класе органских једињења, као и појединачна органска једињења и пратио њихове квантитативне и квалитативне, структурне и стереохемијске промене кроз катагенезу, у току миграције, у току акумулирања у резервоарским стенама и у току стајања у њима. На тај начин се дефинише геохемијска судбина битумена и нафте. На први поглед, ова истраживања имају јасно изражен фундаментални карактер. Међутим, важно је напоменути да резултати оваквих истраживања могу бити од непроцењиве важности геолозима у проспекцијским истраживањима нафте и гаса. Ова чињеница давала је јак апликативни карактер истраживањима професора Виторовића.

У битуменима и нафтама идентификовано је више хиљада различитих састојака. Идентификација сваког новог једињења, односно неког новог структурног или стереохемијског изомера, и данас представља највећи истраживачки изазов међу органским геохемичарима. Задовољство проистекло из откривања неког новог једињења професор Виторовић је осетио још почетком седамдесетих година прошлог века идентификацијом алифатичних гама-лактона, бициклических гама-лактона дихидро- и тетраhydro-актинидиолида, делта-лактона и метил-естера масних киселина у битуменима битуминозног шкриљца Алескиначког лежишта.

У другој половини осамдесетих година професор Виторовић са сарадницима почиње интензивније да се посвећује биолошким маркерима типа *n*-алкана, изопреноидних алифатичних алкана и полициклических алкана, стерана и терпана, највише у сировим нафтама југоисточног дела Панонског басена. Први пут су овим истраживањима нафте из домаћих нафтних и нафтно-гасних поља окарактерисане модерним органско-геохемијским приступом.

#### *Интеракције органске супстанце са минералима седиментних стена*

Почетком деведесетих година истраживачки рад професора Виторовића обележиле су и интеракције органске супстанце са неорганичким делом седиментних стена, односно проучавање каталитичког дејства минерала на термичке промене битумена и керогена.

#### *Остала значајна истраживања*

Проучавање структуре керогена, катагенетских трансформација и састава битумена и нафте која чине основу модерне органске геохемије, били су најважнији предмет истраживања професора Виторовића. Међутим, као универзитетски професор Индустријске хемије и као оснивач и дугогодишњи шеф Катедре за примењену хемију, показивао је велико интересовање и за друге области примењене хемије које су у већој или мањој мери у вези са органском геохемијом, односно хемијом горива.

Органска геохемија, посебно део који се односи на геохемију рецентних седимената, има јаку додирну линију са животном средином. Отуда је и природан посебан интерес проф. Виторовића за хемију животне средине. Он и сарадници из његове истраживачке групе, односно чланови Катедре коју је основао, зачетници су ове научне дисциплине у Србији.

Проф. Виторовић успоставио је сарадњу са великим бројем страних научних институција. Треба истаћи дугогодишњу, а може се рећи и вишедеценијску сарадњу са колегама из САД (Хемијски департаман Масачусетског института за технологију; К. Viemann), Француске (Природно-математички факултет у Потатјеу; А. Amblès), Немачке (Нафтни институт у Клаустал-Целерфелду и Савезни институт за геонауке и природне ресурсе у ХанOVERу; А. Hollerbach и Н. Wehner и Геохемијски институт Ахенског универзитета; Ј. Schwarzbauer) и Русије (Нафтни институт из Томска; А Головки). Из сарадње са њима проистекле су бројне заједничке публикације.

Професор Виторовић је био стипендиста Међународне организације рада у Кванторпу у Шведској, постдокторски стипендиста Канадског националног савета за истраживања у Отави, научни сарадник Масачусетског института за технологију у Кембриџу (САД). Био је члан редакционог одбора *Гласника хемијској грушћива Београд, Хемијској иреїледа* и иностраних часописа *Organic Geochemistry* и *AOSTRA Journal of Research*.

Као научник великог међународног угледа проф. Виторовић је више пута позиван да говори о резултатима својих истраживања (Сан Франциско, 1966; Мексико-Сити, 1967; Талин, 1968; Кембриџ, САД, 1967; Брно, 1971, Куртиба, Бразил, 1971). Можда најзначајнија признања у овом смислу јесу позиви од секција Америчког хемијског друштва да говори на симпозијуму о хемији и геохемији битуминозних шкриљца (Сиетл, 1983), и о напрецима у хемији битуминозних шкриљца (Денвер, 1987), као и позив Универзитета из Сегедина да као гост одржи предавање 1986. године; затим позив Института за геохемију Кинеске академије наука да, као један међу петорицом научника из света, одржи десетодневни семинар »Напреци у хемији биомаркера и керогена« за преко 100 учесника, истакнутих стручњака Кине, у Гвијангу 1986. године. По позиву је говорио на Симпозијуму о меселском шкриљцу у Франкфурту 1987, а као гост Индијске националне академије наука 1987. године посетио је неколико ис-





**Слика 10.** Драгомир Виторовић на Department of Chemistry, Massachusetts Institute of Technology.

такнутих научних институција у Индији и у њима одржао предавања.

Организовао је низ научних конференција. Био је члан Комитета за наставу хемије Међународне уније за чисту и примењену хемију, члан Европског удружења ораганских геохемичара и Петролејске секције Америчког хемијског друштва.

Професор Виторовић је 1972. године добио Октобарску награду Београда, а 1988. године Седмојулску награду за животно дело. Био је почасни председник Српског хемијског друштва. Посебно драга му је била медаља Српског хемијског друштва за трајан и изварадан допринос науци из 1992. године.

Оно што се не може видети ни из обимне библиографије проф. Виторовића, ни из његових радова, јесте оно што чини суштину његове личности. Сви који су сарађивали са проф. Виторовићем имали су прилике ту суштину да осете и препознају. Наиме, ретке су особе са таквим прецизним и дисциплинованим односом према послу којим се баве и које ни у једној ситуацији не одступају од зацртаних животних и радних принципа. У складу са њима имао је разумевање за грешке при раду, али не и за импровизације и за доношење “научних” закључака на недовољно утемељеним чињеницама и експерименталним резултатима.

Било би тешко издвојити колеге које су најдуже и најчешће сарађивале са проф. Виторовићем. У таквом набрајању готово сигурно би се направила грешка и неко би био изостављен. Међутим, дозволите ми да овом приликом ипак истакнем имена његових профе-

сора и учитеља Ђорђа Стефановића и Вукића Мићовића, али и имена оних са којима је на трећем спрату зграде Природно-математичког, односно Хемијског факултета, а раније у старој згради Филозофског факултета, на Катедри за примењену хемију, и у Центру за хемију, ИХТМ-а, највише сарађивао. Професор Мирјана Шабан дуго је у оквиру истраживачке групе водила део који се односи на битумен, нафту и биолошке маркере у њима. Професор Петар Пфендт, а затим и његов сарадник пок. проф. Предраг Полић, развијали су органску геохемију рецентних седимената и на тај начин и област хемије животне средине. Др Снежана Бајц и др Олга Цветковић, на почетку и мр Војин Крсмановић, директни су дугогодишњи сарадници у истраживањима керогена. Увек су му били верни технички сарадници Бане Настасевић и Никола Јовановић. Наравно, и сам осећам огромно задовољство и исто толику част што сам био његов ђак и најближи сарадник.

Сећајући се свега што је у свом животу урадио и сагледавајући његов животни пут као један интересантан и садржајан филм, сви ми који смо са њим сарађивали и који смо му били блиски морамо да застанемо пред кадровима који показују његов однос према родном крају. Он јесте рођен у Београду, али је стално истицао своје ужичко, односно златиборско порекло. Белу Реку, златиборско село, одмах тамо иза Љубиша, одакле потичу Виторовићи и где је рођен његов отац Крсман, увек је чврсто носио у срцу. Захваљујући његовом ентузијазму, угледу, и великим, безмало десетогодишњим напорима, ово забачено село добило је пут, обновљену школу, спортско игралиште за младе. Радио телевизија Србије снимила је и неколико дирљивих документарних филмова о Белој Реци, о ђацима пешацима и о академику Виторовићу и његовој жељи да ово прелепо планоско село поново оживи. У односу према Белој Реци могу се препознати две његове особине које су само на изглед супростављене. То су емотивност и рационалност. Вођен јаким емоцијама, с огромном љубављу, уложивши сав свој ауторитет и реноме, обновио је своје родно село. Међутим, као рационалан човек озбиљно се наљутио на своје земљаке што тај почетни импулс нису боље искористили за даљи, пре свега туристички, развој, по угледу на нека друга златиборска села.

Осећајући да му време истиче, повукао се у своју завичај, у своју кућу на Златибору. Био је под будним оком госпође Даце, Саве, Маријане и Дарка. Међутим, болест га је надјачала и он је преминуо. Било је то у вечерњим сатима 23. јула 2015. године.

## АКАДЕМИК ЉУБОМИР СИМОВИЋ

После онога што смо на овом скупу чули о животу и раду академика Драгомира Виторовића, остаје ми да говорим о његовом деловању које се можда може ценити као маргинално у односу на његов научни рад, али које се – надам се да то није тешко закључити – налази у магистралном току нечега од чега зависе наше судбине, и што омогућава или онемогућава, оно што

радимо као хемичари, физичари, историчари, писци или композитори.

Било је најприродније да се Драгомир Виторовић и ја нађемо и приближимо као земљаци: његови корени потичу из златиборског села Бела Река, моји из Чајетине и Мокре Горе. Стицајем околности, ми смо се срели и зближили на једном терену на коме ни у сну нисмо могли помислити да ћемо се наћи, и у улогама у којима себе ни у сну нисмо могли видети. Као што је познато, у деведесетим годинама прошлог века ситуација у Југославији почиње драматично да се компликује, све док се не заврши ратовима и распадом земље. Ситуација у Србији била је конфузна и безнадежна. У борби са режимом Слободана Милошевића демократски оријентисане странке нису имале много изгледа на успех. У таквим околностима, уз све већу бригу за будућност и опстанак земље, или оног што је од ње преостало, почело је да расте и осећање грађанске свести и одговорности. Свести која схвата да се тако озбиљна питања не могу препустити само политичарима. И тако се, током једног разговора међу сликама у атељеу Младена Србиновића, у Улици жупана Часлава, на Топчидерској звезди, родила идеја да интелектуалци, који се не баве политиком, и не припадају политичким странкама, треба најотвореније и најодлучније да дају подршку партијама демократске оријентације, и да покушају да им помогну у успостављању сарадње и заједничког отпора режиму. Та идеја добија све више присталица, тако да се, 24. маја 1992. године, формира, широко замишљен, Демократски покрет Србије, ДЕПОС. Међу оснивачима ДЕПОС-а, уз још седам академика, налази се и Драгомир Виторовић.

Само неколико дана касније, 4. јуна, на годишњој скупштини Српске академије наука и уметности, 64 академика упућују захтев председнику Републике Слободану Милошевићу да поднесе оставку и да се, у интересу српског народа, повуче са политичке сцене. Међу тих 64 потписа налази се и потпис Драгомира Виторовића.

Виторовић потом учествује и у организовању Видовданског сабора, учествује на скуповима против самовоље и насиља власти, учествује у демонстрацијама против изборне крађе 1996. године. А многи који га познају били би врло изненађени да су га могли видети како, једне јануарске вечери 1997, са још неколико академика, стоји на челу студентског протеста, пред шлемовима и штитовима полицијског кордона у Васиној улици. Кад год се сетим те драматичне ноћне сцене, не могу а да се не запитам шта је могло пролазити кроз главу полицајца који се, у пуној опреми, нашао те вечери пред наочарима Драгомира Виторовића!

У октобру 1999. године, Виторовићев потпис ће се још једном наћи међу потписима 57 академика, који Милошевићу понављају захтев да поднесе оставку.

У међувремену, у марту исте године, дошло је до НАТО интервенције и до бомбардовања Србије и Црне Горе. Суочен са тим бомбардовањем, а разочаран што се научници светског гласа и угледа, добитници

Нобелове награде, који су морали знати куда то води, нису огласили протестима и упозорењима, Виторовић пише студију у којој анализира последице бомбардовања и указује на размере еколошке катастрофе којом ће се оно неминовно завршити. Ту студију, коју уз помоћ новинара Радована Поповића пласирамо у „Политици“, Председништво САНУ усваја као свој званични документ, и упућује га на адресе свих страних академија с којима САНУ сарађује, надајући се да ће оне с његовом садржином упознати своје владе. Бомбардовање се, међутим, наставља несмањеном жестином, оставља све више жртава и рушевина, и завршава се капитулацијом, коју Милошевић прославља као победу.

Следеће, двехиљадите године, долази до побуне и промена 5. октобра. Сви смо уверени да ће све почети да се враћа у нормалу, и да ћемо се коначно вратити својим пословима. Што за Драгомира Виторовића, између осталог, значи да ће моћи да се врати раду у свом кабинету, раду у Одељењу хемијских и биолошких наука САНУ и, не на последњем месту, да се посвети Белој Реци, селу својих предака, о чијем се напретку редовно бринуо и старао, посебну пажњу посвећујући белоречкој основној школи.

Међутим, мир Беле Реке, Златибора, и целе те области, укључујући и Тару и Шарган, неочекивано је угрозил нова претња, нимало мања од недавно завршеног бомбардовања. Наиме, у новембру 2004. године, Министарство рударства и енергетике Републике Србије одобрило је једној енглеској фирми да на територији Мокре Горе врши геолошка истраживања никла и пратећих метала, гвожђа и кобалта, с намером да ту касније отвори и рудник. Обећањем нових радних места, одмах је почела и поллитичка експлоатација тог подухвата. Међутим, то је изазвало велико узнемирење стручњака, који су знали каква је природа, и какве могу бити последице таквог посла. Није требало много да се дође до идеје да Виторовић, као што је 1999. године направио анализу последица НАТО-бомбардовања, сличну анализу направи и о последицама отварања рудника никла. Он је својом студијом доказао да би такав рудник био „еколошка бомба“, која би Златибор, Тару и Шарган претворила у пустиње без трага и знака живота, а да би Дрину и њене притоке претворила у мртве реке. На основу свега тога, дозвола за истраживање у Мокрој Гори је повучена. Али енглеско предузеће није одустало од своје намере, само је променило локацију: са Мокре Горе се преселило у шумадијско село Липовац, и на простор између Врљачке бање и Трстеника. У међувремену, у одбрану Мокре Горе, и осталих локалитета, укључили су се и академици Зоран Максимовић, некадашњи, и Видојко Јовић, актуелни професор Рударско геолошког факултета. Али када су, после седам година борбе, Мокра Гора, Липовац, Врљачка бања и Трстеник, коначно одбрањени, долази неочекиван потез заинтересоване фирме: рудник који није успела да отвори у Србији, она покушава да отвори са друге стране државне границе, у Босни и Херцеговини, у Републици Српској, у

селу Вардиште, које је од Мокре Горе, како мештани оба села кажу, „удаљено нула километара“. Тако се над Мокром Гором надвила иста претња. САНУ је, међутим, још од 2001. године, са Николом Хајдином, који ће 2003. постати и њен председник, успоставила односе редовне сарадње са Одбором за заштиту Шарганске осмице, пружајући стручну помоћ у формирању целог тог комплекса – сећамо се дошриноса академика Ивана Антића и Бранка Поповића, и наших честих одлазака у Мокру Гору – тако да је у селу Јатаре организован скуп на коме су Виторовићеве анализе предочене представницима Вишеграда. Не треба заборавити да смо у одбрани Вардишта, што значи и у одбрани Мокре Горе, сарађивали и са Академијом наука и умјетности Републике Српске. Тако се борба за одбрану Мокре Горе, заснована на студији и анализама Драгомира Виторовића, после седам дугих година, завршила одбраном ових крајева - ма с које стране границе били – од претварања у пустиње и Месечеве пејзаже. Да напоменем да у Српској академији наука и уметности, у оквиру Одбора за заштиту човекове околине, постоји – за злу не требало – и Пододбор за заштиту Мокре Горе.

Последња борба Драгомира Виторовића одвијала се протекле године. У свему што је радио, он је био човек од интегритета. На свој дискретан начин, био је дорастао свему. То се нарочито показало у његовом суочењу с оним што је, на крају, било неминовно. Знао је да се смрти не може одупрети, али да се мора бранити од понижења које доноси умирање. Као да је знао за проблем о коме је писао Витолд Гомбрович: да треба „цивилизovati смрт“, и да треба „умети умрети“. Зато се повукао на Златибор, недалеко од Беле Реке, да умре тамо где се родио његов отац. А ту искрсава граница пред којом и пријатељи морају да се зауставе.

## ПРОФ. ДР ЖИВОСЛАВ ТЕШИЋ

Поштоване колегинице и колеге,

Професор Драгомир Виторовић био је уважени члан Српског хемијског друштва, његов председник и почасни председник. Ни мало ми није лако да се у једном релативно кратком чланку осврнем на изузетно значајан рад професора Виторовића у нашем Српском хемијском друштву. Због тога ћу Вас подсетити, по мом скромном мишљењу, на неке најзначајније активности у којима је професор учествовао.

Драгомир Виторовић је био врсни педагог и научник, високоуважени професор Хемијског факултета, пријатељ и учитељ млађих сарадника као и старијих колега. Он се још као врло млад ангажовао у Српском хемијском друштву. Заправо, још почетком педесетих година прошлог века, заједно са својим тада школским другом и пријатељем Александром Деспихем, започео је прве активности у Друштву.

У то време СХД је оживљавало свој рад и кроз успостављање редовних саветовања. Њему је као младом научнику припала част да те далеке 1952. године саопшти резултате истраживања до којих је дошао. Млади асистент Драгомир Виторовић вероватно није био свестан да су тадашњи великани, Александар Лекко, Панта Тутунџић и Вукић Мићовић, који су водили

Друштво и радо укључивали младе људе у рад, већ приметили његове квалитете као и жељу за ангажовањем у Друштву. Његова воља за рад у Друштву била је једно, а доказивање у стручном смислу друго, те је Драгомир Виторовић, и не знајући из ког угла га старије колеге посматрају, приступио усменом саопштењу. Сала за 500 људи била је препуна. По његовој причи од страха су му клецала колена. Очекивао је, са великом зебњом, питања која ће му бити постављена и како ће на њих одговорити. Наравно, како се то много пута показало, Виторовић је и тада бриљантно наступио.

Он није ни знао да је на поклон добио улазницу у све структуре СХД. Од тада па надаље делатност у Друштву зависила је само од његовог расположивог времена. И када га није имао, просто га је измишљао. Проф. Виторовић је са највећим задовољством прихватао разне дужности у Друштву, почев од секретарских, преко потпредседничких а потом и председничких. Био је председник Друштва у два мандата, у период од 1977. до 1981. године. Године 1982. изабран је за доживотног почасног председника СХД.

Обављајући све ове значајне функције професор Виторовић је оставио у Српском хемијском друштву дубок траг који је само њему својствен. За време његовог мандата председника Друштва оживљен је рад многих подружница. У то време спојене су подружнице у Новом Саду и Зрењанину у Хемијско друштво Војводине, које је 1996. године прерасло у Српско хемијско друштво – Хемијско друштво Војводине.

Друга важна активност била је популаризација хемије на којој је он предано радио. Поред тога, учествовао је или руководио организацијом многих тадашњих скупова и симпозијума Друштва.

Овом приликом свакако морамо споменути организацију 6. Европског симпозијума о органској хемији (ESOC -6) одржаног 1989. године. То је до тада, а сигурно и до данас, највећа међународна конференција одржана у нашој земљи. Проф. Виторовић је окупио већу групу наставника и сарадника која је под његовим руководством веома успешно организовала скуп на коме су присуствовали скоро сви научници који су нешто значили у органској хемији у свету. Стизао је све, почев од набавки материјала и неопходне опреме, обезбеђивања спонзорстава, до писања писама и извештаја. Стизао је да позове и угости предаваче, да организује коктел, свечану вечеру, излет, да одржава контакте са утицајним личностима, важним организацијама или предузећима и да заврши низ других важних организационих послова. Све је то радио са великом енергијом и лакоћом.

Друга, не мање значајна манифестација, била је организација прославе 100 година Српског хемијског друштва. Ова манифестација је одржана 1997. године. То је по много чему био специфичан подухват. Морамо се подсетити да је то година када је Србија била под делимичним међународним ембаргом. Друштво је организовало колосалан научни скуп уз учешће представника свих еминентних хемијских друштава света као и три добитника Нобелове награде. Под руководством проф. Виторовића скоро сваки члан Друштва

добио је неки задатак који је допринео успеху скупа. Набројаћу само неке колеге: Јована Јовановића (председника СХД), Живорада Чековића (председника Организационог одбора), Александра Деспића, Михаила Михаиловића, Драгутина Дражића, Ивана Мићовића, Милутина Стефановића, Мирослава Гашића, и друге. Током тог скупа проф. Виторовић предао је диплому почасног доктора наука Универзитета у Београду нобеловцу Дереку Х.Р. Бартону.



**Слика 11.** Проф. Д Виторовић предаје диплому почасног доктора Београдског универзитета нобеловцу Дереку Бартону

За ову прилику он је организовао и уредио за издавање две значајне публикације: *Српско хемијско друштво – историја, устројство, делатности и Хемија и хемијска индустрија у Србији – историјска праћа*. Прва књига представља непревазиђену сублимацију стогодишњег деловања СХД, а друга савршен преглед развоја хемије и хемијске индустрије у Србији. Овим својим подухватом проф. Виторовић нас је сучио са нашом историјом.

Проф. Виторовић годинама је био активан у Наставној секцији Српског хемијског друштва, нарочито седамдесетих година када је у наш образовни систем увођено усмерено образовање. Неколико година је био председник Комисије за наставу Уније хемијских друштава Југославије. Сарађивао је са Александром Корнхаузер, оснивачем UNESCO-вог центра за наставу хемије у Љубљани, па се касније укључио и у Комитет за наставу хемије Међународне уније за чисту и примењену хемију. Захваљујући њему тих година су почела интензивнија савремена истраживања у настави хемије у Србији.

Још као студент имао сам задовољство да средином седамдесетих година прошлог века проведем неколико година у групи проф. Виторовића. Тада је била пракса да се ујутру уз кафу и чај, у опуштеној атмосфери, разговара о разним хемијским темама као и да се направе договори шта треба урадити тога дана. Он је тада често говорио о будућности хемијског журнала. Питао нас је за мишљење да ли наставити са тадашњом праксом излагања часописа делом на српском језику или у потпуности на енглеском језику. Било је опречних мишљења, али је он сматрао да је енглеска верзија једина алтернатива, што се и показало као исправно.

До краја живота остао је веран Друштву. На све значајне манифестације је увек долазио, за све успехе Друштва јављао се и честитао. На последњу Свечану скупштину није могао да дође због здравствених разлога. Ипак, он се јавио на телефон да се извини и да изрази жаљење због одсуства, јер је то била прва скупштина којој неће присуствовати.

На крају, Српско хемијско друштво је поносно и захвално што је проф. Драгомир Виторовић уградио велики део себе у развој Друштва и што је био један од наших ослонаца.

## АКАДЕМИК ВИДОЈКО ЈОВИЋ

### ЕКОЛОШКА АКТИВНОСТ АКАДЕМИКА ДРАГОМИРА ВИТОРОВИЋА

У импресивном научном опусу академика Драгомира Виторовића животна средина је у значајној мери закупирали његову пажњу током последње две деценије. И ту бригу за очување животне средине није скривао од шире друштвене јавности, него је, напротив, веома гласно и јасно истицао у више наврата. Широког образовања и интересовања, није му било свеједно куда иде овај свет, како често олако срља у несагледиве последице по животну средину, али и опстанак људске цивилизације у будућности.

Научни ауторитет стицањем деценијама мукотрпним радом и истрајношћу професор Виторовић ставио је у службу одмереног и знањем утемељеног поимања и разумевања значаја животне средине.

У књизи „Обраћања јавности и пријатељима – ретроспекција“, штампаној 2009. године, професор Виторовић сабрао је, поред осталих тема, и текстове који се односе на екологију – животну средину.

Његов живот, као и многе животе из његове и блиских генерација, обележила су утројена бомбардовања Београда: немачка 1941, „савезничка“ 1944. и НАТО 1999. године. Ово последње, а надам се да је и стварно последње, претило је „еколошком катастрофом невиђених размера“. Професора Виторовића дубоко је забринуло уништавање рафинерија, хемијских фабрика и других индустријских објеката. То је, по његовим речима, могло довести до невиђених последица по животну средину и живи свет, и то не само у нашој земљи него и у ширем региону. Он је навео само неке примере ослобађања огромних количина токсичних материја: хлор, амонијак, фосген, винил-хлорид, угљен-моноксид, жива, полициклични ароматични угљоводоници, пираленско уље, осиромашени уран.

Ево и његових речи: „Мој страх за будућност се нарочито појачао кад сам постао свестан тога шта нам се све овде догађа и посебно како и чиме нас бомбардују и шта је све на мети тих напада. Ово поготово ако се томе приђе из угла једног хемичара, не занемарујући, при том, свакако, ни све друге, исто тако важне аспекте ове наше несреће“ (стр. 35).

Он је упозоравао да „еколошке несреће и катастрофе не познају државне границе и да радиоактивне супстанце, канцерогени, отрови и други загађивачи не разликују непријатеља од пријатеља, не разликују људе

по боји коже, националности или верској или политичкој припадности“ (стр. 37).

Пошто је често боравио на Златибору, професор Виторовић је добро упознао еколошке прилике и неприлике те изузетно лепе планине, па је на Округлом столу 6. децембра 2001. године у Ужицу надахнуто говорио о животној средини општине Ужице – спречавању загађивања и заштити. Сметала му је изражена небрига о животној средини Златибора, недостатак свести и помањкање добре воље да се природна средина очува и сачува за будућност. О томе је писао и у тексту чији наслов све говори: „Златиборске радости и туге“. Радости се односе на јединствену природну лепоту, а туге на људски немар и несавесност.

Професор Виторовић стао је и у „одбрану“ Мокре Горе од могуће експлоатације никла и сачинио текст фебруара 2005. године који су усвојили Извршни одбор и Председништво САНУ и проследили надлежним институцијама у Србији. У ову иницијативу укључили су се академици Зоран Максимовић и Љубомир Симовић и тада дописни члан Видојко Јовић. Тај текст је, захваљујући електронским и другим медијима, имао невероватну улогу у буђењу еколошке свести шире друштвене заједнице и заустављању даљих радњи које би занавек упропастиле ретку и драгоцену природну средину Мокре Горе и околине.



Слика 7. Чланак проф. Виторовића посвећен животној средини у рубрици "Међу нама" у "Политики" (27. септембра 2002).

Међуодељенски одбор САНУ „Човек и животна средина“ је, на основу молбе Одељења за математику, физику и гео-науке и Одељења хемијских и биолошких наука, одлучио да се формира Акциони одбор за заштиту Мокре горе у саставу: дописни члан Видојко Јовић, председник, академик Зоран Максимовић, академик Драгомир Виторовић и др Воислав Васић. Септембра 2012. године поново је Српска академија наука и уметности издала званично саопштење поводом нове иницијативе за експлоатацију руде никла на територији Србије (област између Врњачке Бање и Велућа, као и у околини Тополе - Липовац). То саопштење добило је, такође, изузетно велики публицитет у медијима и утицало на јавно мњење о могућим последицама експлоатације никла у Србији.

Ево делова текста о ставу САНУ поводом евентуалне експлоатације никла у Србији: „Иако смо били убеђени да је опасност која је Србији претила од отварања рудника никла у Мокрој Гори, Липовици и Врњачкој бањи, отклоњена још пре седам година, она се ових дана поново надвила над нашом земљом. Наиме, намера да се рудници никла на поменути локацијама ипак отворе поново је постала актуелна“.

„Важно је исто тако истаћи да, на основу досадашњих истраживања, лежишта руда гвожђа, никла и кобалта на подручју Мокра Гора, у погледу положаја, дебљине слојева и концентрације метала нису перспективна. Наиме, морала би се одлагати огромна количина покривке да би се дошло до танких слојева сиромашне руде, а неко евентуално обогаћивање руде би било погубно за читав крај и његову околину“.

„Једном речју, закључено је да би такав рудник био „еколошка бомба“, која би Златибор, Тару и Шарган претворила у пустиње без трага и знака живота, и која би Дрину, и све њене притоке, претворила у мртве реке“.

„САНУ се осећа обавезном да, позивајући се искључиво на научне аргументе, упозори на катастрофалне последице оваквих одлука, да надлежнима препоручи да овакве одлуке не доносе без консултације са научним институцијама, и да на све нас апелује да више мислимо на очување здраве природне средине него на неизвесни профит, који би је, извесно, за сва времена, претворило у беживотну пустињу“.

Због тога је Међуодељенски одбор САНУ „Човек и животна средина“ одлучио да се у САНУ одржи научни скуп о никлу, на којем ће стручњаци из различитих области представити своја виђења тог великог проблема. Скуп је одржан у САНУ 6. новембра 2014. године под насловом: МИНЕРАЛНИ РЕСУРСИ НИКЛА У СРБИЈИ И УТИЦАЈ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ. Зборник радова са тог скупа је у штампи.

Осврнуо сам се на још једну значајну активност професора Виторовића која употпуњава слику о њему и његовој бризи за српске пејзаже, здраву природну средину, и очување онога што су нам преци оставили у аманет да би предали нашим потомцима.

Јула 2015. године отишао је наш драги и поштовани професор и академик Драгомир Виторовић, отишао је велики научник, хуманиста и интелектуалац, напустио нас је велики господин старог премера.



## ВЕСТИ ИЗ СХД

### ИЗВЕШТАЈ О ОДРЖАНОЈ ДРУГОЈ СРПСКОЈ ХЕМИЈСКОЈ ОЛИМПИЈАДИ (СХО 2015) ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА

Српска хемијска олимпијада за ученике основних школа одржана је по други пут 31.5.2015. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду, а у организацији Српског хемијског друштва (СХД), Министарства просвете, науке и технолошког развоја (МПНТР) и Нафтне индустрије Србије (НИС). На овај ниво такмичења позвано је шест ученика 8. разреда с најбољим резултатима постигнутим на Републичком такмичењу из хемије, одржаном 23. и 24. маја 2015. у Крагујевцу. Тест је имао експерименталне и теоријске задатке, комбиноване у оквиру четири проблема.

Комисија која је реализовала СХО 2015. године радила је у саставу:

1. В. проф. др Драгица Тривић
2. В. проф. др Милош Милчић

3. Др Биљана Томашевић
4. В. проф. др Рада Баошић (секретар Српског хемијског друштва)
5. Игор Матијашевић
6. Весна Милановић
7. Александар Ђорђевић

У прилогу овог извештаја налази се коначна ранг листа. Ученици су добили дипломе МПНТР и СХД за освојено 1, 2. и 3. место, и похвалнице за освојено 4, 5. и 6. место. Нафтна индустрија Србије је доделила три велике статуе *Енерџија знања*, једну златну, једну сребрну и једну бронзану, за освојено 1, 2. и 3. место, као и три мале статуе за освојено 4, 5. и 6. место.

Драгица Тривић

#### Коначна ранг листа учесника

Пласман	Име и презиме ученика	Назив основне школе	Место	Име и презиме наставника	Тест
1.	Игор Топаловић	Душан Јерковић	Ужице	Брана Арсовић	81,5
2.	Маја Цветковић	Мирослав Антић	Ниш	Јелена Радовић	73,5
3.	Лазар Крачуновић	Прва обреновачка основна школа	Обреновац	Маријана Новитовић	72,5
4.	Миона Томић	Светозар Марковић	Лесковац	Весна Стојановић	71,0
5.	Јелена Рајковић	Станислав Сремчевић	Крагујевац	Љиљана Милошевић	66,0
6.	Невена Василевска	Вук Караџић	Пожаревац	Срђан Петровић	65,5

### ДРУГА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА

У Београду је од 29. маја до 1. јуна 2015. одржана Друга српска хемијска олимпијада ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Хемијског факултета Универзитета у Београду. Ово такмичење је истовремено и изборно такмичење за 47. међународну хемијску олимпијаду, која је одржана од 20. до 29. јула у главном граду Азербејџана, Бакуу. И теоријски и практични део такмичења организован је на Хемијском факултету, који је одлично организовао такмичење. Такмичење се састојало од три практична проблема и осам

теоријских задатака. Израда сваког дела трајала је по 5 сати. Комисију су сачињавали: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Ирена Новакковић, др Полина Благојевић, др Маја Шумар, др Снежана Николић-Мандић, др Милица Миленковић, Видак Раичевић, Срђан Туфегдић, Божидар Чобелић, Марко Јеремић и Марија Денић.

Учествовало је 12 такмичара, који су се квалификовали на основу резултата постигнутих на републичком такмичењу (10 првопласираних ученика III и IV разреда и 2 првопласирана ученика II разреда). Наводимо награђене и похваљене такмичаре, као и њихове менторе.

Пласман	Име и презиме ученика	Назив школе	Место	Име и презиме ментора	Награда
1.	Алекса Милосављевић	Средња школа	Свилајнац	Марија Јевремовић	I
2.	Милош Грубор	Математичка гимназија	Београд	Ивана Вуковић	II
3.	Стефан Стојановић	Гимназија	Лесковац	Предраг Стојиљковић	II
4.	Милош Селаковић	Гимназија	Ужице	Славица Вељовић	III
5.	Владимир Антонијевић	Гимназија «Светозар Марковић»	Јагодина	Душица Ивановић	III
6.	Павле Крављанац	Прва београдска гимназија	Београд	Јасна Петровић	III
7.	Геодора Миленковић	XIII београдска гимназија	Београд	Анита Стојчевски	III
8.	Алекса Јовановић	IX београдска гимназија	Београд	Милица Петровић	похвалница

На међународну хемијску олимпијаду су се пласирала прва четири ученика, а петопласирани ученик је резерва.

Душан Сладић

## САДРЖАЈ ЧАСОПИСА ЗА 2015. ГОДИНУ (ГОДИШТЕ 56.)

### ПРИЧА СА КОРИЦА

<b>Снежана БОЈОВИЋ</b> <i>Snežana BOJOVIĆ</i> МИСЛИЛАЦ, ВИЗИОНАР, РЕФОРМАТОР - Александар Деспич <i>THINKER, VISIONARY, REFORMER - Aleksandar Despić</i>	2
---	---

### ЧЛАНЦИ

<b>Иван ГУТМАН</b> <i>Ivan GUTMAN</i> ФРАНЦИЈУМ - ПОСЛЕДЊИ ОТКРИВЕНИ ЕЛЕМЕНТ <i>FRANCIUM - THE LAST ELEMENT DISCOVERED</i>	5
---	---

<b>Драган С. ВЕСЕЛИНОВИЋ</b> <i>Dragan S. VESELINOVIC</i> УЗРОЦИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ <i>THE CAUSES OF POLLUTION OF THE ENVIRONMENT</i>	8
--	---

<b>Милан НЕШИЋ, Ненад КРСТИЋ, Ружица НИКОЛИЋ</b> <i>Milan NEŠIĆ, Nenad KRSTIĆ, Ružica NIKOLIĆ</i> БАКАР У ЖИВОМ СВЕТУ <i>COPPER IN THE LIVING WORLD</i>	17
--	----

<b>Ерне Е. КИШ, Горан Ц. БОШКОВИЋ, Ференц Е. КИШ, Сања ПАНИЋ</b> <i>Ernő E. KISS, Goran C. BOŠKOVIĆ, Ferenc E. KISS and Sanja PANIĆ</i> УПРАВЉАЊЕ КОРИШЋЕНИМ И ИСТРОШЕНИМ КАТАЛИЗАТОРИМА <i>USED CATALYST AND SPENT CATALYST WASTE MANAGEMENT</i>	30
---	----

<b>Мирјана Д. ЂУРОВИЋ, Живадин Д. БУГАРЧИЋ</b> <i>Mirjana D. ĐUROVIĆ, Živadin D. BUGARČIĆ</i> ЗЛАТНА КАТАЛИЗА <i>GOLDEN CATALYSIS</i>	41
--	----

<b>Биљана Ђ. ГЛИШИЋ, Нада Д. САВИЋ и Милош И. ЂУРАН</b> <i>Biļana Đ. GLIŠIĆ, Nada D. SAVIĆ and Miloš I. DJURAN</i> ПРИМЕНА СРЕБРА И ЊЕГОВИХ ЈЕДИЊЕЊА У МЕДИЦИНИ. КОМПЛЕКСИ СРЕБРА(I) КАО АНТИМИКРОБИОЛОШКИ И АНТИТУМОРСКИ АГЕНСИ <i>MEDICAL USES OF SILVER AND ITS COMPOUNDS. SILVER(I) COMPLEXES AS ANTIMICROBIAL AND ANTITUMOR AGENTS</i>	58
--	----

<b>Кристина ЛУКИЋ</b> <i>Kristina LUKIĆ</i> СЕРТИНДОЛ: ФАРМАКОДИНАМИКА, ФАРМАКОКИНЕТИКА, КЛИНИЧКА ЕФИКАСНОСТ, НЕЖЕЉЕНИ ЕФЕКТИ <i>SERTINDOLE: PHARMACODYNAMICS, PHARMACOKINETICS, CLINICAL EFFICIENCY, SIDE EFFECTS</i>	64
--	----

<b>Марко С. ПЕШИЋ, Ружица С. НИКОЛИЋ, Ненад С. КРСТИЋ</b> <i>Marko S. PEŠIĆ, Ružica S. NIKOLIĆ, Nenad S. KRSTIĆ</i> БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ ЦИНКА <i>BIOLOGICAL IMPORTANCE OF ZINC</i>	70
---	----

<b>Иван ГУТМАН</b> <i>Ivan Gutman</i> ИЗ ИСТОРИЈЕ ХЕМИЈЕ - АЛИЗАРИН <i>FROM HISTORY OF CHEMISTRY - ALIZARIN</i>	86
--	----

<b>Ненад С. КРСТИЋ, Ружица С. НИКОЛИЋ</b> <i>Nenad S. KRSTIĆ, Ružica S. NIKOLIĆ</i> БИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ МАГНЕЗИЈУМА <i>BIOLOGICAL IMPORTANCE OF MAGNESIUM</i>	89
--	----

<b>Мира КУБУРОВИЋ, Милена ЧАВИЋ</b> <i>Mira KUBUROVIĆ, Milena ČAVIĆ</i> ПРИМЕНА ТИРОЗИН КИНАЗНИХ ИНХИБИТОРА У ЛЕЧЕЊУ КАРЦИНОМА ПЛУЋА – ПРИМЕР УСПЕШНЕ ПЕРСОНАЛИЗОВАНЕ ТЕРАПИЈЕ У ОНКОЛОГИЈИ <i>TYROSINE KINASE INHIBITORS IN LUNG CANCER TREATMENT - A SUCCESS STORY OF PERSONALIZED THERAPY IN ONCOLOGY</i>	94
---	----

<b>Петар РИСТИВОЈЕВИЋ, Јелена ТРИФКОВИЋ</b> <i>Petar RISTIVOJEVIĆ, Jelena TRIFKOVIĆ</i> ПРОПОЛИС: ХЕМИЈСКИ САСТАВ И ПОДЕЛА <i>PROPOLIS - CHEMICAL COMPOSITION</i>	100
--	-----

<b>Миллица ВУЊАК</b> <i>Milica VUNJAK</i> ПСИХОАКТИВНЕ СУПСТАНЦЕ: ПСИЛОЦИБИН <i>PSYCHOACTIVE COMPOUNDS: PSILOCYBIN</i>	114
---	-----

<b>Јелена ПОПОВИЋ-ЂОРЂЕВИЋ, Ивана ЈЕВТИЋ</b> <i>Jelena POROVIĆ-DJORDJEVIĆ, Ivana JEVTIĆ</i> ФЛАВОНОИДИ – ПРИРОДНИ ПРОИЗВОДИ БИЉНОГ ПОРЕКЛА КАО ФАКТОР ОЧУВАЊА ЗДРАВЉА <i>FLAVONOIDS - HEALTH-PROMOTING NATURAL PRODUCTS FROM PLANT SOURCES</i>	119
--	-----

<b>Соња М. ЈЕВТИЋ</b> <i>Sonja M. JEVTIĆ</i> ЕЛЕКТРОДЕ НА БАЗИ УГЉЕНИКА: МОДИФИКАЦИЈА И АНАЛИТИЧКА ПРИМЕНА <i>CARBON BASED ELECTRODES: MODIFICATION AND ANALYTICAL APPLICATION</i>	123
--	-----

<b>ИГОР АСАНОВИЋ</b> <i>Igor ASANOVIC</i> АТОРВАСТАТИН <i>ATORVASTATIN</i>	142
---	-----

### ВЕСТИ ИЗ/ЗА ШКОЛЕ

<b>Александар М. ЂОРЂЕВИЋ, Ивана С. АНТОНИЈЕВИЋ,</b> <b>Александар Д. КАРАЈИЋ, Јелена З. ДРАГОЈЛОВИЋ</b> <i>Aleksandar M. ĐORĐEVIĆ, Ivana S. ANTONIJEVIĆ, Aleksandar D. KARAJIĆ, Jelena Z. DRAGOJLOVIĆ</i> „ОТВОРЕНЕ ЛАБОРАТОРИЈЕ“ Студенти хемије и ученици у заједничкој акцији „OPEN LABORATORIES“ <i>Common action of Chemistry students and pupils</i>	23
---	----

<b>Игор МАТИЈАШЕВИЋ, Петар РИСТИВОЈЕВИЋ</b> <i>Igor MATIJAŠEVIĆ, Petar RISTIVOJEVIĆ</i> О ПРОПОЛИСУ У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ <i>ABOUT PROPOLIS IN PRIMARY SCHOOL</i>	49
---	----

<b>Наташа БУКУМИРИЋ, Весна М. АЛИВОЈВОДИЋ, Шимон А. ЂАРМАТИ</b> <i>Nataša BUKUMIRIĆ, Vesna M. ALIVOJVODIĆ, Šimon A. ĐARMATI</i> СТАВОВИ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА О ЕЕ-ОТПАДУ И ЊЕГОВОМ ЗБРИЊАВАЊУ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ <i>HIGH SCHOOL STUDENT' ATTITUDES TOWARDS WEEE AND ITS DISPOSAL IN THE REPUBLIC OF SERBIA</i>	75
---	----

<b>Александра РАКИЋЕВИЋ КОВАЧЕВИЋ, Јелена СТОЈИЉКОВИЋ,</b> <b>Јасна САВИЋ, Маријана МИЛОСАВЉЕВИЋ</b> <i>Aleksandra RAKIĆEVIĆ KOVAČEVIĆ, Jelena STOJILJKOVIĆ, Jasna SAVIĆ, Marijana MILOSAVLJEVIĆ</i> ОТРОВИ КАПУЛЕТОВОГ ВРТА <i>CAPOLET'S GARDEN</i>	105
--	-----

<b>Катарина ПУТИЦА, Драгица ТРИВИЋ</b> <i>Katarina PUTICA, Dragica TRIVIĆ</i> ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНИ ПРИСТУП НАСТАВИ ПРИРОДНИХ НАУКА <i>INTERDISCIPLINARY APPROACH TO SCIENCE TEACHING</i>	132
--	-----

<b>Милош КОЗИЋ</b> <i>Miloš KOZIĆ</i> СЦЕНАРИО ЧАСА: ЗАГАЂИВАЊЕ ВОДЕ И ЗЕМЉИШТА <i>LESSON PLAN: WATER AND LAND POLLUTION</i>	152
---	-----

### ВЕСТИ ИЗ СХД

ПРВА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА	28
--	----

ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА	55
--	----

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА У 2014. ГОДИНИ	79
---	----

26. АПРИЛСКИ ДАНИ ЗА НАСТАВНИКЕ ХЕМИЈЕ	108
--	-----

51. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА	109
---	-----

51. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ХЕМИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА	110
---	-----

ИЗВЕШТАЈ О РАДУ 52. САВЕТОВАЊА СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА	111
---	-----

ИЗВЕШТАЈ О ОДРЖАНОЈ ДРУГОЈ СРПСКОЈ ХЕМИЈСКОЈ ОЛИМПИЈАДИ (СХО 2015) ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНИХ ШКОЛА	168
--	-----

ДРУГА СРПСКА ХЕМИЈСКА ОЛИМПИЈАДА УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА	168
---	-----

### ТРИБИНА

<b>Живорад ЧЕКОВИЋ</b> СРПСКА ХЕМИЈСКА ДИЈАСПОРА - НАУЧНИ И СОЦИЈАЛНИ ПРОБЛЕМ СРБИЈЕ	138
--	-----

### IN MEMORIAM

ПОВОДОМ СМРТИ АКАДЕМИКА ДРАГОМИРА ВИТОРОВИЋА	156
--	-----