



'24

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 65
бр. 3 (јун)

YU ISSN 04406826
UDC 54.011.93



Век од рођења

оснивача модерне хемије
на Универзитету у Београду

CONFIGURATION AND REACTIVITY OF TEN-
MEMBERED 5,10-SECO-COMPOUNDS OBTAINED BY
FRAGMENTATION OF 5-HYDROXY-STERIODS

M. LJ. MIHANOVIC,¹ L. LORENC, M. GASIC, M. ROGIC,²

A. MITER,³ and M. STEFANOVIĆ
Department of Chemistry, Faculty of Sciences,¹ and Institute of Chemistry, Technology and
Metallurgy, Belgrade, Yugoslavia

(Received 2 December 1965)

OPENING OF STEROID RING A BY MEANS
OF LEAD TETRAACETATE¹

M. STEFANOVIĆ, M. GASIC, L. LORENC and M. LJ. MIHANOVIC²

Department of Chemistry, Faculty of Sciences,
and
Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy,
Belgrade, Yugoslavia

(Received 22 June 1964)

Милутин Стефановић
(1924 - 2009)

Михаило Михаиловић
(1924 - 1998)

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

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Editor-in-Chief
DRAGICA D. TRIVIĆ
Deputy Editor-in-Chief
VESNA D. MILANOVIĆ
MAŠTRAPOVIĆ
Honorary editor
RATKO M. JANKOV

Volume 65
NUMBER 3
(June)

Годиште 65

број 3
јун

Publisher
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК
Драгица Д. Тривић

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ УРЕДНИКА
Весна Д. Милановић Маштраповић

ПОЧАСНИ УРЕДНИК
Ратко М. Јанков

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ
Душанка М. Милојковић Опсеница, Тамара Р. Тодоровић,
Игор М. Опсеница, Милан Р. Николић, Ксенија Стојановић,
Александра Дапчевић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР
Иван Гутман, Душан Сладић, Снежана Зарић, Сузана
Јовановић Шанта, Драган Марковић, Радомир Санчић,
Мелина Калагасидис Крушић, Живорад Чековић
(председник)

Web site: <https://www.shd-pub.org.rs/index.php/HP>

e-mail редакције: hempred@chem.bg.ac.rs

Припрема за штампу и штампа:
РИЦ графичког инжењерства
Технолошко-металуршки факултет
Београд, Карнегијева 4

Насловна страна:
Слободан и Горан Ратковић
RatkovicDesign
www.ratkovicdesign.net
office@ratkovicdesign.net

САДРЖАЈ

ЧЛАНЦИ

Бранислав КОКИЋ
Branislav Kokić
ОДАБРАНИ НАПРЕЦИ У ОРГАНСКОЈ ХЕМИЈИ
ПУБЛИКОВАНИ У ПРЕТХОДНИХ НЕКОЛИКО МЕСЕЦИ
SELECTED ADVANCEMENTS IN ORGANIC CHEMISTRY,
PUBLISHED IN THE PAST FEW MONTHS 50

Милица СТЕВАНОВИЋ
Milica Stevanović
ЕТАРСКА ФУНКЦИОНАЛНА ГРУПА – ЗАШТИТА
ХИДРОКСИЛНЕ ГРУПЕ АЛКОХОЛА И ФЕНОЛА
THE ETHER FUNCTIONAL GROUP – PROTECTION OF THE
HYDROXYL GROUP OF ALCOHOLS AND PHENOLS 52

Изудин РЕЏЕПОВИЋ
Izudin REDŽEPOVIĆ
СИНТЕЗА АМОНИЈАКА: МАЧ СА ДВЕ ОШТРИЦЕ
AMMONIA SYNTHESIS: A DOUBLE-EDGED SWORD 61

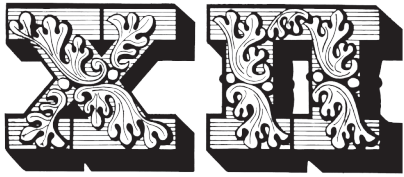
ВЕСТИ из / за ШКОЛЕ

Бењамин ГАЛАС, Јано САБО
Benjamin GALAS, Jano SABO
АЛТЕРНАТИВНИ ИЗВОР ЕНЕРГИЈЕ: БИОГАС – СВОЈСТВА И
ПРИМЕНА
ALTERNATIVE ENERGY SOURCE: BIOGAS – PROPERTIES AND
APPLICATIONS 63

ВЕСТИ ИЗ СХД

Сузана ЈОВАНОВИЋ ШАНТА, Драгица ТРИВИЋ
Suzana JOVANOVIĆ ŠANTA, Dragica TRIVIĆ
ИЗВЕШТАЈ СА ПАНЕЛ ДИСКУСИЈЕ: ПРОБЛЕМИ НАСТАВЕ
ХЕМИЈЕ У ДОУНИВЕРЗИТЕТСКОМ И УНИВЕРЗИТЕТСКОМ
ОБРАЗОВАЊУ И КАКО ИХ ПРЕВАЗИЋИ
REPORT FROM THE PANEL DISCUSSION
CHALLENGES IN TEACHING CHEMISTRY AT PRE-
UNIVERSITY AND UNIVERSITY LEVELS AND STRATEGIES
FOR OVERCOMING THEM 66

Сузана ЈОВАНОВИЋ ШАНТА
Suzana JOVANOVIĆ ŠANTA
ИЗВЕШТАЈ СА ПАНЕЛ ДИСКУСИЈЕ: САРАДЊОМ ДО
БОЉИХ РЕШЕЊА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ
REPORT FROM THE PANEL DISCUSSION
COOPERATION TO BETTER SOLUTIONS IN CHEMISTRY
TEACHING 71



УВОДНИК

Драги читаоци *Хемијској њрегледа*,

Пред вама је трећи број часописа у 2024. години. Овом приликом желимо нашим драгим колегиницама и колегама у основним и средњим школама срећан и успешан почетак школске 2024/2025. године. Нека свакодневни рад са ученицима у новој школској години буде испуњен инспирацијом, иновативношћу и успехом. Желимо наставницима у сазнајном погледу динамичну, креативну и ангажовану учионицу, у којој ће ученици сарађивати и с лакоћом повезивати научене концепте са својим светом, мотивисани за учење хемије.

Наставници хемије, у намери да хемију учине релевантнијом и ближом савременом животу ученика, суочавају се с бројним изазовима. Зато вам желимо успех у предочавању повезаности хемије и свакодневних активности, попут исхране, у јачању одговорности за очување здравља и животне средине (еколошке одговорности), у интеграцији хемије са другим предметима као што су физика, биологија, историја или географија, и показивању значаја хемије за друге научне области, и различите друштвене контексте. Желимо вам успех у увођењу дигиталних алата и интерактивних платформи, које могу да укључе симулације хемијских реакција и виртуелне лабораторије, и тиме учине сложене концепте приступачнијим, а учење занимљивијим уз подршку развоју истраживачких вештина у безбедним условима. Важно је да се подстичу ученици да у будућности примењују стечено знање хемије и вештине за решавање професионалних и друштвених изазова у складу с циљевима одрживог развоја и зелене хемије. Желимо ученицима да исход процеса учења не буде само теоријско знање, већ оспособљеност да одговорно пруже практичан допринос будућим решењима.

Настојаћемо да чланцима подржимо поменуте процесе у учионици.

Бранислав Кокић, Иновациони центар Хемијског факултета у Београду, у чланку под називом *Одабрани најреци у орјанској хемији њубликовани у њрејходних неколико месеци*, кроз приказ четири рада упућује нас у најновија истраживања у области органске хемије. Први рад се односи на разградњу полиетилена високе густине, што је изазов због хемијске нереактивности ове пластике. Два рада се

односе на употребу хексафлуоризопропанола као растварача у синтези. Четврти рад је из области фотокатализе и органокатализе.

Милица Стевановић, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, у чланку *Ејтарска функционална ѡруја – зашћићиа хидроксилне ѡрује алкохола и фенола*, објашњава нам зашто је заштита хидроксилне групе важан корак у синтези полифункционалних једињења, као и у њиховим реакцијама, и које критеријуме је потребно да задовољи увођење заштитне групе. У чланку је дат преглед литературе о тој теми.

Изудин Реџеповић, Државни универзитет у Новом Пазару, у чланку под називом *Синћеза амонијака: мач са две ошћрице*, подсећа нас како је ради повећања приноса и квалитета пољопривредних производа обезбеђивано ђубриво пре синтезе амонијака, као и о доприносима те синтезе. Иако је синтеза амонијака донела користи човечанству, она је имала и негативне аспекте.

Бењамин Галас и Јано Сабо, Основна школа „Маршал Тито”, Падина, у чланку *Алћернајивни извор енерије: биоѡс – својсћива и ѡримена*, осмислили су начин како се овој теми може приступити у школским условима и спровели то у дело. Прочитајте шта су они урадили.

Српско хемијско друштво је због све већих проблема у образовању у области хемије на свим нивоима, покренуло панел дискусије у оквиру саветовања СХД. Прва панел дискусија одржана је у оквиру 59. Саветовања СХД у Новом Саду, 1. јуна 2023. године. Друга панел дискусија оджана је у оквиру 60. Саветовања СХД у Нишу, 9. јуна 2024. Иницијатор и организатор ових дискусија била је **Сузана Јовановић Шанта**. У овом броју можете прочитати извештаје са оба догађаја.

Драгица Д. Тривић



Бранислав КОКИЋ

Иновациони центар Хемијског факултета у Београду, д.о.о.

Е-пошта: kokicb@chem.bg.ac.rs

ОДАБРАНИ НАПРЕЦИ У ОРГАНСКОЈ ХЕМИЈИ ПУБЛИКОВАНИ У ПРЕТХОДНИХ НЕКОЛИКО МЕСЕЦИ

ИЗВОД

Одабрана су и укратко описана четири рада из најновије литературе органске хемије. Један је из области разградње пластике, два су из области употребе хексафлуоризопропанола у синтези и један је из области фотокатализе и органокатализе.

Кључне речи: разградња њластике, хексафлуоризопропанол, фотокатализа, органокализа

КАТАЛИТИЧКА РАЗГРАДЊА ПОЛИЕТИЛЕНА ВИСОКЕ ГУСТИНЕ

Полиетилен високе густине (енг. *high-density polyethylene*, *HDPE*) је врста пластике која чини угрубо 30 % целокупног пластичног отпада. Проблем третирања и рециклирања пластичног отпада је актуелан већ дуже време, а полиетилен је посебно изазован у овом контексту јер је изузетно хемијски инертан. Састоји се из неактивних метиленских група повезаних у дугачке ланце.

Џајдев и сарадници (Jaydev et al., 2024) су постигли висок степен разградње чистог *HDPE*-а комерцијалног квалитета. Употребом рутенијумових наночестица нанесених на анатазу (форма титан-диоксида) као катализатора, полимер је разграђен уз помоћ водоника до смеше алкана у приносу од 80 % (Схема 1). Величина наночестица рутенијума је била значајан фактор за постизање добрих резултата.

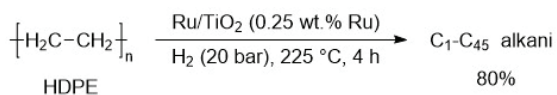


Схема 1. Разградња полиетилена високе густине до смеше алкана

Смеша производа личи на нафтне фракције и може се искористити на различите начине. Разградња комерцијалних *HDPE* чепова за пластичне флаше је била за нијансу мање успешна (принос је био око 50 % под истим условима), највероватније због адитива који се додају током производње.

УПОТРЕБА

ХЕКСАФЛУОРИЗОПРОПАНОЛА У ОРГАНСКОЈ СИНТЕЗИ

Употреба 1,1,1,3,3,3-хексафлуор-2-пропанола, или једноставније хексафлуоризопропанола (енг. *hexafluoroisopropanol*, *HFIP*), као растварача може драматично да утиче на исход хемијских реакција, што се приписује његовој поларности и способности да гради снажне водоничне везе. Истраживања на ову тему се у последње време интензивирају и велика количина значајних резултата је постигнута (Motiwala et al., 2022). Недавно су објављене две методе за извођење добро познатих реакција под благим условима и уз високу селективност, уз помоћ *HFIP*-а као растварача.

Истраживачи са Хуацонг Универзитета науке и технологије у Хубеју у Кини (Zheng et al., 2024) су пријавили електрофилно нитровање ароматичних једињења гвожђе(III)-нитратом нонахидратом у хексафлуоризопропанолу на собној температури. Изузетно благи услови чине ову трансформацију погодном за нитровање комплексних молекула, што је и демонстрирано у оквиру истраживања. Нитровање *L*-тирозина овом методологијом је представљено на Схеми 2. Реакција се не одвија у другим растварачима.

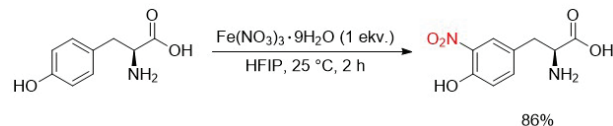


Схема 2. Нитровање *L*-тирозина гвожђе(III)-нитратом нонахидратом

Друга група (Fu et al., 2024) је описала процедуру за електрофилно ароматично алкиловање катализовано бакар(II)-трифлатом у хексафлуоризопропанолу. Различити халоген-алакани су употребљени у реакцији при чему се жељени производи добијају у одличном приносу. Ова реакција се одвија под благим условима, а моносупституисана ароматична једињења се

алкилују у *para*-положају уз изузетну селективност (Схема 3). Алкил-флуориди и -хлориди успешно подлежу жељеној трансформацији, али се најбољи резултати постижу употребом алкил-бромидида и алкил-јодида. Предложен је механизам који обухвата S_N1 реакцију. HFIP је био неопходан за постизање високе региоселективности.

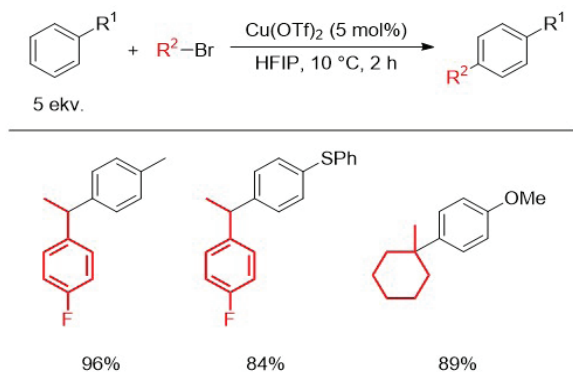


Схема 3. Електрофилно *para*-алкиловање монoсупституисаних бензена алкил-бромидима

ФОТО- И ОРГАНОКАТАЛИЗОВАНА ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЈА АЛКАНА

Динг и сарадници (Ding et al., 2024) су развили ефикасну четворокомпонентну високо-енантиоселективну реакцију за формирање β -аминокетона уз помоћ светлости, фотокатализатора (FK на Схеми 4) и органокатализатора (ОК на Схеми 4). Супстрати за ову трансформацију су циклоалкани, угљен-моноксид, примарни ароматични амини и метилалкил кетони. Предложени механизам обухвата

стварање радикала из циклоалкана уз помоћ фотокаталитичког циклуса, затим се алкил-радикал адире на угљен-моноксид при чему настаје ацил-радикал, који се преводи у алдехид. Следи асиметрична органокаталитичка Манихова реакција (Схема 4).

Слична метода је успешно примењена и за енантиоселективну синтезу α -аминокетона.

ЛИТЕРАТУРА

- Ding, W.-W., He, Z.-Y., Sayed, M., Zhou, Y., Han, Z.-Y., & Gong, L.-Z. (2024). Enantioselective synthesis of β - and α -amino ketones through reversible alkane carbonylation. *Nature Synthesis*, 3, 507-516. <https://doi.org/10.1038/s44160-023-00476-3>
- Fu, W., Tian, J., Ding, Y., Wang, X., Wang, M., & Wang, Z. (2024). Copper-catalyzed site-selective electrophilic aromatic alkylation of monosubstituted simple arenes. *Organic Letters*, 26 (13), 2546-2551. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.4c00475>
- Jaydev, S. D., Martín, A. J., Usteri, M.-E., Chikri, K., Eliasson, H., Erni, R., & Pérez-Ramírez, J. (2024). Consumer grade polyethylene recycling via hydrogenolysis on ultrafine supported ruthenium nanoparticles. *Angewandte Chemie International Edition*, 63, e202317526. <https://doi.org/10.1002/anie.202317526>
- Motiwala, H. F., Armaly, A. M., Cacioppo, J. G., Coombs, T. C., Koehn, K. R. K., Norwood IV, V. M., & Aubé, J. (2022). HFIP in Organic Synthesis. *Chemical Reviews*, 122 (15), 12544-12747. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00749>
- Zheng, Y., Hu, Q.-Q., Huang, Q., & Xie, Y. (2024). Late-stage C-H nitration of unactivated arenes by $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ in hexafluoroisopropanol. *Organic Letters*, 26 (15), 3316-3320. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.4c01006>

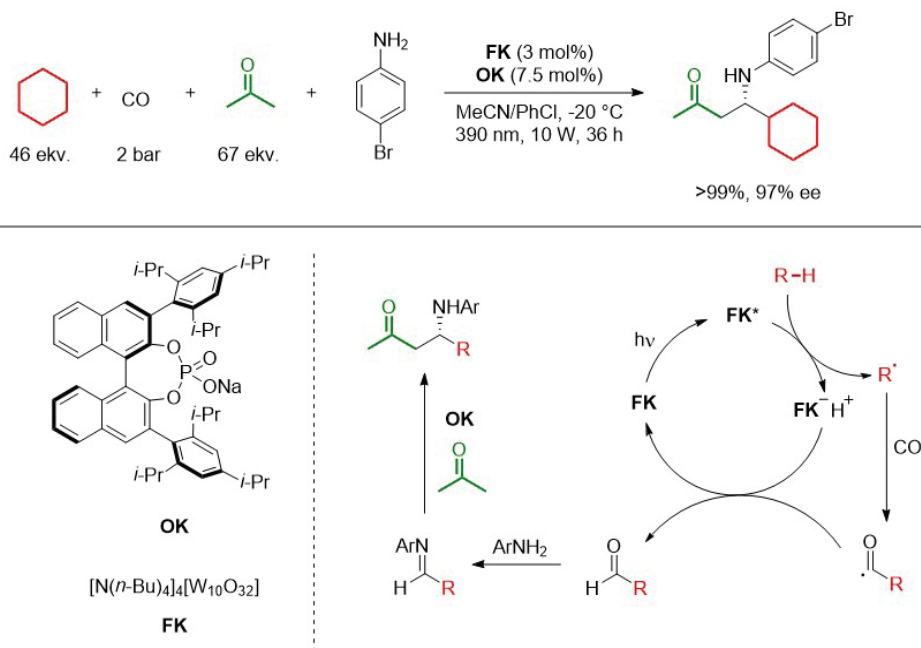


Схема 4. Фото- и органокатализована енантиоселективна синтеза β -аминокетона

Abstract

SELECTED ADVANCEMENTS IN ORGANIC CHEMISTRY, PUBLISHED IN THE PAST FEW MONTHS

Branislav KOKIĆ, Innovative centre, Faculty of Chemistry, Belgrade, Ltd.

Four papers from the current organic chemistry literature are selected and briefly described. There is one paper on plastic degradation, two papers on the utilization of hexafluoroisopropanol in synthesis and one on photocatalysis and organocatalysis.

Keywords: plastic degradation, hexafluoroisopropanol, photocatalysis, organocatalysis



Милица СТЕВАНОВИЋ

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Трг Д. Обрадовића 3, Нови Сад

Е-пошта: milica.stevanovic@dh.uns.ac.rs

ЕТАРСКА ФУНКЦИОНАЛНА ГРУПА – ЗАШТИТА ХИДРОКСИЛНЕ ГРУПЕ АЛКОХОЛА И ФЕНОЛА

ИЗВОД

Хидроксилна функција заступљена је у великом броју једињења биолошког и синтетског значаја. Већина њих има примену у различитим научним, медицинским и индустријским доменима. Алкохолна и фенолна функција код великог броја једињења доприноси њиховим фармаколошким активностима. Нпр. стероиди, били монохидроксилни или полихидроксилни, користе се као лекови у разним терапијама. Стога, заштита хидроксилне групе је кључни корак, како у синтези различитих полифункционалних једињења, тако и у њиховим даљим реакцијама.

Кључне речи: заштитна група, синтеза, хидроксилна група, етарска функционална група

УВОД

Водећи проблем у органској синтези је спречавање нежељених реакција. Познавање услова увођења и уклањања заштитне функције, али и познавање хемијских својстава истих има за циљ постизање добре стратегије у вишефазним синтезама. Стога, одабир одговарајућих заштитних средстава игра кључну улогу у наредним синтетским корацима. Како би се омогућила трансформација једног дела вишефункционалног једињења, друга реактивна места привремено морају бити блокирана. Хемијским модификацијама уводе се заштитне групе које блокирањем једне функције пружају хемоселективност реакције. Развијен је одређен број заштитних група у органској

синтези који има велику примену, али се настоји у даљем развоју заштитних функција. Како би нашле своју примену, оне морају да испуњавају одређене критеријуме. Неопходно је да увођење заштитне групе буде селективно и са високим приносима, а истовремено да се лако уклања. Поред једноставности увођења, али и уклањања заштитне функције, услов који је такође од велике важности је стабилност под одређеним, тачније неопходним, реакционим условима, док је проблем селективног увођења заштите превазиђен развојем великог броја нових метода. Реагенси коришћени у реакцији требало би да су нетоксични и јефтини, али и лако доступни. Добијени заштићени дериват, у ком није дошло до формирања нових стереогених центара, потребно је хроматографски лако одвојити од споредних производа који настају у реакцији (McOmie, 1973; Kociński, 2005; Wuts & Greene 2007).

Ниједна заштитна функција није погодна за све типове реакција, а требало би да буде мање функционална како би се избегле даље реакције. Иако би синтетски пут без увођења заштитних група био краћи, барем за два корака, некад је то немогуће заобићи. Самим тим, продужава се укупан број корака у вишефазној синтези, што додатно утиче на трошкове губитка материјала, потрошње времена, али и приноса.

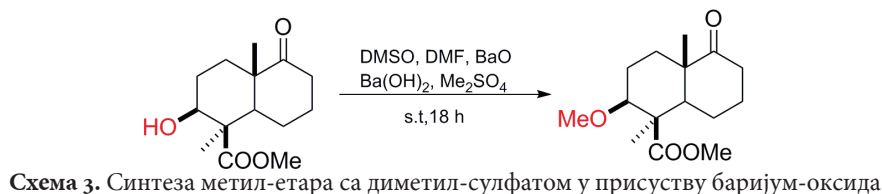
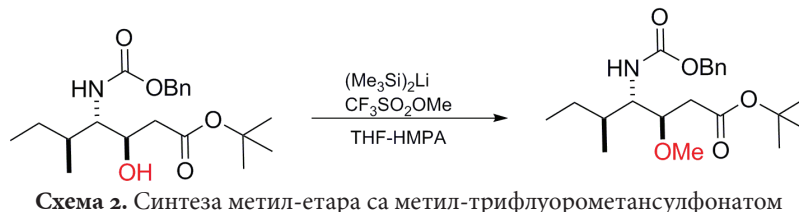
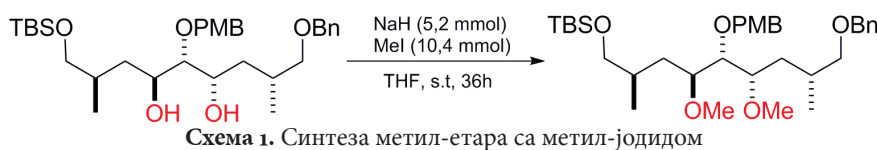
Хидроксилна функција као једна од врло реактивних група на многе реагенсе, поред предности које има, носи и одређене недостатке у органској синтези. Оксидује се широким спектром реагенаса и подлеже бројним трансформацијама

под благим условима, па је неопходно омогућити да одређена хидроксилна функција у полифункционалном молекулу буде заштићена од нежељених реакција у потпуности или бар док не буде потребна њена реактивност. Из тог разлога, често се приступа заштити, односно претварању у мање реактивне врсте. Развијен је импозантан број различитих заштитних група и оне се могу поделити у три класе: естарске, ацеталне (или кеталне) и етарске. Увођење етарске заштите у молекул једна је од најчешће примењиваних стратегија у органској синтези. Заштита може бити од најједноставнијих група које су и најстабилније па до сложенијих, а уводе се при различитим реакционим условима. Имајући ово у виду, у овом раду дат је преглед литературе етарске заштите хидроксилних група једињења са хидроксилном и фенолном групом (McOmie, 1973; Kociński, 2005; Wuts & Greene, 2007).

АЛКИЛ- И АРИЛ- ЕТРИ

МЕТИЛ-ЕТРИ

Захваљујући отпорности на већину реакционих услова, метил-етри представљају једну од најстабилнијих врста. Најчешће се добијају Вилијамсовом синтезом етара, у којој се алкохол третира са базом како би се формирао алкокси дериват. Алифатични алкохоли захтевају присуство јаке базе, као што су натријум-хидрид или калијум-хидрид, натријум-хидроксид, калијум-*т-терц*-бутоксид или литијум-*дис*(триметилсилил) амид, али и многе друге. Добијени алкокси дериват затим реагује са метил-јодидом (Схема 1) односно диметил-сулфатом или метил-трифлуорометансулфонатом као што је приказано на Схеми 2 (Kociński, 2005).



Многи агенси за алкиловање су потенцијално канцерогени, као и диметил-сулфат и метил-трифлуорометансулфонат, стога поступак метиловања са метил-јодидом је најбоље решење. Према неким истраживањима препоручује се употреба диметил-сулфата у комбинацији са баријум-оксидом или баријум-хидроксидом у раствору диметилформамида или диметилсуфооксида (Схема 3) (McOmie, 1973; Reuvers & Groot, 1986).

Систем сребро-оксида и алкил-халогенида је такође ефикасан за метилацију, а добијени метил-етри су у високим приносима (Схема 4). Треба напоменути да је овај начин метиловања нарочито погодан за једињења која поред алкохолне функције садрже естарску или лактонску функцију (McOmie, 1973; Kociński, 2005; Wuts & Greene, 2007; Stick & Williams, 2009).

Употреба халоборана као средства за уклањање метокси заштите представља најефикаснију методу којом се добијају високи приноси са различитим структурним типовима. На пример, употребом трихлорборана као средства за деметилацију у дихлорметану селективно се може уклонити метил-етарска функција, без утицаја на метил-естарску функцију. Као што је приказано на Схеми 5, метил-етарска функција у орто положају у односу на ацил групу може се селективно уклонити. Трибромборани представљају ефикасан начин цепања метил-етра код фенола, али и код алифатичних алкохола. Ради стабилности и једноставности при руковању може се користити чврсти комплекс трибромборана и диметилсулфида. Улога диметилсулфида је да стабилизује комплекс, али и доприноси стварању меког нуклеофила чиме је олакшано цепање везе између кисеоника и угљеника. Вероватно је ово један од најчешће примењиваних метода деметилације, јер се претежно добијају до-

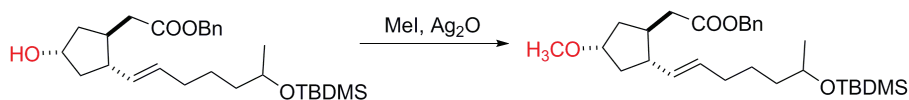


Схема 4. Синтеза метил-етра у присуству оксида сребра

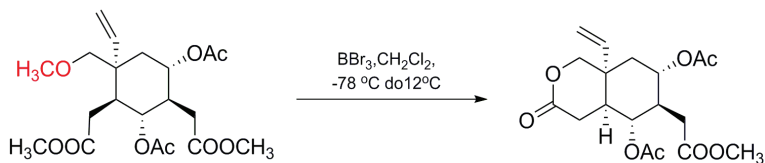


Схема 5. Деметилација са трибромбораном

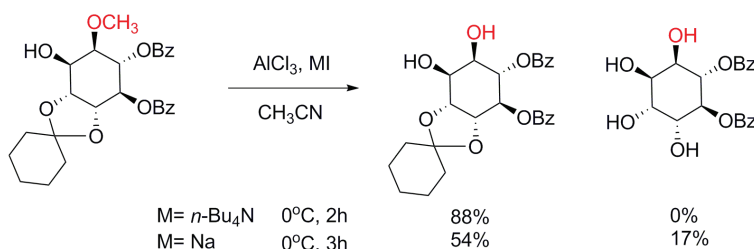


Схема 6. Деметилација натријум-јодидом и тетрабутиламонијум-јодидом

бри приноси са различитим структурним типовима (McOmie, 1973; Williard & Fryhle, 1980; Kociński, 2005).

Такође, успешна деметилација се постиже са алуминијум-трихлоридом у присуству неког металног јодидног реагенса. Уклањање метил-етарске функције применом алуминијум-хлорида са металним јодидом у ацетонитрилу захтева и присуство пиридина. Уочена је разлика која укључује замену натријум-јодида са тетрабутиламонијум-јодидом (Схема 6), приликом чега није неопходно присуство пиридина што је и предност овакве измене (Akiyama et al., 1980).

БЕНЗИЛ-ЕТРИ

Бензил-етри су међу најчешћим и најважнијим заштитним групама у органској синтези. Слично метил-етрима, бензил-етри су робусни и имају велику употребу као заштитне групе за алкоhole. Поред тога, бензил група се веома често користила за заштиту хидроксилних функција у хемији шећера и нуклеозида, глицерола, као и аминокиселина. Увођење бензилне заштите је могуће у киселим и

базним условима, али и неутралним, а сам процес је једноставан. Недостатак је мала селективност између примарних и секундарних алкохолних група, али предност у односу на друге заштитне групе је отпорност према киселим и базним условима, као и стабилност за велики спектар агенаса (пиридинијум-хлорохромат, пиридинијум-дихромат, Дес-Мартин перјодинан, хромна киселина итд.) (Kociński, 2005). Алкиловање металних алкоксида са бензил-халогенидом (бромидом или хлоридом) тачније Вилијамсовом синтезом етара, је један од најчешћих поступака синтезе бензил-етара, аналогно метил-етрима (Схема 7) (Kociński, 2005; Wuts & Greene, 2007; Stick & Williams, 2009).

Како се метални алкоксици углавном генеришу са натријум-хидридом или калијум-хидридом, доводи се у питање селективност супституције. Наиме, када је потребно заштитити једну хидроксилну функцију код диола или селективно заштитити приступачнију хидроксилну групу, коришћење благих база добра је алтернатива која омогућава селективнију реакцију. На Схеми 8 дат је

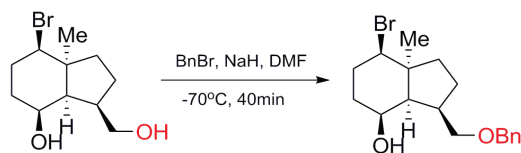


Схема 7. Синтеза бензил-етра са бензил-бромидом

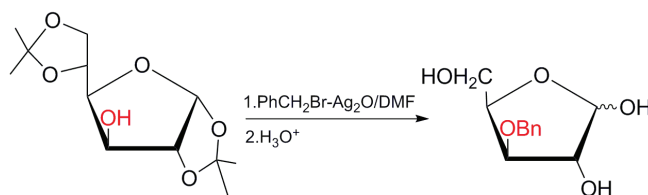
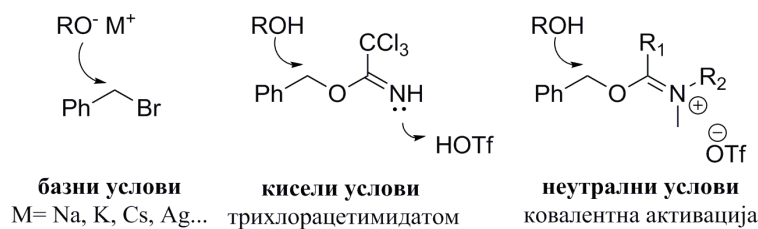


Схема 8. Бензиловање са бензил-бромидом у присуству сребро-оксида



Слика 1. Стандардни начини бензиловања алкохола

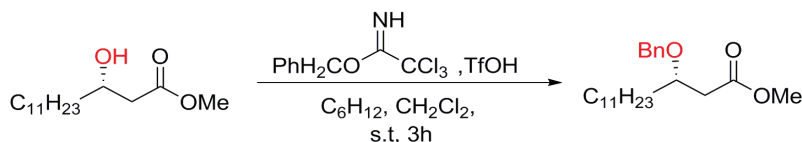


Схема 9. Бензиловање киселим реагенсом

пример бензиловања 1,2:5,6-ди-О-изопропилиден- α -Д-глукофуранозе употребом бензил-халогенида у раствору *N,N*-диметилформамида у присуству оксида сребра, на собној температури (Kocieński, 2005; Wuts & Greene, 2007)

Бензиловање терцијарних алкохола могуће је у условима Финкелстинове реакције, односно супституције једног халогена другим. Наиме, приликом бензиловања са бензил-бромидом или хлоридом при додатку јодида, долази до измене халогена бензилујућег реагенса са јодидом. На овај начин долази до *in situ* генерисања бензил-јодида који је бољи агенс за бензиловање. Регенерација јодида своди се на алкилацију бензил-јодида (Kocieński, 2005).

Имајући у виду осетљивост других функција на базне услове примењиве за бензиловање алкохола, развијено је неколико специјализованих метода којима је то могуће (Слика 1). Као пример често коришћеног киселог реагенса за бензиловање може се издвојити бензил-2,2,2-трихлороацетимидат, који омогућава заштиту када се ради и о неутралним условима. Приликом синтезе са поменутиим реагенсом неопходна је активација са трифлуорометансулфонском киселином (ТfOH) или триметилсилил-трифлуорометансулфонатом (Схема 9). Приметно је да ће се и код бензиловања β -хидрокси естара добити одговарајући бензил-етри без

ретро-алдолне реакције или елиминације. Разлог слабије коришћеног начина бензиловања може се приписати осетљивости на влагу и топлоту, али и економичности реагенса (Widmer, 1987; Dudley & Poon, 2005; Poon & Dudley, 2006; Lopez & Dudley 2008; Yamada et al., 2012).

Бензиловање алкохола у одговарајућим благим, али и еколошки прихватљивим условима, представља значајан напредак у синтетичкој хемији. Стабилна, неутрална органска со, 2-бензилокси-1-метилпиридинијум-трифлуорометансулфонат, нашла је своју примену у синтези бензил-етара у неутралним условима. На овај начин могуће је извршити бензиловање широког спектра алкохола, а резултат тога су добри приноси. Прва фаза у синтези етара под овим условима захтева купловање бензил-алкохола са 2-хлорпиридином, како би се омогућило стварање бензилоксипиридина без употребе базе или киселине. Добијени бензил-етар пиридина даље реагује са метил-трифлуорометансулфонатом дајући жељени неутрални реагенс за бензиловање (Схема 10). Тако припремљена органска со може се даље користити за заштиту хидроксилне групе примарних и секундарних алкохола као и фенола (Dudley & Poon, 2005; Poon & Dudley, 2006; Lopez & Dudley, 2008).

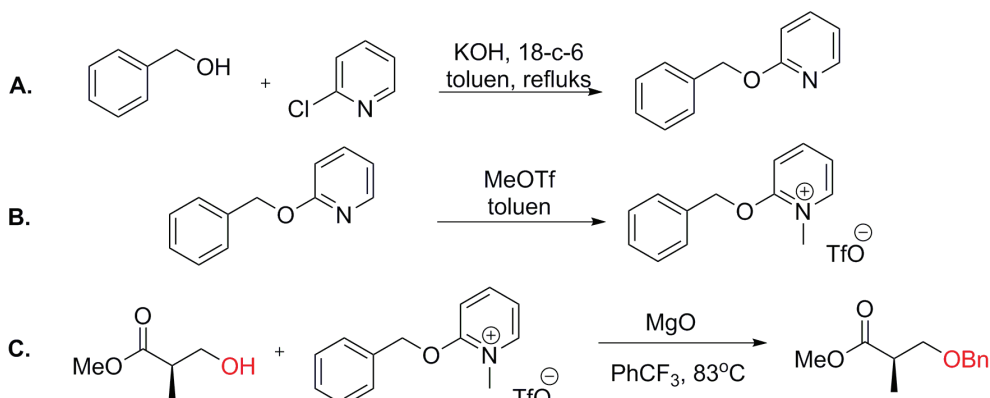


Схема 10. Бензиловање у неутралним условима

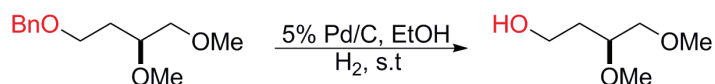


Схема 11. Дебензилација каталитичком хидрогенолизом

Због широке употребе бензилне групе у органској синтези, пронађен је велики број специјализованих алтернатива. Стога је за очекивати да услови при којима се уклањају метил-етарске заштите могу довести и до уклањања заштите бензил-етра. Иако се уклањају у присуству других функционалних група путем каталитичке хидрогенолизе (Схема 11), а као катализатор је најчешће коришћен паладијум на угљенику у одговарајућем растварачу (нпр. етанолу) (Косиенски, 2005). Дебензилација различитих заштићених алкохола је могућа са литијумом и каталитичком количином нафтале-на у THF-у на ниској температури под врло благим реакционим условима (Схема 12). Уклањање бензил-етарске заштите успешно је изведено и са бор-трихлоридом на веома ниским температурама (Alonso et al., 1997). Иако је пријављен велики број начина за увођење и уклањање бензилне заштите, тежи се модификацији реакционих услова, а самим тим и побољшању селективности, што води повећању приноса добијених заштићених алкохолних функција.

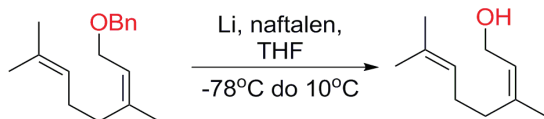


Схема 12. Дебензилација са литијумом

ТЕТРАХИДРОПИРАНИЛ-ЕТРИ

Тетрахидропиранил-етри имају широк спектар употребе у органској синтези. За њихову синтезу може се користити велики број катализатора, од киселих преко неутралних до базних, што је од суштинског значаја због утицаја на друге функције унутар молекула. Имају добру стабилност према базама, отпорни су на редукцију хидридима и реакције које укључују Грињарове реагенсе, оксидационе услове, а заштитна група се уклања киселом хидролизом. Важно је напоменути да увођење

тетрахидропиранил-етара на хирални молекул резултира стварањем дијастереоизомера због додатног стереогеног центра у тетрахидропиранском прстену. Из тога произилазе сложени НМР спектри чиме је отежано њихово тумачење, па се ово може сматрати једном непожељном карактеристиком поменутих заштитних група. Упркос томе, њена употреба је и даље велика, а још један од разлога је ниска цена и практичан начин увођења (McOmie, 1973; Sartori et al., 2004; Kociencki, 2005; Kumar et al., 2014).

Описани етри могу се припремити полазећи од дихидропирана (DHP) у реакцији са алкохолима, која је благо кисело катализована *p*-толуенсулфонском киселином или камфорсулфонском киселином. Овакав синтетски пут се може применити на примарне, секундарне и терцијарне алкоhole, док се за заштиту терцијарних алилних алкохола и појединих осетљивих функционалних група (епоксида), препоручује коришћење блаже киселог пиридинијум-толуенсулфоната (PPTS) у дихлорметану (Схема 13). Исто тако метода је ефикасна и за фенолне деривате тетрахидропиранил-етара. Неутрални реакциони услови углавном укључују реакцију на собној температури, атмосферском притиску и скоро неутралном рН, због чега имају предност јер немају озбиљне ефекте на друге осетљиве (киселинске/базне) присутне функције (McOmie, 1973; Kociencki, 2005).

Коришћене су различите киселине као катализатори, као рецимо фосфорил-хлорид, триметилсиллил-јодид или *дис*(триметилсиллил)сулфат, а за њихову употребу се синтетичари одлучују у случају да класичне методе нису успеле. На Схеми 14 дат је пример увођења тетрахидропиранил-заштитне групе употребом неklasичних метода (Kociencki, 2005).

Селективно уклањање заштитне групе подједнако је битно као и њено увођење у органску син-

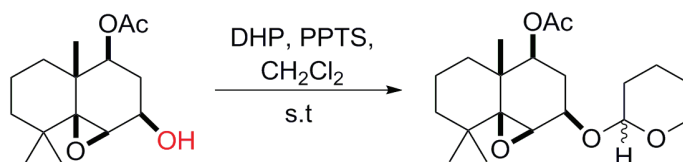


Схема 13. Синтеза тетрахидропиранил-етара

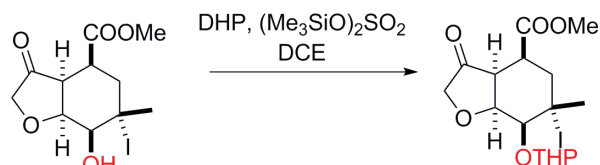


Схема 14. Увођење тетрахидропиранил-етарске функције

тезу. Због своје осетљивости на слабо киселе услове, тетраhidропиранил-етри се веома лако цепају системом сирћетне киселине и воде.

Велики број Луисових киселина у благим условима раскида етарску везу заштитне групе и одговарајућег алкохола, без утицаја на друге функције. Употребом магнезијум-бромида у етру долази до цепања тетраhidропиранил-етара примарних и секундарних алкохола. Пријављено је да поједини етри подвргнути загревању уз рефлукс у етанолу и одређеној количини бакар(II)-хлорида дају одговарајуће алкоhole који су изоловани у добрим приносима (Wang et al., 1999, Davis et al., 2000). Успешна депротекција извршена је са диметилалуминијум-хлоридом у дихлорметану (McOmie, 1973) (Схема 15).

СИЛИЛ-ЕТРИ

Једињења која садрже атом силицијума који је ковалентно везан за алкокси групу представљају силил-етре. Веома често се користе као заштитне групе у органској синтези, а с обзиром на структуру, односно могућности комбинације различитих супституената, ова заштитна група омогућава велику селективност при увођењу заштите у молекул. У зависности од супституената, развијен је велики број силил-етара, а најчешће коришћени етри су: триметилсилил (TMS), *терц*-бутилдифенилсилил (TBDPS), *терц*-бутилдиметилсилил (TBS/TBDMS) и триизопропилсилил (TIPS). Гледано, супституенти што су волуминознији то доприноси стабилности према киселој и базној хидролизис, органолитијумовим и Грињаровим реагенсима, према оксидационим и редукционим условима. Нарочито су корисни јер се могу увести, али и уклонити селективно при врло благим условима. Афинитет силицијума према флуору је велики, што резултује јачој енергији везе силицијум-флуор у односу на јачину везе силицијум-кисеоник, а самим тим олак-

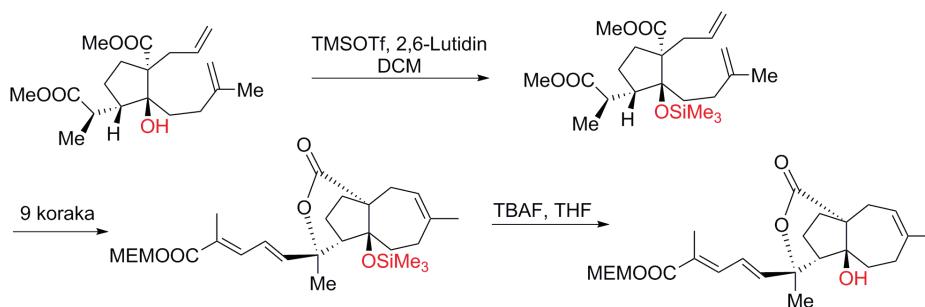
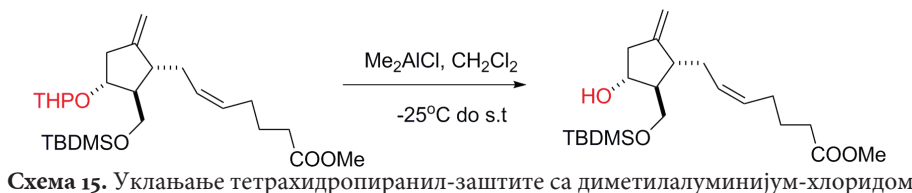
шано је уклањање заштитних група силицијума под изузетно благим и веома специфичним условима употребом реагенаса на бази флуорида. Прототип ове класе заштитних група је триметилсилил-етар, па ће у даљем тексту бити описана њихова синтеза, као и раскидање етарске везе (McOmie, 1973; Nelson, 1996; Stick & Williams 2009).

Увођење триметилсилил групе могуће је постићи са великим бројем реагенаса, а многи од њих су комерцијално доступни. Ипак, неретко коришћени реагенси за триметилсилилацију, триметилсилил-хлорид и најреактивнији триметилсилил-трифлуорометансулфонат, ефикасно реагују у присуству одговарајуће базе (пиридин, триетиламин, *N,N*-диизопропилетиламин, имидазол). Треба напоменути да је неопходна водена обрада како би се на тај начин осигурало потпуно уклањање резултујућих амин-хидрохлорида или трифлата, јер би то довело до хидролизе насталог триметилсилил-етра. Увођење триметилсилил групе под овим условима приказано је на Схеми 16, а након низа синтетских фаза приступљено је уклањању заштитне групе са тетрабутиламонијум-флуоридом приликом чега је укупан принос био изузетно добар (Schulster et al., 1964).

Коришћење *N*-метил-*N*-(триметилсилил)-трифлуороацетамида као реагенаса за силирање даје одговарајуће силил-етре без неопходне обраде реакционе смеше са водом. Добијају се испарљиви споредни производи који се једноставно могу уклонити у вакууму (Kociński, 2005).

ЕТАРСКЕ ЗАШТИТЕ ФЕНОЛНИХ ХИДРОКСИЛНИХ ГРУПА

Значајан број заштитних група алкохолне функције може се применити и на феноле. Иако се може рећи да имају слична својства са алкохолима, са друге стране у знатној мери се разликују због ин-



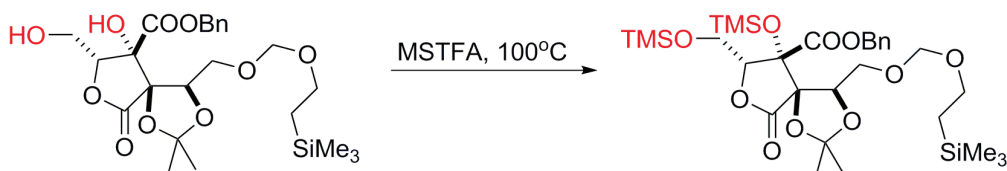


Схема 17. Триметилсилилација са *N*-метил-*N*-(триметилсилил)-трифлуороацетамидом

теракција између електрона ароматичног прстена и хидроксилне групе. У органској синтези, а нарочито у синтези нових стероидних аналога, заштита фенолне функције има важну улогу. Увођење заштитне групе у стероидно језгро неретко је први корак у вишефазним синтезама и стога је важно одабрати одговарајућу заштиту због утицаја на друге функције унутар молекула.

Формирање етарске функције најчешће је употребом неког алкилујућег реагенса у базним условима. Аналогно алкохолима, уклањање метокси групе код фенола такође захтева тешке услове уклањања. Иако увођење метил-етарске функције није захтеван посао, чешће се подвргава синтези бензил-етара. У вишефазној синтези коју су пријавили Шулстер и сарадници, у првој фази је извршено бензиловање естрона помоћу бензил-хлорида у етанолу и воденој суспензији калијум-карбоната (Схема 18) (Schulster et al., 1964; Foy et al., 2001).

Увођење тетрахидропиранил групе у стероидно језгро успешно је урађено на естрону, али и на естрадиолу при истим реакционим условима. Круцијално је да при овим условима обе -ОН групе естрадиола се превде у тетрахидропиранил-етре. У случају селективног увођења етарске функције

у положају С17 естрадиола, неопходно је прво извршити заштиту фенолне хидроксилне групе превођењем у бензил-етар (Vincent et al., 1990; Foy et al., 2001).

Поред класичног метиловања у условима Вилијамсове синтезе етара, метиловање фенолне хидроксилне групе је могуће и на друге начине. Један такав пример је синтеза местранола коју су објавили Вонг и сарадници (Wong et al., 2010) полазећи од естрона за формирање метил-етарске функције у положају три стероидног језгра. Наиме, естрон је третиран са диметил-сулфатом у присуству калијум-карбоната да би се добио метил-етар естрона у приносу од 98 %.

Као што је већ поменуто, скидање бензилне заштите код алкохола углавном је у условима каталитичке хидрогенолизе, јер на овај начин у присуству других функционалних група, при релативно благим условима, могуће је уклонити заштиту. Депротекција хидроксилне групе у положају С3 реакцијом хидрогенолизе катализованом палاديјумом на угљенику уз интензивно мешање у атмосфери водоника даје 3-хидокси-Д-хомо лактон који је од раније познат (Miljković i Petrović 1997; Jovanović-Šanta 2000; Jovanović-Šanta, 2015).

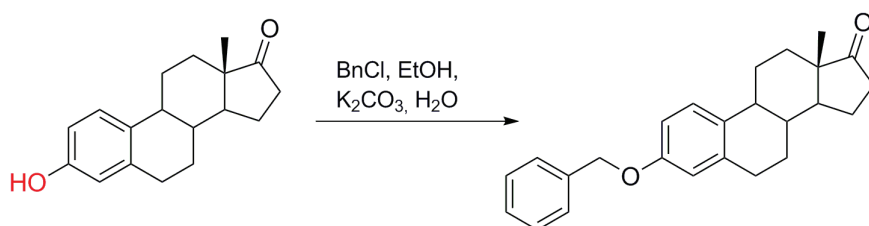


Схема 18. Бензиловање естрона

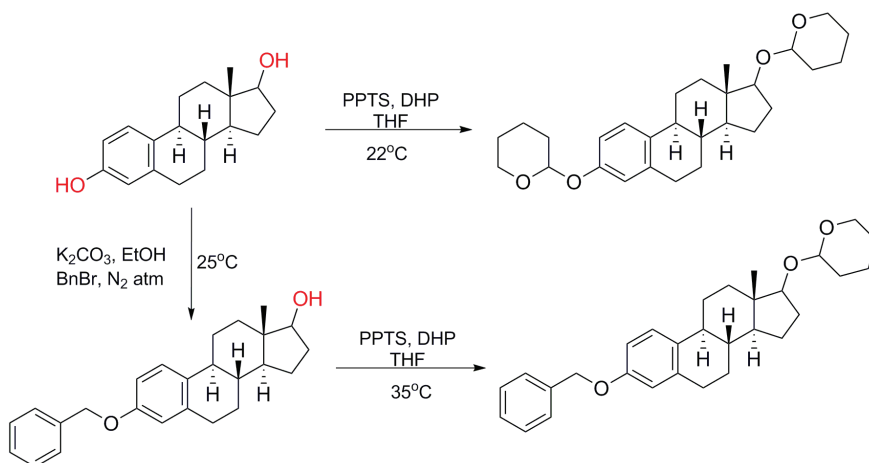


Схема 19. Увођење тетрахидропиранил заштите

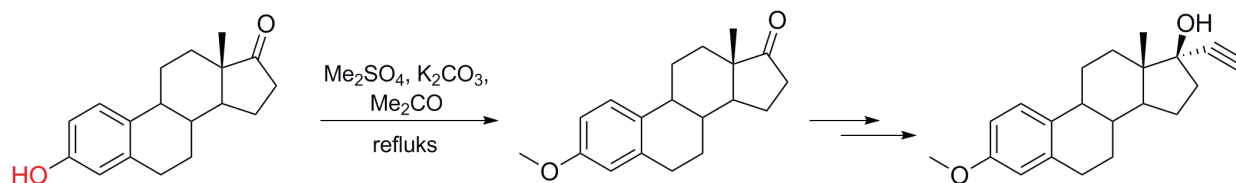


Схема 20. Метиловање естрона

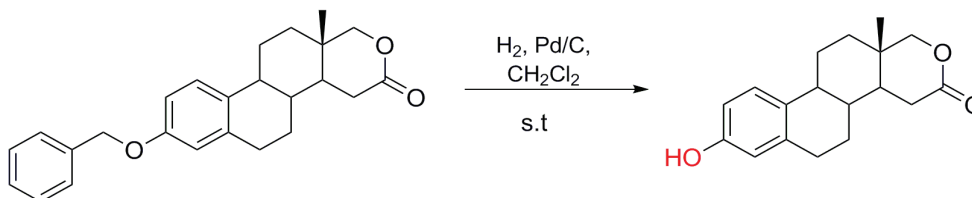


Схема 21. Уклањање бензилне заштите Д-хомо лактона каталитичком хидрогенолизом

ЗАКЉУЧАК

Привремено имплементирање заштите у молекул користи се како би се смањила његова реактивност при одговарајућим синтетским условима којима је дати молекул подвргнут у једном или више наредних корака. Из тог разлога пажљивим одабиром адекватне заштитне групе могуће је осигурати одговарајућу стабилност током вишефазне синтезе, а самим тим и високе приносе. Под појмом „адекватна” мисли се на заштиту која неће утицати на друге функционалне групе присутне у молекулу, при условима за њено увођење, а касније и уклањање. Код полифункционалних система због реактивности функционалних група, настоји се селективном увођењу заштите само једне функционалне групе, док друга таква функција остаје незаштићена. Алтернативно, друга иста функционална група може бити заштићена другом заштитном групом која има другачији профил реактивности. Из тог разлога хемичари последњих година дизајнирају синтетске путеве спроведене под селективнијим реакционим условима, пројектоване тако да утичу и претворе само одређену жељену функционалну групу у другу. Такође, настоји се дизајнирању еколошки прихватљивих путева синтезе односно ефикаснијих путева синтезе са мање корака и већим укупним приносима, а као резултат тога су бројни извештаји о различитим начинима увођења исте заштитне групе у молекул. Иако заштитне групе продужавају синтетски пут и утичу на укупан принос, њихов допринос у органској синтези је огроман и од великог су значаја синтетичарима.

ЛИТЕРАТУРА:

- Akiyama, T., Shima, I., & Ozaki, O. (1980). Zur reaktionsweise des 3-ethoxy-1,2-diphenyl-cyclopropenylumkations mit bifunktionellen aromatischen aminen. *Tetrahedron Letters*, 21, 3751-3734. [https://doi.org/10.1016/0040-4039\(80\)80169-9](https://doi.org/10.1016/0040-4039(80)80169-9)
- Alonso, E., Ramón, D. J., & Yus, M. (1997). Reductive deprotection of allyl, benzyl and sulfonyl substituted alcohols, amines and amides using a naphthalene-catalysed lithiation. *Tetrahedron*, 53, 14355-14368. [https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(97\)00920-4](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(97)00920-4)
- Davis, K. J., Bhalerao, U. T., & Vittal Rao, B. (2000). CuCl₂·2H₂O-MeOH, a new reagent system for the deprotection of tetrahydropyranyl ethers. *Indian Journal of Chemistry*, 39B, 860-862. [https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/22573/1/IJCB%2039B\(11\)%20860-862.pdf](https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/22573/1/IJCB%2039B(11)%20860-862.pdf)
- Dudley, G. B., Poon, K. W., & House, S. E. (2005). A Bench-Stable Organic Salt for the Benzylation of Alcohols. *Synlett*, 20, 3142-3144. <https://doi.org/10.1055/s-2005-921898>
- Foy, N., Stéphan, E., & Jaouen, G. (2001). Soft Cleavage of THP Protected Estradiols Mediated by TMSI. *Journal of Chemical Research*, 2001, 518-519. <https://doi.org/10.3184/030823401103168938>
- Jovanović-Šanta, S., Andrić, S., Kovacević, R., & Pejanović, V. (2000). Synthesis and Biological Activity of New 16,17-Secoestrone Derivatives. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 65, 77-82. <https://doi.org/10.1135/cccc20000077>
- Jovanović-Šanta, S. S., Petri, T. E., Klisurić, R. O., Szécsi, M., Kovačević, R., & Petrovic, A. J. (2015). Antihormonal potential of selected D-homo and D-seco estratriene derivatives. *Steroids*, 97, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2014.08.026>

- Kocieński, P. J. (2005) *Protecting Groups* (Third Editions). Stuttgart: Thieme 2, 187-315.
- Kumar, B., Aga, M. A., Rouf, A., Shah, B. A., & Taneja, S.C. (2014). Tetrahydropyranyl ether (THPE) formation in hydroxyl group protection and conversion to other useful functionalities. *RSC Advances*, 4, 21121-21130. <https://doi.org/10.1039/C4RA02093F>
- Lopez, S. S., & Dudley, G. B. (2008). Convenient method for preparing benzyl ethers and esters using 2-benzyloxy pyridine. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 4, 44. <https://doi.org/10.3762/bjoc.4.44>
- McOmie, J. F. W. (ed.) (1973). *Protective Groups in Organic Chemistry*. London: Plenum Press, 95-183.
- Miljković, D., & Petrović, J. (1977). Beckmann Fragmentation Reaction of 3-Methoxy-17 β -hydroxyestra-1,3,5(10)-trien-16-one Oxime. *Journal of Organic Chemistry*, 42 (12), 2101-2102. <https://doi.org/10.1021/j000432a015>
- Nelson, D., & Crouch, D. (1996). Selective Deprotection of Silyl Ethers. *Synthesis*, 1996, 1031-1069. <https://doi.org/10.1055/s-1996-4350>
- Poon, K. W. C., & Dudley, G. B. (2006). Mix-and-Heat Benzoylation of Alcohols Using a Bench-Stable Pyridinium Salt. *The Journal of Organic Chemistry*, 71, 3923-3927. <https://doi.org/10.1021/j00602773>
- Reuvers, J. T. A., & De Groot, A. (1986). Total synthesis of (μ)-3 β -hydroxynagilactone F. *The Journal of Organic Chemistry*, 54, 4594-4599. <https://doi.org/10.1021/j000374a020>
- Sartori, G., Ballini, R., Bigi, F., Bosica, G., Maggi, R., & Righi, P. (2004). Protection (and deprotection) of functional groups in organic synthesis by heterogeneous catalysis. *Chemical Reviews*, 104, 199-250. <https://doi.org/10.1021/cro200769>,
- Schulster D., Whitehead, J. K., & Kellie, A. E. (1964). Synthesis of 3-hydroxy-19-nor[21-14C]pregna-1,3,5(10)-trien-20-one from [14C] methyl iodide. *Biochemical Journal*, 93, 512. <https://doi.org/10.1042/bj0930512>.
- Stick R. V., & William, S. J. (2009). *Carbohydrates: The Essential Molecules of Life*. Elsevier Science (Second edition), 42-47. <https://doi.org/10.1016/B978-0-240-52118-3.X0001-4>
- Vidal, S. (ed.) (2018). *Protecting Groups: Strategies and Applications in Carbohydrate Chemistry*. Wiley Germany, 32-37.
- Vincent, B., Melanie, R., Marc, R. R., Elisabeth, M., & Claude, Y. C. (1990). Proton and carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopy of diastereoisomeric 3- and 17 β -tetrahydropyranyl ether derivatives of estrone and estradiol. *Steroids*, 55, 209-221. [https://doi.org/10.1016/0039-128X\(90\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0039-128X(90)90018-7)
- Wang, J., Zhang, C., Qu, Z., Hou, Y., Chen, B., & Wu, P. (1999). Copper(II) Chloride Dihydrate: A Catalytic Agent for the Deprotection of Tetrahydropyranyl Ethers (THP Ethers) and 1-Ethoxyethyl Ethers (EE Ethers). *Journal of Chemical Research*, 4, 294-295. <https://doi.org/10.1177/174751989902300424>
- Widmer, U. (1987). A Convenient Benzoylation Procedure for β -Hydroxy Esters. *Synthesis* 1987, 568-570. <https://doi.org/10.1055/s-1987-28007>
- Williard, P. G., Fryhle, C. B. (1980). Boron trihalide-methyl sulfide complexes as convenient reagents for dealkylation of aryl ethers. *Tetrahedron Letters*, 21, 3731-3734. [https://doi.org/10.1016/0040-4039\(80\)80164-X](https://doi.org/10.1016/0040-4039(80)80164-X)
- Wong, F. F., Chuang, S. H., Yang, S., Lin, Y.-H., Tseng, W.-C., Lin, S.-K., & Huang, J.-J. (2010). One-pot ethynylation and catalytic desilylation in synthesis of mestranol and levonorgestrel. *Tetrahedron Letters*, 66, 4068-4072. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2010.04.008>
- Wuts, P. G. M., & Greene, T. W. (2007). *Greene's Protective Groups in Organic Synthesis* (Fourth Edition). New York: Wiley, 1-4, 26-33, 69-81.
- Yamada, K., Fujita, H., & Kunishima, M. (2012). A Novel Acid-Catalyzed O-Benzoylating Reagent with the Smallest Unit of Imidate Structure. *Organic Letters*, 14, 5026-5029. <https://doi.org/10.1021/ol302222p>

Abstract

THE ETHER FUNCTIONAL GROUP – PROTECTION OF THE HYDROXYL GROUP OF ALCOHOLS AND PHENOLS

Milica STEVANOVIĆ, University of Novi Sad Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection

The hydroxyl group is present in many compounds of biological and synthetic importance. Most of them are used in various science, medical and industrial domains. Alcoholic and phenolic functions in many compounds contribute to their pharmacological activity. For example, steroids monohydroxyl or polyhydroxy, are used like drugs in various therapies. Therefore, protecting the hydroxyl group is a crucial step in the synthesis of different polyfunctional compounds and also in their further reactions.

Keywords: protecting group, synthesis, hydroxyl group, ether functional group



Изудин РЕЏЕПОВИЋ

Државни универзитет у Новом Пазару, Вука Караџића 9, Нови Пазар

Е-пошта: iredzepovic@np.ac.rs

СИНТЕЗА АМОНИЈАКА: МАЧ СА ДВЕ ОШТРИЦЕ

ИЗВОД

Амонијак је једноставан молекул сачињен од четири атома, међутим, откриће његове синтезе награђено је Нобеловом наградом за хемију 1918. године. У овом чланку биће укратко представљен историјски развој догађаја који су претходили самој синтези амонијака, као и утицај овог проналазка на цело човечанство.

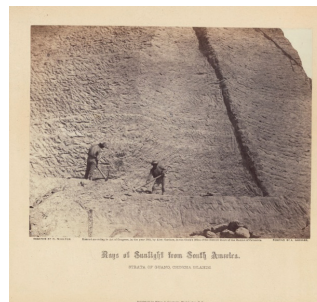
Кључне речи: њвано, чилеанска шалиитра, амонијак, синтеза, Фриц Хабер

„БЕЛО ЗЛАТО”

Са порастом људске популације расла је и потреба за већом количином хране. Људи су од давнина знали да могу да повећају принос и квалитет пољопривредних производа додавањем различитих ђубрива органског порекла обрадивој земљи. Тако, на пример, древни народ Инка је користио ђубриво *њвано* које се могло наћи на околним острвима у Пацифику (Schnug et al., 2018). Гвано, заправо, представља измет обалских птица, међу којима су најзаступљеније корморани и пеликани. Сушна и топла клима, која влада пацифичком обалом Јужне Америке, омогућава гомилање и очување квалитета гвана. Ово ђубриво је веома богато различитим супстанцама, највише једињењима азота, која су веома значајна за раст пољопривредних култура. Гвано је растворљив у води, што омогућава лаку примену. Стога, употреба гвана од стране Инка је доносила значајно веће количине хране. Највеће залихе гвана налазиле су се на Чинча острвима, малом архипелагу сачињеном од три острва у близини обале Перуа. Насlage овог ђубрива биле су на неким местима високе и до тридесет метара (Слика 1).

Средином тридесетих година 19. века већи део света је схватио потенцијал налазишта ђубрива, што доводи велики број радника на Чинча острва ради покретања експлоатације гвана. Наредних деценија гвано је масивно експлоатисан, а највеће количине слате су ка Европи и Северној Америци. На пример, 1856. године отпремљено је 326000 тона, а 1871. године 522000 тона. Изгледало је да је светска популација, која је тада бројала око милијарду

људи, решила питање плодности земљишта, а самим тим и недостатка хране. Утицај гвана на светску пољопривреду и целокупну економију је експоненцијално растао и убрзо је гвано постало ђубриво број један у целом свету. Наравно, то је значило да онај ко поседује ово „бело злато” има и значајне економске користи. Тако је превласт над залихама гвана довела и до сукоба између Шпаније и њене бивше колоније Перуа. Међутим, овакав неодржив приступ експлоатацији је довео до нарушавања екосистема на Чинча острвима и значајног смањења популације морских птица, а залихе гвана свео на минимум. Фирме које су вршиле експлоатацију су почеле да мешају гвано са разним минералима како би и даље могле да испоруче договорене количине. Било је очигледно да је потребан нови извор азота, што је у политичком, економском и научном погледу представљало значајан изазов.



Слика 1. Залихе гвана и радници на Чинча острвима 1865. године (Извор: The New York Public Library Digital Collections)

ЧИЛЕАНСКА ШАЛИТРА

Баш када су залихе гвана биле на историјском минимуму, на истом поднебљу откривен је нови извор азота тј. чилеанска шалитра (Clark & Bellamy Foster, 2009). То је заправо натријум-нитрат, који се показао као одлична замена за гвано. Он се услед климатских услова стварао и таложио на простору Перуа, Боливије и Чилеа. Највеће залихе су пронађене на простору Атакама пустиње (Слика 2), једном од најсувљих места на планети. У то време Атакама је припадала Боливији и Чилеу, па су обе државе вршиле ископавања, што ће се касније показати као потенцијални проблем.

Наиме, окидач за тзв. Пацифички рат, који је избио 1879. године и трајао четири године, био је сукоб између Чилеа и Боливије око контроле Атакама пустиње. Како би подржао војно слабију Боливију, Перу се прикључио овом сукобу. Победу у рату и контролу над целом пустињом однео је Чиле, остављајући Боливију без излаза на море и Перу без дела територије. Како су се светске залихе чилеанске шалитре сада налазиле на његовој територији, Чиле је почео да остварује значајну зараду, а приходи државе су се увећали деветсто пута у периоду од 1879. до 1902. године. Присуство чилеанске шалитре на светском тржишту трајаће скоро један век.



Слика 2. Атакама пустиња са наслагама чилеанске шалитре (Извор: National Geographic)

„ХЛЕБ ИЗ ВАЗДУХА”

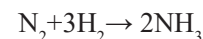
На другој страни света, на територији данашње Пољске, у граду Бреслау (данас Вроцлав), 9. децембра 1868. године рођен је Фриц Хабер (нем. Fritz Haber, Слика 3). Супруга Зигфрида Хабера (нем. Siegfried Haber), Паула (нем. Paula), је изгубила живот при порођају, остављајући новорођенче само са оцем. Зигфрид је имао жељу да његов син настави породични посао и води фабрику боја. Међутим, Фриц је желео да студира, што му је отац на крају и дозволио. Школовао се на неколико немачких универзитета и стекао докторат из хемије. У том периоду упознао је и своју будућу супругу Клару Имервар (нем. Clara Immerwahr), прву жену са докторатом из хемије у Немачкој. Важио је за хладну и врло резервисану особу посвећену послу. Иако јеврејског порекла, још у време Фрицовог рођења, породица Хабер је била поприлично асимиллована у немачко друштво. Тако је Фриц Хабер врло млад напустио јудаизам у жељи да у потпуности буде прихваћен као Немац, како се и сам снажно идентификовао. Сматрао је да ће му таква одлука бити од користи и у универзитетској каријери, а захваљујући значајним научним резултатима већ у 38. години живота добио је

позицију редовног професора Физичке хемије и Електрохемије.



Слика 3. Фриц Хабер 1918. године (Извор: The Nobel Prize)

Док је радио на Технолошком институту у Карлсруеу, почетком 20. века Фриц Хабер је успео да азот из ваздуха „веже” у молекул амонијака (Smil, 1999; Smil, 2004). Наиме, он је смешу гасова азота и водоника преводио преко различитих катализатора на повишеном притиску. Приметио је да се најбољи резултати постижу коришћењем гвожђа као катализатора. На овај начин је атмосферски азот успешно конвертован у амонијак, који је служио као полазно једињење за многа друга једињења азота (Johnson, 2022):



Значај овог открића је убрзо препознала немачка хемијска компанија BASF (нем. Badische Anilin- und Soda-Fabrik), која је откупила патент и почела са производњом амонијака. BASF је такође ангажовала Карла Боша (нем. Carl Bosch) како би модификовао реакцију и омогућио синтезу великих количина амонијака, што је он и урадио. Данас је ова реакција позната под именом Хабер-Бошов процес. Производња великих количина амонијака је омогућила да Немачка постане светски лидер у производњи јефтених вештачких ђубрива, а Фриц Хабер је постао човек који је створио „хлеб из ваздуха”. Потребна за гваном и чилеанском шалитром је почела да опада. Овај револуционарни проналазак, који је омогућио милионима људи широм планете да преживе, је Хаберу донео и Нобелову награду за хемију 1918. године.

МРАЧНА СТРАНА СИНТЕЗЕ АМОНИЈАКА И ДРУГИХ ХАБЕРОВИХ ОТКРИЋА

У говору који је одржао у Стокхолму, Фриц Хабер је изјавио да му је решавање питања глади у свету била инспирација за синтезу амонијака и

да ће ово откриће имати несагледиве позитивне ефекте у будућности, и био је у праву (Travis, 2018). Међутим, данас се зна да производња и примена ђубрива на бази амонијака има негативних страна као што су загађење воде и ваздуха, па се активно ради на „зеленој” синтези амонијака. Оно што Хабер није споменуо, иако је био свестан тога, јесте да је неограничени извор азота отворио врата несметаној производњи експлозива. Баш ово је Немачкој дало одређену предност у ратовању и довело до продужетка Првог светског рата, у коме је Хабер такође учествовао развијањем бојних отрова (Travis, 2015). Тако је Хабер од човека који је створио „хлеб из ваздуха” постао „отац хемијског рата”. Фриц Хабер је преминуо 9. јануара 1934. године у Базелу.

ЛИТЕРАТУРА

- Clark, B., & Bellamy Foster, J. (2009). Ecological imperialism and the global metabolic rift: Unequal exchange and the guano/nitrates trade. *International Journal of Comparative Sociology*, 50 (3-4), 311-334. <https://doi.org/10.1177/002071520910514>
- Johnson, B. (2022). *Making Ammonia: Fritz Haber, Walther Nernst, and the nature of scientific discovery*. Cham: Springer.
- Schnug, E., Jacobs, F., & Stöven, K. (2018). Guano: the white gold of the seabirds. *IntechOpen*. DOI: 10.5772/intechopen.79501

Smil, V. (1999). Detonator of the population explosion. *Nature*, 400, 415. <https://doi.org/10.1038/22672>

Smil, V. (2004). *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production*. Cambridge: MIT Press.

Travis, A. S. (2015). *The synthetic nitrogen industry in World War I: its emergence and expansion*. Cham: Springer.

Travis, A. S. (2018). *Nitrogen capture: the growth of an international industry (1900-1940)*, Cham: Springer.

Abstract

AMMONIA SYNTHESIS: A DOUBLE-EDGED SWORD

Izudin REDŽEPOVIĆ, State University of Novi Pazar

Ammonia is a simple molecule made of four atoms, however, the discovery of its synthesis was awarded by the Nobel prize in chemistry in 1918. In this article, the historical development of the events that preceded the synthesis itself will be briefly presented, as well as the impact of this process on all of humanity.

Keywords: guano, Chilean saltpeter, ammonia, synthesis, Fritz Haber



ВЕСТИ ИЗ ШКОЛЕ
за



Бењамин ГАЛАС (ученик 8. разреда) и Јано САБО (наставник хемије)

Основна школа „Маршал Тито”, Трг Ослобођења 22, Падина

Е пошта: jano.sabo2012@gmail.com

АЛТЕРНАТИВНИ ИЗВОР ЕНЕРГИЈЕ: БИОГАС – СВОЈСТВА И ПРИМЕНА

ИЗВОД

Циљ рада је да се представи један од начина добијања обновљивог извора енергије - биогаса, чија ће употреба представљати будућност у производњи тзв. зелене енергије односно биогаса, важног ресурса за опстанак човечанства. Рад садржи макету фабрике, али већи део пројекта се

заснива на извођењу огледа с циљем испитивања својстава и практичне примене биогаса. Макета је направљена по моделу праве фабрике која се налази у Србији, у нашој општини Ковачица, у селу Црепаја.

Кључне речи: биогаз, енергија, уљен-диоксид, метан

ПРИНЦИП РАДА МОДЕЛА ФАБРИКЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ БИОГАСА, ОПИС РАДА ФАБРИКЕ И ТЕОРИЈСКИ ОСНОВИ

Направљена макета је постављена на комаду сивог ламината, а састоји се од фабрике, фарме крава са стајским ђубривом, аутопута, играчака аутића и пластичне кућице. Макета фабрике је направљена од веће стаклене тегле обложене лимом од алуминијумских лименки (Слика 1).



Слика 1. Макета фабрике и околине

Биогас се добија из органских супстанци: остатака хране, као што је кора воћа (нпр. банане, јабуке...) и поврћа (нпр. кромпира...), гранчица, траве итд. Другим речима, добија се од биљне масе коју човек обично баца, а која се користи и у исхрани. Биогас настаје труљењем органских супстанци. Остаци хране су стављени у стаклену теглу, са чврсто затегнутим чепом, да ваздух не улази (анаеробни услови) и тегла је остављена да стоји на топлом месту, на пример, осунчаном месту или близу радијатора. Полазни материјал у тегли треба тако да стоји на топлом месту око недељу дана да би се створио биогас.

Употреба биогаса је јефтинија од употребе фосилних горива (цена једног килограма метана износи 105 динара у односу на 214 динара за један литар дизел горива). Сагоревањем биогаса се мање загађује околина, што је веома важно због очувања и заштите животне средине. Биогас добија на значају, јер има потенцијал да смањи неконтролисано коришћење необновљивих извора енергије, али исто тако има и веома позитиван утицај на смањење ефекта стаклене баште. Он спада у обновљиве изворе енергије за разлику од нафте или бензина. Биогас је смеша коју чине пре свега гасови, као што су метан и угљен-диоксид. У оквиру овог ученичког пројекта, кроз пет експеримената, доказано је присуство, својства и примена биогаса.

ЕКСПЕРИМЕНТ 1: ДОКАЗИВАЊЕ ПРИСУСТВА БИОГАСА ЧУЛОМ МИРИСА И СЛУХА

У тегли, која је била изложена светлости Сунца, налазиле су се органске супстанце чијим је труљењем настао биогас. По отварању тегле осетио се непријатан мирис који подсећа на покварена јаја. Тај мирис заправо потиче од водоник-сулфида (H_2S), једног од састојака земног и вулканског гаса. Такође, при отварању тегле чуо се звиждук, сличан ономе при отварању флаше газиране воде. То се може објаснити тиме да је тегла била под притиском услед настанка велике количине гаса, који је брзо изашао („исцурео“) из тегле при отварању.

ЕКСПЕРИМЕНТ 2: ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА БИОГАСА

Једна тегла је имала на отвору навучен гумени балон који се пунио насталим биогасом (Слика 2). Балон је потом залепљен за аутић с циљем да га покрене приликом пражњења. Како је време тих дана када је рађен експеримент било прохладно, балон се није потпуно напунио гасом, али се аутић услед притиска насталог наглим издувавањем балона ипак покренуо, чиме је указано на то да је једна од практичних примена биогаса за покретање аутомобила. Наравно, аутомобили се покрећу на основу сагоревања биогаса, а описана активност само је требало на безбедан начин у школским условима да омогући повезивање горива са једном практичном применом. Биогас може да се користи и за грејање домаћинства, кување, добијање електричне енергије и слично.

ЕКСПЕРИМЕНТ 3: ОДРЕЂИВАЊЕ МАСЕ НАСТАЛОГ БИОГАСА

У стаклену флашу стављено је 269 g органских супстанци, а на грло флаше навучен је гумени балон (Слика 2). После седам дана изложености сунчевој светлости, балон је скинут и измерено је да је из 269 g органске супстанце настало 2,5 g биогаса. Количина насталог гаса зависи од спољашње температуре. Ако је мало хладније време (тих дана је захлађено и било је око $10^{\circ}C$), балон се слабије пуни биогасом, јер су извор топлоте и анаеробни услови главни фактори за настанак биогаса. Најбољи временски услови за овај процес анаеробне дигестије су изнад $20^{\circ}C$. Наравно, треба узети у обзир и грешку мерења и порозност гуменог балона, из којег је могло изаћи нешто насталог гаса током дужег временског периода.

ЭКСПЕРИМЕНТ 4: ДОКАЗИВАЊЕ ПРИСУСТВА ГАСА УГЉЕН-ДИОКСИДА ИЛИ МЕТАНА

Припреме се две стаклене епрувете и два гумена балона напуњена насталим биогазом. Једна епрувета се окрене отвором на доле, а на отвор се навуче отвор балона. Друга епрувета се окрене отвором на горе и на њега се навуче отвор балона. Метан има мању густину од ваздуха. Ако га је било у гуменом балону, прешао је у епрувету окренуту отвором на доле. Приношењем пламена свеће отвору епрувете запалиће се гас у епрувети. Угљен-диоксид има већу густину од ваздуха. Ако га је било у гуменом балону, прећи ће у епрувету окренуту отвором на горе. Уношењем пламена у ту епрувету, пламен се гаси. На основу тога може се извести закључак да ли је у балону био само гас угљен-диоксид (CO_2), који не гори и не подржава горење (зато се користи за пуњење противпожарних апарата), или је била и мања количина метана - мочварног гаса (CH_4), који је запаљив, експлозиван.

ЭКСПЕРИМЕНТ 5: ДОКАЗИВАЊЕ ПРИСУСТВА ГАСА УГЉЕН-ДИОКСИДА (УВОЂЕЊЕ ГАСА У КРЕЧНУ ВОДУ)

Кроз поклопац тегле коришћене у експерименту спроведена је гумена цевчица на чијем врху је залепљен чеп како би се спречило „цурење” гаса (Слика 2).

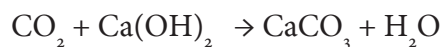


Слика 2. Добијање биогаза коришћеног у описаним експериментима

После седам дана у школској лабораторији чеп је склоњен са цевчице, а цевчица брзо уроњена у кречну воду. Из цевчице су излазили мехурићи угљен-диоксида, гаса који увођењем у кречну воду,

Ca(OH)_2 , гради се калцијум-карбонат, CaCO_3 . Услед настајања соли, нерастворне у води, могло се видети замућење кречне воде.

Следећом хемијском једначином може се приказати описано стварање калцијум-карбоната:



НАПОМЕНА

Рад захтева познавање градива физике, хемије, биологије, географије и технике и технологије, а подстиче и развија креативне особине, маштовитост и комуникативне компетенције.

Рад ученика је награђен од стране Француске амбасаде на пројекту „Екоопштина - Зелена школа”, а такође је освојио и прво место на Покрајинском такмичењу „Енергија је свуда око нас”.

ЛИТЕРАТУРА

Недељковић, Т. (2022). *Уџбеник хемије за 8. разред основне школе*, Београд: Нови логос.

Стаменовић, Н. и Вучићевић, А. (2021). *Уџбеник технике и технологије за 8. разред основне школе*, Београд: Клетт.

Abstract

ALTERNATIVE ENERGY SOURCE: BIOGAS – PROPERTIES AND APPLICATIONS

Benjamin GALAS (8th-grade student) and Jano SABO (chemistry teacher), Primary school „Marshal Tito”, Padina

The aim of this work is to present a method for obtaining a renewable energy source – biogas, which represents the future of green energy production. Biogas is an essential resource for the survival of humanity. This work includes a model of a factory, with a primary focus on experiments to examine the properties and practical applications of biogas. The factory model is based on a real facility located in Crepaја, a village in the municipality of Kovačica, Serbia.

Keywords: biogas, energy, carbon dioxide, methane



ВЕСТИ ИЗ СХД



Сузана ЈОВАНОВИЋ ШАНТА, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Трг Д. Обрадовића 3, Нови Сад

Драгица ТРИВИЋ, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Студентски трг 12-16, Београд

Е-пошта: suzana.jovanovic-santa@dh.uns.ac.rs, dtrivic@chem.bg.ac.rs

ИЗВЕШТАЈ СА ПАНЕЛ ДИСКУСИЈЕ: ПРОБЛЕМИ НАСТАВЕ ХЕМИЈЕ У ДОУНИВЕРЗИТЕТСКОМ И УНИВЕРЗИТЕТСКОМ ОБРАЗОВАЊУ И КАКО ИХ ПРЕВАЗИЋИ

ИЗВОД

На 59. Саветовању Српског хемијског друштва, одржаном 1. и 2. јуна 2023. године на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду, први пут је на овом скупу Друштва организована панел дискусија о проблемима наставе хемије у нашој земљи. Наставници хемије представили су проблеме и изазове с којима се суочавају у организовању и реализацији наставе на предмету Хемија, или другим предметима заснованим на хемији, на „нехемијским” и хемијским факултетима, у средњим стручним школама, гимназијама и основним школама. Уводничари су били са различитих факултета и један професор хемије из средње школе. Као укупни закључак са панел дискусије издваја се тај, да је неопходно хитно реаговати на свим нивоима образовања и одлучивања, да би се Хемија вратила у образовни систем у Србији у мери у којој потребе за њом налажу.

Кључне речи: СХД, радна група, основна школа, средња школа, факултет, настава хемије

Српско хемијско друштво (СХД) је 1. и 2. јуна 2023. године организовало традиционалну научну конференцију, 59. Саветовање СХД на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду. Научни скуп је окупио више од 130 истраживача из целе Србије, као и предавача и учесника из других држава. Поред традиционалне размене најновијих теоријских сазнања и резултата емпиријских истраживања, овог пута је на Саветовању по први пут посебна пажња била посвећена проблемима наставе хемије у доуниверзитетском и универзитетском образовању у оквиру панел дискусије којом је председавала проф. др Драгица Тривић, редовни професор Хемијског факултета у Београду.

У уводном излагању учесницима панел дискусије *Проблеми наставе хемије у доуниверзитетском и универзитетском образовању и како их превазићи* обратила се др Иванка Караџић, редовни професор на Институту за хемију у медицини Медицинског факултета Универзитета у Београду (МФУБ) и указала на веома лош положај хемије на овом факултету, почевши од 2006. године, па до данас. Хемија од тада не постоји на МФУБ као самосталан предмет, без обзира на чињеницу да на свим светским признатим медицинским факултетима постоји предмет Хемија, или студијама медицине претходе опште студије са значајним образовањем у области хемије. Када је Хемија на МФУБ изгубила статус предмета, припојена је предмету Медицинска биохемија, а нови предмет је назван Медицинска биохемија и хемија. Завршну оцену на заједничком предмету (за коју оцена са Хемије чини 1/3 укупне оцене) формирају и уносе наставници са предмета Медицинска биохемија, без увида наставника са Хемије. Од школске 2022/23. године, колоквијум (у формату генерацијског колоквијума) једини је вид провере знања хемије студената МФУБ у оквиру поменутог предмета. Као такав, представља предиспитну обавезу, што наставнике на предмету доводи у подређену позицију у односу на колеге са предмета Медицинска биохемија и хемија, као и остале професоре на МФУБ. Запослени на Катедри за хемију у медицини од почетка спајања предмета Хемија и Медицинска биохемија усклађују градиво са потребама студената медицине, указују на мањкавости овако конципираног предмета и траже да се врати статус самосталног предмета Хемија у медицини, и поштовање статуса професора овог предмета, као предметних наставника. Излагање је послало снажну поруку о томе да значај хемије није препознат, најпре на Медицинском, али и на другим

„нехемијским” факултетима, што је подстакло даљу дискусију.

У дискусији се учесницима најпре обратио др Слободан Гаџурић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду (ПМФУНС), који предаје предмет Хемија у медицини на Медицинском факултету Универзитета у Новом Саду (МФУНС). Професор Гаџурић је поделио своје искуство са учесницима и изнео виђење околности које су водиле најпре укидању предмета Хемија у медицини на МФУНС, а касније и враћању овог предмета у курикулум. Након укидања предмета Хемија у медицини, у исто време када је укинута и на МФУБ, Хемија је на овај Факултет враћена као обавезан предмет 2020. године. Два разлога су довела до тога да се садржаји хемије поново изучавају на овом Факултету. МФУНС годишње образује око 600 студената медицине из различитих земаља (студије на енглеском језику). Након завршених студија медицине на МФУНС многи од њих су имали проблем да нострификују дипломе у својим земљама, јер током студија нису полагали испите из два веома значајна предмета – Хемија и Физика. Поред тога, на МФУНС се на крају студија спроводи тест ретенције знања. На основу добијених резултата објективно је закључено да су студенти показали најнижа постигнућа у оним областима градива за чије разумевање је потребно знање хемије. Поред МФУНС, професор Гаџурић је поделио пример добре праксе који долази са Департамента за географију, туризам и хотелијерство ПМФУНС, где се на студијама модула Гастрономија изучавају садржаји хемије у оквиру више предмета, као и на Академији уметности Универзитета у Новом Саду.

Затим се скупу обратио др Саша Хорват, доцент ПМФУНС, који је истакао значај познавања кључних концепата хемије за разумевање градива стручних предмета медицинске струке. Као пример лоше праксе у средњим стручним школама је навео да се на образовном профилу Медицинска сестра/техничар раније Хемија изучавала током прва три разреда, са фондом 2 часа недељно, и то: општа у првом, неорганска у другом и органска хемија у трећем разреду. У реформисаном/актуелном наставном плану и програму Хемија се изучава само у првом разреду, са фондом од два часа недељно. За савладавање градива предмета Здравствена нега 1, 2, 3 и 4, и других стручних предмета неопходно је знање опште, неорганске, органске хемије и биохемије. Концепти попут раствора, осмозе, електролита и електролитичке дисоцијације, физичких и хемијских својстава супстанци, и других, чине само мали део спектра концепата потребних за разумевање ових и других стручних предмета медицинске струке.

Потребе за бољим образовањем у области хемије у образовним профилима медицинске струке повезане су и с чињеницом да се за упис на студије медицине полажу пријемни испити из Хемије и Биологије.

Декан Хемијског факултета Универзитета у Београду (ХФУБ), проф. др Горан Роглић, истакао је да је положај предмета Хемија најгори на Медицинском факултету, док је у мало бољем положају на Фармацеутском факултету УБ. Положај предмета Хемија на Пољопривредном факултету се стално погоршава смањивањем фонда часова, али и урушавањем статуса професора хемије. Један од разлога за смањивање броја часова Хемије јесте тај што је проценат изборних предмета на студијским програмима према захтевима за акредитацију повећан са 20 на 30 %. То је условило смањивање броја часова општеобразовних предмета, у које спада Хемија. С обзиром на то да Министарство просвете нема утицаја на наставне планове и програме, већ да факултети самостално акредитују програме, јасно је зашто је хемија доспела у такав положај.

Ванредни професор Пољопривредног факултета у Београду (ПФУБ), др Александар Костић, сложио се с тим да се хемија „релативно добро држи” на овом факултету и потврдио да је фонд часова Хемије смањен, као и број предмета који изучавају хемијске садржаје. С тим у вези, градиво које се изучава је промењено у складу с потребама студената за разумевање стручних предмета, као што је нпр. фитомедицина. Међутим, „Демоклов мач” стално лебди над општим предметима на нематичним факултетима, па је тако и са предметом Хемија на ПФ. Ипак, треба имати на уму и наглашавати сваком приликом да је оснивање Пољопривредног факултета у Београду иницирао управо хемичар, Сима Лозанић (заједно са физиологом Иваном Ђајом), који је уједно и предавао од самог почетка и оснивања факултета курс Хемије (који се тада звао Агрикултурна хемија).

У сличном положају је Хемија и на Пољопривредном факултету у Новом Саду (ПФУНС), о чему је известио др Борис Поповић, редовни професор. С обзиром на то да ПФ уписују ученици нижег просека оцена у средњој школи и да се Хемија више не полаже на пријемном испиту за упис на ПФ, током једног семестра, колико се Хемија слуша на студијама на ПФ, предметни наставници су пред великим изазовом да, почевши од основних хемијских појмова, студентима омогуће да сагледају аспекте хемије потребне за бављење струком, као и за свакодневни живот. Професор Поповић је такође био принуђен да реорганизује наставу и трансформише предмет, а својим ентузијазмом и радом покушава студентима да укаже на значај хемије у њиховим будућим занимањима. Професор је указао и на незавидан положај професора запослених на нематичним факултетима, на неопходност да сарађују са колегама са матичних факултета у истраживањима, писању научних радова, учествовању у заједничким пројектима, менторствима и слично, као и потребу да буду укључени у наставу на матичним факултетима, да би имали контакт са студентима и учествовали

у завршним радовима студената, укључујући и докторске студије.

Др Милица Ранчић, ванредни професор Шумарског факултета у Београду (ШФУБ) је говорила о томе како се положај Хемије од њеног запослења на Факултету до данас побољшао. Тренутни став запослених јесте да је хемија јако важна, док је некад преовладавао став да предмет Хемија треба да се укине. Овој промени мишљења претходило је вишегодишње залагање, упорност и рад, мотивисање колега и узајамна сарадња у науци и настави, чиме су колеге стекле увид у садржаје хемије који су непходни за њихову струку.

Др Сузана Јовановић Шанта, редовни професор УНСПМФ је узела учешће у дискусији и изнела чињенице које је прикупила од колега са других факултета, као координатор Радне групе СХД за реформу наставе хемије. На Ветеринарском факултету УБ фонд часова Хемије је врло мали: 2 часа предавања и 1 час вежби! Дакле, на нематичним факултетима се великом борбом, трудом и залагањем професора предмета Хемија и других стручних хемијских предмета одржава статус предмета Хемија и предметних наставника, с тим, да статусу наставника у великој мери доприноси и статус научника, пројекти и финансије које они доносе факултету. Број часова на предмету Хемија се ни случајно не сме даље смањивати, већ напротив, треба значајно повећати фонд, поготово због тога што су предмети једносеместрални. Имајући све наведено у виду, хемичарима са нематичних факултета треба велика колегијална помоћ хемичара са матичних факултета, али и нашег стручног друштва, СХД, да се изборе са захтевима својих колектива за смањивањем општеобразовних предмета (овде: Хемија) на рачун стручних предмета, од којих велики број зависи од знања и вештина савладаних управо на предмету Хемија.

На хемијским факултетима велики проблем представља мали број студената, висока цена експерименталних вежби са врло малим уделом потребних средстава која се добијају од Министарства просвете. Слаба је опремљеност студентских лабораторија и недовољна су средства за одржавање постојеће опреме, набавку хемикалија и потрошног материјала. Већина наведених проблема односи се и на предмет Хемија и друге стручне хемијске предмете на свим факултетима. Факултети на различите начине обезбеђују средства неопходна за експерименталну наставу: из научних и стручних пројеката, пројеката сарадње са привредом, пројеката за побољшавање наставе и других извора, који најчешће нису доступни школама.

Нарочито велики проблем је незаинтересованост ученика средњих школа за упис на смер Професор хемије, делом зато што се ради о интегрисаним петогодишњим студијама, а делом због тога што су студирањем на том смеру студенти ограничени на

запошљавање у школама, што данас већини младих није привлачно занимање због лошег положаја наставника у школама и сталних измена у образовном систему. С тим у вези, декани осам факултета који школују наставнике на УБ покренули су платформу за повећање броја студената на наставним смеровима. Радна група СХД за реформу наставе хемије је написала допис Националном просветном савету (НПС) са предлозима за повећање броја студената наставних смерова, али и за побољшање статуса предмета Хемија и наставника хемије у образовном систему Републике Србије.

На скупу се даље говорило о положају општеобразовног предмета Хемија у средњем стручном образовању. Скупу се обратила Весна Митровић, професор хемије у Средњој трговачкој школи у Београду. У фокусу њеног излагања било је истицање непрепознавања значаја хемијских садржаја у образовању будућих трговаца, што је за последицу имало смањење фонда часова општеобразовног предмета Хемија (четворогодишњи смер има по актуелном плану и програму Хемију два часа недељно у првом разреду, а трогодишњи смер Трговац један час недељно у првом разреду). Такође, смањен је фонд часова стручног предмета Познавање робе, при чему се тај предмет учи паралелно са општеобразовним предметом Хемија, који би требало да му претходи (да буде у нижем разреду), чиме је истакнута међупредметна неусклађеност између предмета Хемија и стручног предмета – Познавање робе.

Др Сузана Јовановић Шанта је даље истакла кључне проблеме наставе хемије у средњим школама, на које су указали наставници тих школа, чланови Радне групе СХД, али и други.

Да би се лакше савладало градиво хемије неопходно је да се изводе огледи. Наиме, стално се истиче да је Хемија апстрактна наука, што би се већим уделом експерименталног рада могло да превазиђе. Међутим, многе школе немају кабинете за Хемију, неке јер их никада нису имале, друге, јер је у многим школама кабинетима промењена намена, те се уместо наставе хемије у њима изводи настава других предмета, на пример, информатике, у складу с новим трендовима у друштву и дигитализацијом школа.

Поред тога што се експериментална настава не држи у кабинетима, односно школским лабораторијама намењеним за то, званично се не проверава да ли се огледи предвиђени наставним програмом реализују, тј. не постоји провера од стране инспекције или директора школе у том смислу.

Школе које имају лабораторије немају сву потребну опрему, хемикалије и остали потрошни материјал.

С друге стране, има доста заосталих хемикалија, често необележених, за које би школе или Министарство просвете требало да плате да се уклоне из лабораторија. Школе немају средстава за то.

Извођење експерименталне наставе са целим одељењем није безбедно, а није одобрена подела одељења за лабораторијске вежбе из хемије.

За наставу хемије на образовним профилима у средњим стручним школама не постоје уџбеници, делом због честих измена наставних планова и програма, делом због тога што би такви уџбеници требало да садрже обимне хемијске садржаје. Ученици и наставници интерно их називају „5 у 1” програмима, јер градиво обухвата пет области хемије: општу, неорганску, органску, хемију животне средине и биомолекуле, без обзира на то да ли се Хемија на неком образовном профилима изучава само у 1. разреду са фондом од 1 или 2 часа, или у 1. и 2. разреду, са фондом од по 2 часа.

Многи наставници, поготово из Медицинских школа, жале се на недовољно предзнање хемије ученика који уписују ту школу, без обзира на њихове високе оцене с којима су завршили основну школу.

Драматично је смањен фонд часова на профилима медицинске струке. Градиво је углавном исто као у програмима пре реформе, где је био доста већи фонд часова. При томе, целокупно градиво хемије је битно да би се усвојила знања и вештине које су потребне за стручне предмете и бављење медицинском струком.

Став и препорука педагога је да се мора учити на часу, а не код куће, због чега је мање самосталног рада, домаћих задатака и сл. Очекује се да се све научи на часу, а број часова је смањен.

Премало је времена за критичко размишљање, огледе, представљање ученичких радова, времена за разговор са ученицима (што се наглашава у последње време).

Фонд часова предмета Хемија је смањен на многим образовним профилима, док је на неким трогодишњим Хемија укинута. На овим профилима ученици који немају предмет Хемија током школовања имају стручне предмете који се базирају на хемији. Ученици на смеровима на којима је смањен фонд часова Хемије такође имају тешкоће у савладавању градива стручних предмета. Због свега наведеног неопходно је увести/вратити или повећати фонд часова Хемије и реорганизовати наставне садржаје тако да се ученицима омогући да стекну функционално знање. С тим у вези, Радна група СХД је упутила позив за сарадњу Заједницама средњих стручних школа, с предлогом да наставници стручних предмета, за чије учење је неопходно владање хемијским садржајима, предложе који би то садржаји били корисни за поједине образовне профиле. На основу тога, Радна група СХД је спремна да предложи програм предмета радног назива Хемија струке (за сваки, или неколико сродних образовних профила).

Ученицима су неопходна знања и вештине из области хемије да би водили рачуна о сопственом здрављу и животnoj средини, да би се компетентно бавили струком, али такође, и можда најважније,

а што обично није у фокусу, да би током бављења струком сачували своје здравље (нпр. прављење раствора и прскање пољопривредних култура; фарбање и лакирање аутомобила...).

Реформа наставе на општем и друштвеном смеру гимназије довела је до тога да је недељни фонд часова предмета Хемија 1,5 час наставе и 0,5 часова вежби. На друштвеном смеру наведени фонд часова је само током 1. и 2. разреда. Ученици гимназије општег смера тиме имају отежане могућности за наставак образовања на универзитетском нивоу у области хемије и хемији сродних дисциплина. Но, и ученици друштвеног смера немају прилику да досегну постигнућа описана образовним стандардима за крај општег средњег образовања.

Гимназијско градиво предмета Хемија и Биологија није усклађено на свим смеровима. Градиво биохемије (структура и функција неких биомолекула, изградња мембрана, метаболизам и друго) учи се из Биологије од 1. разреда, а метаболичка улога биомолекула и метаболизам из Хемије тек у 4. разреду. Ученици се изјашњавају да тек у 4. разреду на часовима Хемије схвате шта је требало да науче у 1. разреду из Биологије. Професори Биологије велики део градива биохемије нису изучавали током студија биологије, тако да им је оно тешко и неразумљиво, што се такође одражава на знање ученика, нарочито јер им недостаје предзнање из хемије.

Матуранти Одељења за ученике са посебним способностима за биологију и хемију у гимназијама такође наводе неусклађеност градива Биологије и Хемије, као и незадовољство тиме што је градиво ова два предмета истог обима као за друге смерове у гимназији, само са много већим фондом часова. Наглашавају да недостаје или је недовољно градива аналитичке, физичке и неких других области хемије.

Један од проблема наставе Хемије јесте захтев да ученици имају по четири оцене током полугодишта, што је заједнички проблем за све предмете са фондом часова од два часа недељно.

Наставницима у великој мери отежава рад и немогућност да се током целог часа посвете настави и ученицима, јер електронски дневник мора да се води на самом часу, и то детаљно. Тиме се значајно скраћује време за непосредан рад са ученицима, што је изузетно значајно, а такође може да буде и опасно током часова експерименталних вежби.

Дискусију је допунио др Горан Роглић, који сматра да у реформи наставе хемије и ревизији програма и стандарда постигнућа ученика треба да буду укључени универзитетски професори.

Александар Ђорђевић, професор хемије и активни члан Радне групе СХД, у име колега, наставника из основних школа (ОШ), навео је њихове тешкоће с којима се суочавају у раду. Кључни проблеми су:

Експерименти се изводе у малој мери, како због неопремљености кабинета, тако и због небезбедног извођења. Наиме, сви ученици једног одељења

истовремено треба да изводе огледе, што је велика група за лабораторијски рад. Кабинети су често толико неопремљени да немају ни воду.

Овај проблем би се могао ублажити и делимично решити дељењем одељења у две групе током извођења експерименталне наставе и смањивањем норме наставника у ОШ са 20 на 18 часова, као и променом која би се односила на то да се часови припреме за огледе рачунају у норму. С тим у вези, Радна група СХД упутила је допис Министарству просвете и НПС-у с предлогом да се настава Хемије у ОШ побољша на тај начин што ће се одељења за извођење лабораторијских вежби делити у две групе, као и да се припрема вежби рачуна у норму часова наставницима.

У одељењима се често налазе и ученици којима је потребна додатна подршка у раду.

Наставници хемије често раде у више школа, чак у четири или пет школа, те нису у прилици да припреме вежбе.

Старе или необележене хемикалије, за које је неопходно адекватно и скупо уклањање, представљају проблем и у ОШ.

Велики број наставника подржава предлог Радне групе СХД да се обавезан предмет Основи хемије уведе у 6. разред, а да се градиво Хемије у 7. и 8. разреду растерети, односно да се садржаји хемије уче током три године (у 6, 7. и 8. разреду).

Уочене недостатке наставе Хемије у основним и средњим школама, као и предлоге за њихово решавање, наставници, чланови Радне групе СХД, су приложили у писаној форми.

Професорка Јовановић Шанта је известила учеснике панел дискусије и о раду Радне групе СХД, која се, између осталог, залаже за увођење хемије као наставног предмета у 5. и 6. разред, односно увођење хемијских предмета кроз слободне наставне активности у 5. разреду и обавезног предмета Основи хемије у 6. разреду, или слободних наставних активности у 5. и 6. разреду.

С обзиром на то, колико су разноврсни проблеми и изазови у настави хемије у доуниверзитетском и универзитетском образовању, и на чињеницу да на универзитетима постоји аутономија у писању планова и програма предмета, док су за планове и програме предмета Хемија, стручних и других предмета заснованих на хемији, надлежни Министарство просвете и Завод за унапређивање образовања и васпитања (ЗУОВ), иницијатива за побољшање наставе хемије треба да иде у неколико праваца: ка Министарству просвете и ЗУОВ-у, ка Заједницама средњих стручних школа и ка факултетима (појединачним и групацијама факултета).

Имајући у виду наведене проблеме у настави хемије на хемијским и другим факултетима, у средњим стручним школама, гимназијама и

основним школама, све изазове са којима се студенти, ученици и наставници суочавају и предлоге за њихово превазилажање, решавање или ублажавање, најважнији закључак са панел дискусије је тај, да је неопходно хитно реаговати на свим нивоима образовања и одлучивања, да би се Хемија вратила у образовни систем у Србији у мери у којој потребе за њом налажу. Стога позивамо колеге хемичаре, наставнике у школама и на факултетима, као и колеге хемичаре који се хемијом баве у другим областима рада, да се прикључе иницијативи СХД-а за побољшање статуса Хемије и хемичара у нашој земљи. Учествовање само једног наставника хемије из средње школе показатељ је слабе комуникације међу наставницима хемије различитих нивоа образовања, али вероватно и клонустости колега.

Abstract

REPORT FROM THE PANEL DISCUSSION CHALLENGES IN TEACHING CHEMISTRY AT PRE-UNIVERSITY AND UNIVERSITY LEVELS AND STRATEGIES FOR OVERCOMING THEM

Suzana JOVANOVIĆ ŠANTA, University of Novi Sad Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection
Dragica TRIVIĆ, University of Belgrade - Faculty of Chemistry

At the 59th Meeting of the Serbian Chemical Society, held on June 1 and 2, 2023, at the Faculty of Science, University of Novi Sad, a panel discussion on the challenges of teaching chemistry in our country was organized for the first time. Chemistry teachers discussed the problems and challenges they face in organizing and teaching Chemistry or other chemistry-based subjects at „non-chemical” or chemical faculties, secondary vocational schools, grammar schools, and primary schools. The keynote speakers included representatives from various faculties and one chemistry teacher from a vocational school. Perhaps the most important conclusion from the panel discussion was the urgent need to take action at all levels of education and decision-making to restore Chemistry to its rightful place in Serbia’s educational system, reflecting the demand for this subject.

Key words: SHD, working group, primary school, secondary school, faculty, chemistry teaching



Сузана ЈОВАНОВИЋ ШАНТА

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Трг Д. Обрадовића 3, Нови Сад

Е-пошта: suzana.jovanovic-santa@dh.uns.ac.rs

ИЗВЕШТАЈ СА ПАНЕЛ ДИСКУСИЈЕ: САРАДЊОМ ДО БОЉИХ РЕШЕЊА У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ

ИЗВОД

На јубиларном 60. Саветовању Српског хемијског друштва (СХД), одржаном 8. и 9. јуна 2024. године на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу, одржана је друга панел дискусија о проблемима наставе хемије у Србији. Недовољна комуникација међу колегама који се баве хемијом, технологијом и сродним дисциплинама онемогућава правовремен доток информација до СХД, које, као стручно друштво, има могућности да се обрати надлежнима због проблема у настави хемије, као и због других изазова. Закључак са панел дискусије је да је неопходно повезивање и удруживање колега ових профила на више начина и нивоа: у подружнице, секције и радне групе у оквиру СХД-а, као и појединих чланова или СХД-а са другим друштвима, организацијама или радним групама из земље и иностранства. Нарочито је важно укључивање наставника хемије у рад подружница и СХД (на панел дискусији учествовала је само једна наставница хемије која предаје у школи).

Кључне речи: СХД, повезивање, основна школа, средња школа, факултет, настава хемије

Српско хемијско друштво (СХД) организовало је 8. и 9. јуна 2024. године традиционалну научну конференцију, јубиларно 60. Саветовање СХД на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу. Научни скуп је окупио више од 120 истраживача из целе Србије, као и предаваче из иностранства.

Поред уобичајене размене најновијих теоријских знања и резултата истраживања, на Саветовању је по други пут посебна пажња била посвећена проблемима наставе хемије у доуниверзитетском и универзитетском образовању у оквиру панел дискусије под називом *Сарадњом до бољих решења у настави хемије*, којом је председавала др Душица Родић, ванредни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Говорници на панел дискусији су били:

– **Проф. др Драгица Тривић**, Универзитет у Београду - Хемијски факултет, професор методике наставе хемије, представник СХД у EuChemS Division of Chemical Education и IUPAC Committee on Chemistry Education, члан Радне групе СХД за реформу наставе хемије, уредник часописа СХД Хемијски преглед и подручни едитор за History of and Education in Chemistry у Journal of the Serbian Chemical Society,

– **Проф. др Данијела Костић**, Универзитет у Нишу - Природно-математички факултет, професор

биохемије и методике наставе хемије и члан Радне групе СХД за реформу наставе хемије,

– **Проф. др Сузана Јовановић Шанта**, Универзитет у Новом Саду - Природно-математички факултет, председник СХД – Хемијског друштва Војводине, потпредседник СХД, координатор Радне групе СХД за реформу наставе хемије и члан Одбора IUPAC-а за хемију и здравље људи и

– **Проф. др Душан Сладић**, Хемијски факултет – Универзитет у Београду, председник СХД.

Проф. др Драгица Тривић скренула је пажњу учесницима панел дискусије на све теже стање у образовању у нашој земљи и све више проблема с којима се суочавају ученици и наставници хемије, и осталих предмета, на свим нивоима образовања. Одлуке о смерницама у образовању (на пример, стандардима постигнућа ученика на крају основне школе и општег средњег образовања) у великој мери доносе или на њих утичу стручњаци других профила или нестручне особе, уместо оних који су компетентни за образовање у одређеној области.

Проф. др Данијела Костић је ретроспективно представила смањивање интересовања наставника хемије који предају у школама за учествовање на семинарима за наставнике, тј. за стручна усавршавања и размене информација са колегама. Интересовање се смањивало током дужег временског периода, или преусмеравало на другачије видове комуникације међу колегама, на пример, на активне наставника. Неактивност подружница СХД и њихово гашење у различитим регионима или градовима је значајно допринело томе да се колеге хемичари и технолози мање окупљају и договарају. До смањивања комуникације о проблемима наставе такође је дошло међу колегама који предају хемијске и сродне предмете на факултетима. Понекад је комуникација у вези научних или питања наставе чак интензивнија са колегама из иностранства него са колегама са других, више или мање сродних факултета у земљи.

Проф. др Сузана Јовановић Шанта је, уз слагање, додала да је размена информација међу хемичарима у земљи изузетно мала, те да је неопходно покренути подружнице и стимулирати колеге на договарање. С тим у вези, поменула је ситуацију у којој су се нашли ученици и запослени у средњој Хемијско-прехрамбеној и текстилној школи „Урош Предић” у Зрењанину. Наиме, градске власти су предложиле да се у школу више не уписују ученици на постојеће смерове, а о одлуци о затварању школе би требало да одлучи Покрајински секретаријат за образовање или Министарство просвете. Запослени у школи су се обраћали

званично надлежнима, али су се тек после неколико месеци од уочавања проблема обратили Радној групи СХД за реформу наставе хемије. Прикупљање званичних и релевантних информација је морало да буде брзо, тако да су СХД и сви хемијски факултети послали писмо подршке школи, тј. обратили се заједничким аргументованим дописом Министарству просвете и Покрајинском секретаријату за образовање, у којем су изнели стручно мишљење да се такви профили могу образовати само у адекватно опремљеним школама, што је ХПТШ „Урош Предић” у потпуности, те да школу не треба затварати. Због хитности да се реагује, из овакве иницијативе за подршку општанку средње стручне школе су изостављени технолошки факултети из наше земље, мада би и њихово укључивање допринело подршци школе у оваквој ситуацији. Такође, наведено је да се и у другим земљама хемичари сусрећу са сличним проблемима, у првом реду проблемом непрепознавања значаја познавања хемијских садржаја за сваког појединца и друштво у целини. О томе је било дискусије у оквиру Одбора IUPAC-а за хемију и здравље људи, али и других одбора IUPAC-а.

Проф. др Душан Сладић предочио је да је покретање рада постојећих, а неактивних, или оснивање нових подружница један од приоритета СХД у наредном периоду, јер добра међусобна комуникација чланова СХД и размена информација умногоме могу да помогну статусу предмета Хемија и хемичара у школама и уопште. С тим у вези, поменуо је да је недавно поново покренут рад Подружнице Крагујевац, као и да је основана Подружница Нови Пазар.

Дакле, повезивање хемичара и колега сродних струка нам је неопходно, и то на више нивоа:

- удруживање у подружнице СХД, укључивање већег броја наставника хемије на свим нивоима образовања, размена и дискусија информација, подршка наставницима и предметима хемијске струке и уопште;

- повезивање са колегама из других земаља Европе и света, а нарочито из окружења, путем одбора IUPAC-а и EuChemS-а или на друге начине, ради савладавања проблема са којима се суочавају хемичари и технолози на професионалном плану, али и стручна друштва и

- дискусија и договарање колега хемичара у вези тзв. хемијског српског језика, и заједнички рад на публикацији СХД са препорукама за писање „хемије на српском и ћириличним писмом”, али и других актуелних тема, као, на пример, заштите животне средине.

На панел дискусији било је присутно више од педесет учесника, чланова СХД, а од присутних била је само једна наставница хемије запослена у школи. Ово смањено интересовање, о којем је било речи, је и овим путем потврђено. Наиме, наставници су на више начина и на време били обавештени о организовању панел дискусије и позвани да се укључе. Професорка хемије Марија Дикић из Ниша, која ради у четири школе, основне и средње стручне, описала је велики број и дијапазон проблема са којима се наста-

виници, сви, а нарочито наставници хемије, суочавају свакодневно на радном месту и шире. Подржала је предлог за оснивање подружнице у Нишу и предлог да се активирају или оснују подружнице СХД у осталим градовима и регионима, јер је то једини и прави пут за подршку стручном друштву, предмету Хемија и наставницима хемије у школама.

Имајући у виду све наведене проблеме у настави хемије на хемијским и другим факултетима, у средњим стручним школама, гимназијама и основним школама, све изазове са којима се студенти, ученици и наставници сусрећу и предлоге за њихово превазилажење, решавање или ублажавање, најважнији закључак са панел дискусије је тај, да је неопходно хитно реаговати на свим нивоима образовања и одлучивања, да би се Хемија вратила у образовни систем у Србији у мери у којој потребе за њом налажу, а да би се то постигло, неопходно је удруживање колега из хемије, технологије и сродних области на више нивоа - по секцијама, подружницама, одборима IUPAC-а, EuChemS-а и другим. Стога позивамо хемичаре, технологе и колеге сродних струка да се повежемо, умрежимо у циљу бољег, бржег, правременог и корисног размењивања информација и договарања у вези актуелних проблема, да би се сви заједно изборили за боље применљиво знање и вештине ученика и студената који се школују у нашој земљи, као и за одговарајући статус Хемије и хемичара.

Abstract

REPORT FROM THE PANEL DISCUSSION COOPERATION TO BETTER SOLUTIONS IN CHEMISTRY TEACHING

Suzana JOVANOVIĆ ŠANTA, University of Novi Sad
Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection

At the 60th Jubilee Meeting of the Serbian Chemical Society (SCS), held on June 8 and 9, 2024, at the Faculty of Science and Mathematics of the University of Niš, a second panel discussion focused on the challenges of teaching chemistry was organized. Insufficient communication among colleagues in chemistry, technology, and related disciplines hinders the timely flow of information to the SCS, which, as a professional society, has the potential to address authorities regarding these issues. The panel concluded that it is essential to connect and unify professionals in these fields at various levels: through subsidiaries, sections, and working groups within the SCS, as well as by fostering collaboration between individual members or the SCS and other associations, organizations, or working groups, both nationally and internationally. The involvement of chemistry teachers in the activities of subsidiaries and the SCS is particularly important; only one chemistry teacher currently teaching in a school participated in the panel discussion.

Key words: SHD, connection, primary school, secondary school, faculty, chemistry teaching

СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО
Карнегијева 4/III, Поштански фах 36
11 120 БЕОГРАД 35
СРБИЈА

ПОШТАРИНА ПЛАЋЕНА КОД ПОШТЕ
11200 БЕОГРАД 2

ПРИМАЛАЦ:

ШТАМПАНА СТВАР