

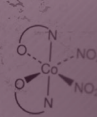
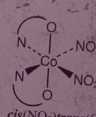
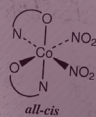
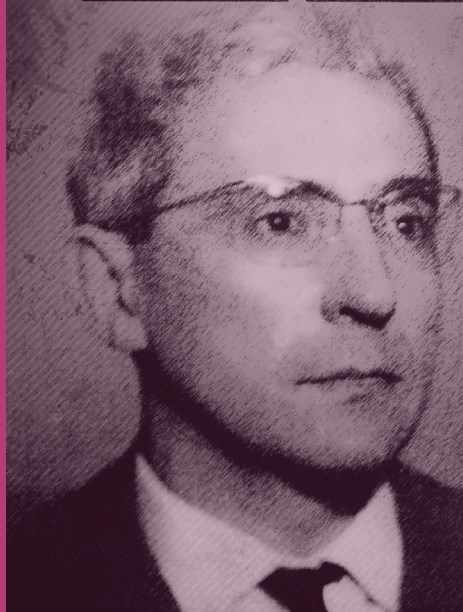


'20

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД

год. 61
бр. 3 (јун)

YU ISSN 04406826
UDC 54.011.93



NORTHWESTERN UNIVERSITY
Dear Milenka,
08/21/90
Cecilia,
With you had been
here for 70 years, which
was a big success. The
program will tell you
what happened.
Hope all goes well
with you and your family
at UP. Show some of
them the program.
Best wishes,
Fred

100 година

од рођења

Миленка Ђелана (1920.-2004.)

Једног од утемељивача
координационе хемије у Србији

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

ХЕМИЈСКИ ПРЕГЛЕД CHEMICAL REVIEW



Годиште 61

број 3
јун

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

Volume 61
NUMBER 3
(June)

Publisher
SERBIAN CHEMICAL SOCIETY
Belgrade/Serbia, Karnegijeva 4

Издаје
СРПСКО ХЕМИЈСКО ДРУШТВО

Телефон 3370-467

Карнегијева 4

излази двомесечно

ОДГОВОРНИ И ГЛАВНИ УРЕДНИК
Ратко М. Јанков

ПОМОЋНИК ОДГОВОРНОГ И ГЛАВНОГ УРЕДНИКА
Драгица Тривић

ЧЛАНОВИ РЕДАКЦИЈЕ
Јелена Радосављевић, Наталија Половић и Воин Петровић

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР

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

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

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

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

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

Припрема за штампу и штампа:
РИЦ графичког инжењерства Технолошко-металуршког
факултета Београд, Карнегијева 4

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

САДРЖАЈ

ЧЛАНЦИ

Милош ЂУКИЋ, Гордана СТОЈАНОВИЋ
Miloš ĐUKIĆ, Gordana STOJANOVIĆ

НАУЧНА ЗАСНОВАНОСТ ПРИМЕНЕ У
ТРАДИЦИОНАЛНОЈ МЕДИЦИНИ БИЉКЕ РУСА
(CHELIDONIUM MAJUS L.)
*CHELIDONIUM MAJUS L. - SCIENTIFIC
BASIS OF APPLICATION IN TRADITIONAL
MEDICINE* 54

Милена СИМИЋ, Гордана ТАСИЋ, Предрог ЈОВАНОВИЋ
Milena SIMIĆ, Gordana TASIĆ, Predrag JOVANOVIĆ

ХЛОРОВАНИ ПИРОЛИ-БИОЛОШКИ АКТИВНИ
ПРИРОДНИ ПРОИЗВОДИ
*CHLORINATED PYRROLES-BIOLOGICAL ACTIVE
NATURAL PRODUCTS* 58

ВЕСТИ ИЗ ШКОЛА / ВЕСТИ ЗА ШКОЛЕ

Јелена ЂУРЂЕВИЋ НИКОЛИЋ, Филип СТАШЕВИЋ
Jelena ĐURĐEVIĆ NIKOLIĆ, Filip STAŠEVIĆ

ЗНАЊЕ ЈЕ КЉУЧ - ESCAPE ROOM У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ
*KNOWLEDGE IS THE KEY - ESCAPE ROOM IN
TEACHING CHEMISTRY* 62

ВЕСТИ ИЗ СХД

Извештај о раду Српског хемијског друштва у 2019. години _ _ _ 68



УВОДНИК

У Уводнику прошлог броја смо писали о проблемима који су настали у раду Српског хемијског друштва и свих нас због светске епидемије изазване корона вирусом. Надали смо се, не знајући ништа о овом новом вирусу, да је ова епидемија нешто што ће можда брзо проћи. На жалост, нисмо били у праву: епидемија се још увек држи. Због ње су одложене или отказане све активности које је требало да буду организоване под окриљем Српског хемијског друштва. Овде бележим само неке које су биле најављене: Априлски дани (24. и 25. април), затим из електрохемијских скупова - 2020. година проглашена је за годину електрохемије. Изостала су такмичења ученика основних и средњих школа у Србији, сем почетних, организованих пре проглашења епидемије. Није било Годишње скупштине СХД, а традиционално саветовање најпре је одложено за јесен 2020. године, а онда за 2021. годину. А епидемија и даље траје.

* * *

Руса (*Chelidonium majus* L.) припада породици *Ranunculaceae* и веома је цењена биљка због својих терапијских потенцијала како у фитотерапији Запада тако и у традиционалној кинеској медицини. Традиционално се користи за лечење јетре, чира на желуцу, оралних инфекција и туберкулозе. Сок *C. majus* се споља користи за уклањање брадавица. Биљка је позната под многим народним именима, као што су: руса, росопас, лишавица, лишажница, ластавичина суза, трава од жутице, жута трава, змијино млеко. Научне студије су показале да екстракти *C. majus* и једињења која су изолована из њих имају хепатотоксично, антивирусно, антигљивично и антиоксидативно дејство. Њихово антитуморско дејство је научно доказано што потврђује оправданост њихове употребе у лечењу рака у традиционалној медицини. Резултати истраживања такође указују на токсичност препарата *C. majus*, због чега треба бити веома опрезан приликом њихове примене. О интересантним подацима о биљци руса су за Хрмијски преглед написали чланак под насловом „Научна заснованост примене у традиционалној медицини биљке руса (*Chelidonium majus* L.)“ ауори **Милош Ђукић** и **Гордана Стојановић**, обоје са Департамента за хемију Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу.

* * *

Органска једињења која у структури садрже халогене су релативно често распрострањена у природи, а најчешће се појављују у саставу организама морског порекла.

Секундарни метаболити који садрже халоген у својој структури називају се и халометаболити. Хлор је у халометаболитима нешто заступљенији од брома, док је број једињења са јодом, а поготово флуором, знатно мањи. Алкалоиди који садрже пирол у структури су веома распрострањени у природи, и многи од њих су халогеновани. Физиолошко дејство им је изражено и веома разноврсно. У чланку „Хлоровани пироли-биолошки активни природни производи“ су аутори **Милена Симић**, **Гордана Тасић** и **Предраг Јовановић** (са Катедре за органску хемију, Фар-

мацеутског факултета, Универзитета у Београду) писали о једној врло занимљивој класи једињења: хлорованим пи-ролима. Аутори су дали преглед најпознатијих група природних производа са хлорованим пи-ролима, укључујући њихове структуре и биолошку активност. Неки хлоровани индоли и пи-ролизинони такође садрже пирол као под-структуру, али се изучавају као посебна класа једињења и неће се појављивати у овом раду

* * *

У раном детињству деца најбоље уче кроз игру развијајући тако своје моторичке и интелектуалне вештине. Како расту, игра прелази у учење али се негде кроз школовање та веза губи. Видео игрице код старије деце изазивају различите емоције, попут посвећености, упорности, изразите мотивације. Ове емоције је потребно пробудити код ученика и током школовања јер су оне кључне за успешан рад. Игра захтева пуну концентрацију и укљученост деце, па се управо на овој особини заснива употреба игре у настави, јер добра настава зависи од активног учешћа ученика. **Јелена Ђурђевић Николић** и **Филип Сташевић**, Природно-математички факултет (Универзитет у Крагујевцу) су се, у чланку под насловом „Знање је кључ - Escape room у настави хемије“ ухватили у коштац са чињеницом да настава хемије често буде окарактерисана као тешка, неразумљива и апстрактна. Један од начина да се овакав став према настави хемије промени је да се настава осавремени и да се користе различите методе и технике учења и поучавања. Један предлог како да настава постане занимљива, забавна и у исто време ефикасна дата је у овом раду. Игра као дидактичко средство почела је да се примењује у настави због својих позитивних ефеката на учење и знање ученика. **Escape room** може да буде начин да се деца заинтересују за наставу и да уживају док раде и уче. Овај рад објавили смо у рубрици *Вести из/за школе* Хемијског прегледа,

* * *

На крају овог броја, мада не и као најмање важно, наћи ће се **Годишњи извештај о раду друштва у 2020. години**, који вам дајемо у целости у рубрици *Вести из СХД*. Извештај је припремио **Игор Опсеница**, секретар СХД. Пошто сматрамо да је извештај Друштва за сваку годину од велике је важности за рад, то је разлог зашто извештај мора да буде доступан сваком члану СХД. Формално усвајање извештаја на годишњој конференцији СХД биће обављено оног тренутка кад се епидемиолошка ситуација смири и кад поново будемо могли да се нормално састајемо. Ко зна кад ће то бити. А може се десити да се Председништво одлучи и за неку врсту електронске седнице, да и ми покажем како држимо корак са трендовима. А све то са жељом да видимо како нам је прошла још једна година професионалног живота.

Ратко М. Јанков



ЧЛАНЦИ



Милош ЂУКИЋ, студент Академских докторских Студија, Департмана за хемију Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу, Вишеградска 33, Ниш, e-mail milos.djukic@pmf.edu.rs

Гордана СТОЈАНОВИЋ, Професор Департмана за хемију Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу, Вишеградска 33, Ниш, e-mail gocast@pmf.ni.ac.rs

НАУЧНА ЗАСНОВАНOST ПРИМЕНЕ У ТРАДИЦИОНАЛНОЈ МЕДИЦИНИ БИЉКЕ РУСА (*CHELIDONIUM MAJUS L.*)

УВОД

Chelidonium majus L. припада породици Papaveraceae и веома је цењена биљка због својих терапеутских потенцијала у западној фитотерапији као и у традиционалној кинеској медицини. Традиционално се користи за лечење болести јетре, чира на желуцу, код оралних инфекција и туберкулозе. Споља се сок *C. majus*-а користи за уклањање брадавица [1]. Биљка је позната у народу под многим именима, као што су: руса, росопас, лишавица, лишажница, ластавичина суза, трава од жутице, жута трава, змијино млеко [2]. *Chelidonium majus* L. среће се свуда од низија до планинских врхова. Расте као коров поред путева, ограда, на стенама, рушевинама, запуштеним местима, тј. свуда где долази до распада органске материје [3]. Веома је распрострањена у Азији, Европи и северној Африци [4]. То је биљка (слика 1) усправног стабла, које може бити високо од 30 до 120 cm.

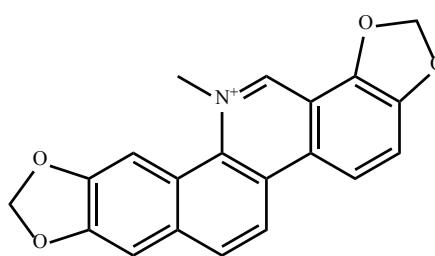


Слика 1. Изглед *C. majus* L. [5]

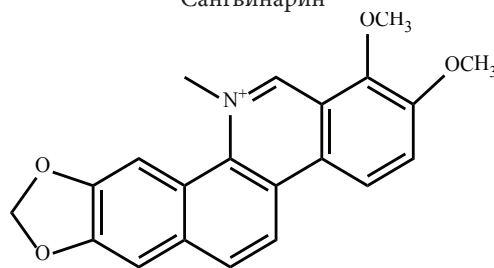
Листови су перасти, са лиснатим и таласастим рубовима дуги до 30 cm. Цветови се састоје од жутих латица, дужине до 1 cm, са две чауре. Цветови се јављају од касног пролећа до лета. Семе је црне боје и налази се у дугој цилиндричној махуни [6]. Када се биљка озледи, из ње цури наранџасти млечни сок; његова љутина, горчина и отровност су одавно привлачили човека и он га је због тога употребљавао за лечење различитих болести од најдавнијих времена до данас [7].

Лековитост биљке је приписана садржају алкалоида који се налазе у корену и надземном делу биљке. Алкалоиди детектовани у *C. majus*-у припадају трима великим групама (слика 2):

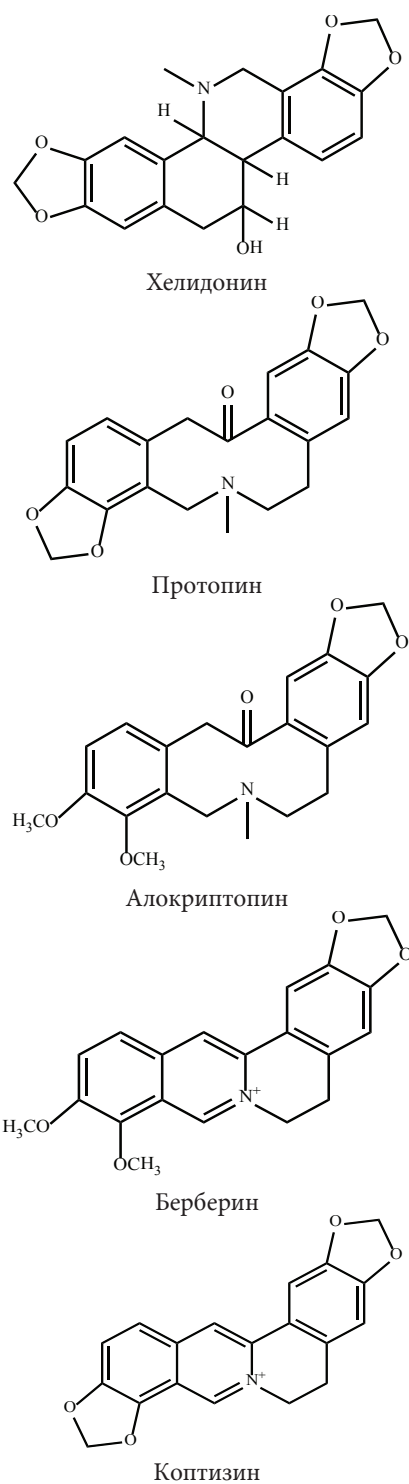
- 1) бензо[ц]-фенантридинским, где постоје две подгрупе: кватернерни (сангвинарин и хелеретрин) и терцијарни (хелидонин);
- 2) протопин и његови деривати (протопин и алокриптопин) и
- 3) протоберберински (берберин и коптизин) [8].



Сангвинарин



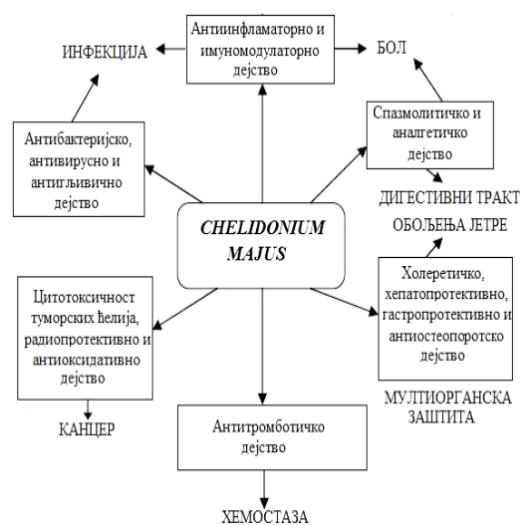
Хелеретрин



Слика 2. Структуре алкалоида изолованих из *C. Majus*-а [8]

Семе русе (*Chelidonii semen*) садржи поред малих количина алкалоида и протеина и до 60% масног уља [9].

Chelidonium majus поседује бројне фармаколошке активности, које су предмет многих *in vitro* и *in vivo* истраживања, као и клиничких студија. Доказана су многа фармаколошка деловања као: антибактеријско, антигљивично, антивирусно, антиинфламаторно, имуномодулаторно, спазмолитичко, аналгетичко, антитуморско, радиопротективно, антиоксидативно, антитромбично, холеретично, хепатопротекторно, гастропротективно, антиостеопоротско... [10]



Слика 3. Фармаколошко деловање *C. majus*-а (адаптирано из [10])

ХЕПАТОТОКСИЧНОСТ

У великом броју научних студија испитано је хепатотоксично дејство *C. majus*-а на животињама и на људима. Препарати који садрже *C. majus* се веома често прописују за лечење желудачних и билијарних поремећаја [11].

Екстракт из којег се прави већина комерцијално доступних препарата *C. majus*-а садржи низ биолошки активних алкалоида као што су хелидонин, сангвинарин, берберин, коптизин, хелеретрин као и фенолне киселине од којих сви могу бити потенцијално токсични појединачно или у међусобној комбинацији. У Немачкој, комерцијално доступни препарати (*Chelidonium herba*) производе се из осушених надземних делова који се беру у фази цветања [12].

Биљна хепатотоксичност или хербално идукована повреда јетре HILI (eng. herb-induced liver injury) је болест са вишеструким аспектима које треба узети у обзир за клиничку процену и карактеризацију болести [13]. Таква оштећења представљају ретку појаву која се јавља само код осетљивих особа. Биљна хепатотоксичност карактеристична је и упадљива код особа са оштећењем јетре изазваном лековима. За процену узрочности веома је важно изабрати одговарајући метод процене. Teschke и Danan дају концепт по коме процену узрочности у сумњивим случајевима HILI-а треба спроводити преко CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences scale), такође познатог као RUCAM (Roussel Uclaf Causality Assessment Method) која је валидирана за хепатотоксичност и специфичност оштећења јетре услед уношења *C. majus*-а код људи [14].

Почетак хемолитичке анемије услед оралног узимања екстракта *C. majus*-а је примећена 1990. године и карактерише се као интраваскуларна хемолиза, тромбцитопенија, ренална инсуфицијенција и цироза јетре. Код пацијената који су били примљени у болницу са акутним хепатитисом непознатог порекла анализе су

показале високу концентрацију ALT (аланин-трансаминазе) којој је претходило узимање биљних препарата. У Немачкој у периоду од 1997. до 1999. године примећено је десет случајева акутног хепатитиса којима је претходило узимање препарата *C. majus*-а. Степен оштећења јетре је био од благог до тешког. Престанак узимања *C. majus* -а је довео до брзог опоравка пацијената и ниво ензима јетре се вратио на нормалне за 2 – 6 месеца [14].

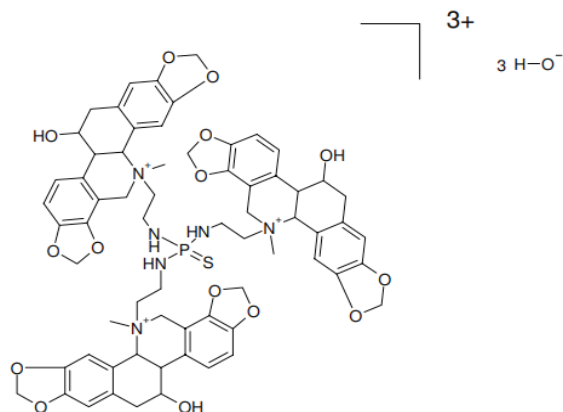
Манифестација жутице која се односила на акутни хепатитис примећена је и код 42-годишње жене, која је неколико дана узимала биљни препарат на бази *C. majus*-а и корена куркуме за лечење дерматолошких обољења. Клиничко стање се убрзо побољшало након прекида узимања биљног производа и утврђено је да су функције јетре нормализоване у року од два месеца. Такође и два случајева акутног оштећења јетре пријављена су 2003. године и била су повезана са употребом *C. majus*-а. Реакција холестатског хепатитиса након поновног излагања *C. majus*-а се јавила код пацијента након поновног излагања *C. majus*-а. Код 58-годишњег мушкарца који је примећен са акутним холестатичким хепатитисом након употребе *C. majus*-а препарата. Хистопатолошки налаз је показао да је хепатитис изазван леком, али након прекида узимања биљног производа пацијент се потпуно опоравио. Такође је описан случај пацијенткиње са симптомима мучнине, анорексије, астеније и поремећених ензима која је користила препарат *Lycopodium similialex* који садржи *Lycopodium serratum* и *C. majus* [14]. Хепатотоксичност *C. majus*-а је таква да се однос ризика и користи од употребе биљних препарата који садрже *C. majus* може сматрати негативним [14].

ПРИМЕНА У ЛЕЧЕЊУ КАРЦИНОМА

Велики број експеримената *in vitro* и *in vivo* довели су до закључка да екстракт, као и многобројна једињења изолована из *C. majus*-а показују антитуморско дејство [10].

УкраинTM (Ukrain) представља полу-синтетски препарат хелидонина који се примењује у лечењу карцинома бешике, дојке, панкреаса и ректалног канцера у комбинацији са стандарним хемотерапијским лековима или зрачењем [15]. Одобрен је као антитуморни лек у Уједињеним Арапским Емиратима и у Мексику. УкраинTM се добија реакцијом алкалоида *C. majus*-а са агенсом за алкиловање у органском растварачу, затим испирањем водом да се уклони неизреаговани агенс и друга растворљива једињења у води. Коначни производ се добија таложењем смеше јаком киселином. Постоје контраверзе око састава препарата. Неки аутори сматрају да је главни конститuent комплекс тиофосфортриамида и три молекула хелидонина (слика 4) [16].

За УкраинTM се тврди да је природни производ који не уништава здраве ћелије већ само ћелије канцера и истовремено јача имунолошки систем. Примењује се интравенски. Механизам деловања Украин-а није познат у потпуности, али се на основу предклиничких испитивања сматра да алкалоиди који потичу из *C. majus*-а ометају метаболизам ћелија рака, синтезу ДНК, РНК и протеина. [17].



Слика 4. Структура УкраинTM -а [15].

Док се већина примарних тумора може уклонити оперативним захватом, зрачењем и/или хемотерапијом, за метастазе још увек нема лека. Третман мишева са карциномом панкреаса екстрактом *C. majus*-а је резултирао значајно мањим бројем метастаза у поређењу са контролном групом док третман УкраинTM-ом није испољио статистички значајно смањење броја метастаза [18].

АНТИВИРУСНА АКТИВНОСТ

Монаварил (Monavaril) и сарадници су 2011. године показали да екстракт *C. majus*-а има антивирусна својства против HSV-1 (херпес симплекс вирус тип 1) и не показује цитотоксични ефекат на нормалне ћелије [19]. Истраживања из 2018. године су показала да хексански екстракт не поседује антивирусна својства на HSV-1 ћелије док метанолни екстракт показује извесну активност [20].

АНТИФУГАЛНА АКТИВНОСТ

Менга (Menga) и сарадници су испитивали антифугалну активност алкалоида изолованих из *C. majus* на изолате шест врста гљивица рода *Candida* и то: *C. albicans*, *C. neoformans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. krusei* и *C. glabrata*. Показано је да 8-хидроксидихидросангвинарин и 8-хидроксидихидрохелеретрин имају снажну антифугалну активност док дихидросангвинарин, дихидрохелеретрин, сангвинарин и хелеретин испољавају слабију антифугалну активност [21].

АНТИОКСИДАТИВНО ДЕЈСТВО

Реактивне кисеоничне врсте (ROS) су нуспроизводи метаболизма и имају кључну улогу у различитим биолошким процесима. Када се ниво ROS повећа у ћелији долази до оксидативног стреса који узоркује оштећење нуклеинских киселина, протеина и липида и доводи до обољења попут карцинома, атеросклерозе, шећерне болести, неруодеградације и старења. У студији из 2013. године [22] доказано је да екстракт *C. majus*-а активира

FOXO3a (протеин који кодира FOXO3 ген) који уклања ROS [22]. Висока антиоксидативна активност је доказана DPPH тестом за етанолне и водене екстракте *C. majus*-а [23]. Сматра се да алкалоиди нису носиоци антиоксидативне активности екстракта *C. majus* [24]. Студија из 2012. године је показала да аклохолни екстракти добијени из корена, стабла, листа, цвета и семена *C. majus*-а имају способност да уклоне реактивне кисеоничне врсте (OH^\cdot , O_2^\cdot , RCOO^\cdot , H_2O_2 , $^1\text{O}_2$ и ClO^\cdot) [25].

ЗАКЉУЧАК

Научна истраживања су показала да екстракти *C. majus*-а и једињења изолована из њих показују хепатотоксично, антивирусно, антифугално и антиоксидативно дејство. Доказано је њихово анти туморско дејство чиме је потврђена оправданост њихове примене за лечење карцинома у традиционалној медицини. Резултати истраживања указују и на токсичност препарата *C. majus*-а због чега треба бити врло опрезан приликом њихове примене.

ABSTRACT

CHELIDONIUM MAJUS L. - SCIENTIFIC BASIS OF APPLICATION IN TRADITIONAL MEDICINE

Miloš Đukić and Gordana Stojanović, Department of Chemistry, Faculty of Sciences at Mathematics, University of Niš

Chelidonium majus L. belongs to the *Papaveraceae* family and is a highly valued plant due to its therapeutic potentials in Western phytotherapy as well as in traditional Chinese medicine. It is traditionally used to treat liver disease, stomach ulcers, oral infections and tuberculosis. Externally, *C. majus* juice is used to remove warts. The plant is known under many folk names, such as: rusa, rosopas, lichen, swallow's teardrop, jaundice grass, yellow grass, snake's milk. Scientific studies have shown that extracts of *C. majus* and compounds isolated from them have hepatotoxic, antiviral, antifungal and, antioxidant effects. Their antitumor effect has been scientifically proven which confirms the justification of their use in the treatment of cancer in traditional medicine. The results of the research also indicate the toxicity of *C. majus* preparations, which is why one should be very careful when using them.

ЛИТЕРАТУРА:

1. M. Gilca, L.Gaman, E.Panait, I.Stoian, V.Atanasiu, *Forsch Komplementmed*, 17 (2010), 241-248.
2. М.Б.Николић, Руса (*Chelidonium majus* L.) и алкалоиди русе, Стручна монографија, Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у Лесковцу, 2004.
3. Ј.Кишгеци, Лековите и ароматичне биљке, Српска књижевна задруга, Београд, 2008.

4. A.K.Maji, P.Banerji, *International Journal of Herbal Medicine*, 3 (2015), 10-27.
5. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chelidonium_majus_\(K%C3%B6hler\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chelidonium_majus_(K%C3%B6hler).jpg)
6. S.Miraj, *Der Pharma Chemica* 8 (2016), 216-222
7. Ј.Туцаков, Лечење биљем, Вулкан издаваштво, Београд, 2014.
8. M.C. Barreto,R.E. Pinto, J.D. Arrabaça, M.L.Pavão, *Toxicology letters*, 146 (2003), 34-37.
9. M.B.Nikolić, Ž.D.Lepojević, I.I.Verešbaranji, *Acta Periodica Technologica (Yugoslavia)*, 31 (2000) 661-665.
10. М.Дељанин, Анти туморска активност екстракта *Chelidonium majus* in vitro,докторска дисертација, Универзитет у Крагујевцу, Факултет медицинских наука, 2017.
11. J.Benninger, H.T. Schneider, D.Schuppan, T.Kirchner, E.G.Hanh, *Gastroenterology*, 117 (1999), 1234-1327
12. F.Stickle, G. Pöschl, H.K. Seitz, R.Waldherr, F.G.Hanh, D.Schuppan, *Scandinavian Journal of Gastroenterology*; 38 (2003), 565-568.
13. R.Techke, C.Frenzel, X.Glass, J.Schulze, A.Eickhoff, *Concise review*, 11 (2012), 838 – 848.
14. F.Pantano, G.Mannocchi, E.Marinelli, S.Gentili, S.Graziano, F.P.Bursardo, N.M.Di Luca, *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 21 (2017), 46 -52.
15. D.Habermehl,B.Kammerer, R.Handrick, T.Eldh, C.Gruber, N.Cordes, P.Daniel, L.Plasswilm, M.Belkal,C. Belka, V.Jendrossek, *BCM Cancer*, 6 (2006), 1-22.
16. W.Jesionecka, E.Fornal, Dz.B.Majer, M.A. Móricz, W. Nowickye,M.I.Chomaa, *Journal of Chromatography A*, 1429 (2015), 340-347.
17. E.Ernst, K.Schimdt, *BCM Cancer*, 5 (2005),69.
18. R.I.Capistronea, A. Wouters, F.Lardonb, C.Gravekampc, S.Apers, L.Pieters, *Interntional Journal of Phytotherapy & Pytopharmacology*, 14 (2015), 1279-1285.
19. H.S.Monvaril, S.M.Shahrabadi, H.Keyvani, B.F.Salim, *African Journal of Microbiology Research* 6 (2012), 4360-4364
20. H.M.A.Roshanak, M.Parsania, G.Amin, *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 21.3 (2018), 42 - 52.
21. F.Menga, G.Zuoa, X.Hao, G.Wang, H.Xiao, J.Zhang, G.Xua, *Journal of Ethnopharmacology* 125 (2009) 494-496.
22. J.I.Heo, J.H.Kim, J.M.Lee, S.S.Lim, S.C.Kim, J.B.Park, J.B.Kim, K.Y.Lee, *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 21.2 (2013): 136-141.
23. D.I. Hădărușă, N.G. Hădărușă, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* , 15 (2009), 396-402.
24. M.Then, K. Szentmihályi,A. Sárközi,I.S.Varga, *Acta Biologica Szegediensis*, 47 (2003), 115-117.
25. C.Papuc, M.Crivineanu, V.Nicorescu, C.Predescu, E.Rusu, *Revista de Chimie*, 63 (2012), 193-197.



Милена СИМИЋ (milena@pharmacy.bg.ac.rs),
Гордана ТАСИЋ (gordanat@pharmacy.bg.ac.rs),
Предраг ЈОВАНОВИЋ (predragjovands@gmail.com)

Катедра за органску хемију, Фармацеутски факултет,
Универзитет у Београду

ХЛОРОВАНИ ПИРОЛИ-БИОЛОШКИ АКТИВНИ ПРИРОДНИ ПРОИЗВОДИ

Органска једињења која у структури садрже халогене су релативно често распрострањена у природи, а најчешће се појављују у саставу организама моринског порекла. Физиолошко дејство им је изражено и веома разноврсно, а посебно занимљива класа једињења која садрже хлор су она у чију структуру улази халогеновани пирил. У овом раду убиће рећи о природним производима у чији састав улазе хлоровани пирил и њиховој физиолошкој активности.

ХАЛОГЕНОВАНИ ПИРОЛИ

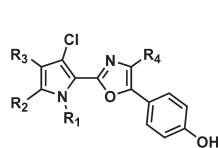
Секундарни метаболити који садрже халоген у својој структури називају се и халометаболити. Хлор је нешто заступљенији од брома у халометаболитима, док је број једињења са јодом, а поготово флуором, знатно мањи. Алкалоиди који садрже пирил у структури су веома распрострањени у природи, и многи од њих су халогеновани. На пример, бромовани пирили су детаљно проучени, највише због израженог физиолошког дејства [1]. Бројност припадника ове групе једињења је очекивана, с обзиром на велику реактивност пирила у реакцијама електрофилне ароматичне супституције. Док се увођење халогена лако изводи у лабораторијским условима [2], у биолошким системима пирил подлеже халогеновању помоћу ензима халогеназе [3].

У даљем тексту биће речи о врло занимљивој класи једињења-хлорованим пирилоима. Неки хлоровани индоли и пиролизинони такође садрже пирил као подструктуру, али се изучавају као посебна класа једињења и неће се појављивати у овом раду. Дат је преглед најпознатијих група природних производа са хлорованим пирилоима, укључујући њихове структуре и биолошку активност.

ФОРБАЗОЛИ

Форбазоли су природни производи у чију структуру улазе хлоровани пирил, оксазол и фенол, па су познати и као хлоровани фенилпирилооксазоли. Изоловани су из морског сунђера *Phorbas aff. clathrata* (Levi) из Индо-Пацифика и именовани као форбазоли А, В, С и Д [4]. Из врсте морских пужева *Aldisa andersoni* су такође изоловани форбазоли. Поред већ познатих форбазола А-Д, из њих су изолована и два нова једињења ове структуре, 9-хлорфорбазол Д и *N*-метил форбазол А [5]. На слици 1 су приказане структуре свих форбазола. Испитивањем антутуморске активности два нова форбазола на неколико канцерских ћелијских линија (меланом, канцер дојке, итд) установљено је да показују значајну активност, чак у рангу карбоплатина и темозоломида [5]. Ови

подаци указују на велики потенцијал ових једињења као антиканцерских лекова, па могу послужити као „lead“ молекули у синтези биоактивних деривата.

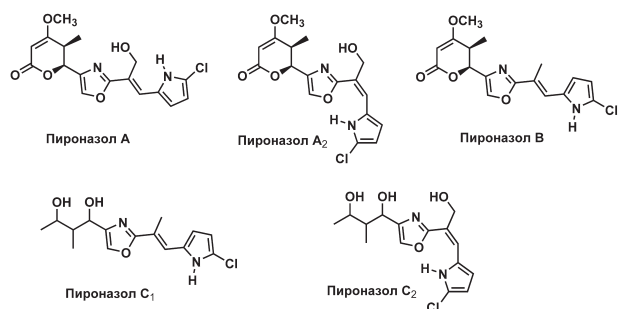


$R_1=R_2=H, R_3=R_4=Cl$	Форбазол А
$R_1=R_4=H, R_2=R_3=Cl$	Форбазол В
$R_1=R_2=R_4=H, R_3=Cl$	Форбазол С
$R_1=R_2=R_3=R_4=H$	Форбазол Д
$R_1=R_2=R_3=H, R_4=Cl$	9-Хлорфорбазол Д
$R_1=CH_3, R_2=H, R_3=R_4=Cl$	<i>N</i> -Метилфорбазол А

Слика 1. Форбазоли

ПИРОНАЗОЛИ

Занимљива група природних производа, који такође садрже хлоровани пирил и оксазол, а трећи прстен је пирил, познати су под називом пироназоли [6, 7]. Ова класа једињења, чији су припадници приказани на слици 2, релативно је скоро откривена и представља метаболите неких миксобактерија, које су се показале као богат извор великог броја физиолошки активних једињења. Из *Nannocystis pusilla* изолована је серија једињења сличних структура, названих пироназоли А, А₂, В, С₁, С₂. Тестови су показали да само пироназол А показује слабу антифунгалну активност према *Mucor hiemalis*, док је антибактеријска и цитотоксична активност изостала, као и код осталих деривата [6].



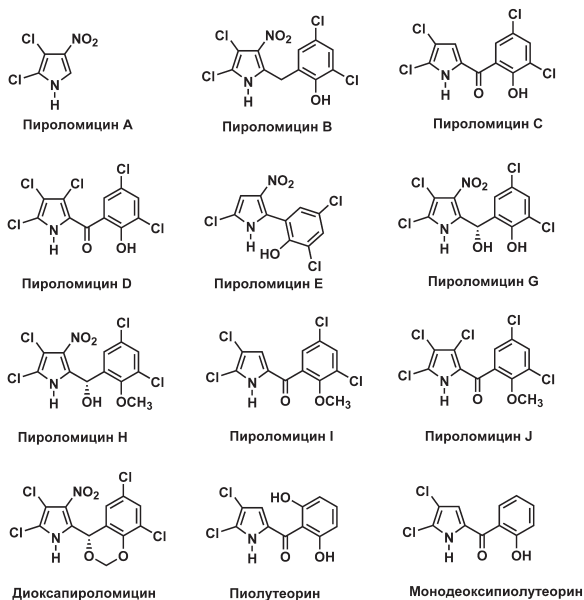
Слика 2. Пироназоли

ПИРОЛОМИЦИНИ И СРОДНА ЈЕДИЊЕЊА

Пироломицини су халометаболити родова *Streptomyces* и *Actinosporangium*, из чијих се ферментационих течности лако изолују. [8, 9]. На слици 3 приказане су њихове структуре. Пироломицини су деривати хлорованог пирила везани у положају С-2 директно или

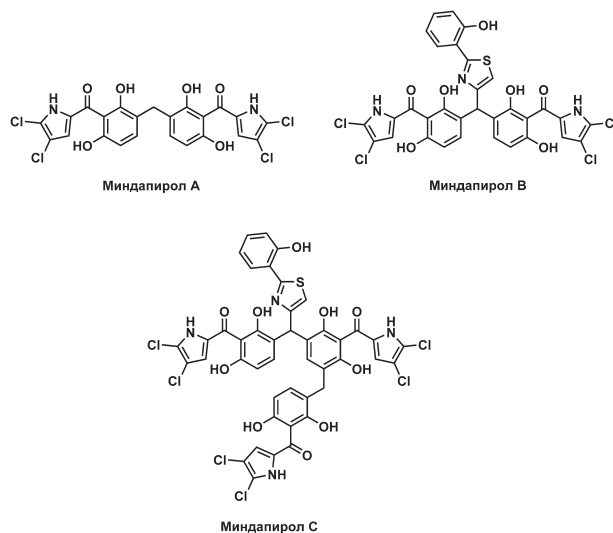
преко једног угљениковог атома за другу ароматично језгро [10]. Изузетак је пироломицин А, који нема арил-супституент и најједноставнији је припадник ове групе једињења. Именовани су као пироломицини А, В, С, D, Е, G, H, I, J, а у чланове ове групе убраја се и диоксапироломицин [11, 12]. Занимљиво је да у структури неких пироломицина постоји и нитро група, која није нарочито честа у природним производима. Њихово антибиотско дејство познато је дуго, још од 80-их година прошлог века, а до данас је детаљно проучено, и то на широком спектру бактеријских сојева [11].

На слици 3 је приказан и пиолутеорин, једињење које је, по структури, такође припадник групе пироломицина. Изаолован је 50-тих година прошлог века из *Pseudomonas aeruginosa*; посебно је активан према оомицети *Pythium ultimum* [13]. Има антибактеријску активност која је добро изучена. Значајна је и још једна активност пиолутеорина -цитотоксичност према ћелијама канцера дојке MDA-MB-231. Нова истраживања у вези механизма цитотоксичног дејства пиолутеорина су показала да индукује апоптозу [14].



Слика 3. Пироломицини и деривати

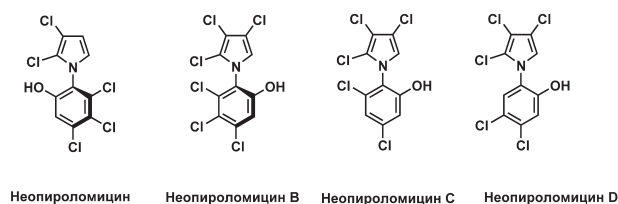
Миндапироли (слика 4) су новооткривена, занимљива класа халометаболита, по структури представљају димеризован пиолутеорин, који је и сам изолован са њима из хомогенизованог ткива циновског „бродског црва“, *Kuphus polythalamis* [15]. Установљено је да их заправо продукују бактерије *Pseudomonas aeruginosa* које су у њима присутне. Као и пиолутеорин, имају изражено антибактеријско дејство. Миндапирол А је најједноставнији, његову структуру чине два молекула пиолутерина повезана метиленским мостом. Миндапироли В и С су компликованији и имају додатну (једну или две) бифенилну структуру сачињену од тиазола и фенола. Они имају израженије антибактеријско дејство од миндапирола А, чак у рангу оксацилина. Делују против *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermis*, а важно је истаћи њихово антибактеријско дејство на метицилин-резистентни сој *Staphylococcus aureus* [15].



Слика 4. Миндапироли

НЕОПИРОЛОМИЦИНИ

Ово је мала група једињења бифенилне структуре. За разлику од пироломицина, хлоровано пиролово језгро је преко азота везано за бензенов прстен у коме је обавезна фенолна група у *ortho*-положају и два или три хлора, различито распоређена (слика 5). Неопироломицин је прво једињење из ове групе које је откривено [16]. Изаоловано је из културе *Streptomyces sp. M1424-38F1*. Кристалографском анализом утврђено је постојање неопироломицина у виду једног енантиомера-атропоизомера. Скоро две деценије касније, изолована су још три припадника ове класе једињења, неопироломицини В, С и D. Кристалографском анализом потврђена је и структура неопироломицина В. Сви неопироломицини показују изражено антимикробно дејство, детаљно изучено на широком спектру Грам-позитивних и Грам-негативних бактерија, као и на различитим врстама гљивица. Експерименти су показали да неопироломицин В, С и D имају и цитотоксично дејство према ћелијама тумора јетре, HEPG2 [17].

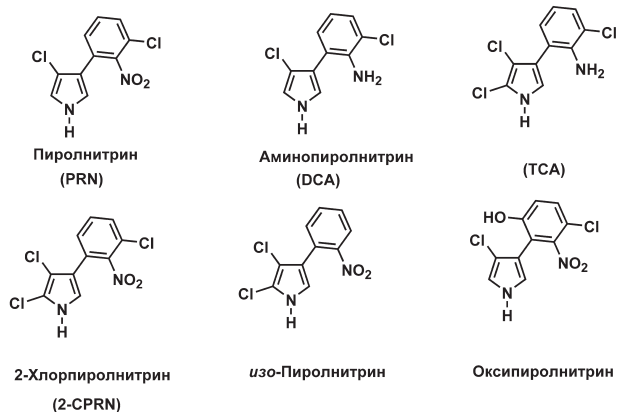


Слика 5. Неопироломицини

ПИРОЛНИТРИН

Пиролнитрин је халометаболит *Pseudomonas spp.*, *Mucococcus fulvusi*, *Enterobacter agglomerans*, а познат је још од половине прошлог века [18]. По структури, и он је арил-пирол, али, за разлику од пироломицина, код којих је арил-група везана у положају 2 пироловог прстена, код пиролнитрина је везана за С-4, уз „обавезан“ хлор у положају С-3 (слика 6). Активан је против

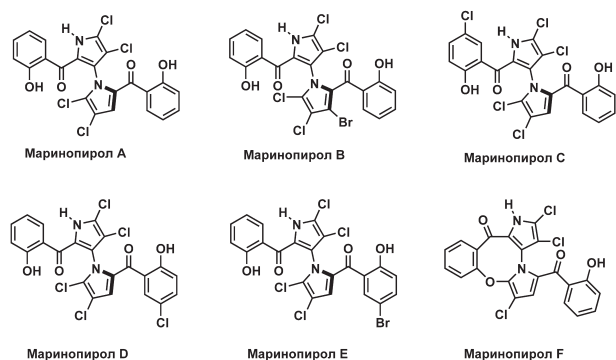
гљивица (*Penicillium puberulum*, *Paecilomyces variotti*), микобактерија (*Mycobacterium tuberculosis*) и бактерија (*Streptomyces violaceoruber*). Биосинтетски, пиролнитрин настаје из L-триптофана. Експерименти су показали да и додаток D-триптофана у хранљиви медијум стимулише стварање пиролнитрина. Водећи се овим резултатима, направљена је серија различитих деривата пиролнитрина [19]. Убацивањем деривата триптофана као прекурсора у хранљиви медијум, настају различити метаболити *Pseudomonas* (слика 6).



Слика 6. Пиролнитрини

МАРИНОПИРОЛИ

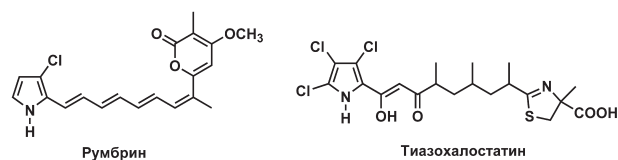
Иако би се, по самом имену претпоставило да је реч о општем називу за пироле маринског порекла, у питању је одређена класа халометаболита. Специфична је по бис-пиролној структури (слика 7). Изоловани су из различитих врста *Streptomyces* и имају антибиотско дејство. Због бис-пиролне структуре са супституентима у положајима поред азотовог атома у прстену, ова једињења се налазе у облику једног енантиомера-атропоизомера. Изузетак је маринопирол F, који се јавља у виду рацемата [20-22]. Маринопирол А, В и С показују антибактеријску активност према метицилин-резистентном соју *Staphylococcus aureus*, као и цитотоксичност према ћелијама канцера дебелог црева.



Слика 7. Маринопирол

РУМБРИН И ТИАЗОХАЛОСТАТИН

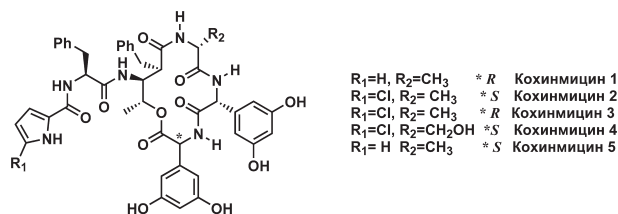
Ова два халометаболита се, по структури не могу уврстити у неку посебну групу једињења. Заједнички структурни мотив им је супституент на С-2 пирола у виду низа од осам угљеникових атома. Код румбрин је само један хлор везан, и то у положају 3 пирола, док је пирол преко тетраенског низа везан за пиринов прстен. Тиазохалоостатин има три хлора у пириловом прстену, а преко бочног низа је повезан са дериватизованим дихидротиазолом (слика 8). У бочном низу постоји и 1,3-дикетонски фрагмент који је у стабилном енолном облику. Румбрин је изолован из гљиве *Auxarthron umbrinum* [23, 24], док је тиазохалоостатин добијен из културе *Actinomadura sp.* [25, 26]. Оно што је заједничко овим једињењима је и њихово цитопротективно дејство. Спречавају ћелијску смрт узроковану високом концентрацијом калцијума у ћелији.



Слика 8. Хлоровани пирол са бочним низом

ЦИКЛОДЕПСИПЕПТИДИ

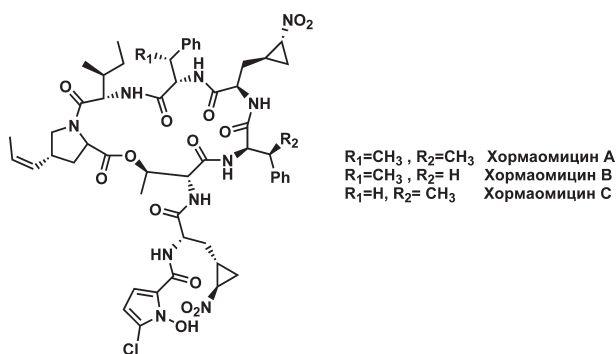
Депсипептиди су пептиди код којих је једна или више амидних веза замењена естарском. Последње деценије 20. века изолована је класа циклосепсипептида названа кохинмицини [27]. У питању су циклични хексапептиди који граде 16-члани прстен и садрже необичне аминокиселине, пирол-2-карбоксилну киселину, D/L-3,5-дихидроксибензилглицин и још неке D-аминокиселине. Добијени су ферментацијом *Microbispora sp.* ATCC 55140. Структуре различитих кохинмицина приказане су на слици 9. Кохинмицини 1 и 5 садрже пирол-карбоксилну киселину без хлора, док је у кохинмицинима 2, 3 и 4 она хлорована у положају С-5. У структуру ових једињења улазе по један D-*allo*-треонин, D-аланин, L-фенилаланин, D-фенилаланин и два 3,5-дихидроксибензилглицина, док кохинмицин 4 садржи D-серин уместо D-аланина. На слици 9 се види да кохинмицини имају различиту конфигурацију на обележеном хиралном угљенику.



Слика 9. Кохинмицини

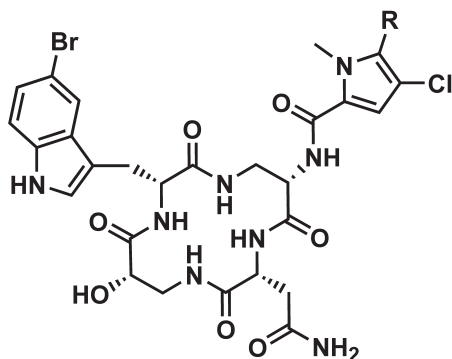
Кохинмицини су се показали као јаки конкуритивни ендотелин антагонисти. Испитивано им је и антимицробно дејство, али је само кохинмицин 3 показао активност против Грам-позитивних бактерија, али слабу [28, 29].

Још једна врста циклодепептида који садрже хлоровани пирол у својој структури су хормаомицини (слика 10). Из *Streptomyces griseoflavus* W-384 је изолован први хормаомицин [30]. Ово једињење има 19-члани прстен, и неколико необичних структурних мотива: у његову структуру улазе *N*-хидрокси-5-хлор-пирол-2-карбоксилна киселина, 4-(*Z*)-пропенилпролин, β -метилфенилаланин и ретка аминокиселина са циклопропановим прстеном и нитро групом. Хормаомицин стимулише продукцију антибиотика код различитих врста *Streptomyces sp.*; поред тога, показује снажно антимиembroно дејство против *Arthrobacter* и *Corynebacterium* [31]. Пре неколико година из *Streptomyces* изолована су још два хормаомицина, -В и С, такође активна против Грам-позитивних и Грам-негативних патогена [32].



Слика 10. Хормаомицини

Морски сунђери су извор занимљивих циклодепептида. Циклоцинамид А је циклодепептид изолован из морског сунђера рода *Psammocinia*, док је из рода *Corticium* изолован циклоцинамид В [33, 34]. Њихове структуре приказане су на слици 11. Ова једињења су такође хексапептиди, али у стварању прстена учествују само четири пептидне везе, тако да је прстен 14-члан. Занимљиво је да, поред хлороване пирол-карбоксилне киселине, у структуру овог једињења улази и 5-бромтриптофан. Циклоцинамид А показује селективну цитотоксичност према ћелијским линијама чврстих тумора, за разлику од циклоцинамида В, који не показује активност према ћелијама канцера колона НСТ-116.



$R=H$, Циклоцинамид А

$R=Cl$, Циклоцинамид В

Слика 11. Циклоцинамиди

ЗАКЉУЧАК

Хлоровани пиролу су занимљива група једињења, која показују разноврсну биолошку активност. Они су секундарни метаболити различитих врста организама. Због израженог дејства према неким патогенима, неки од њих су већ нашли примену као антибиотици, а у новијој литератури се често истиче и њихов антитуморски потенцијал. Структуре ових природних једињења чија је биолошка активност прилично испитана, представљају добру полазну основу за дизајнирање и синтезу нових сличних молекула са потенцијалним физиолошким дејством.

ABSTRACT

CHLORINATED PYRROLES-BIOLOGICAL ACTIVE NATURAL PRODUCTS

MILENA SIMIĆ, GORDANA TASIĆ, PREDRAG JOVANOVIĆ, Department of Organic chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Belgrade

Halogen containing organic compounds are widespread in nature and frequently appear in the marine organisms. These compounds have a variety of physiological activity. An interesting class of halogenated alkaloids are chlorinated pyrroles. In this work will be given an short overview of the class of these molecules, their structures and biological activities.

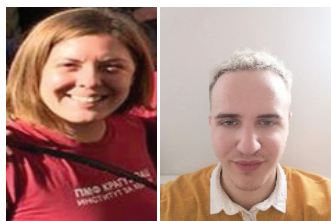
ЛИТЕРАТУРА

- V. M. Dembitsky, G. A. Tolstikov, Chemistry for Sustainable Development, 11 (2003) 451.
- M. Gilow, D. E. Burton, J. Org. Chem., 46 (1981) 2221.
- C. T. Walsh, S. Garneau-Tsodikova, A.R. Howard-Jones, Nat. Prod. Rep., 23 (2006) 517.
- A. Rudi, Z. Stein, S. Greem, L Goldberg, Y. Kashman, Tetrahedron Lett., 35 (1994) 2589.
- G. Nuzzo, M. L. Ciavatta, R. Kiss, V. Mathieu, H. Leclercqz, E. Manzo, G. Villani, E. Mollo, F. Lefranc, L. D'Souza, M. Gavagnin, G. Cimino, Mar. Drugs, 10 (2012) 1799.
- R. Jansen, S. Sood, V. Huch, B. Kunze, M. Stadler, R. Müller, J. Nat. Prod., 77 (2014) 320.
- S. N. R. Witte, J. J. Hug, M. N. E. Gerald, R. Meller, M. Kalesse, Chem. Eur. J., 23 (2017) 15917.
- N. Ezaki, T. Shomura, T. Koyama, T. Niwa, M. Kojima, S. Inouye, T. Ito, T. Niida, J. Antibiot., 34 (1981) 1363.
- M. Kaneda, S. Nakamura, N. Ezaki Y. Iitaka, J. Antibiot., 34 (1981) 1366.
- N. Ezaki, M. Koyama, T. Shomura, T. Tsuruoka, S. Inouye, J. Antibiot., 36 (1983) 1263.
- S. Cascioferro, M. V. Raimondi, M. G. Cusimano, D. Raffa, B. Maggio, G. Daidone, D. Schillaci, Molecules, 20 (2015) 21658.
- X-B Ding, M. A. Brimble, D. P. Furkert, Org. Biomol. Chem., 14 (2016) 5390.
- R. Takeda, J. Am. Chem. Soc., 80 (1958) 4749.
- T. Ding, L-J. Yang, W-D. Zhang, Y-H. Shen J. Pharm. Pharmacol., 72 (2020) 969.

15. N. M. Lacerna, B. W. Miller, A. L. Lim, J. O. Tun, J. M. D. Robes, M. J. B. Cleofas, Z. Lin, L. A. Salvador-Reyes, M. G. Haygood, E. W. Schmidt, G. P. Concepcion, J. Nat. Prod., 82 (2019) 1024.
16. T. Nogami, Y. Shigihara, N. Matsuda, Y. Takahashi, H. Naganawa, H. Nakamura, M. Hamada, Y. Muraoka, T. Takita, J. Antibiot., 43 (1990) 1192.
17. D. C. Hopp, J. Rhea, D. Jacobsen, K. Romari, C. Smith, J. Rabenstein, M. Irigoyen, M. Clarke, L. Francis, M. Luche, G. J. Carr, U. Mocek, J. Nat. Prod., 72 (2009) 276.
18. R. K. Tripathi, D. Gottlieb, J. Bacteriol., 100 (1969) 310.
19. S. Pawa, A. Chaudhari, R. Prabha, R. Shukla, D. P. Singh, Biomolecules, 9 (2019) 443.
20. J. W. Blunt, B. R. Copp, R. A. Keyzers, M. H. G. Munro, M. R. Prinsep, Nat. Prod. Rep., 29 (2012) 144.
21. C. Hughes, A. Prieto-Davo, P. R. Jensen, W. Fenical, Org. Lett., 10 (2008) 629.
22. K. Doi, R. Li, S.-S. Sung, H. Wu, Y. Liu, W. Manieri, G. Krishnegowda, A. Awwad, A. Dewey, X. Liu, S. Amin, C. Cheng, Y. Qin, E. Schonbrunn, G. Daughdrill, T.P. Loughran Jr., S. Sebti, H.-G. Wang, J. Biol. Chem., 287 (2012) 10224.
23. Y. Yamagishi, M. Matsuoka, A. Odagawa, S. Kato, K. Shindo, J. Mochizuki, J. Antibiot., 46 (1993) 884.
24. Y. Yamagishi, K. Shindo, H. Kawai, J. Antibiot., 46 (1993) 888.
25. Y. Yamagishi, M. Matsuoka, A. Odagawa, S. Kato, K. Shindo, J. Mochizuki, J. Antibiot., 46 (1993) 1633.
26. K. Shindo, Y. Yamagishi, H. Kawai, J. Antibiot., 46 (1993) 1638.
27. D. Zink, O. D. Hensens, Y. K. T. Lam, R. Reamer, J. M. Liesch J. Antibiot., 45 (1992) 1717.
28. Y. K. T. Lam, D. L. Williams Jr., J. M. Sigmund, M. Sanchez, O. Genilloud, Y. L. Kong, S. Stevens-Miles, L. Huang, G. M. Garrity J. Antibiot., 45 (1992) 1709.
29. Y. K. T. Lam, D. L. Zink, D. L. Williams Jr., B. W. Burgess, J. Antibiot., 45 (1992) 1792.
30. N. Andres, H. Wolf, H. Zähner, Z. Naturforsch., 45c (1990) 851.
31. L. Heide, L. Westrich, C. Anderle, B. Gust, B. Kammerer, J. Piel, ChemBioChem, 9 (2008) 1992.
32. M. Bae, B. Chung, K.-B. Oh, J. Shin, D.-C. Oh, Mar. Drugs 13 (2015) 5187.
33. W. D. Clark, T. Corbett, F. Valeriote, P. Crews, J. Am. Chem. Soc., 119 (1997) 9285.
34. D. W. Laird, D. V. LaBarbera, X. Feng, T. S. Bugni, M. Kay Harper, C. M. Ireland, J. Nat. Prod., 70 (2007) 741.



	<h2 style="margin: 0;">ВЕСТИ из ШКОЛЕ</h2> <h2 style="margin: 0;">ВЕСТИ за ШКОЛЕ</h2>
---	---



Јелена Ђурђевић Николић, Природно-математички факултет,
 Универзитет у Крагујевцу, Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац
 (jelena.djurdjevic@pmf.kg.ac.rs)

Филип Сташевић, Природно-математички факултет,
 Универзитет у Крагујевцу, Радоја Домановића 12, 34000 Крагујевац
 (filip.stasevic@pmf.kg.ac.rs)

ЗНАЊЕ ЈЕ КЉУЧ - ESCAPE ROOM У НАСТАВИ ХЕМИЈЕ

Настава хемије често буде окарактерисана као тешка, неразумљива и апстрактна. Један од начина да се овакав став према настави хемије промени је да се настава осавремени и да се користе различите методе и технике учења и поучавања. Један предлог како да настава постане занимљива, забавна и у исто време ефикасна дата је у овом раду. Игра као дидактичко средство почела је да се примењује у настави због својих позитивних ефеката на учење и знање ученика. Escape room може да буде начин да се деца заинтересују за наставу и да уживају док раде и уче.

УВОД

Образовни систем у Р. Србији се дуго времена базирао на традиционалној настави са свим својим позитивним и негативним карактеристикама [1,2]. Реформа образовања која траје скоро двадесет година покушава да наставу у нашој земљи учини савременом и прилагоди је новој генерацији деце која већ живи у четвртој индустријској револуцији [3]. Литература са почетка новог века је препуна израза активна настава, савремена настава, настава усмерена ученику. Претпоставља се да је разлог томе позитивна реакција ученика према таквој врсти наставе и боља ученичка постигнућа [4-8].

Поређење савремене и традиционалне наставе је важно да би се сагледало садашње стање у настави и начинили конкретни кораци ка превазилажењу недостатака сваке од њих, како би се створила што боља основа за квалитетну наставу. У традиционалној настави уобичајено је истицање циљева наставе навођењем шта ће наставник чинити, док се у савременој настави акценат ставља на циљеве које ученици треба да остваре. Грубо речено, традиционална настава је настава наставникове активности, а савремена настава настава ученикове активности.

Преласком на савремену наставу испливали су многи проблеми који се тичу наставног процеса и ученичког усвајања знања. Незаинтересованост ученика, краткорочна пажња, памћење и концентрација, ниска мотивисаност су неки од њих [9-11]. Са појавом оваквих потешкоћа временом су се јављали предлози и решења за исте. Осмишљени су нови облици наставе, нова наставна средства. Облици активне наставе попут пројектне наставе, проблемске наставе, учења путем откривања показују јако добре резултате када је реч о стимулисању ученика на рад [6,7,12-16]. Сви ови облици у настави се могу комбиновати са игром, као наставним средством.

Коришћење игре у настави, или гамификација како истичу поједини аутори, подразумева употребу основних карактеристика игре (изазов, резултат, успех) приликом учења, мотивисања и ангажовања ученика [17]. Други аутори игру у настави дефинишу као сложено педагошку активност која омогућава стицање знања, развој способности и доживљај последица сопствених поступака [18].

У раном детињству деца најбоље уче кроз игру развијајући своје моторичке и интелектуалне вештине [19-21]. Како расту, игра прелази у учење али се негде кроз школовање та веза губи. Видео игрице код старије деце изазивају различите емоције, попут посвећености, упорности, изразите мотивације [22,23]. Ове емоције је потребно пробудити код ученика и током школовања јер су оне кључне за успешан рад. Игра захтева пуну концентрацију и укљученост деце, па се управо на овој особини заснива употреба игре у настави, јер добра настава зависи од активног учешћа ученика. Лако је придобити и задржати пажњу деце ако је настава базирана на игри. Пажња коју ученик тада поседује има особине хотимичности и нехотимичности, што значи да ученик није присиљен да пази, сам управља својом пажњом и притом може пазити на исти садржај много дуже [24].

Игре дуго нису биле прихваћене у наставном процесу јер се појам игре схватао као забава, непродуктиван и безразложан облик рада. [25]. Међутим, игра као дидактичко средство представља нешто више од забаве на часу. Она подразумева да деца без стреса, са мање брига и анксиозности могу савладати градиво, а истовремено код деце буди жељу за радозналост, учењем и разумевањем градива [26-28]. Као таква, игра носи са собом разоноду и уживање која ако се правилно користи може довести до изузетних резултата током обраде градива и учења. Примена игре у настави подразумева већу мотивацију ученика, обезбеђује занимљив дидактички материјал, па се тако могу обрадити и најтежи наставни садржаји [29-32]. Игром је могуће премостити јаз између

формалног и неформалног учења и то је чини важним оружјем у наставном процесу. На основу многих истраживања и резултата може се рећи да игра стимулише ученике на учење, мотивише их и задржава мотивисаним током наставе [26, 33, 34]. Игре имају и изванредну стимулишућу функцију када је реч о интринзичкој мотивацији ученика [35, 36].

Појединац кроз игру развија све своје развојне аспекте: когнитивни (игра захтева решавање проблема, планирање, критичко мишљење, креативност, интелектуалну радозналост, развој језичке компетентности), социјални (игра утиче на развој слике о себи, развој самопоштовања, самоконтроле, саморегулације, емпатије, толеранције, групне припадности) и емоционални (игра буди снажна осећања везана за радозналост, од уживања до фрустрације, као и многа позитивна осећања попут оптимизма, поноса) [11, 37-39]. На часу на којем је примењена игра ученици сигурно неће једва чекати да звони за крај часа, већ ће уживати на часу и осећати се боље јер су савладали градиво и са задовољством ће доћи на следећи час [26, 34, 40-43].

Као дидактичко средство игра се може применити на свим нивоима образовања и може се укључити у све типове часове, на пример, могуће је проверавати знање игром, задавати домаће задатке у виду игре [26, 44]. Поједини аутори чак сматрају да је могуће цео школски дан организовати кроз игру [45]. Постоје и различити облици игре који се могу користити у настави хемије почев од једноставних: игра речи, игре са картама, са таблом, компјутерске игре, игре за концентрацију, до неких сложених облика игре попут глуме хемичарских занимања (нпр. рад у фиктивној фабрици лекова), *escape room*-а итд [12, 40, 46-53].

ESCAPE ROOM

Escape room је активност, индивидуална или тимска, у којој учесници решавају одређене задатке, проблеме, загонетке како би откључали просторију и изашли из ње [46]. Број задатака може варирати. Активност, осим што је ограничена простором ограничена је и временом. Временски, *escape room* најчешће траје сат времена. У просторији је потребно имати неколико радних столова, ормарића са фиокама и преградама, полице и разне друге предмете у којима ће се под кључем налазити следећи задатак или кључ за излазак из просторије.

Целокупна активност се може применити у наставним, али и у ваннаставним активностима. *Escape room* се у настави први пут почео примењивати у Јапану 2007. године, а појавио се као жеља наставника да унапреде наставни процес и пробуде интересовања код ученика [54]. Час организован помоћу *escape room*-а задовољава основни захтев савремене наставе, да ученик заузима централно место у процесу наставе.

Едукативни *escape room* мора [40]:

1. Да прати наставни план и програм;
2. Да буде оправдан постојањем конфликта, тј. проблема за решавање;
3. Да буде прилагођен старосном и менталном узрасту;
4. Да не захтева превише улагања новчаних средстава.

Са свим својим карактеристикама, едукативни escape room позива на учење, размишљање, употребу стечених и стицање нових знања. Ове активности су праћене стимулацијом мотивације, повећањем жеље за учењем, као и развојем многих социолошких особина код ученика (комуникативност, креативност, сарадња и рад у групи, вредновање свог и туђега мишљења) [40, 46, 47].

НАШ ПРЕДЛОГ ЗА ESCAPE ROOM - СОДА НИЈЕ САМО ЗА КОЛАЧЕ

Escape room назван „Сода није само за колаче“ је предвиђен за ученике осмог разреда основних школа. Састоји се из четири тематски повезана задатка. Решење једног задатка им даје кључ за отварање новог. Задаци су одштампани на специјалним картицама и уз пратеће реквизите се налазе на одговарајућим местима под кључем, изузев првог задатка који ученике чека на радном столу. Задаци су осмишљени тако да иду градивно по тежини, први је најлакши, последњи најтежи. Све супстанце са којима ученици раде су супстанце из свакодневног живота, које су махом безопасне. Место одржавања escape room-а може бити унапред припремљена учионица или лабораторија за хемију. Предвиђено време за решавање задатака је сат времена.

Тема escape room-а је угљеник и његова једињења. Циљ је да ученици примене своја знања, обнове иста али и стекну нова из задате теме. Поред тога, постоји и дугорочнији циљ у позадини активности, а то је да се код ученика пробуди жеља за учењем хемије, повећа мотивисаност и заинтересованост за хемију. Сви задаци од ученика траже одређени степен познавања хемије, развијену способност размишљања, закључивања али и додатно развијају исте код ученика.

У наставку следи кратки опис активности предложеног escape room-а. Додатан опис активности, дизајн картица, списак потребних реквизита и материјала наћи у Прилогу.

ОПИС АКТИВНОСТИ

На почетку активности ученицима се представља escape room и објашњавају правила игре. Тренутак за укључивање тајмера и почетак игре је када су свим ученицима јасна правила. Након тога ученици крећу са решавањем задатака. Ограничено време може да изазове жељу за такмичењем са временом, да пробуди жељу за игром, а истовремено и жељу за учењем.

У склопу првог задатка ученици треба да помешају две супстанце (сода бикарбона и сирћетна киселина) како би ослободили гас (угљеник(IV)-оксид) и напумпали балон. Издвајање довољне количине угљен-диоксида ће напунити балон и ученицима открити шифру кључа који крије други задатак. Соду бикарбону и сирћетну киселину мере ученици, помоћу ваге, односно, мензуре.

Кроз овај задатак ученици вежбају одмеравање супстанци, чврстих и течних, као и технику преношења и мешања супстанци. Такође, изводећи експеримент ученици откривају један од начина за добијање угљен-диоксида.

Други задатак се налази у фиоци означеној бројем 2 негде у учионици. У фиоци их чека упутство и потребан прибор за рад. У оквиру другог задатка ученици треба да реше стехиометријски задатак. Стехиометријски задатак је повезан са првим задатком. Ученици на основу једначине хемијске реакције која се одиграла у склопу експеримента из првог задатка и на основу дате количине соде бикарбоне рачунају количину издвојеног угљен-диоксида. Решење стехиометријског задатка даје код за други кључ и води ка трећем проблему.

Овај наизглед класичан стехиометријски задатак је омогућио ученицима повезивање претходно изведеног експеримента са теоријом, тако што су ученици применили закон о дејству маса, знање о количини супстанце, молу, на реакцију издвајања угљен-диоксида и израчунали количину издвојеног гаса. Како се задатак може решити на два начина, помоћу образаца или математичке пропорције, ученици су на овај начин вежбали и своје способности рачунања.

Реквизити и упутство за трећи задатак ученике чекају у ормарићу са назнаком 3. Од ученика се очекује да закључе да треба да премажу бели папир са гвожђе(III)-хлоридом. У тренутку фарбања отвара се нови задатак. На папиру ће се појавити нацртани аутомобил са посебним нагласком на ауспух. Ученике добијени цртеж у комбинацији са одштампаним ПСЕ треба да наведе да пронађу симболе елемената који се налазе у речи ауспух (AuSPUH: Au-злато; S-сумпор; P-фосфор; U-уранијум; H-водоник). Бројеви периода, редом од злата до водоника, ученицима дају претпоследњу лозинку. Она их води ка четвртном задатку.

Овај корак escape room-а посебно ученицима пружа развијање логичког закључивања и размишљања. Осим тога, ученици обнављају знање о симболима елемената и њиховом положају у ПСЕ.

Потребан прибор за четврти задатак их чека у ковчежићу на којем је налепљен број 4. Унутар њега се налази кесица прашкасте соде бикарбоне која се користи у домаћинству и нови проблем. Потребно је да ученици уоче назив и формулу соде бикарбоне на кесици и напишу реакцију добијања соде бикарбоне. Од ученика се очекује да на основу назива уоче из којих би супстанци могли добити соду бикарбону (натријум-хидроксид и угљена киселина). Осим што се од ученика очекује да напишу једначину хемијске реакције потребно је и да је изједначе. Коефицијенти испред реактанта и производа реакције у једначини дају последњи код. Последњи код их води ка кључу од учионице и изласку из ње, тј. завршетку escape room-а.

За четврти задатак ученици су посебно мотивисани јер ће његовим решавањем бити ослобођени из учионице и победити тајмер. Овај задатак ученике позива на индуктивно закључивање. Током решавања проблема ученици вежбају писање једначина хемијских реакција и примену закона о дејству маса.

Последњи код ученици треба да пронађу исписан на некој од посуда у учионици. У њој се налази кључ за излазак из просторије. The-end.

ЗАКЉУЧАК

Савремену наставу треба конципирати тако да буде што више активна. Ако ученик активно суделује на часу он ће лакше запамтити и савладати градиво, битно је и да ученику на часу не буде досадно. Досада може да буде главни проблем данашњих школа ако се предавања свODE на традиционално преношење информација са наставника на ученике. Наставник би требало да буде креативан у својим размишљањима и приликом припреме наставних јединица, потребно је и да јасно одреди које све активности жели да оствари код ученика. Ученици се на рад и учење могу стимулисати различитим методама, техникама и наставним средствима која би требало да се стално мењају и прилагођавају ученицима. Игра као дидактичко средство код деце може да изазове повећану пажњу, упорност, повећану концентрацију, жељу за открићем, већу мотивисаност итд. Добре стране игре треба искористити у настави, са једном малом напоменом, настава не може бити заснована само на ИГРИ, већ настава треба да има све позитивне аспекте традиционалне и савремене наставе. Само настава која је шаролика и у којој наставник примењује различите форме наставе, константно комбинујући различите методе и наставна средства има шансу да буде ефикасна и да ученици из те наставе извуку максимум знања, вештина и умећа.

ABSTRACT

KNOWLEDGE IS THE KEY - ESCAPE ROOM IN TEACHING CHEMISTRY

Jelena Đurđević Nikolić, Filip Stašević, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, 34000 Kruševac

Chemistry education is often characterized as difficult, incomprehensible and abstract. One of the ways to change this attitude towards chemistry education is to modernize teaching by using different methods and techniques of learning and teaching. One suggestion on how to make teaching interesting, fun and at the same time efficient is given in this paper. The game as a didactic tool has been applied in teaching due to its positive effects on students' learning and knowledge. The pupils' interest in science teaching can be increased by playing in the escape room, while at the same time they enjoy working and learning.

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Trnava, J. Đurđević, *Pedagogija*, Naučna knjiga, Beograd, 1992.
2. N. Laketa, D. Vasiljević, *Osnovni problemi didaktičko-metodičkog obrazovanja i usavršavanja nastavnika*, Zbornik radova Učiteljskog fakulteta, Užice, 2011, 13.
3. B. Bogojević, B. Lalić, N. Tasić, T. Todorović, G. Tepić, *Uloga visokoškolskog obrazovanja i značaj e-učenja u četvrtoj industrijskoj revoluciji*, XXIV skup Trendovi razvoja: *Digitalizacija visokog obrazovanja*, 2018.
4. M. Matijević, *Projektno učenje i nastava*, u: *Nastavnički suputnik*, Znamen, Zagreb, 2008/9, 188-225.

5. S. Lam, R. W. Cheng, W. Y. Ma, *Teacher and student intrinsic motivation in project-based learning u: Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 37(6), 2009, 565-578.
6. M. E. Peffer, M. Renken, P. Enderle, J. Cohen, *Mission to Planet Markle: Problem-Based Learning for Teaching Elementary Students Difficult Content and Practices u: Research in Science Education*, 2019.
7. E. L. Crane, *Project-based learning in the secondary chemistry classroom*, Michigan State University, 2015.
8. S. Antić, A. Pešikan, I. Ivić, *Aktivno učenje 2*, Institut za psihologiju, Beograd, 2001.
9. D. Petrović Bjekić, L. Zlatić, A. Brković, *Motivacija učenika za nastavne predmete*, u: *Psihologija*, zbornik radova, Učiteljski fakultet, Užice, 1998, 115-136.
10. J. Adamov, S. Olić, *Ostvarenost obrazovnih standarda za kraj obaveznog obrazovanja za nastavni predmet hemija u: Nastava i vaspitanje*, 2015, 64/2, 223-237.
11. J. Lee, J. Hammer, *Gamification in Education: What, How, Why Bother?* u: *Academic Exchange Quarterly*, 2011.
12. F. Stašević, *Projektna nastava i motivacija učenika u nastavi hemije*, master rad, Prirodno matematički fakultet, Institut za hemiju, Kragujevac, 2019.
13. K. Yen-Ruey, T. Hsiao-Lin, C. Chi-Chin, *The Influence of Inquiry-Based Teaching on Male and Female Students' Motivation and Engagement u: Res Sci Educ*, 2018.
14. B. Acar Sesen, L. Tarhan, *Inquiry-Based Laboratory Activities in Electrochemistry: High School Students' Achievements and Attitudes u: Res Sci Educ*, 2013, 43:413-435.
15. C. L. Chiang, H. Lee, *The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students u: International Journal of Information and Education Technology*, 2016, 6/9.
16. A. W. Neuman, B. B. Harmon, *Plants in Medicine: An Integrated Lab-Lecture Project for Non-science Majors u: J. Chem. Educ.* 2018.
17. S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, D. Dixon, *Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts u: Proceedings of the 2011 Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2011.
18. Ladislav Bogar, Milan Matijević, *Didaktika*, Školska knjiga, Zagreb, 2005.
19. R. Rajović, I. Rajović, *Metodološki priručnik projekta, Cesta Fantazije/Fantao n.o.*, Špania Dolina, Slovensko, 2019.
20. A. Ivanković, *Pokretne igre*, Biblioteka Pčelica, Zagreb, 1973.
21. E. Kopas Vukašinović, *Uloga igre u razvoju dece predškolskog i mlađeg školskog uzrasta u: Зборник Института за педагошка истраживања*, 2006, 174-189.
22. S. Jain, C. Shakner, *Statistical study of video game effects on children's u: International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education*, 2014.
23. R. Ryan, S. Rigby, A. Przybylski, *The motivational pull of video games: A self-determination theory approach u: Motivation and Emotion*, 2006.
24. L. Bogar, *Igra u nastavi na početku školovanja*, Školska knjiga, Zagreb, 1986.
25. V. Simović, *Igra u nastavi/učenju stranih jezika*, u: *Nauka*

- i savremeni univerzitet-Filologija i univerzitet, tematski zbornik radova, Filozofski fakultet, Niš, 2012.*
26. D. Dziob, *Board Game in Physics Classes—a Proposal for a New Method of Student Assessment* u: *Res Sci Educ*, 2018, 50, 845–862.
 27. D. Gruending, D. Fenty, T. Hogan, *Fun and games in nursing staff development* u: *Journal of Continuing Education in Nursing*, 1991, 22(6), 259–262.
 28. D. Lewis, S. Saydak, I. Mierzwa, J. Robinson, *Gaming: A teaching strategy for adult learners* u: *Journal of Continuing Education in Nursing*, 1989, 20(2), 80–84.
 29. M. D. Hanus, J. Fox, *Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance*, u: *Computers & Education*, 2015, 80 (Supplement C), 152–161.
 30. S. Campbell, J. Muzyka, *Chemistry Game Shows* u: *J. Chem. Educ.* 2002, 79 (4), 458.
 31. E. A. Akl, V. F. Kairouz, K. M. Sackett, W. S. Erdley, R. A. Mustafa, M. Fiander, C. Gabriel, H. Schunemann, *Educational games for health professionals* u: *Corhane Database of Systematic Reviews*, 2013, 3, 1–46.
 32. M. A. Royse, S. E. Newton, *How gaming is used as an innovative strategy for nurse education* u: *Nursing Education Perspectives*, 2007, 28(5), 263–267.
 33. P. Ernest, *Games: A rationale for their use in the teaching of mathematics in school* u: *Mathematics in School*, 1986, 15(1), 2–5.
 34. T. W. Stringfield, E. F. Kramer, *Benefits of a Game-Based Review Module in Chemistry Courses for Nonmajors* u: *J. Chem. Educ.* 2014, 91, 56–58.
 35. J. Banfield, B. Wilkerson, *Increasing student intrinsic motivation and self-efficacy through gamification pedagogy* u: *Contemporary Issues in Education Research CIER*, 2014, 7(4), 291.
 36. D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, G. Angelova, *Gamification in education: A systematic mapping study* u: *Educational Technology & Society*, 2015, 18(3), 75–88.
 37. Anela Nikčević Milković, *Korišćenje i učinkovitost igre u razrednoj nastavi*, u: *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i vaspitanja*, Zagreb, 2011, 108–121.
 38. J. McGonigal, *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*, Penguin Press, New York, NY, 2011.
 39. N. Lazzaro, *Why we play games: Four keys to more emotion without story*, preuzeto sa: https://twvideo01.ubm-us.net/01/vault/gdco4/slides/why_we_play_games.pdf
 40. R. Peleg, M. Yayon, D. Katchevich, M. Moria-Shipony, and R. Blonder, *A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun!* u: *J. Chem. Educ.* 2019, 96, 955–960.
 41. C. Dichev, D. Dicheva, *Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain* u: *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2017, 14 (1), 9.
 42. R. E. Saputro, S. B. Salam, M. H. Zakaria, *A review of intrinsic motivation elements in gamified online learning* u: *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2017, 95 (19), 4934–4948
 43. D. Vlachopoulos, A. Makri, *The effects of games and simulations on higher education* u: *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2017, 14 (1), 22.
 44. J. Laster, *At Indiana U., a class on game design has students playing to win*, preuzeto sa: <http://chronicle.com/blogs/wiredcampus/at-indiana-u-a-class-on-game-design-has-students-playing-towin/21981>
 45. S. Corbett, *Learning by playing: Video games in the classroom*, preuzeto sa: <http://www.nytimes.com/2010/09/19/magazine/19video-t.html>
 46. M. Ferreira-González, A. Amores-Arrocha, E. Espada-Bellido, M. J. Aliaño-Gonzalez, M. Vázquez-Espinosa, A. V. González-de-Peredo, P. Sancho-Galán, J. Álvarez-Saura, G. F. Barbero and C. Cejudo-Bastante, *Escape Classroom: Can You Solve a Crime Using the Analytical Process?* u: *J. Chem. Educ.* 2019, 96, 267–273.
 47. N. Dietrich, *Escape Classroom: The Leblanc Process—An Educational “Escape Game”* u: *J. Chem. Educ.* 2018, 95, 996–999.
 48. R. M. Hanson, *The Chemical Name Game* u: *J. Chem. Educ.* 2002, 79, 1380.
 49. K. Capps, *Chemistry Taboo: An Active Learning Game for the General Chemistry Classroom* u: *J. Chem. Educ.* 2008, 85, 518.
 50. M. J. Costa, *CARBOHYDECK: A Card Game To Teach the Stereochemistry of Carbohydrates* u: *J. Chem. Educ.* 2007, 84, 977.
 51. T. Pippins, C. M. Anderson, E. F. Poindexter, S. Sultemeier, L. D. Schulz, *Elements Cycles: An Environmental Chemistry Board Game* u: *J. Chem. Educ.* 2011, 88, 1112–1115.
 52. J. P. Grinias, *Making Game Out of It: Using Web-Based Competitive Quizzes for Quantitative Analysis Content Review* u: *J. Chem. Educ.* 2017, 94 (9), 1363–1366.
 53. D. A. Nowosielski, *Use of a Concentration Game for Environmental Chemistry Class Review* u: *J. Chem. Educ.* 2007, 84, 239.
 54. S. Nicholson, *Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities*, 2015.

ПРИЛОГ

Додатан опис активности

1. задатак: Ученике на радном столу чекају вага, сахатно стакло, мензура, левак, нормални суд, балон у којем се налази цедуљица са кодом, кашичица, сода бикарбона, сирћетна киселина и картица са упутством (Слика 1) и игла. Ученици разматрају шта је то што се од њих тражи. Закључују да треба да помешају соду бикарбону и сирћетну киселину. Соду бикарбону одмеравају на ваги, а сирћетну киселину помоћу мензуре. Преко левка обе супстанце преносе у нормални суд, на који након додавања супстанци каче балон. Да баш тако треба да склопе апаратуру их асоцира облик картице са упутством. Када се балон надува ученици примећују унутар балона цедуљицу и закључују да балон треба да пробуше како би ослободили цедуљицу и први код (4484). Балон буше иглом која стоји на радном месту.

2. задатак: Ученици код са цедуљице користе како би откључали фиоку. У фиоци се налази други задатак, тачније картица са упутством (Слика 2), папир, диги-

<i>Пошребни реквизиции и материјал</i>	
Опште	тајмер, 3 шифрована катанца, кључ од учионице (лабораторије), фасцикла, ормар са фиоком, ормар са вратанцима, ковчежић, посудница
1. задатак	вага, сахатно стакло, мензура, левак, нормални суд, балон, кашичица, сода бикарбона, сирћетна киселина, картица са упутством (Слика 1), игла
2. задатак	папир, хемијска оловка, дигитрон, периодни систем елемената, картица са упутством (Слика 2)
3. задатак	бели папир, калијум-тиоцијанат (KSCN, раствор 2M), гвожђе(III)-хлорид (FeCl ₃ , раствор, 2M), четкица, картица са упутством (Слика 3а), картица са ПСЕ (Слика 4)
4. задатак	кесица прашкасте соде бикарбоне (NaHCO ₃), папир, хемијска оловка, картица са упутством (Слика 5)
Табела 1. Укупни списак реквизиата и потребног материјала за Escape room-Сода није само за колаче	

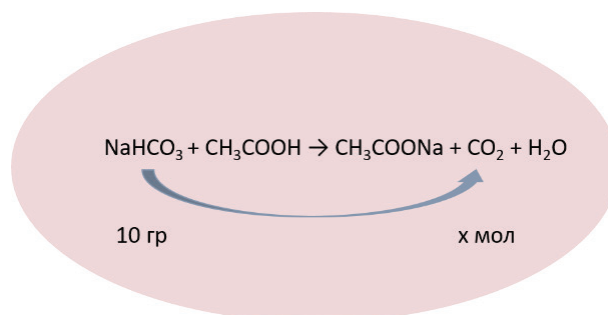
трон и хемијска оловка. Од ученика се очекује да закључе да треба да реше стехиометријски задатак, тј. нађу број молова угљен-диоксида. Релативне атомске масе које су ученицима потребне за израчунавање, могу наћи у периодном систему елемената. Број молова угљен-диоксида је други код (01190). Ученици задатак могу решити на два начина, помоћу образаца за количину супстанце или помоћу математичких пропорција.

3. задатак: Решење стехиометријског задатка ученицима открива код, који користе да откључају назначена вратанца на ормарићу. Унутра их чека бели папир (Слика 3а), чаша са раствором гвожђе(III)-хлорида, четкица и картица са упутством у облику периодног система елемената (Слика 4). Ученици на основу шаре на белом папиру закључују да треба да премажу бели папир са раствором из чаше. Цртеж на белом папиру је нацртан са безбојним калијум-тиоцијанатом. Приликом премазивања са гвожђе(III)-хлоридом појављује се нови цртеж црвене боје (услед реакције калијум-тиоцијаната и гвожђе(III)-хлорида) и открива нови задатак. Сада се од њих тражи да повежу цртеж (Слика 3б) са периодним системом елемената. Потребно је да на цртежу уоче ауспух, а затим да у речи ауспух открију симболе елемената (AuSPUH: Au-злато; S-сумпор; P-фосфор; U-уранијум; H-водоник). Бројеви периода, редом од злата до водоника, ученицима дају претпоследњу шифру (63371).

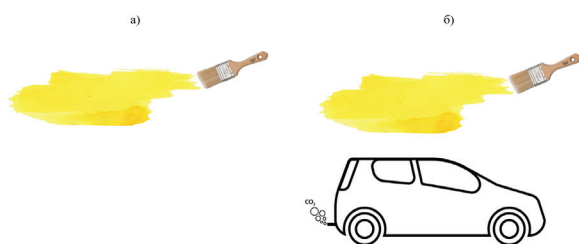
4. задатак: Добијену лозинку ученици користе да откључају ковчежић у којој их чека картица са упутством (Слика 5), кесица соде бикарбоне, папир и хемијска оловка. Ученици уочавају формулу соде бикарбоне на кесици, и на основу празних поља на упутству дописују реактанте и производе реакције у реакцији добијања соде бикарбоне. Након изједначавања добијени коефицијенти у једначини дају последњу лозинку (1111). Њу ученици користе како би пронашли назначени предмет у учионици, у њему нашли кључ од учионице и изашли из ње.



Слика 1. Картица за 1. задатак



Слика 2. Картица за 2. задатак



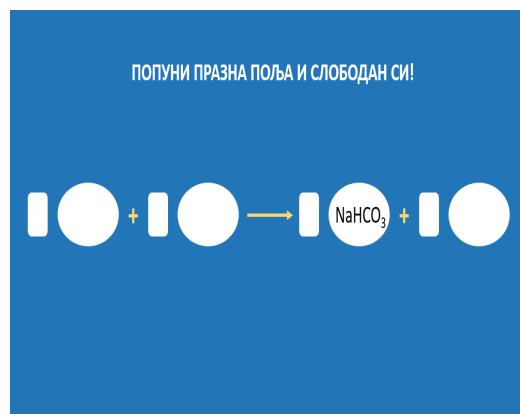
Слика 3. Бели папир пре премазивања (а) и бели папир

18 ИСКОРСТИ МЕ ДА ДОБЕШ ДО КОДА.
ПОМОГ ПРОНАЂИ НА ЦРТЕКУ.

1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og		
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

после премазивања

Слика 4. Картица за 3 задатак у виду ПСЕ



Слика 5. Картица за 4 задатак



ИЗВЕШТАЈ О РАДУ СРПКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА У 2019. ГОДИНИ

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

Годишња скупштина Друштва одржана је 28. марта 2019. године на Технолошко-металуршком факултету у Београду на којој је изабран председник Српског хемијског друштва на мандатни период од две године. За председника Друштва изабрана је др Весна Мишковић Станковић, професор Технолошко-металуршког факултета у Београду.

Априлски дани о настави хемије одржани су 24. и 25. априла 2019. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду у организацији Српског хемијског друштва и Хемијског факултета. И ове године је, као и претходне две, спајањем 30. стручног усавршавања наставника хемије с трећом конференцијом методике наставе хемије, омогућена размена резултата истраживања у области образовања и искустава из учионице између методичара наставе хемије и настав-

ника хемије из основних и средњих школа широм Србије. Учесници су имали прилику да чују три пленарна предавања из различитих области хемије, чије садржаје могу прилагодити и применити у сопственој пракси. Осталих шест пленарних предавања односила су се на актуелна питања из области наставе хемије, која су размотрена из угла науке и праксе, што наставницима пружа прилику да у сопственој пракси доносе одлуке засноване на резултатима истраживања. На скупу је учествовао укупно 121 учесник: 102 наставника хемије из основних школа, гимназија и средњих стручних школа у Србији, 17 универзитетских наставника (Универзитет у Београду - Хемијски факултет, Универзитет у Београду - Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду - Учитељски факултет, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Новом Саду - Природно-математички факултет, Универзитет Тирило и Методије у Скопљу - Институт за хемију Природно-математичког факултета) и два студента пете године интегрисаног студијског програма

Настава хемије Хемијског факултета Универзитета у Београду. Ове године, међу предавачима први пут смо имали госта са универзитета изван Републике Србије. Укупно је одржано девет пленарних предавања, десет саопштења, три радионице и једна трибина. У оквиру два саопштења учествовали су ученици из Гимназије „Патријарх Павле“ и Основне школе „Младост“ из Београда са својим наставницама. Програмски одбор скупа чинили су: Драгица Тривић, Весна Милановић, Биљана Томашевић, Јасна Адамов, Душица Родић, Тамара Рончевић, Саша Хорват и Миланка Џиновић.

У периоду од 9. до 11. маја 2019. године одржана је Девета интернационална конференција хемијских друштава југоисточне Европе (9th International Conference of Chemistry Societies of the Southeast European Countries, ICOSECS9), на Универзитету Валахија у Трговишту, Румунији. Земље учеснице биле су Румунија, Бугарска, Северна Македонија, Грчка, Кипар, Црна Гора и Србија. Представник Српског хемијског друштва у Одбору конференције била је председница Српског хемијског друштва др Весна Мишковић-Станковић, редовни професор Универзитета у Београду - Технолошко-металуршког факултета. У међународном научном одбору, Српско хемијско друштво је представљао др Игор Опсеница, ванредни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета. Једно од пленарних предавања на конференцији одржао је др Милош Милчић, ванредни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета. На конференцији је укупно представљено осам пленарних предавања, педесет усмених презентација и сто тридесет девет постерских презентација. Србија је представљена кроз двадесет три презентације, и тиме је према броју радова била друга најзаступљенија земља на конференцији, после Румуније. На церемонији затварања конференције Румунско хемијско друштво је поводом 100 година од оснивања доделило почасну диплому „Diploma of Honor Petru Poni“ и медаљу „Petru Poni“ проф. др Весни Мишковић-Станковић и проф. др Милошу Милчићу за допринос развоју и промоцији науке и организацији Конференције.

55. Републичко такмичење из хемије за ученике средњих школа, у организацији Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Српског хемијског друштва, одржано је на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду у периоду од 10. до 12. маја 2019. године.

Од 17-19. маја 2019. године, на Департману за хемију, биохемију и заштиту животне средине Природно-математичког факултета у Новом Саду, одржано је 55. републичко такмичење из хемије за ученике основних школа. Републичко такмичење је четврти и највиши ранг такмичења из хемије за ученике основних школа. Организатори овог такмичења су Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а Природно-математички факултет је по први пут био домаћин овог такмичења. Током два такмичарска дана, такмичари, ученици 7. и 8. разреда, су показали завидан ниво знања и експерименталних вештина.

У Београду је од 23. до 25. маја 2019. одржана Шеста српска хемијска олимпијада ученика средњих школа у организацији Српског хемијског друштва, Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Хемијског факултета Универзитета у Београду, Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу и Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Ово такмичење је истовремено и изборно такмичење за 51. Међународну хемијску олимпијаду. Такмичење је одржано на Универзитету у Београду - Хемијском факултету. У припреми и реализацији такмичења су учествовали: др Душан Сладић, др Нико Радуловић, др Ирена Новаковић, Видак Раичевић, др Александра Маргетић, др Александра Дапчевић и Срђан Туфегџић. Учествовало је 12 такмичара, који су се квалификовали на основу резултата постигнутих на републичком такмичењу. Задачи са решењима се могу видети на сајту www.mojahemija.org. Сви ученици који су се пласирали на Међународну хемијску олимпијаду су дугогодишњи успешни такмичари. Игор Топаловић је прошле године био учесник 50. Међународне хемијске олимпијаде, а раније је освојио другу и трећу награду на Српској хемијској олимпијади, као и једну прву и две друге награде на републичким такмичењима из хемије. Михаило Милошевић је био освајач једне прве, једне друге и једне треће награде на републичким такмичењима, на којима је Михаило Мирковић освојио једну другу и једну трећу награду, а Александра Љубеновић једну прву и две друге награде. Сви похађају школе које спадају у најуспешније на такмичењима из хемије. Дугогодишња сарадња са Нафтном индустријом Србије је била један од кључних чинилаца за успех наших такмичара на Међународној хемијској олимпијади. Током шест година сарадње освојена је 21 медаља (једна златна, 7 сребрних и 13 бронзаних) и једна похвалница. Томе је допринела подршка НИС-а организацији Српске хемијске олимпијаде, припремама екипе и омогућавању одласка на Међународну хемијску олимпијаду.

У периоду од 27. до 30. маја 2019. године одржан је 7. Регионални симпозијум електрохемије земаља југоисточне Европе (7th Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe, RSE-SEE-7), у хотелу „Парк“ у Сплиту, у Хрватској. Иако је конференција примарно регионалног карактера, поред земаља из региона, учествовале су земље из целе Европе, па и шире. Представник Српског хемијског друштва у Научном одбору конференције била је председница Српског хемијског друштва, проф. др Весна Мишковић-Станковић (Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет). Проф. др Јелена Бајат (Универзитет у Београду - Технолошко-металуршки факултет) је била члан Организационог одбора.

Као представници Србије, предавања по позиву су одржали др Небојша Николић (Универзитет у Београду – Институт за хемију, технологију и металургију) и проф. др Игор Пашти (Универзитет у Београду – Факултет за физичку хемију). На конференцији је укупно

представљено 5 пленарних и 10 предавања по позиву, као и 68 усмених презентација. Осим тога, изложено је и 67 постерских саопштења. Србија је представљена кроз два предавања по позиву и 12 постерских презентација.

56. Саветовање Српског хемијског друштва одржано је у Ректорату Универзитета у Нишу 7-8. јуна 2019. године у организацији Српског хемијског друштва уз суорганизацију Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу. Као и претходних година, и на овогодишњем Саветовању окупили су се хемичари и технолози из Србије и окружења, како из научно-образовних институција, тако и из индустрије, презентovali своје научне резултате и разменили идеје из различитих области хемије и хемијске технологије. Научни програм одвијао се кроз 2 пленарна предавања, 6 предавања по позиву, 14 усмених и 79 постерских саопштења. На овогодишњем Саветовању, пленарни предавачи и предавачи по позиву били су еминентни стручњаци и професори из наше земље и иностранства - проф. др Никола Балдовини (Nicolas Baldovini) и др Корнелија Мејнерт (Cornelia Meinert) из Француске, проф. др Зорана Ферјанчић, доц. др Марија Генчић, др Александар Декански, проф. др Наталија Половић, др Јасмина Никодиновић-Рунић и др Матија Златар из Србије. Жири у саставу проф. др Тања Ђирковић Величковић, доц. др Ана Милгојевић и доц. др Миљан Биговић, на основу оригиналности, квалитета експерименталних резултата, као и јасноће презентације, одабрао је следећа три постерска саопштења за ЈУ-ПАК-ову награду (IUPAC Poster Prize):

- Физичко-хемијска и електрохемијска карактеризација електролита за литијум-јонске батерије - Снежана Паповић (Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад)
- Синтеза, карактеризација и антипролиферативна активност новог тетразолског деривата хенодеоксихолне киселине - Душан Ђ. Шкорић (Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад)
- Синтеза и биолошка испитивања нових аналога (-)-гониофуруона - Слађана М. Кекезовић (Природно-математички факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, Нови Сад)

Поред ових награда додељена су и три гранта за учешће на зимској школи протеомике која се организује у оквиру пројекта FoodEnTwin No 810752. Комисија, у саставу проф. др Тања Ђирковић Величковић, проф. др Јелена Мутић и проф. др Маја Груден, разматрајући квалитет постера и њихових презентација, доделила је награде младим истраживачима: Мили Миленковић, Универзитет у Косовској Митровици, Миљану Биговићу, Универзитет у Подгорици, Црна Гора, и Невени Стевановић, Универзитет у Крагујевцу.

Годишњи састанак Генералне скупштине Међу-

народне уније за чисту и примењену хемију (IUPAC) је одржан у Паризу. Француска, од 9. до 12. јула 2019. године. У раду овог скупа је учествовала председница Српског хемијског друштва Весна Мишковић-Станковић, заједно са 156 представника хемијских друштава из 53 земље. Посебном свечаном церемонијом на Сорбони је обележена 100. годишњица од оснивања IUPAC-а и 50. Заседање Генералне скупштине.

У Паризу је од 21. до 30. јула 2019. одржана 51. Међународна хемијска олимпијада, на којој је учествовало 309 такмичара из 80 земаља. Србија је на овом, најугледнијем такмичењу из хемије ученика средњих школа, учествовала осми пут. Екипу су чинили: Игор Топаловић, ученик IV разреда Ужичке гимназије, Михаило Милошевић, ученик III разреда Математичке гимназије у Београду, Михаило Мирковић, ученик III разреда Прве београдске гимназије и Александра Љубеновић, ученица III разреда Гимназије у Лесковцу. Игор Топаловић је освојио сребрну медаљу, Михаило Милошевић и Михаило Мирковић бронзане медаље, а Александра Љубеновић похвалницу. Иако је рангирање такмичара индивидуално, по билансу медаља за последњих пет година Србија заузима 31. место у свету, а 16. место у Европи, боље од скоро свих западноевропских земаља. Двонедељне припреме за олимпијаду су, у организацији Српског хемијског друштва, одржане на Природно-математичком факултету у Нишу под руководством др Ника Радуловића, редовног професора, и на Хемијском факултету Универзитета у Београду под руководством др Душана Сладића, редовног професора, који су били и ментори екипе на олимпијади. Припреме и учешће екипе су финансирани од стране Нафтне индустрије Србије, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Српског хемијског друштва.

Годишњи састанак Генералне скупштине Европског хемијског друштва (EuChemS) је одржан у Букурешту, Румунија, 3. и 4. октобра 2019. године. У раду овог скупа је учествовала председница Српског хемијског друштва Весна Мишковић-Станковић, заједно са председницима хемијских друштава из 36 земаља. Румунско хемијско друштво, домаћин овогодишњег састанка, је доделило медаље и дипломе свим националним хемијским друштвима EuChemS поводом 100. годишњице оснивања. Осим председнице Српског хемијског друштва, у раду Генералне скупштине у отвореном саставу учествовале су Славица Ражић, као председница Дивизије за аналитичку хемију и Јелена Лазић, као делегат Европске мреже младих хемичара (EYCN).

Седма конференција младих хемичара Србије одржана је 2. новембра 2019. године на Универзитету у Београду-Хемијском факултету у организацији Српског хемијског друштва и Клуба младих хемичара Србије. Гост Конференције био је др Antonio M. Rodríguez García, председник Европске мреже младих хемичара (EYCN). На Конференцији је презентовано 108 радова у виду постерских саопштења и 20 усмених саопштења, сви на енглеском језику. У оквиру

научног програма одржано је једно пленарно предавање и два предавања по позиву. Пленарно предавање „The poly(ϵ -caprolactone) chemistry role in creating new polymer biomaterials” одржала је др Маријана Поњавић са Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду. Прво предавање по позиву „Novel diazachrysenes and naphthyridines in the fight against Ebola” одржао је др Живота Селаковић са Хемијског факултета Универзитета у Београду. Друго предавање по позиву „Stacking interactions of aromatic ligands in transition metal complexes“ одржао је др Душан Маленов, са Хемијског факултета Универзитета у Београду. Гост конференције, председник EYCSN др Antonio M. Rodríguez García, одржао је радионицу „Publishing in top journals: tips and common mistakes“. Европска мрежа младих хемичара и њихова партнерска компанија EVONIK INDUSTRIES AG обезбедили су новчане награде за учеснике Конференције за најбоље усмено и најбоље постерско саопштење на енглеском језику у износу од по 75 ЕУР. Клуб младих хемичара и Српско хемијско друштво су традиционално обезбедили награде у виду промотивне шоље са логом Српског хемијског друштва и логом Клуба младих хемичара Србије, а први пут су за победнике обезбеђене и бесплатне чланарине у Српском хемијском друштву за 2020. годину. За најбоље усмено саопштење награђена је Анђела Мркобрад са Универзитета у Новом Саду - Природно-математичког факултета, са радом: „Synthesis and characterization of new cadmium(II) complexes with 2-acetylpyridine-aminoguanidine“. Награду за најбоље постерско саопштење добила је Јована Тубак са Универзитета у Новом Саду - Природно-математичког факултета, са радом: „Influence of the ionic liquids based electrolytes on the tomato growth, development and oxidative stress“.

КЛУБ МЛАДИХ ХЕМИЧАРА

Управни одбор Клуба младих хемичара Србије (Вук Филиповић, Јелена Радивојевић, Живота Селаковић) поднео је Извештај о раду из кога се види да су чланови Клуба били веома активни. Четрнаести годишњи састанак Европске мреже младих хемичара (14th Delegate Assembly of the European Young Chemists' Network) одржан је у Бремену (Немачка), у периоду од 17-20. марта 2019. године. Представница Српског хемијског друштва и Клуба младих хемичара Србије била је чланица Јелена Лазић. Изабран је нови Управни одбор EYCSN и Јелена Лазић ће бити благајник у периоду од 2019-2021. Клуб је 28. септембра 2019. учествовао на десетој Европској ноћи истраживача „Истражујемо кроз ноћ, у знању је моћ“ са поставком под насловом „Сам у кући - шта све можеш са кућном хемијом“. Експерименте су изводили чланови Клуба: Михајло Јакановски, Александра Ђуновић, Анђела Максимовић, Марија Сесартић, Мила Лазовић и Ненад Друловић. Одржана је Седма конференција младих хемичара Србије 2. новембра 2019. на Универзитету у Београду-Хемијском факултету.

Свечана скупштина Српског хемијског друштва одржана је 5. децембра 2019. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду. У складу са традицијом добитник Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2018. годину, Живослав Тешић, одржао је предавање: „Полифенолни профил воћа гајеног у Србији”, док је Бобан Анђелковић, добитник Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2018. годину, одржао предавање под насловом „Пчелиња аптека – прополис дар природе”.

Секретар Друштва, Мелина Калагасидис Крушић, известила је о овогодишњим наградама и признањима Друштва. Награђени студенти добијају двогодишње бесплатно чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*. За 2019. годину носиоци Специјалног признања су:

Миловић Емилија, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,79

Удјилановић Марина, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,77

Бранковић Јовица, Природно-математички факултет, Крагујевац – 9,54

Миленковић Мила, Природно-математички факултет, Приштина/Косовска Митровица – 9,80

Стојковић Павле, Хемијски факултет, Београд – 9,97

Срејић Невена, Хемијски факултет, Београд – 9,85

Ђурић Тијана, Хемијски факултет, Београд – 9,85

Деспотовић Игњат, Хемијски факултет, Београд – 9,60

Кретић Данијела, Хемијски факултет, Београд – 9,54

Мартинов Лука, Хемијски факултет, Београд – 9,50

Гагић Јелена, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,91

Јухас Сузана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,79

Тодоровић Николина, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,79

Башић Нада, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,74

Славнић Кристина, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,74

Тошић Маријана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,73

Бандука Нина, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,72

Црнковић Марина, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,64

Алексић Милица, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,61

Копиловић Бојан, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,59

Бјекић Јелена, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,59

Шошкић Александра, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,56

Багањ Николет, Природно-математички факултет,

Нови Сад – 9,52

Антонијевић Никола, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,88

Милојковић Александра, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,69

Кулушић Ђурђица, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,60

Благојевић Мина, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,94

Деак Марко, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,88

Косић Вишња, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,79

Васић Марина, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,76

Симовић Ђорђе, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,74

Прерадовић Константин, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,67

Асановић Катарина, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,55

Милошевић Маја, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,53

Сретеновић Драгана, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,92

Добитници Годишње награде СХД за 2019. годину, признања које носи и новчану награду су:

Давид Копривица, Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду - 10

Ивана Петровић, Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду - 10

Тамара Миличић, Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду - 9,96

Алекса Милосављевић, Хемијски факултет Универзитета у Београду - 10

Тијана Даничић, Технолошки факултет Универзитета у Новом Саду - 9,89

Ивана Петровић, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду - 10

Финансијски део награда, за ову годину, за петоро студената обезбедили су Технолошки факултет и Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду.

На свечаној скупштини је за заслужне чланове изабрани су Јанош Чанади, Милош Милчић и Драгана Милић.

У 2019. години СХД је доделило Захвалнице: компанији НИС а.д. Нови Сад за подршку организацији такмичења и конференција у 2019. години, Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду

за организацију Републичких такмичења из хемије за ученике средњих школа у 2019. години, Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду за организацију Републичких такмичења из хемије за ученике основних школа у 2019. години. СХД је доделило Захвалнице: Софији Совиљ, Влатки Вајс, Мирјани Војиновић-Милорадов, Теодору Асту, Живораду Чековићу, Мирославу Гашићу, Ратку Јанкову и Јовану Јовановићу као знак признања за дугогодишњи допринос у раду Друштва. Истовремено СХД је доделило Захвалнице: Наталији Половић, Милану Николићу и Веселину Маслаку као знак признања за допринос реализацији Републичког такмичења из хемије за ученике основних школа, а Александри Маргетић, Ђеђи Ваштаг и Видаку Раичевићу као знак признања за допринос реализацији Републичког такмичења из хемије за ученике средњих школа. Као знак признања за десет година успешног рада у Друштву СХД је доделило Захвалницу Клубу младих хемичара Србије.

У 2019. години СХД је доделило Похвалнице за постигнут успех на 51. Међународној хемијској олимпијади: Игору Топаловићу за освојену сребрну медаљу, Михајлу Милошевићу и Михајлу Марковићу за освојене бронзане медаље и Александри Љубеновић за похвалницу.

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

Рада Баошић - Медаља за изванредне резултате у настави, као израз признања за допринос настави хемије, реализацији стручног усавршавања наставника и такмичења ученика основних школа из хемије.

Урош Гашић - Медаља за прегалаштво и успех у науци, као израз признања за резултате истраживања из области хемије хране са акцентом на аналитици секундарних метаболита биљака.

Слободан Петровић - Медаља за трајан и изванредан допринос науци, као израз признања за допринос развоју органске хемије и хемијске технологије.

РАД ПРЕДСЕДНИШТВА И УПРАВНОГ ОДБОРА СХД

У току 2019. године одржана су четири састанка **Председништва** и један састанак **Управног одбора** на којима се расправљало о текућим активностима Друштва, разматрани су извештаји о одржаним манифестацијама и организацији предстојећих манифестација, извештавано је о сарадњи Друштва са Европском асоцијацијом за хемију и молекуларне науке (EuCheMS) и другим асоцијацијама хемичара, расправљало се о публикацијама Друштва, финансирању и раду секција и подружница.

ЧЛАНАРИНА И ПРЕТПЛАТА НА ПУБЛИКАЦИЈЕ

Висина чланарина и претплате на публикације за 2019. годину била је следећа:

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

РАД ПОДРУЖНИЦА СХД

Подружница у Краљеву: Подружница СХД Краљево је обновљена 6. марта 2019. године. На састанцима који су одржани у периоду од марта до децембра 2019. године, чланови су имали прилике да присуствују предавањима које је реализовала Светлана Керечки, наставница хемије у Основној школи „IV Краљевачки батаљон“, и Милена Брковић, наставница хемије у ОШ „Вук Караџић“, Наставници основних школа и Гимназије су узели учешће у организацији општинског и регионалног такмичења из хемије. Чланови друштва су присуствовали на „Априлским данима о настави хемије“.

Подружница КиМ: Чланови подружнице су презентовали резултате научно-истраживачког рада на више научних регионалних и међународних скупова, укључујући и 56. Саветовање СХД и 7. Конференцију младих хемичара Србије. Чланови подружнице дали су значајан допринос промоцији студија хемије, у оквиру које је организован и Дан отворених врата Природно-математичког факултета у Косовској Митровици, са активним учешћем студената основних и мастер студија. Студенти хемије су веома успешно широкој популацији у оквиру ове манифестације изводили популарне огледе из хемије на градском тргу у Косовској Митровици са колегама са осталих студијских група Природно-математичког факултета. И ове године организована је промоција студија хемије, Друштва и Одсека за хемију у Косовској Митровици, на територији Косова и Метохије, и општинама које се граниче са овим подручјем, кроз посете чланова Друштва средњим школама. У оквиру ових активности хемија је промовисана и кроз скромну донацију лабораторијског посуђа и хемикалија неопходних за извођење лабораторијских вежби ђака основних и средњих школа у Косовском Поморављу. На позив Подружнице предавања су одржали професори Универзитета у Београ-

ду-Хемијског факултета, др Татјана Вербић, ванредни професор и др Драган Манојловић, редовни професор.

Подружница у Бору: Током 2019. године Подружница је реализовала три научно-стручна предавања за чланове подружнице, али и за остале заинтересоване колеге и студенте Техничког факултета у Бору.

У оквиру годишње седнице скупштине подружнице др Владан Ђосовић, научни саветник са Института за хемију, технологију и металургију из Београда одржао је предавање на тему „Електроконтактни материјали на бази сребра – савремени изазови, приступи и решења“. Дана 31. маја 2019. године господин Jun Zhao, генерални директор НВБИС Србија и господин Владан Михаиловић, генерални менаџер примарне производње НВБИС Србија одржали су предавање на тему „НВБИС Србија пут до успеха“. Уследило је и стручно предавање господина Владана Андрејића, самосталног технолога високопећног процеса НВБИС Србија на тему: „Употреба 100 % пелета у засипу Високе пећи“. У циљу промоције науке међу младима и грађанством, чланови подружнице СХД Бор су и ове године активно учествовали у манифестацији „Борска Ноћ Истраживача - БОНИС“, која је одржана 27. септембра 2019. године на платоу испред Дома културе у Бору. Чланови подружнице активно су учествовали и на 56. Саветовању СХД.

РАД СЕКЦИЈА СХД

Секције Друштва су кроз свој рад, организовање предавања, трибина, учествовање на различитим скуповима и конгресима на успешан начин омогућиле размену информација међу својим члановима што је њихова основна улога.

СЕКЦИЈЕ ДРУШТВА

Секција за керамику. У оквиру састанка Секције предавање је одржао др Александар Радојковић. Пета конференција Друштва за керамичке материјале Србије одржана је 11-13. јуна на Машинском факултету у Београду.

Електрохемијска секција. У току 2019. године на састанцима Секције одржана су три предавања. Предавачи су били: др Станко Бранковић, проф. др Ђенђи Ваштаг, др Небојша Николић. Чланови електрохемијске секције СХД учествовали су током 2019. године на неколико домаћих и међународних научних конференција. За председника секције изабран је др Бранимир Гргур, а за секретара секције др Мила Крстајић Пајић.

Секција за хемију животне средине. Активношћу чланова Секције, а пре свих проф. Бранимира Јованчичевића, Република Србија је изабрана за домаћина међународне конференције из области хемије животне средине “21th European Meeting on Environmental Chemistry” (ЕМЕС21) у организацији Европске асоцијације за хемију животне средине (Association of Chemistry and the Environment - ACE). У току 2019.

године Секција је организовала неколико предавања. Предавачи су били: Dr Mark Antony Taggart (Environmental Research Institute-ERI, University of the Highlands and Islands (UHI), Шкотска); Prof. Takeshi NAKANO (Research Center for Environmental Preservation, Osaka University, Јапан); Mr. Hiroki OKI, (Senior Deputy Manager, Japan Environmental Storage & Safety Cooperation (JESCO)); Mr. Takayoshi MIYAZAKI (Japan international Cooperation Agency -JICA Kansai, Јапан). Секција је организовала циклус предавања на Коларцу под насловом „Антропоцен: циркуларном хемијом од отпада до биосензора“. За председника секције изабран је др Владимир Бешкоски, за потпредседника секције др Маја Турк Секулић, а на место секретара секције изабрани су Сања Живковић и др Константин Илијевић.

Секција за хемију и технологију влакана и текстила. Активности Секције у току 2019. године обухватиле су учешће на 56. Саветовању СХД. Чланови Секције активно су учествовали и на другим научним и стручним скуповима у земљи и иностранству.

Секција за хемију и технологију макромолекула. Чланови Секције су учествовали на 56. Саветовању СХД и 7. Конференцији младих хемичара Србије. У периоду од 09. јуна до 14. јуна чланови Секције су учествовали на међународном конгресу “European Polymer Congress”, Херсонисос, Крит, Грчка. Током године у организацији Секције др Слободан Јовановић одржао је предавање.

Секција за теоријску и рачунарску хемију. У организацији Секције одржана су два предавања др Лела Вуковић (Department of Chemistry and Biochemistry University of Texas at El Paso), и др Thomas Niehaus (Institut Lumiere Matiere Universite Claude Bernard, Lyon). Представник Секције у Division of Computational and Theoretical Chemistry (DCTC) EuChemS проф. Катарина Николић је учествовала на састанку DCTC 3. септембра 2019. године. Овај састанак је одржан у оквиру конференције „12th EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTATIONAL THEORETICAL CHEMISTRY“. На овој конференцији наш представник је имао усмено излагање.

Секција за молекуларне науке о храни. У оквиру Horizont 2020 пројекта “FoodEnTwin” организована је летња школа металомике на којој је су учествовали студенти докторских студија из Србије и иностранства. Чланови Секције учествовали су и у реализацији радионице “Food and Environmental -Omics”. Неколико чланова Секције учествовало је у реализацији билатералног пројекта између Србије и Немачке. Чланови Секције реализовали су више активности које су допринеле унапређивању истраживачких капацитета у области молекуларних наука о храни. Поред посета реномираним институцијама у иностранству, чланови Секције учествовали су и на бројним међународним конференцијама и скуповима.

Аналитичка секција. Професорка Славица Ражић као председник секције за аналитичку хемију у оквиру EuChemS учествовала је у организовању “Analytical Chemistry in environmental monitoring and chemistry studies” на конференцији International Conference on Chemistry and Environment2 (ICCE, 16-20 јун), на којој

је одржала предавање. На предлог Председништва DAC-EuChemS, на годишњем састанку секције професорка Славица Ражић изабрана је за председника DAC-EuChemS и у другом мандату, а за период 2020-2022. Такође, професорка Славица Ражић активно је учествовала у раду конференције Euroanalysis XX (31 август - 5 септембар, Истанбул, Турска)

Наставна секција СХД. У току 2019. године одржано је 9 састанака. У оквиру састанака секције одржано је неколико предавања: др Весна Мишковић Станковић, др Јелена Радосављевић, Милош Козић, Анита Стојчевски, Наташа Диздаревић, Ђурђа Ђетковић, Весна М. Митровић, Јелена Димитријевић, Јасмина Тодоровић, мр Снежана Рајић, Љиљана Ристић. На састанцима Секције је извршена анализа рада актива наставника хемије, анализирана су постигнућа ученика на крају другог циклуса обавезног образовања и изведен је закључак да су постигнућа ученика на завршном испиту боља у односу на претходне године. Још једном је констатован значајан проблем непостојања већег броја акредитованих семинара за наставнике хемије те се у наредном периоду треба посветити повећању броја акредитованих семинара. Наставници средњих стручних школа наводе да постоје велики проблеми због тога што је хемија као наставни предмет у једном делу ових школа постала изборни, те да многи наставници хемије постају технолошки вишкови. Ученицима основних и средњих школа који су на Градском такмичењу из хемије постигли значајне резултате додељене су дипломе.

Секција за медицинску хемију. У периоду 9-10. фебруара 2019. године у Базелу, Швајцарска у организацији Европске федерације за медицинску хемију (“European Federation for Medicinal Chemistry-EFMC”) одржан је EFMC Workshop на ком су присуствовали председници националних секција за медицинску хемију. Представник Секције за медицинску хемију СХД на састанку је био др Игор Опсеница, председник секције. На састанку је дискутован досадашњи рад EFMC и направљен је план даљих активности у циљу побољшања рада и положаја медицинских хемичара. У организацији Секције предавања су одржали др Биљана Глишић, др Дејан Опсеница и др Татјана Вербић. У марту 2019. године отворени су LinkedIn (Division of Med Chem of the Serbian Chemical Society) и Twitter (Division of MedChem-Serbian Chemical Society, @MedChemSerbia) налози Секције на којима се представља рад Секције и њених чланова. Колегиница Марта Спасић, која је освојила награду за најбоље усмено саопштење на Шестој конференцији младих хемичара Србије, била је представник Секције на конференцији “6th Young Medicinal Chemist Symposium (EFMC-YMCS 2019)” која је одржана у периоду 5-6. септембра 2019. године у Атини, Грчка. За председника Секције за медицинску хемију изабран је др Игор Опсеница, а за секретара Секције изабран је др Марио Златовић.

Српско хемијско друштво – Хемијско друштво Војводине, СХД-ХДВ је успешно радило кроз своје Подружнице и Секције Друштва. Председник СХД-

ХДВ, Сања Панић, је поднела Извештај о раду у прошлој години. Активности Српског хемијског друштва-Хемијског друштва Војводине у 2019. години су остварене кроз уобичајене организационе и стручне садржаје. Интернет сајт Друштва на адреси <http://hdv.org.rs/> је редовно ажуриран кроз обавештења о актуелним дешавањима у раду Секција друштва, као и другим активностима чланова Друштва.

Ученици основних и средњих школа и наставници хемије и технологије у општини Врбас и непосредној околини су, као и у претходном периоду, и у току 2019. године били носиоци активности реализованих у оквиру СХД-ХДВ Подружница Врбас. Чланови Подружнице су својим ангажовањем, поред редовних састања, договора и припрема око активности учествовали и у организацији и реализацији општинског и окружног такмичења из хемије. Чланови Подружнице су учествовали и у организацији и реализацији интерактивних предавања, радионица и округлог стола („Свакодневна хемија“, „Биогас“, „Занимљива технологија“, „Нутритивна вредност намирница“, „Здрава храна“, „Вода за пиће“, „Отпадне воде“, „Секундарне сировине“, „Примењена наука“, „Примењено предузетништво“, „Обновљиви извори енергије“), у чијем осмишљавању, организовању и реализовању су учествовале Тамара Премовић и Нада Орбовић. У циљу иницирања и учествовања у подизању квалитета педагошке праксе, подстицања и коришћења савремених медија у реализацији наставних садржаја и иницирања и подизања информатичке и предузетничке културе и писмености међу наставницима хемије и технологије, као и промоције и праћења развоја у области хемијских и технолошких дисциплина одржани су: семинари, интерактивна предавања и радионице („Савремени медији за савремену наставу хемије и технологије“, „Стицање и развијање научних појмова у настави“, „Праћење и вредновање постигнућа ученика“, „Хемија и технологија у свакодневном животу“, „Толеранција, хуманост, поверење, поштовање, индивидуалност, тимски рад у настави“, „Рад са даровитим ученицима“, „Рад са ученицима са посебним потребама“). У иницирању, креирању садржаја, организацији и реализацији ових активности учествовале су Тамара Премовић и Нада Орбовић. У сарадњи председника Подружнице Врбас и ЈКП „Комуналац“ Врбас реализовани су пројекти „Вода, извор живота“ и „Сепарација отпада“, којим су обухваћени основци и срењошколци из општине Врбас и непосредне близине. Чланови Подружнице Врбас су учествовали на „Априлским данима о настави хемије“. На 3. Конференцији методике наставе хемије, председник Подружнице Врбас, Тамара Премовић, имала је два излагања.

Чланови Секције за биохемију СХД-ХДВ су током 2019. године учествовали у организовању: међуокружног такмичења из хемије за ученике средњих школа; републичког такмичења из хемије за ученике основних школа. Такође, учествовали су у промоцији и популаризацији хемије и биохемије на манифестацијама као што је, Фестивал науке на Универзитету у

Новом Саду. Чланови Секције презентовали су резултате својих истраживања на неколико међународних и националних научних скупова, између осталог на 56. Саветовању СХД.

У 2019. години чланови Секције за органску хемију СХД-ХДВ су учествовали на укупно четири конференције [56. Саветовање Српског Хемијског Друштва (Ниш); 6th EFMC Young Medicinal Chemist Symposium (Athens, Greece); 21st Central European NMR Symposium & Bruker users meeting (Београд) и Седма Конференција младих хемичара Србије (Београд)] са више од десет истраживача. Три млада истраживача (Снежана Паповић, Душан Шкорић и Слађана Кекезовић, сви са ПМФ-а у Новом Саду) су награђена IUPAC Poster Prize наградом на 56. Саветовању СХД у Нишу.

Чланови Секције за катализу СХД-ХДВ су током 2019. године презентовали резултате својих истраживања на неколико међународних и националних научних скупова, међу којима се посебно истичу 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management (Хераклион, Крит, Грчка, од 26. до 29. јуна 2019.), 21st Danube-Kris-Mures-Tisza (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health (Нови Сад, Србија, од 6. до 8. јуна 2019.), VII Меморијални научни скуп из заштите животне средине „Доцент др Милен Далмација“, 7th Conference of the young chemists of Serbia, као и 56. Саветовање Српског хемијског друштва. Такође, чланови секције интензивно су учествовали у организацији Међународне Конференције 1st International Conference on Advanced Production and Processing – ICAPP која је одржана 10. и 11. октобра 2019. на Технолошком факултету Нови Сад поводом прославе 60 година постојања факултета.

Секција за инжењерство материјала СХД-ХДВ је у периоду од јануара до новембра 2019. године организовала неколико предавања еминентних стручњака из области материјала, др Adam Strachota са Института за хемију макромолекула Чешке Академије наука у Прагу одржао је предавање под називом: “Monolithic intercalated PNIPAm/starch hydrogels with very fast and extensive one-way volume and swelling response to Temperature and pH: prospective actuators and solvent release systems”. Доц. др Мирослав Цветинов, са Академије Уметности, Универзитета у Новом Саду, одржао је предавање под називом “Карактеризација меке материје методом дифракције X-зрака”.

Рад Секције за аналитичку хемију СХД-ХДВ огледао се у организовању предавања “Микотоксини и безбедност хране” које је одржалаје др Сандра Јакшић, научни сарадник Научног института за ветеринарство „Нови Сад“. Чланови Секције су активно учествовали у раду 56. Саветовања СХД. Поред тога, чланови Секције су учествовали са радовима и на неколико домаћих, регионалних и међународних научних скупова: VI International Congress “Engineering, Environment and Materials in Processing Industry”, (11.-13. мај, Јахорина, Република Српска, Босна и Херцеговина); XXI YuCorr, (17.-20. септембар, Тара); 25nd International Symposium on Analytical and Environmental Problems,

(7. и 8. Октобар, Сегедин, Мађарска); 7th Conference of the Young Chemists of Serbia, (2. Новембар, Београд); 13th Conference for Young Scientists in Ceramics (16.-19. Октобар, Нови Сад). Такође, током 2019. године чланови Секције су активно учествовали на Међународном фестивалу науке и образовања 2019. који је одржан 18. и 19. маја, затим на „Baby Exitu“ 18. и 19. маја, као и на манифестацији „Ноћ истраживача“ која је одржана 27. и 28. септембра 2019. године у Новом Саду.

Током 2019. године **JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY** су уређивали главни и одговорни уредник Бранислав Николић и заменик уредника Душан Сладић. Часопис је редовно излазио и издато је 12 свезака са 118 радова, 519 аутора, на 1485 страна. Сви прихваћени радови (са DOI бројевима) постављени су на Home Page часописа у форми у којој су прихваћени (пре потпуне обраде за штампање). Ранг на листи часописа индексираних на SCI листи у области мултидисциплинарне хемије, у 2019. години, је 138/177, импакт фактор 1,097. Петогодишњи импакт фактор у 2019. години (према укупном броју цитата током 5 година) је 1,023; ранг је 135/177.

У оквиру 60. годишта (које је издавано током 2019. године) редакција Хемијског прегледа је задржала досадашњу уредничку праксу публикавања прегледних и информативно-стручних радова. Годиште 60. Хемијског прегледа изашло је на укупно 156 страна, при чему су бројеви Хемијског прегледа 2, 4. и 6. изшли на предвиђених 28 страница, а остала три броја на 24 стране.

ПРЕГЛЕД ПРИХОДА И РАСХОДА У 2019. ГОДИНИ

Врста прихода	Удео у приходима(%)
Донаторства и спонзорства	33,83
Министарство просвете, науке и технолошког развоја	21,41
Котизације	10,48
Претплате на часописе	5,29
Чланарине	17,88
Приходи од услуга на тржишту, камате и позитивне курсне разлике	11,11

Врста расхода	Удео у расходима (%)
Трошкови издавања часописа	14,07
Зараде запослених и рад преко омладинске задруге	23,56
Поштански трошкови	4,18
Ауторски хонорари	24,44
Службена путовања	10,92
Чланарине	0,79
Остали трошкови (превоз запослених, канцеларијски материјал, услуге комуникација, књиговодствене услуге, такси и други трошкови превоза, таксе, банкарске услуге, трошкови репрезентације и сл.	22,04

секретар Друштва
Игор Опсеница

Одштампано	2018.	2019.	
		број	% према 2018
Свезака	12 (11)*	12	100
Радова	106	118	113
Страна	1422	1485	105
Аутора	478	519	108
Иностранних аутора	289**	241***	83
Пристигли радови	245	223	91
Штампано	23	79	
Прихваћено за штампу	65	105	
Одбијено	125	89	

*Двоброј 7-8;

**Иностранни аутори: око 60% од укупног броја аутора;

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

Током целе године, у оквиру издатих бројева, публиковано је 17 ауторских чланака домаћих аутора из разних области хемије од којих је 4 чланка везано за наставу хемије. Све слике пристигле од аутора у боји се као такве и објављују у ПДФ и html верзији Журнала, док је штампа и даље само црно-бела. Ауторске текстове прате слике аутора. Часопис се редовно шаље у репозиторијум Народне библиотеке Србије, а електронске верзије сваког броја (у ПДФ формату) могу се „скинути“ са њиховог сајта.