



УВОДНИК

Двадесетог децембра 2017. године на 74. пленарном сас-танку 72. Генералне скупштине Уједињених Нација (UN) проглашена је 2019. година Међународном годином период-ног система елемената (International Year of the Periodic Table of Chemical Elements - IYPT 2019). Учињено је то да би се обележило 150 година од када је **Димитриј Иванович Мен-дељејев** (*Дмитрий Иванович Менделеев*, 1834-1907), фебруа-ра 1869. године, објавио свој чланак у часопису Руског фи-зичко-хемијског друштва, под називом „Зависност својста-ва од атомске тежине елемената“, и у њему презентовао пе-риодни закон и периодни систем елемената. Због открића закона периодичности, предвиђања својстава још неоткри-вених елемената и указивања на улогу периодног система као основе хемије, Мендељејеву се даје предност у открићу испред немачког хемичара **Јулиус Лотар Мејера** (*Julius Lothar Meyer*, 1830-1895), који је независно од Мендељејева 1868. открио периодни систем, а објавио га 1870. године, или се обојица наводе као научници који су открили периодни ситем. Ово је једно од многих истовремених и независних научних открића која су се десила у историји науке. Ту причу је читаоцима Хемијског прегледа испричао **Александар ДЕ-КАНСКИ** (Центар за електрохемију, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду) у свом чланку "150 Година периодног система елемената". Д. И. Мендељејеву су посвећене и корице 60. годишта Хемијског прегледа (2019).

Другу причу у овом броју Хемијског прегледа осмислила је **Снежана Бојовић** (професор Хемијског факултета Универ-зитета у Београду у пензији) и представила је у чланку под насловом: "Како се др Марко Леко морао квалификовати да би постао професор гимназије". Ту веома поучну причу она је најпре испричала на Свечаној скупштини СХД 5. децембра 2018, да би је, на молбу многих који су је чули, написала и за читаоце Хемијског прегледа. Прича о Марку Леку није прича о оснивачу и првом председнику Српског хемијског друштва, или о професору Велике школе и знаменитом хемичару, већ о Марку Леку као професору гимназије.

Марко Леко се школовао у Цириху, о трошку свог оца, имућног трговца Томе. Студирао је на Циришкој политех-ници и докторирао код Виктора Мајера. Својом докторском тезом решио је један од важних проблема у структурној теорији и резултати његове тезе навођени су у ондашњим уџбе-ницима и данас се цитирају у историјама хемије.

Када се вратио у Београд 1880. године, није могао да се запосли на Универзитету, тадашњој Великој школи, иако је у то време био једини доктор хемије у Србији. На свакој ка-тедри налазио се само један професор, а на катедри хемије био је Сима Лозанић. Зато је он почео да ради као предавач у Београдској гимназији. Да би постао професор морао је да полаже професорски испит.

Јула 1881. године Леко се обратио другом знаменитом Србину тог доба - министру просвете Стојану Новаковићу, а овај Просветном савету са питањем о полагању професор-ског испита.

Просветни савет је одговорио да свако МОРА да пола-же професорски испит, па и Марко Леко, без обзира на чињеницу да је Леко био (први) и једини доктор наука у Ср-бији.

Како се све то тада расплело прочитајте у овом чланку. Видећете и како су изгледала питања на овом испиту. Про-бајте само да одговорите на нека од тих питања од пре скоро

140 година, Замислите како би се овакве ствари одвијале да-нас.

Фармакологија је грана медицине која се бави проуча-вањем лекова, њихових физичких и хемијских својстава и њиховим дејством на људски организам. Фармакотерапија као део фармакологије се први пут појављује још у старој Гр-чкој, о чему сведоче и списи Хипократа. Као научна дисци-плина интензивно се развија у 19. веку (са открићем аспири-на), а процват доживљава почетком 20. века када се откри-вају нови синтетски лекови. Средином 20. века почињу бројна истраживања о контролисаном отпуштању лекова, која су веома актуелна и данас. Почетак науке о контролиса-ном отпуштању узима се за средину шездесетих година прош-лог века када је доктор Фолкман (Folkman) употребио си-ликонску гуму као носач за продужену терапију леком. Тер-мин контролисано отпуштање подразумева циљано от-пуштање активне компоненте у тачно дефинисаном ткиву или органу и контролу отпуштања те активне компоненте. Овакви системи за доставу активних супстанци имају низ предности у поређењу са конвенционалним системима. Њиховом применом се смањује могућност појаве пикова токсичних и неефикасних концентрација активне супстан-це у плазми током времена и смањује број потребних доза за постизање терапијског циља што резултира смањеном мо-гућношћу појаве нежељених ефеката. О овим истраживања-ма чланак "Микрорезервоари као системи за контролисано отпуштање лекова" је написао **Александар ЗДУЈИЋ** (Тех-нолошко-металуршки факултет, Београд).

Јелена ЈОВИЋ, Кристина МИХАЈЛОВ и Лидија РА-ЛЕВИЋ, студенти студијског програма НАСТАВА ХЕ-МИЈЕ, Хемијски факултет Универзитета у Београду креира-ли су за рубрику *Весџи из/за школе* "Сценарио за радионицу: маргарин" за коју су они предвидели да се ради са ученици-ма четвртог разреда гимназије општег и природно-матема-тичког смера у оквиру наставне теме Липиди. Постављени циљеви радионице су били да: 1. Ученик описује процес производње маргарина, наводи најзначајније компоненте које улазе у његов састав и њихову функцију у организму, као и да 2. Ученик износи став о штетности *trans*-масних ки-селина које улазе у састав триацилглицерола у маргарину на људски организам; процењују, вреднују и аргументују своје мишљење.

У рубрици *Весџи из СХД* можете можете наћи Из-вештај са Свечане скупштине Српског хемијског друштва, која је одржана 5. децембра 2018. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду. Извештај је поднела секретар Друштва **Мелина Калагасидис Крушић**. У Извештају стоји списак свих добитника традиционалних награда које додељује СХД.

И, као што смо већ уобичајили, у сваком првом броју годишта на задњим корицама објављујемо сугестије којих би требало да се придржавају аутори при достављању својих текстова за објављивање у Хемијском прегледу. Ако до сада нисте објављивали у ХП, учините то ове године. Ваши радови и прилози су више него икад добродошли.

Ратко М. Јанков



ЧЛАНЦИ



Александар ДЕКАНСКИ, Центар за електрохемију, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду, Његошева 12, Београд, dekanski@ihtm.bg.ac.rs

150 ГОДИНА ПЕРИОДНОГ СИСТЕМА ЕЛЕМЕНАТА^{А)}

Двадесетог децембра 2017. године током свог 74. Пленарног заседања Генерална скупштина Уједињених Нација (UN) је на 72. састанку прогласила 2019. годину, Међународном годином периодног система елемената (International Year of the Periodic Table of Chemical Elements - IYPT 2019)¹. Учუњено је то да би се обележило 150 година од када је Димитриј Менделеев (*Дмитрий Иванович Менделеев*), фебруара 1869. године, објавио свој чланак у Часопису Руског физичко-хемијског друштва, и у њему презентовао периодни закон и периодни систем елемената². Због тога периодни систем неизоставно повезујемо са овим руским научником, као човеком који га је створио. Међутим, термин „створио“ тешко се може прихватити као тачан. Можда је боље рећи да је систем „откривен“, јер оно што га чини су, ништа друго него природне особине елемената - Менделеев је то само установио и елементе на основу њих систематизовао. Али ни то није потпуно тачно! Истине ради, треба рећи и да је, иако је данас познат под именом Менделеева, скоро истовремено (чак и неколико година раније) и независно, готово истоветни периодни систем „открио“ и Јулиус Лотар Мајер (*Julius Lothar Meyer*). Ово је само једно од многих истовремених и независних научних открића која су се десила у историји науке, али да би на питање ко је у ствари први открио периодни систем, морамо да испричамо шта је претходило том открићу.

БОЈЛ И ЛАВОАЗЈЕ

Да би се елементи распоредили на основу атомског броја (броја протона), њихове електронске конфигурације и понављајућих хемијских особина било је пре свега неопходно установити шта су елементи и какве су њихове релативне тежине. Антички филозофи су покушали да дефинишу елементе на основу њихових видљивих особина а не апстрактних форми, препознајући само четири – земљу, воду, ваздух и ватру (касније им је придодат и пети, мистериозни етер).

Ови елементи су „преживели“ цео Средњи век, па и дуже од њега, уз неколико мање-више случајних открића алхемичара током покушаја да различите метале, пре свега олово, претворе у злато и да створе Камен мудрости. Настанак савремене хемије, као уосталом и целокупне модерне науке, започео је у тренутку када је напуштено алхемичарско мистично тумачење природе елемената, и када је прихваћено да знање може да се заснива само на експериментисању и искуству. Бојл (*Robert Boyle*) и Лавоазје (*Antoine-Laurent de Lavoisier*) били су први који су тврдили да се особине елемената могу дефинисати само на основу искуствених опажања, одбацујући улогу апстрактних елемената. Слично античким филозофима, елементе су дефинисали као супстанце које није могуће даље делити на основније честице, са хемијске тачке гледишта. Лавоазје је 1789. објавио први списак од 33 елемента (слика 1), тврдећи да су они елементарније супстанце од четири античка (земља, вода, ваздух, ватра)³. Већина наведених се и према данашњим стандардима сматра елементима, али занимљиво је да се на списку налазе и светлост (*lumière*) и топлота (*calorique*).

Промена у поимању природе и материје, емпиријски приступ истини и жеља да се објасни свет око нас иницирали су брз развој нових техника сепарације и анализе, па је Лавоазјеова листа у само неколико наредних деценија више него удвостручена. Тако је између 1790. и 1810 откривено 18, а до краја 19. века још 34 нова елемената.

ДАЛТОН

Следећи велики корак ка установљавању периодног система начинио је учитељ из Манчестера, Џон Далтон (*John Dalton*) оживљавањем атомске теорије⁴. Сматрајући да се најмања количина материје састоји од недељивих честица или атома, а на основу експерименталних података о томе колика количина водоника се комбинује са другим елементима, покушао је да установи који број атома водоника реагује са коликом

^{А)} Овај чланак је прерађена, допуњена и модификована верзија чланка „Коме ће стићи писмо адресирано именима елемената из периодног система?“ објављеног у часопису ЕЛЕМЕНТИ, број 15 из децембра 2018.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
Substances simples qui ap- partiennent aux trois ré- gnes. Et qu'on peut regarder comme les élé- mens des corps.	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Calorique.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Oxygène.....	Gaz phlogistiqué. Mofète. Base de la mofète.
	Azote.....	Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
	Hydrogène.....	
Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique..	Inconnu.
	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arfenic.....	Arfenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
Substances simples métal- liques oxidables & acidifiables.	Cobalt.....	Cobalt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercuré.....	Mercuré.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
Substances simples métal- liques oxidables & acidifiables.	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'epsom.
	Barute.....	Barote, terre pesante.
Substances simples métal- liques oxidables & acidifiables.	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

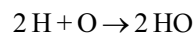
Слика 1. 33 основна Лавоазјеова елемента (*Traité Élémentaire de Chimie*, Cuchet Libraire, Paris, 1789, страна 192)

бројем атома другог елемента. Пошао је од једноставне претпоставке да воду чине један атом водоника и један атом кисеоника и закључио је да је атом кисеоника 5,5 пута тежи од атома водоника, тј. да је релативна атомска тежина кисеоника у односу на водоник 5,5. Прва његова публикована табела са атомским тежинама⁵ садржала је само 6 елемената. За јединичну тежину је узео тежину водоника, а тежине осталих елемената су биле: азот – 4,2; угљеник – 4,3; кисеоник – 5,5; фосфор – 7,2 и сумпор – 14,4 (Убрзо након публиковања кориговао је вредност тежине кисеоника на 8).

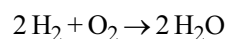
ГЕЈ ЛИСАК И ХУМБОЛТ

Касније су Јакоб Берцелиус (*Jöns Jacob Berzelius*) и други савременици установили да се вода састоји од два атома водоника и једног атома кисеоника, па је Далтонова атомска тежина кисеоника удвостручена. Геј Лисак (*Gay-Lussac*) и Хумболт (*Humbolt*) су затим својим експериментима показали да гасови међусобно

реагују у односу целих бројева запремина⁶, па су тако установили да две запремине водоника реагују са једном запремином кисеоника, стварајући две запремине водене паре, или сагласно Далтоновом тумачењу то би изгледало овако:



Данас знамо да ова једначина није у равнотежи, али то је тада тешко могло да се објасни, чак и опази, јер, по Далтону, атоми су недељиви. Ово је само један пример таквих конфузних једначина, а та конфузија и збуњеност око, не само формула већ и око структуре једињења, па и атомских тежина, владала је све док објашњење није нађено у радовима Авогадра (*Avogadro*) који је још 1811. закључио да једнака запремина гасова (под истим условима температуре и притиска) садржи једнаки број молекула⁷. Када је то узето у обзир, објашњење је лако нађено: прво – број молекула паре на крају је једнак броју молекула водоника на почетку, и друго – двоструко више је молекула воде него атома кисеоника. Из тога проистиче да је број атома водоника у молекулу воде двоструко већи од броја атома кисеоника, тј. формула воде није Далтоново HO, већ H₂O. Авогадро је закључио и да се молекули гасова не састоје од једног атома, уз једноставан аргумент: да се састоје од по једног атома, молекули водоника и кисеоника би формирали исти број (један) молекул воде. Само ако се молекули водоника и кисеоника састоје од по два атома, могуће је да два запремине, два молекула (4 атома) водоника, реагују са једном запремином, једним молекулом (2 атома) кисеоника и створе два молекула воде формуле H₂O. Другим речима, тачна једначина је:



ДЕБЕРАЈНЕР

Иако није установио никакав систем или табелу елемената, немачки хемичар Волфанг Деберајнер (*Wolfgang Döbereiner*) је на основу експеримената и атомских тежина, још 1827, открио 5 тријада елемената⁸. Наиме, он је установио да постоје групе од по три елемента (нпр. тријада елемената који стварају соли: хлор – бром – јод,), код којих је атомска тежина средњег у низу (80,47) приближно једнака просечној тежини збира атомских тежина лакшег (35,47) и тежег (126,47) од њега. И не само то, установио је да су хемијске и физичке особине средњег елемента у низу, отприлике између особина преостала два. Поменимо и преостале 4 тријаде - елементи који формирају базе: литијум (6,94) – натријум (23,02) – калијум (39,10); који формирају земне базе: калцијум (40,1) – стронцијум (88,7) – баријум (137,3); елементи који формирају киселине: сумпор (32,239) – селен (80,741) – телур (129,243) и безимена тријада (метали): гвожђе (55,8) – кобалт (57,3) – никал (58,7). Уз ову последњу је стајала напомена да атомске тежине захтевају верификацију.

Ово је био први наговештај будућих открића која ће бити крунисана радовима Менделејева и Лотара Мајера на дефинисању периодног система, па и кас-

нијих Џона Томсона (*Sir Joseph John Thomson*), Ернста Радерфорда (*Ernest Rutherford*) и Нилса Бора (*Niels Henrik David Bohr*) на откривању структуре атома. Још један такав наговештај учинио је шкотски физичар Вилијам Праут (*William Prout*), који је почетком 19. века поставио хипотезу да је водоник праматерија и да су атоми свих елемената настали његовим згушњавањем. Хипотеза је заснована на анализи атомских тежина тада познатих елемената и на закључку да су оне цели бројеви по којима се види колико је пута неки атом тежи од атома водоника. Иако је ова хипотеза нетачна - пошто данас знамо да атомске тежине многих елемената нису цели бројеви - она је утицала на развој савремене хемије.

Када је 1860. године, на сада већ чувеној првој међународној конференцији хемичара у Карлсруеу (*Karlsruhe*), Станислао Каницаро (*Stanislaw Cannizzaro*) оживео поменуто Авогадрову хипотезу и на основу ње поуздано и прецизно приказао одређене атомске тежине познатих елемената, стекли су се предуслови да се размишља о односима између установљених атомских тежина и особина елемената⁹. Тако је у року од само једне деценије након конгреса у Карлсруеу откривен савремени периодног система.

ДЕ ШАНКУРТУА

Први велики корак учунио је две године након конгреса француски геолог Емил Бегуиле де Шанкуртуа (*Émile Béguyer de Chancourtois*), када је у часопису

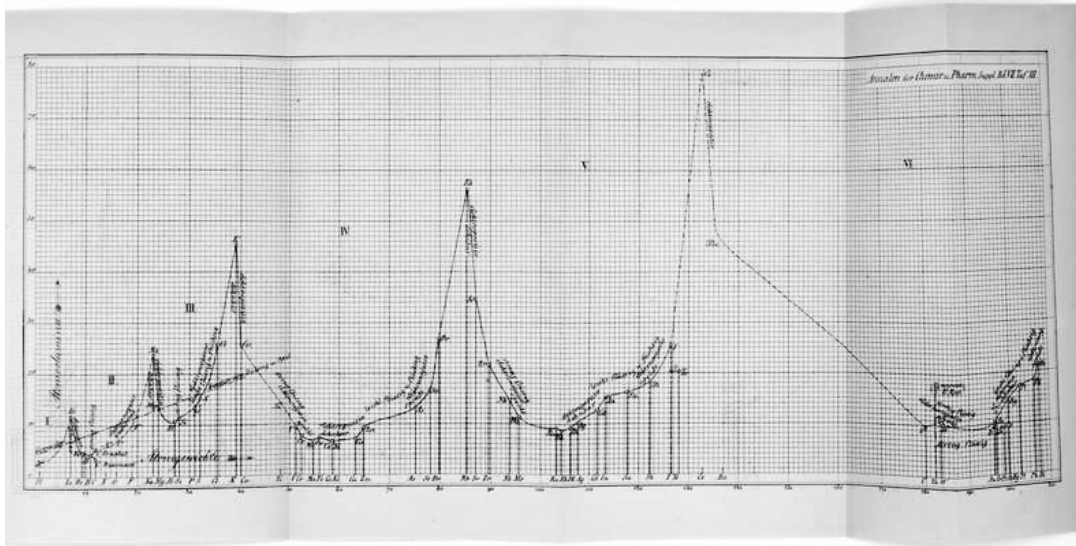
Diagram illustrating the helical periodic system proposed by Émile Béguyer de Chancourtois, titled "VIS TELLURIQUE" and "CLASSEMENT NATUREL DES CORPS SIMPLES OU RADICAUX". The diagram shows elements arranged in a spiral pattern, starting from Hydrogen (H) at the top. The elements are grouped into sections: "Terres alcalines" (Alkali earths), "Terres alcalino-terreuses" (Alkaline earths), "Terres" (Earths), and "Terres métalliques" (Metallic earths). The diagram is dated 7 April 1862.

Слика 2. Де Шанкуртуов спирални периодни систем

*Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*¹⁰ публиковао први тродимензионални периодни систем. Де Шанкуртуа је расподелио елементе дуж спирале описане око металног цилиндра, слика 2. Пун круг се састојао од 16 елемената, а седамнаести се налазио тачно испод првог. Већина елемената је распоређена као и у савременом периодном систему, али постојале су и грешке, као на пример код положаја гвожђа и урана. Издавач је сматрао да је илустрација небитна, па је није штампао уз текст, који је објављен у три дела (дигитализовани том, па и овај чланак могуће је пронаћи на интернету, на адреси <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k30115?rk=21459;2>). То је одузело визуелну вредност система, па је де Шанкуртуа, љут на издавача, поново сам публиковао рад. Стицајем ових околности рад је остао потпуно незапажен, па је разочарани де Шанкуртуа изгубио интерес за своју идеју и посветио се другим научним активностима. Ипак, рад није свима промакао, Менделејев га је споменуо у свом предавању одржаном 1889. године у Лондону при додели Фарадејеве награде (*Faraday Lectureship Prize*), али уз напомену да аутор није схватио систем као „природан“.

ЏОН ЊУЛЕНДС

Енглец Џон Њулендс (*John Newlands*), по пореклу Шкот а по занимању хемичар у фабрици шећера и приватни учитељ, поделио је 1863. елементе у седам група истражујући бројчане зависности њихових атомских тежина. Прву групу чинили су литијум, натријум, калијум, рубидијум, цезијум и талијум, а у њој је постојало место и за елемент са атомском тежином 163 који је тек требало открити. Иако је направио грешку у вези тог елемента, као и у сврставању талијума у ту групу, Њулендс је, а не Менделејев, први предвидео постојање непознатих елемената на основу особина које се периодично понављају. Временом је усавршавао своју табелу елемената, да би на предавању које је одржао у Лондонском хемијском друштву (*London Chemical Society*) објавио свој „Закон октава“ и приказао табелу са 62 елемента подељених у осам група, слика 3. Како није имао формално образовање, а ни академски статус, уз неспретни покушај да своју табелу пореди са музичком октавом, из публице му је постављено злонамерно питање - да ли је размишљао да елементе сложи по абecedном реду, што би можда била боља класификација од његове. Чланови Друштва су након тога одбили да публикују његов чланак, али га је он ипак објавио у часопису Хемијске новости (*Chemical News*) приватног издавача Вилијема Крукса (*William Crookes*)¹¹. Двадесетак година касније, његов рад је ипак препознат. Када су Менделејев и Мајер 1882. године добили Дејвијеву медаљу коју додељује Краљевско Друштво у Лондону (*Royal Society London*), Њулендс је учинио све како би његов допринос развоју периодног система био признат, што се напослетку и догодило када је и он награђен истом медаљом 1887. године.



Слика 6. Мајеров дијаграм зависности атомских запремина од атомских тежина елемената

не спирале, распоредио је елементе дуж радијално постављених линија које полазе из центра (као жбице на точку бицикла). Основу његове теорије чине панатоми, од којих су елементи сачињени. Тригоноиде су неметали сачињени од правилних троуглова, а тетрагоноиде метали у облику квадрата. Алгебарске формуле које дефинишу како се спајају троуглови и квадрати дају периодни закон. Његове „контраверзне идеје и живописна личност“¹⁴ учинили су да запажања која је изнео не буду ни озбиљно разматрана ни широко позната. Ипак, неке Хинрисове идеје показале су се као вредне – на пример то што је бакар, сребро и злато сместио у исту групу, а што је пропустио да установи и сам Менделејев.

МАЈЕР

Да је немачки хемичар Лотар Мајер своју коначну табелу периодног система објавио одмах након што ју је сачинио, савремени периодни систем би вероватно био поистовећиван са његовим, а не Менделејевим

именом. Прву верзију са 28 елемената публиковао је још 1862. године, унапређену са 50 елемената 1864, а коначну, веома сличну оној коју ће Менделејев публиковати 1869, тек 27 година након што ју је сачинио 1868. Ипак, остаје под сумњом да ли је та табела заиста тако изгледала и 1868, или је у међувремену додатно коригована. Додуше, у чланку објављеном 1870.¹⁵ Мајер је приказао дијаграм на чијој се ординати налазе атомске тежине, а на апсциси атомске запремине, са серијом максимума и минимума, слика 6. Најелектро-негативнији елементи налазе се на максимумима, по реду раста њихових атомских тежина. Овај дијаграм је сигурно био основа за израду његове табеле периодног система.

Изглед табеле Лотара Мејера (слика 7) је конзистентнији и прецизнији од оне коју је објавио Менделејев, укључујући и исправно постављање живе са кадмијумом, калаја са оловом и талијума са бором, што Менделејев није учинио ни у једном случају.

MEYER'S TABLE OF 1868.

	1	2	3	4	5	6	7	8
			Al=27.3 Si=14.8	Al=27.3				C=12.00 16.5 Si=28.5 I=44.5
	Cr=52.6	Mn=55.1 49.2 Ru=104.3 92.8=2.46.4 Pt=197.1	Fe=56.0 48.9 Rh=103.4 92.8=2.46.4 Ir=197.1	Co=58.7 47.8 Pd=106.0 93=2.465 Os=199.	Ni=58.7	Cu=63.5 44.4 Ag=107.9 88.8=2.44.4 Au=196.7	Zn=65.0 46.9 Cd=111.9 88.3=2.44.5 Hg=200.2	#I=44.5 Sn=117.6 89.4=2.41.7 Pb=207.0
	9	10	11	12	13	14	15	
	N=14.4 16.96 P=31.0 44.0 As=75.0 45.6 Sb=120.6 87.4=2.43.7 Bi=208.0	O=16.00 15.07 S=32.07 46.7 Se=78.8 49.5 Te=128.3	F=19.0 16.46 Cl=35.46 46.7 Br=79.9 46.8 I=126.8	Li=7.03 16.02 Na=23.05 16.08 K=39.13 46.3 Rb=85.4 47.6 Cs=133.0 71=2.35.5 Tl=204.0	Be=9.3 14.7 Mg=24.0 16.0 Ca=40.0 47.6 Sr=87.6 49.5 Ba=137.1	Ti=48 42.0 Zr=90.0 47.6 Ta=157.6	Mo=92.0 45.0 Vd=137.0 47.0 W=184.0	

Слика 7. Периодни систем Лотара Мајера из 1868, публикован тек 1895.

ИПАК, МЕНДЕЉЕЈЕВ ПЕРИОДНИ СИСТЕМ!

Оно што Мајер није учинио, а што Мендељејева ставља испред свих споменутих хемичара и због чега се његово име (ипак) заслужено поистовећује са периодним системом, јесте то што је он коригаовао атомске тежине и положаје неких познатих елемената, али и - што је још значајније - претпоставио постојање пет до тада још увек непознатих елемената, чије је приближне атомске тежине и особине био у стању да предвиди. Открића (и синтезе вештачких) елемената која су уследила наредних година и деценија, све до наших дана, у потпуности су потврдила те претпоставке. Табела периодног система (слика 8) објављена је у фебруару 1869² (<http://www.knigafund.ru/books/51872/read#page66>), а већ 1875. откривен је галијум, елемент који је Мендељејев предвидео и назвао ека-алуминијум (Ea) јер се налазио одмах иза алуминијума. Особине откривеног елемента су у потпуности одговарале ономе што је Мендељејев предвидео: атомска тежина 69,72 (предвиђена око 68); густина 5,9 g/cm³ (предвиђена 6,0 g/cm³); тачка топљења 29,78 °C (предвиђено – ниска), валентност 3 (предвиђена 3); метод откривања спектроскопски (предвиђено – вероватно из спектра); оксид: Ga₂O₃ густине 5,88 g/cm³, растворан и базама и киселинама (предвиђено: Ea₂O₃ густине 5,5 g/cm³, растворан и базама и киселинама).

Мајер и Мендељејев никада се нису срели, нити су познавали рад један другог, чак ни након 1870. године, али су обојица били присутни на конференцији у Карлсруеу, и обојица су као млади научници, у размаку од 5 година, радили у лабораторији Роберста Бунзена (*Robert Wilhelm Eberhard Bunsen*) у Хајделр-

бергу, Мајер 1854-57, Мендељејев 1859-61. Без обзира на то, готово истовремено су открили периодне законе и сачинили готово идентичне периодне системе. Разлике између та два система нису суштинске и само су допуниле недостатке и мањкавости оног другог. То је препознала и научна заједница, па су за свој рад 1882. заједно добили Дејвијеву медаљу Краљевског удружења у Лондону. Занимљиво је да Мајер није полагао право на приоритет у открићу и увек је истицао да није био у стању да предвиди постојање неоткривених елемената, као што је то учинио Мендељејев.

ИСТОВРЕМЕНА ОТКРИЋА - ИЗУЗЕТАК ИЛИ ПРАВИЛО

Истовремена открића, као што је ово Мајера и Мендељејева, нису ретка. На једној страници Википедије наведено их је више од 150, од XVI века до данас¹⁶, а далеко од тога да су побројана сва. Та тема је прилично контроверзна међу онима који проучавају природу и историју науке. Генерално, историчари и филозофи имају став да су такве појаве случајност и сматрају их за неку врсту аномалије. Са друге стране, социолози науке феномен истовремених или вишеструких открића пре виде као потпуно природан, и сматрају га пре правилом него изузетком. То је охрабрило социологе науке да укључе и друштвене факторе у научни развитак, па чак извесну дозу релативизма у природу научног напретка. Тако посматрано, на пример, Дарвинов став о еволуцији врста је прихваћен пре зато што су друштвени услови у Енглеској деветнаестог века фаворизовали такве идеје, а не зато што је Дарвин открио део истине о томе како

МЕНДЕЉЕЈЕВ ПЕРИОДНИ СИСТЕМ I.—1871.

Series.	GROUP I. R ₂ O.	GROUP II. RO.	GROUP III. R ₂ O ₃ .	GROUP IV. RH ₄ , RO ₂ .	GROUP V. RH ₅ , R ₂ O ₅ .	GROUP VI. RH ₆ , RO ₃ .	GROUP VII. RH ₇ , R ₂ O ₇ .	GROUP VIII. RO ₄ .
I	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	—44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Ce=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—68	—72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	? Y=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sb=118	Sb=122	Te=125	I=127	
8	Cs=133	Ba=137	? Di=138	? Ce=140	....	....	....	....
9 .....	....	....	....	....	....	....	....	....
10 .....	....	....	? Er=178	? La=180	Ta=182	W=184	....	Os=195, In=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	....	....
12 .....	....	....	....	Th=231	....	U=240	....	....

Слика 8. Друга верзија Мендељејевог периодног система из 1871. Обележена су места за тада непознате елементе.

се природа понаша. И откриће, а пре свега прихватање Периодних закона и периодног система, не би били могући да у то време друштвене (па у оквиру тога и економске) околности нису биле спремне на то.

СИБОРГ

Показали смо да је откриће периодног система био процес који је трајао деценијама и да је у њега било укључено много људи (у почетку су то мање-више били лаици, да би се тек у последњих седам година проблему посветили професионални, школовани хемичари). Периодни систем се, како је то Менделеев и предвидео, непрекидно допуњава и усавршава, али, што је још важније, испоставило се да је његово установљење био предуслов многим важним, можда и најважнијим научним открићима у последњих век и по. Захтевало би превише простора да се она само по броје, па ће овде бити наведено само неколико: Бекерел (*Antoine Becquerel*) – радиоактивност (1886); Сер Вилијам Рамзи (*Sir William Ramsay*) и Барон Рејли (*Lord Rayleigh*) – племенити гасови, сврстани у групу 0 периодног система (1894); Радерфорд (*Rutherford*) – природа радиоактивности (1903); Бор (*Bohr*) – структура атома (1913); Чадвик (*Chadwick*) – неутрино (1932); Сиборг (*Seaborg*) и сарадници – актиноиди и лантаноиди (до 1951). О свима њима, као и о многима који овде нису споменути, могу се испричати занимљиве и често необичне приче, а она о последњем са овог кратког списка можда је најзанимљивија.



Хемичар шведског порекла, Глен Теодор Сиборг (*Glenn Theodore Seaborg*), већи део радног века провео у Лоренц Беркли националној Лабораторији Универзитета Калифорнија (*Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), University of California*) где је

током четврте и пете деценије двадесетог века био главни или веома значајан проналазач у тимовима који су открили и истраживали 10 трансуранијумских елемената: плутонијум (елемент 93), америцијум (95), киријум (96), берклијум (97), калифорнијум (98), ајнштајнијум (99), фермијум (100), менделеевијум (101), нобелијум (102) и сиборгијум (106). Нобелову награду је добио 1951. године, а био је саветник за нуклеарну политику десет америчких председника (од Трумана до Клинтона). Иако се од почетка каријере залагао за искључиво мирнодопску примену нуклеарне енергије и целог живота био поборник такве идеје, био је укључен у пројекат Менхетн, помагајући у освајању екстракционог процеса за изоловање плутонијумског горива за другу атомску бомбу, бачену на Нагасаки. Плутонијум је откривен 1941. године, али је откриће објављено тек 1945. Научницима који су радили на атомској бомби је чак било забрањено да за 94. елемент користе име плутонијум, јер је сваки састојак бомбе била строга тајна. Зато су тај нови елемент називали бакар, а ако је било потребно да користе бакар, њега су називали „тако ми бога бакар“ (*honest-to-God*

copper). Како је у то време проналазач имао право да елементу који је открио да име и симбол, Сиборг је по угледу на претходне 1940. године откривени нептунујум, одлучио да новом елементу да име по најмањој планети сунчевог система Плутону, а за симбол је изабрао *Pu*. Логично је било да симбол буде *Pl*, а разлог зашто Сиборг није тако поступио откривен је тек недавно. По речима његових колега, у чланку објављеном 2000. године у часопису *Los Alamos Science*¹⁷, поводом Сиборгове смрти (1999. године), у питању је била обична шала (можда и не сасвим обична). Симбол *Pu* се на енглеском изговара пи-ју, исто као што деца узвикну када виде и помиришу нешто ружно и смрдљиво - *Pee-Yoo!* Да ли је Сиборг тако желео да скривено искаже свој став што је атомска бомба бачена на Јапан иако се томе и јавно противио и написао то у писму председнику Труману? Аутори поменутог чланка кажу да није – да је у питању само шала. Да ли је?

КОЈА ЈЕ НАЈВЕЋА МОГУЋА АТОМСКА ТЕЖИНА ЈЕДНОГ ЕЛЕМЕНТА?

Изглед и све промене у Периодном систему елемената данас су у надлежности Међународне уније за чисту и примењену хемију - *The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*. Последња верзија Периодног система публикована је 28. новембра 2016. године, када су званично верификована 4 новооткривена (синтетисана) елемента. По правилима IUPAC, након што је од стране Заједничке радне групе - *Joint Working Party (JWP) IUPAC* и IUPAP (Међународне уније за чисту и примењену физику - *International Union of Pure and Applied Physics*) размотрен захтев за верификацију нових елемената и начињен извештај, претходно прегледан од стране независних експерата и прихваћен од стране комитета IUPAC Секције за неорганску хемију (*Division of Inorganic Chemistry (Division II)*), 30 децембра 2015. је објављена верификација открића 4 нова елемента: 113, 115, 117 и 118¹⁸. Они су тада добили привремена имена и симболе (на основу броја у периодном систему): ununtrium, Uut; ununpentium, Uup; ununseptium, Uus; и ununoctium, Uuo. Проналазачи нових елемената су тог тренутка добили могућност да предложе имена и симболе нових елемената, а након тога је уследила петомесечна јавна верификација открића. Коначну одлуку донео је Биро ове организације (*IUPAC Bureau*) 28. новембра 2016., што је два дана касније објављено на сајту IUPAC¹⁹, а публиковано у децембарском броју часописа *Pure and Applied Chemistry*²⁰. Имена нових елемената су: 113 нихонијум (Nh); 115 московијум (Mc); 117 тенесин (Ts) и 118 оганесон (Og).

Усвијена имена су морала бити у складу са смерницама IUPAC за именовање елемената, које су недавно²¹ кориговане и дозвољавају да ново откривени елементи могу се назвати по:

1. митолошком лику или појму (укључујући и астрономске објекте),
2. минералима или сличним супстанцама,
3. месту или географском региону,
4. особини елемента, или

5. имену научника.

Имена свих нових елемената треба да имају завршетак који одражава и следи историјску и хемијску конзистентност и традицију. Тако се са "-иум" завршавају имена елемената из група 1-16, са "-ине" из групе 17, и са "-он" елемената групе 18. На крају, имена нових хемијских елемената на енглеском језику морају да дозвољавају једноставно и исправно превођење на друге језике.

Актуелни периодни систем садржи 118 елемената, а последња 4 синтетисана попунила су његов седми ред. Ажурна, интерактивна верзија IUPAC периодног система елемената и изотопа, која садржи скоро све информације о сваком елементу, доступна је на сајту *The King's Centre for Visualization in Science*: <http://www.isotopesmatter.com/applets/IPTEI/IPTEI.html>. Последња активност везана за ажурирање вредности у периодном систему је предлог корекције стандардних атомских тежина за 14 елемената који је септембра 2017. усвојен од стране Комисије за карактеристике изотопа и атомске тежине (*IUPAC Commission on Isotopic Abundances and Atomic Weights*) и јавно публикован јуна ове године²².

Сви елементи од 95. надаље су синтетички, од 100. непознатог агрегатног стања, а од 109. (осим елемента 112, коперницијум) и непознатих хемијских својстава. Од 94 природна елемента, 11 се може пронаћи само у ланцима распадања примордијалних елемената. Већина трансуранијумских елемената има кратак век постојања, неки се распадају у времену краћем од једне секунде, а синтетисани су у количинама од само неколико атома, па им није могуће одредити хемијске особине, чак ни агрегатно стање.

Непрестано откривање, синтетисање нових елемената поставља питање да ли постоји крај, односно која је највећа могућа атомска тежина једног елемента. Елиот Адамс је 1911. тврдио да елемент са тежином већом од 256 не може да постоји²³ (елемент 100, фермијум, има атомску тежину 257), а данас постоји неколико теорија које тврде да ће до прекида доћи на елементу 128 по једној²⁴, 137 по другој²⁵, 155 по трећој²⁴ а 173 по четвртој²⁶, али постоји мишљење да ни то није граница²⁵.

ЛИТЕРАТУРА

1. The International Year of the Periodic Table. <https://www.iypt2019.org/>. посећено 5. новембра 2018.
2. Д. Менделеев, *Журнале Русскоїо Физико-Химическоїо Одшесїива* 1 (1869) 60–77. <http://www.knigafund.ru/books/51872/read#page66>. Посећено 1. новембра 2018.
3. А.-Л. де Лавоазјер, *Traite elementaire de chimie 2 ed ed 1793*, Hachette Livre-Bnf, 2012.
4. Е. Р. Scerri, *The periodic table?: its story and its significance*, Oxford University Press, 2007. <https://global.oup.com/academic/product/the-periodic-table-9780195305739?cc=rs&lang=en&>. Посећено 3. новембра 2018.
5. Ј. Далтон, *A New System of Chemical Philosophy. Part 1*, Bickerstaff, London, 1808 (<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511736407>).
6. Ј. Л. Gay-Lussac, *Alembic Club Repr. 4 (Edinburgh, 1923)* (1808). <https://books.google.rs/books?id=wJPHBQAAQBAJ&pg=PT279&lpg=PT279&dq=Alem>

7. [bic+Club+Reprints+4+1923&source=bl&ots=ogUm_PvgsI&sig=r91Fub_eBLqXyXoAiGnRwaMLQ4Y&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewit27v6i73eAhWvplsKHbnDBZ4Q6AEwAnoECAGQAQ#v=onepage&q=Alembic%2520Club%2520Repr](https://books.google.rs/books?id=wJPHBQAAQBAJ&pg=PT279&lpg=PT279&dq=Alembic%2520Club%2520Repr). Посећено 1. новембра 2018.
7. А. Avogadro, *J. Phys. (Reprint Alembic Club Repr. No. 4, Edinburgh, 1890)* 73 (1808) 58–78.
8. Ј. В. Дөbereiner, *Ann. Der Phys. Und Chemie* 15 (1829) 301–307 (<http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1002/andp.18290910217>).
9. S. Cannizzaro, *Nuovo Cim. I (Reprint u Alembic Club Repr. Edinburgh, 18 11 Edinburgh)* 7 (1858) 321–366 (<http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1002/andp.18290910217>).
10. А. Е. Beguyer De Chancourtois, *Comptes Rendus l'Académie Des Sci.* (1862) 757–761, 840–843, 967–971.
11. Ј. А. R. Newlands, *Chem. News* 13 (1866) 113–114.
12. Odling W., *Q. J. Sci.* 1 (1864) 642–648.
13. Hinrichs G., *Atomechanik oder die Chemie Eine Mechanik der Panatome*, Iowa City, Davenport, IA, 1867.
14. G. B. Kauffman, *J. Chem. Educ.* 46 (1969) 128.
15. L. Mayer, *Ann. Der Chemie Und Pharm.* Supplement (1870) 354–364.
16. List of multiple discoveries. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_multiple_discoveries. Посећено 2. новембра 2018.
17. D. L. Clark, D. E. Hobart, *Los Alamos Sci.* 2000. <https://fas.org/sgp/othergov/doi/lanl/pubs/00818011.pdf>. Посећено 2. новембра 2018.
18. P. J. Karol, R. C. Barber, B. M. Sherrill, E. Vardaci, T. Yamazaki, *Pure Appl. Chem.* 88 (2016) (<http://dx.doi.org/10.1515/pac-2015-0501>).
19. IUPAC announces the names of the elements 113, 115, 117, AND 118, <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118/>. Published 2016. Посећено 5. новембра 2018.
20. L. Öhrström, J. Reedijk, *Pure Appl. Chem.* 88 (2016) (<http://dx.doi.org/10.1515/pac-2016-0501>).
21. W. H. Koppenol, J. Corish, J. García-Martínez, J. Meija, J. Reedijk, *Pure Appl. Chem* 88 (2016) 401–405 (<http://dx.doi.org/10.1515/pac-2015-0802>).
22. Recent news. <http://www.ciaaw.org/news.htm>. Published 2018. Посећено 5. новембра 2018.
23. E. Q. Adams, *J. Am. Chem. Soc.* 33 (1911) 684–688 (<http://dx.doi.org/10.1021/jao2218a004>).
24. J. Emsley, *Nature's building blocks?: everything you need to know about the elements*, Oxford University Press, 2011.
25. Column: The crucible. <https://www.chemistryworld.com/opinion/column-the-crucible/3005076.article>. Посећено 5. новембра 2018.
26. W. Greiner, S. Schramm, *Am. J. Phys.* 76 (2008) 509–518 (<http://dx.doi.org/10.1119/1.2820395>).

Abstract

150 YEARS OF THE PERIODIC SYSTEM OF ELEMENTS

Aleksandar Dekanski, Department of Electrochemistry, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Njegoševa 12, Belgrade

On December 20, 2017, during its 74th Plenary Meeting, the United Nations (UN) General Assembly 72nd Session has proclaimed 2019 as the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements (IYPT 2019). In this way we celebrate the 150th anniversary of the publication of the article by Dimitri Mendeleev (February 1869) in which he presented the periodic law and periodic system of elements. Since then, the periodic system has been inextricably linked with the Russian scientist, as the man who created it. However, the term "created" can hardly be accepted as accurate. Perhaps it is better to say that the system was "discovered" because what makes this system

are the natural characteristics of the elements - Mendeleev only systematized the elements on the bases of these features. But that's not exactly true! For the sake of truth, it should also be said that almost simultaneously (even several years earlier) and independently, an almost identical

periodical system "was discovered" by Lothar Meyer. In order to answer the question of who discovered the periodic system first, this text talks what preceded its discovery. This is just one of many simultaneous and independent scientific discoveries that have occurred in the history of science.



Снежана БОЈОВИЋ

КАКО СЕ ДР МАРКО ЛЕКО (1853-1932) МОРАО КВАЛИФИКОВАТИ ДА БИ ПОСТАО ПРОФСОР ГИМНАЗИЈЕ

Драге колегинице и колеге^{А)},



Слика 1 Марко Леко

Данас ћу говорити о Марку Леку, али не као о оснивачу и првом председнику Српског хемијског друштва, нити као професору Велике школе и знаменитом хемичару, већ као професору гимназије.

Марко Леко се школовао у Цириху, о трошку свог оца, имућног трговца Томе. Студирао је на Циришкој политехници и докторирао код Виктора Мајера. Својом докторском тезом решио је један од важних проблема у структурној теорији и резултати његове тезе навођени су у ондашњим уџбеницима и данас се цитирају у историјама хемије.

Када се вратио у Београд 1880. године, није могао да се запосли на Универзитету, тадашњој Великој школи, иако је у то време био једини доктор хемије у Србији. На свакој катедри налазио се само један професор, а на катедри хемије био је Сима Лозанић. Зато је он почео да ради као предавач у Београдској гимназији. Да би постао професор морао је да полаже професорски испит.

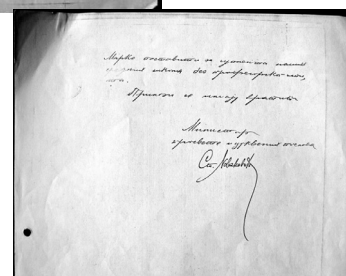
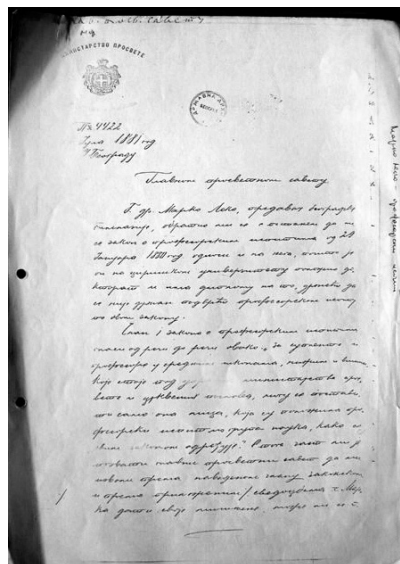
Јула 1881. године Леко се обратио министру просвете Стојану Новаковићу, а овај Просветном савету са питањем о полагању професорског испита:

Г. Марко Леко, предавач београдске гимназије, обраћа ми се с питањем да ли се закон о професорским испитима (...) односи и на њега, пошто је он на циришком универзитету положио докторат и има диплому на то, држећи да и није дужан поврћи се професорском испиту по овом закону.

Члан 1 закона о професорским испитима од речи до речи гласи овако: „за суиленија и професора у средњим школама, нижим и вишим, које стоје под управом министарства просвете и црквених послова, могу се постојавити само она лица, која су положила професорски испит ирује наука, како се овим законом одређује“.

Своја част ми је позвати главног просветног савета да ми изволи према наведеном члану законском и према приложеним сведоцима г. Марка Лека дајти своје мишљење: може ли се г. Марко постојавити за суиленија наших средњих школа без професорског испита

Стојан Новаковић



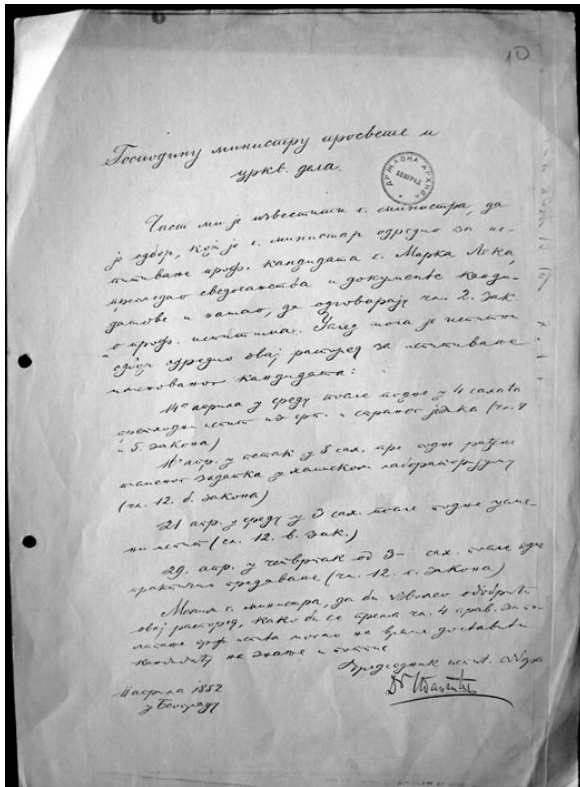
Слика 2 Писмо министра Стојана Новаковића Главном просветно савету

Просветни савет је одговорио да свако мора да полаже проф испит, па и Марко Леко.

Затим је министар одредио Комисију, односно Одбор за професорски испит, на челу са Јосифом Панчићем.

^{А)} Изговорено на Годишњој скупштини СХД децембра 2018.

Јосиф Панчић је известио министра о распореду који је Одбор утврдио за испит: 14. април, 16. април, 21. април и 29. април. Према том распореду Марко Леко је полагао професорски испит.



Слика 3 Панчић извештава министра о распореду професорског испита

Зайисник Исијинио одбора, одређеної за исијивање њроф. кандигаїа і. Марка Лека, ѡредавача деоїр. ѡмн.

1. Сасїанак исијинио одбора 7. айрила

Прочитїано ѡисмо і министра од 5 айрила којим се, ѡод ѡредседнишївом ѡроф велике школе Јосифа Панчића ѡосїављају за чланове исијинио одбора ѡроф. кандигаїа Марка Лека: Косїа Алковић, Свеїислав Вуловић, Сима Лозанић, Љубомир Клерич, Јован Жујовић, ѡрофесори Велике школе.

2. Преїледана докуменїа кандигаїова и сведо-чансїва. Нађено да одговарају чл. 2 закона о ѡроф исијиниа.

3. Писмени сасїав кандигаїов ѡредан на оцenu чланова Сима Лозанића и Јована Жујовића

Писмени састав је о гвожђу – на 27 страна

2. Сасїанак 8. айрила

Били сви чланови

Одређен овај расїоред за исијивање (... следи ѡа-чан расїоред исијиниа...).

Леков ѡїїїїс: Данас, 13. айрила 1882. саоїїїїен ми је овај расїоред

3. Сасїанак 14. айрила

Били сви чланови осим др Панчића, која је і минис-їар на молбу њеїову, раздужио од дужности ѡредсед-ника исиїиивачкої одбора и месїо њеїа одредио за ѡредседника исиїиивачкої одбора члана Косїу Алко-вића (...)

Данас ѡо расїореду кандигаїї ѡолаїао ѡреїїходни исиїиї из срїскої и сїїраної језика

Исиїиї

Према чл. закона (...) кандигаїї је најїре ѡолаїао усмени исиїиї из сїїраної језика. Изабрао је немачки језик. Чиїїао је и ѡреводио из Lehrbuch der Chemie од Роскоја.

Зайїим је одржан країїак усмени исиїиї из срїскої језика. Исиїиїивао ѡроф. Свеїислав Вуловић. Одговарао је на ова ѡїїїања:

- Шїа су јасни и мукли суїласници? Закони о њима? Примери?
- Раз-жалиїиї? Гласовни закон ѡо ком ѡо дива? Слични ѡреимери?
- Који ѡарови суїласника моїу да сїїоје на крају речи? Примери?
- Зев и начини укудања? Ваља ли ѡисаїиї „диїо“ и „живиїо“? Где се још не укуда зев?
- Одређен и неодређен ѡреидев?
- Разлика у форми и значењу?
- Каквих има їлаїолских облика? Моїу ли се мењаїиї їлаїолски облици: їлетїући, їлетїи-виши?
- Објасниїиї ѡосїанак їрїїної ѡреидева у їлаїо-ла: видеїиї, носїиїиї, крсїиїиїиї?
- Уїоїїреда ѡређашињеїа їрвоїа (аорисїиї) и ѡређашињеїа друїоїа времена (инїерфекїиї)? Који їлаїоли немају облика за оба ѡа времена и зашїїо?
- Деода їлаїола?

Зайїим је кандигаїї ѡреводио ѡисмено с немачкої језика део од Atomwärke из хемије Роскоје

Према чл 6 закона и 13 Правила (...) једноїласно од-лучено, да се кандигаїї ѡрими на усмени исиїиї .

Исиїиї ѡочео у 3, свршен у 5 сахаїиа ѡо ѡодне.

4. Сасїанак 16. айрила

Кандигаїї радио ѡисмени задаїїак ѡо їїеми коју је од 3 їриложене изабрао. Тема је:

Бензол, консїиїиїуција, суїсїиїиїуциони дерива-їиї, каракїїер ових

Исиїиї ѡочео у 8 ½ сахаїиа їре ѡодне и свршен у 12 ¼ сахаїиа ..

Једноїласно решено, да се кандигаїї ѡрима на даїи усмени исиїиї.

5. Сасїанак 21. айрила

Држан усмени исиїиї из хемије и хемијске їїехно-лоїије и минералоїије с їеолоїиїом. Исиїиїивали ѡроф Сима Лозанић и суїленїї Јован Жујовић.

Из хемије и х. їїехнолоїије кандигаїї одговорио на ова ѡїїїања:

- Како у хемији долазимо до ѡојма: елеменїї, је-дињење?

- Како се једине елементи међусобно следећи на зајремину и на тежину?
- Како долазимо до молекуларних и атомских тежина? У ком односу стоје оне према еквивалентима? Квантиваленца.
- Кисеоник: где се налази у природи, како се добија, особине? Озон?
- Фабрикација суморне киселине?
- Хомологи уљоводоници C_nH_{2n+2} ? Где се налазе? Како их добијамо? Раније синтезе њихове?
- Монохидроксилни деривати уљоводонични? Добијање? Хемијски карактер њихов?

У току испитија стављали кандидату испитиња још и пред. К. Алковић и члан Жујовић.

Из минералогије и геологије кандидату одговорили на ова испитиња (следе испитиња које је оставио Жујовић...).

Последње испитиње: Каквих формација има у околини Београда?

Стављали кандидату испитиња, осим испитивача Ј. Жујовића и пред. Алковић и члан Клерих

Испитиј почео у 3 и 15 а свршен у 5 и 25 сахата после подне

За овим је кандидату оставио испитивачицу, а испитни одбор, посаветиовавши се о резултату писменој и усменој испитија (...) једногласно изрекао о тој ову своју одлуку:

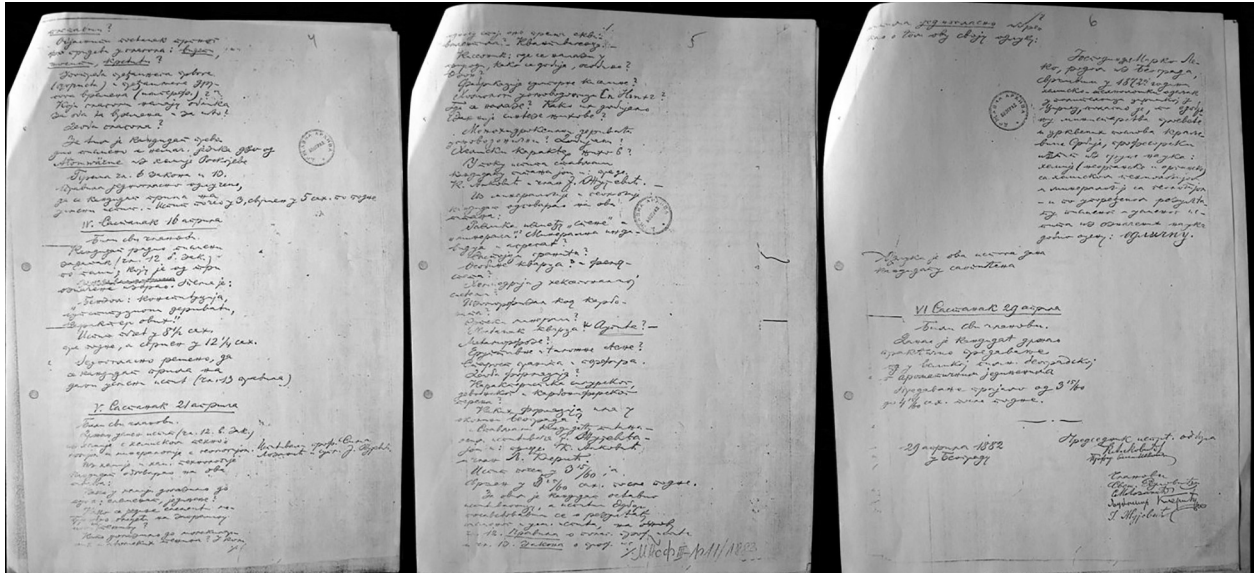
Господин др Марко Леко, родом из Београда, свршивши у 1872. години хемиско-технолошки одељак у политехници циришкој у Цириху, полагао је, по одобрењу министарства просвете и црквених послова краљевине Србије професорски испитиј из групе наука: хемија (неорганска и органска са хемијском технологијом) и минералогија са геологијом и по уређеним резултатима писменој и усменој испитија из означених наука добио оцену ОДЛИЧАН.

Одука је ова испитој дана кандидату саопштиена

6. Сасијанак 29. априла

Данас је кандидату држао практично предавање у великој гимназији београдској о ароматичним једињењима. Предавање трајало од 3,15 до 4,15 сахата после подне.

Председник комисије је и посебним писмом обавестио министра о резултату испита.



Слика 4. Део записника са професорског испта др М. Лека

Марко Леко је био одличан професор.



Михајло Петровић Алас, коме је Леко био професор у гимназији, забележио је у својој биографији:

„Професор хемије Марко Леко био је такође велика симпатија наше генерација гимназиста. Лично за писаца ових редова и његове гимназијске другове то је био идеал вољеног наставника. Он нас је умео толико одушевити за свој предмет, да смо неколицина нас добивши од родитеља а по препоруци самога професора, за то потребну суму, отворили код својих кућа малу хемијску лабораторију, у којој смо понављали неке од експеримената које је у школи изводио професор и вршили. квалитативне хемијске анализе које нам је он давао на рад“.

Као што видите, Леко је у школи изводио експерименте пре више од 130 година. Према закону о средњим школама из осамдесетих година 19. века све гимназије у Србији морале су да имају хемијске лабораторије.



МИКРОРЕЗЕРВОАРИ КАО СИСТЕМИ ЗА КОНТОЛИСАНО ОТПУШТАЊЕ ЛЕКОВА

УВОД

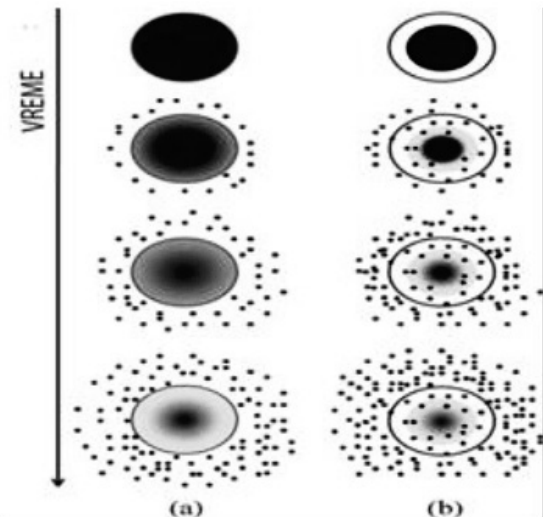
Фармакологија је грана медицине која се бави проучавањем лекова, њихових физичких и хемијских особина и њиховим дејством на људски организам. Фармакотерапија као део фармакологије се први пут појављује још у старој Грчкој, о чему сведоче и списи Хипократа. Као научна дисциплина интензивно се развија у 19. веку (са открићем аспирина), а процват доживљава почетком 20. века када се откривају нови синтетски лекови. Средином 20. века почињу бројна истраживања о контролисаном отпуштању лекова, која су веома актуелна и данас.

Класичне форме лекова подразумевају њихову употребу у виду капсула, пилула, таблета, инјекција или крема што може довести до нежељених ефеката у организму, као што су прекорачење дозвољене концентрације лека или изостанка фармаколошког дејства лека, услед његове недовољне концентрације на циљаном месту дејства. Због наведених нежељених ефеката појавила се потреба за развојем система који ће омогућити оптималну концентрацију лека и његову примену у адекватној концентрацији на циљаном месту дејства.

Почетак науке о контролисаном отпуштању везује се за средину шездесетих година прошлог века када је доктор Фолкман (Folkman) употребио силиконску гуму као носач за продужену терапију леком [1,2]. Након тога уследила су многобројна истраживања која су посебно интензивна у задње две деценије, што показује и велики број патената и радова из ове области [3]. Термин контролисано отпуштање подразумева циљано отпуштање активне компоненте у тачно дефинисаном ткиву или органу и контролу отпуштања те активне компоненте. Овакви системи за доставу активних супстанци имају низ предности у поређењу са конвенционалним системима [4]. Њиховом применом се смањује могућност појаве пикова токсичних и неефикасних концентрација активне супстанце у плазми током времена (слика 1) и смањује број потребних доза за постизање терапијског циља што резултира смањеном могућношћу појаве нежељених ефеката [5].

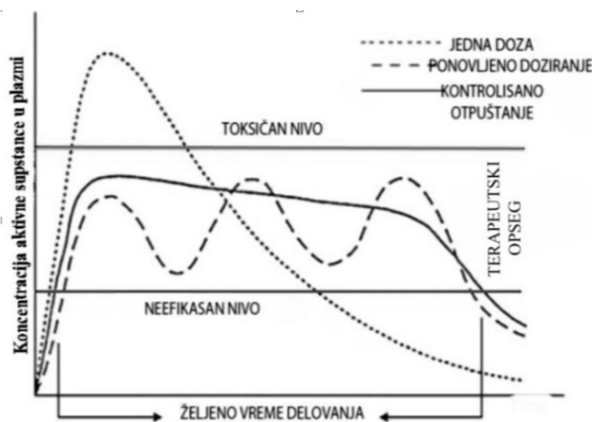
Досадашњим истраживањима развијено је неколико различитих система за контролисано отпуштање активне супстанце и то су [6]:

- Системи са унапред програмираном брзином отпуштања активне компоненте
- Активационо модулисани системи
- Системи регулисани механизмом повратне информације



Слика 2. Системи код којих је отпуштање активне супстанце контролисано дифузијом а) полимерна матрица и б) мембрански/резервоар систем [5].

- Системи са тачно дефинисаним местом дејства (одређени орган или ткиво)



Слика 1. Ниво концентрације активне супстанце у плазми коришћењем конвенционалних система и система за контролисано отпуштање [5].

Системи са унапред програмираном брзином отпуштања активне компоненте

Код оваквих система отпуштање активне компоненте је унапред програмирано и дефинисано је њеном дифузијом из система, тј. избором система (различити системи који се дефинишу у зависности од начина отпуштања активне компоненте) који контролише њену дифузију (слика 2) [5]. Дифузију активне ком-

поненте одређују геометрија система, дебљина носача и његов састав. Дифузија се најчешће одиграва по Фиковом (Fick) закону. У оквиру оваквих система могу се издвојити четири групе [4]:

- Системи типа резервоара (полимерна мембрана контролише отпуштање)
- Системи типа матрикса (активна компонента је диспергована у полимерном матриксу)
- Хибридни системи (полимерни матрикс + полимерна мембрана)
- Микрорезервоари (инкапсулација активне компоненте у микро и наночестице)

Активационо модулисани системи

У овим системима ослобађање активне компоненте је активирано неким спољашњим стимулусом (осмотски притисак, хидродинамички притисак, напон паре, промена рН вредности, јонска активација), при чему се брзина отпуштања активне компоненте регулише управо примењеним процесом.

Системи регулисани механизмом повратне информације

Код оваквих система одређени биомолекули представљају неку врсту „окидача“ који иницира ослобађање активне компоненте, при чему је количина ослобођене активне компоненте регулисана механизмом повратне информације; сензори детектују концентрацију присутног биомолекула па се на основу тога регулише и концентрација активне компоненте.

Системи са тачно дефинисаним местом дејства (одређени оријан или ткиво)

Овакви системи се састоје од активне компоненте, носача (полимера) и дела који ће обезбедити везивање за жељено место дејства, било да је реч о ткивима или органима. Ови системи су најсложенији од свих набројаних, те је њихова формулација најкомпликованија.

МЕХАНИЗАМ ПРЕНОСА МАСЕ У СИСТЕМИМА ЗА КОНТРОЛИСАНО ОТПУШТАЊЕ

Да би активна компонента која је инкапсулирана у системима за контролисано отпуштање испољила своје позитивно дејство на месту деловања, најпре мора доћи до њеног преноса из унутрашњости система у организам. Прво долази до преноса масе молекула активне супстанце кроз полимерни носач, тј. мембрану честице а затим и кроз медијум у ком се одиграва отпуштање активне компоненте. Пренос масе активне супстанце у условима контролисаног отпуштања се најчешће одвија механизмом молекулске дифузије. Овакав пренос масе активне компоненте теоријски се може окарактерисати као процес стационарне дифузије и описати првим Фиковим законом (једначина 1)

$$J = -D \frac{\partial c}{\partial z} \quad (1)$$

где је: c – концентрација активне компоненте, z – растојање у правцу преноса масе, D – коефицијент дифузије. Знак минус у једначини (1) показује да се дифузија одиграва у смеру опадања концентрације. Дифузија активне компоненте се у реалним системима најчешће одиграва процесом нестационарне дифузије која се описује другим Фиковим законом (једначина 2)

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (2)$$

где је: c – концентрација активне компоненте, z – растојање у правцу преноса масе, D – коефицијент дифузије, t – време.

У системима за контролисано отпуштање потребно је знати кинетику отпуштања активне компоненте. У идеалном случају, отпуштање активне компоненте би се одиграло кинетиком нултог реда, што значи константно отпуштање активне компоненте у току одређеног временског периода; ипак код већине система дифузија активне компоненте у почетном периоду пропорционална је квадратном корену времена при чему је ова зависност карактеристика молекулске дифузије у хомогеним, „чврстим“ системима. Уколико је носач активне компоненте полимер, може доћи до апсорпције воде и повећања његове запремине, што за последицу има промену структуре и порозности полимера, а самим тим и промену брзине дифузије. У оваквим случајевима долази до релаксације полимера па је дифузија активне компоненте из полимера знатно бржа.

Екстремни случај отпуштања активне компоненте јесте када је брзина дифузије двоструко бржа од брзине дифузије по Фиковом закону, и овакав вид преноса масе назива се „Case II“ механизам отпуштања. Случајеви између Фикове дифузије и „Case II“ транспорта називају се аномалном (не-Фиковом) дифузијом [7].

ПРЕДНОСТИ И МАНЕ СИСТЕМА ЗА КОНТРОЛИСАНО ОТПУШТАЊЕ АКТИВНИХ СУПСТАНАЦИ

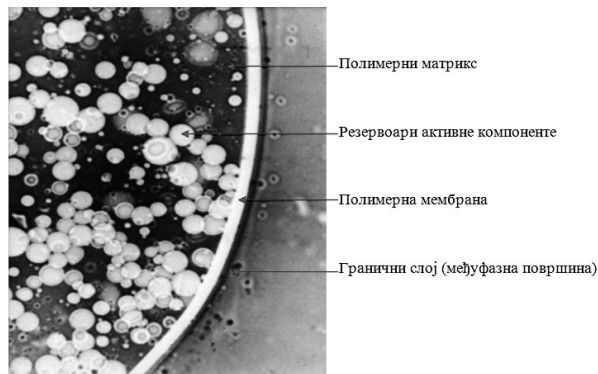
Предности [8]:

- Могућност циљаног отпуштања,
- Смањење доза лекова и учесталости дозирања,
- Већа ефикасност терапије, одржавање захтеване концентрације лека у плазми,
- Погодни за примену код пацијената са хроничним болестима, који захтевају свакодневну терапију.
- Мане:
- Могућност отпуштања велике количине активне супстанце из појединих система за контролисано отпуштање, што представља опасност за здравље пацијента,
- Потешкоће у оптимизовању интервала дозирања и тачне дозе активне супстанце,
- Могућност штетног деловања деградационих продуката,

- Неопходност хируршког захвата при уклањању небиодеградабилног импланта.

МИКРОРЕЗЕРВОАРИ

Микрорезервоари се сврставају у системе са унапред програмираном брзином отпуштања активне компоненте. Код оваквих система резервоари активне компоненте (микрочестице) су суспендовани у виду чврстих честица активне компоненте у воденом раствору неког полимера, нпр. полиетил-гликол (слика 3) [4].



Слика 3. Микроскопски приказ система микрорезервоара за контролисано отпуштање [4].

За омотаче микрокапсула користе се различити материјали који могу бити растворни у води (скроб, желатин, алгинат, хитозан итд), нерастворни у води (полиетилен, полипропилен, силикони итд), воскови и липиди (естри, више масне киселине итд) и многи други [7]. Овакви системи контролисаног отпуштања добијају се применом дисперзионих техника велике енергије (екструзија, „молдинг“). Једна од предности ових система је што се из њих могу добити други системи контролисаног отпуштања применом техника као што су електростатичка екструзија.

Количина отпуштене активне компоненте система микрорезервоара дефинисана је следећим изразом (једначина 3) [4]:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{D_p D_d m K_p}{D_p h_d + D_d h_p m K_p} * \left[n S_p - \frac{D_i S_i (1-n)}{h_t} \left(\frac{1}{K_i} + \frac{1}{K_m} \right) \right] \quad (3)$$

где су: n – удео концентрације активне компоненте на унутрашњој ивици микрочестице која се налази у полимерном матриксу, $m = a/b$ (a – удео концентрације активне компоненте у маси микрочестице, b – удео концентрације активне компоненте на спољашњој ивици микрочестице која се налази у полимерном матриксу), K_p , K_m , K_p – партициони коефицијенти, D_p , D_p , D_d – дифузивности течног слоја који окружује честице активне компоненте, полимерне мембране око полимерног матрикса и хидродинамичког дифузионог слоја који окружује полимерну мембрану, h_t , h_p , h_d – дебљине наведених слојева, S_i и S_p – растворљивости активне супстанце у течном делу и у полимерном матриксу.

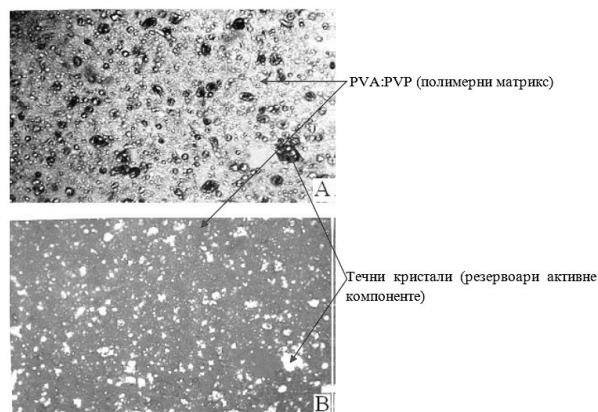
Отпуштање активне компоненте из микрорезервоара се може одиграти на два начина: разлагањем или дифузионо контролисаним процесом кроз полимерни матрикс. У зависности од вредности величина S_i и S_p отпуштање активне компоненте одиграваће се по једном од наведена два начина [4].

Системи контролисаног отпуштања активне компоненте из микрорезервоара су још у фази испитивања и за сад се успешно примењују у терапији помоћу трансдермалних фластера пропранололом, нитроглицерином, естрадиолом, клонидином, никотином и тестостероном [9]. У скорој будућности могу се очекивати још многе примене, пошто се појављује све већи број радова из ове области [10-13].

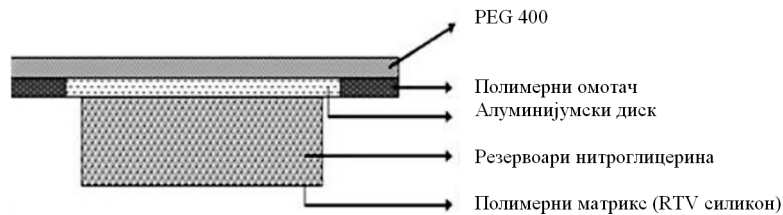
ПРИМЕРИ СИСТЕМА МИКРОРЕЗЕРВОАРА

Контролисано отпуштање пропранолола помоћу трансдермалног фластера [9]

Пропранолол је неселективни β блокатор који се користи за терапију хипертензије, анксиозности, панике и ангине пекторис, и један је од првих успешно развијених β блокатора. Системи контролисаног отпуштања типа микрорезервоара су показали добре резултате у одржавању концентрације поменуте активне компоненте, уз смањену учесталост дозирања лека. У овом трансдермалном систему контролисаног отпуштања резервоар активне компоненте је суспензија течних кристала (материја која се налази на прелазном агрегатном стању између чврстог и течног, тј. стање мезофазе) Brij-35 ($C_{12}H_{25}(OCH_2CH_2)_nOH$) и полимера PVA (поливинил алкохол) и PVP (поливинил пирилодин) помешаних у односу 80:20 (полимери представљају полимерни матрикс у овом систему) (слика 4). Течни кристали су показали низ предности у односу на друге примењиване форме активних компоненти, због термодинамичке стабилности, биоадхезивних особина и сличности колоидним системима у људском организму [11]. Резервоар активне компоненте (течни кристал) направљен је методом Еклс-



Слика 4. Приказ структуре микрорезервоара за контролисано отпуштање пропранолола снимљени помоћу а) микроскопа б) поларизера [9].



Слика 5. Приказ структуре микрорезервоара за контролисан отпуштање нитроглицерина [13].

тона (Eccleston) и Битиа (Beattie) [12] уз мале измене. Метода се састоји из мешања цетостерил-алкохола и Brij-35 у дестилованој води у прописаном односу, а затим лаганом мешању у Силверсон (Silverson) хомогенизатору, након тога додата је одређена количина пропранолола чиме су добијени течни кристали. Систем трансдермалног микрорезервоара је добијен тако што су смеша полимера PVA:PVP и течних кристала помешани у односу 2:1, након тога су осушени на 45 °C, а затим остављени у полиетиленској кесици на собној температури.

На овом систему рађена су и испитивањима утицаја температуре, влажности, старења. Добијени су добри резултати (није било значајних промена у филму система), што указује на стабилност течних кристала и њихову постојаност чак и након дужег времена складиштења.

Може се закључити да је овај систем трансдермалног отпуштања сигуран, стабилан и лак за припрему у ефикасној борби против хипертензије, анксиозности и ангине пекторис.

Контролисано отпуштање нитроглицерина помоћу трансдермалног флашера [13]

Нитроглицерин се најчешће користи за лечење ангине пекторис. Применом конвенционалне оралне терапије само 5% нитроглицерина остаје активно у организму после проласка кроз јетру, што чини терапију веома неефикасном уз бројне нуспојаве. Применом дермалног система са контролисаним отпуштањем концентрација нитроглицерина у организму се може одржавати чак и неколико дана, што представља знатно побољшање у односу на конвенционалну терапију. У оваквом систему контролисаног отпуштања као полимерни матрикс употребљен је RTV силикон (Room-Temperature-Vulcanizing silicone) у коме су дисперговане микрочестице нитроглицерина.

Поступак добијања микрочестица (резервоара активне компоненте): 10% раствора нитроглицерин-лактозе меша се са дестилованом водом и воденим раствором PEG 400 (полиетилен гликол) док се не формира кремаста паста. Измерени проценат нитроглицерина у течној фази је око 6%, затим се та течна фаза диспергује у RTV силикон уз интензивно мешање. Добијена смеша се оставља да одстоји одређено време, а након тога се сипа у алуминијумске дискове дефинисаних димензија, на крају се на њу наноси слој

RTV силикона и тако добијени систем микрорезервоара се складишти у затвореној посуди (слика 5).

Испитивањем утицаја контролисаног отпуштања нитроглицерина на волонтерима показало је да је његова концентрација у организму скоро иста у периоду од 32 h, што показује све предности система микрорезервоара у односу на устаљене методе.

ЗАКЉУЧАК

Системи контролисаног отпуштања типа микрорезервоара могу донети значајна побољшања у решавању проблема који се односе на циљано отпуштање лека у организам, као и одржавање његове захтеване концентрације у плазми. Ови системи показују значајно боље резултате у односу на конвенционалне методе, што је и илустровано са два примера. Као један од циљева и захтева у будућности је потпуно циљано отпуштање лека, што би довело до значајних побољшања у терапији канцера и хормоналној терапији. Потпуно циљано отпуштање значило би отпуштање лека на тачно одређено место и у тачно одређеној концентрацији, уз физичку и хемијску стабилност активне компоненте. Са напретком технологија и бољим разумевањем механизма контролисаног отпуштања постоји могућност да се садашњи проблеми превазиђу.

Abstract

MICRORESEVOIRS – SYSTEMS FOR PARTIALLY-CONTROLLED DRUG DELIVERY

Aleksandar ZDUJIĆ, Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade

Microreservoirs are a type of controlled release drug delivery systems (CrDDSs) that could bring significant improvement in controlled-release drug delivery, their site-targeting in human body and achieving and maintaining the drug concentration in body within the therapeutic range required for certain medication. This type of CrDDSs shows much better results in regards to conventional methods, which is illustrated with two examples in this paper. Primary future task of these systems is utterly site-targeting of medicament, which would lead to more efficient cancer and hormonal therapy. Utterly site-targeting would mean controlled drug release at specific concentration and precisely determined place by achieving chemical and physical stability of active component. With the development and better understanding of release mechanisms, there is great potential of microreservoirs as type of CrDDSs for practical applications.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Folkman, D.M. Long, The use of silicone rubber as a carrier for prolonged drug therapy, *Surg. Res.* 4 (1964) 139–142.
2. J. Folkman, D.M. Long, R. Rosenbau, Silicone rubber – a new diffusion property useful for general anesthesia, *Science* 154 (1966) 148–149.
3. C. Robert, C. S. Wilson, A. Venuta, M. Ferrari, C. D. Arreto, Evolution of the scientific literature on drug delivery: A 1974–2015 bibliometric study, *J. Control. Release* 260 (1–8) (2017) 226–233.
4. Y. W. Chien, S. Lin, Drug delivery: Controlled Release Drug, in: J. Swarbrick (ed.) *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology* vol. 1, 3th. ed., Informa Healthcare, Inc. USA (2007) 1082–1102.
5. M. M. Babić, Sinteza i karakterizacija polimernih matrica na bazi 2-hidroksialkil akrilata i itakonske kiseline za kontrolisano otpuštanje oksaprozina, Doktorska disertacija, TMF, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2015.
6. A. S Hoffman, The origins and evolution of “controlled” drug delivery systems, *J. Control. Release* 132 (3) (2008) 153–163.
7. R. Pjanović, Kontrolisano otpuštanje, *Prezentacije sa predavanja, TMF, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2016.*
8. R. Tiwari, Controlled release drug formulation in pharmaceuticals: A study on their application and properties, *World J. Pharm. Res.* 5 (2) (2015) 1704–1720.
9. L.K. Omray, S. Kohli, A.J. Khopade, Development of mesophasic microreservoir-based transdermal drug delivery system of propranolol, *Indian J. Pharm. Sci.* 70 (5) (2008) 578–583.
10. R.S. Petersen, S. S. Keller, A. Boisen, Loading of drug-polymer matrices in microreservoirs for oral drug delivery, *Macromol. Mater. Eng.* 302 (3) (2017) Article number 1600366.
11. S. Zeba, N. Nikita, D. Prachee, R. Bhushan, G. Nayan, A. Rajesh, Liquid crystalline system: A novel approach for drug delivery, *J. Biomed. Pharm. Res.* 4 (1) (2015) 22–32.
12. G. M Eccleston, L Beattie, Microstructural changes during the storage of system containing cetostearyl alcohol/polyoxyethylene alkyl ether surfactant, *Drug. Dev. Ind. Pharm.* 14 (15–17) (1988) 2499–2518.
13. J. Alireza, T. Javad, Evaluation of nitroglycerin sustain release from a microreservoir transdermal patch, *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 6 (5) (2013) 191–195.



ВЕСТИ из ШКОЛЕ ВЕСТИ за ШКОЛЕ



Јелена ЈОВИЋ, Кристина МИХАЈЛОВ и Лидија РАЛЕВИЋ, студенти студијског програма НАСТАВА ХЕМИЈЕ, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, jelenaajovic_94@yahoo.com ; tina1382008@gmail.com ; lidijalilly941@gmail.com

СЦЕНАРИО ЗА РАДИОНИЦУ: МАРГАРИН

Наставна тема: Липиди

Наставна јединица: Неутралне масти: добијање, физичка и хемијска својства

Разред: Четврти разред гимназије општег и природно-математичког смера

Предвиђено трајање едукативне радионице: 90 минута

Циљеви радионице:

1. Ученик описује процес производње маргарина, наводи најзначајније компоненте које улазе у његов састав и њихову функцију у организму
2. Ученик износи став о штетности *trans*-масних киселина које улазе у састав триацилглицерола у маргарину на људски организам; процењује, вреднује и аргументује своје мишљење.

ТОК РАДИОНИЦЕ:

Корак 1: Ученици слушају шта је тема часа

У складу са STS (Science, Technology and Society) приступом наставник уводи ученике у обрађивање наставне јединице: "На овом часу ћемо говорити о маргарину, комерцијално доступном производу, чији састав углавном чини класа липида (обрађена на претходном часу) - неутралне масти."

Корак 2: Активирање предзнања ученика

Како би активирао претходно знање ученика о неутралним мастима, наставник поставља питања: "У ком контексту смо спомињали неутралне масти? Шта знате о њима?"

Корак 3: Ученици гледају рекламу

Ученици посматрају снимак рекламе једног комерцијално доступног маргарина у којој се наводе сас-

тојци маргарина због којих је добро да се он користи у исхрани.

Корак 4: Ученици читају исечке из штампе

Ученици у пару добијају папир са исечцима из домаћих часописа који оповргавају позитивне ефекте маргарина на људски организам (прилог 1). Наставник покреће дискусију у одељењу тако што поставља следећа питања: "Да ли су ове информације сагласне? Које више верујете, информацијама из чланака или рекламама које се емитују путем малих екрана? Да ли бисте купили један овакав производ?" Ученици износе своје ставове.

Корак 5: Ученици слушају инструкције о даљем раду у групама

Наставник саопштава ученицима да ће утицај маргарина на здравље људи даље разматрати радом у групама. Он дели картице на основу којих ученици формирају тзв. експертске групе (прилог 2). Предвиђени број група је пет и у свакој се налази по шест ученика.

Када се формирају групе, наставник упућује ученике да на нивоу групе најпре провере да ли сви чланови према садржају картице коју су извукли припадају групи. Након тога ученицима каже да са картице одлепе папир на коме пише назив групе у којој би требало да буду, и да провере још једном да ли су се добро распоредили. Затим сваки члан групе добија радни лист уз инструкцију да се на нивоу групе договоре око

решавања задатка, и да свако има решење записано на свом радном листу.

Корак 6: Групни рад – преузимање улоге

Свака од група има различит радни лист (прилози 3, 4, 5, 6 и 7) и специјализује се за један сегмент градива, тј. једно занимање. Ученици читају текстове са радних листова и у оквиру групе решавају задатке.

Корак 7: Тимски рад представника различитих улога

Ученици формирају нове групе према броју на полеђини картице (од један до шест) тако да у свакој новој групи буду представници свих претходно образованих група. Сви ученици који имају исти број чине нову групу - тим. Задатак тако формираног тима је да сваки члан из угла улоге коју је претходно имао допринесе доношењу закључка о утицају маргарина на здравље људи, уз аргументе.

Корак 8: Извештавање тимова о аргументима за и против

Свака група презентује свој закључак и аргументе због којих су такав закључак донели. Наставник записује на табли аргументе за и против које ученици наводе.

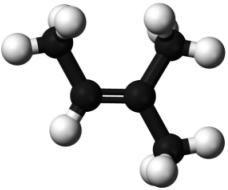
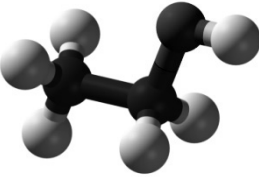
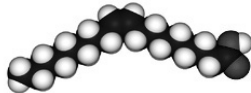
Корак 9: Ученици интегришу знање у циљу доношења одлуке

На самом крају часа наставник сумира све изнете чињенице од стране ученика о маргарину и са ученицима изводи заједничке закључке.


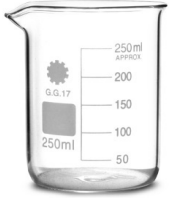
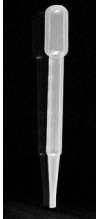
ПРИЛОГ 1. ИСЕЧЦИ ИЗ ДОМАЋИХ ЧАСОПИСА



ПРИЛОГ 2. КАРТИЦЕ ЗА ПОДЕЛУ УЧЕНИКА У ГРУПЕ

Група АЛКЕНИ	Група АЛКОХОЛИ	Група КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ
У реакцији адиције између једнаких количина халогеног елемента и једињења ове класе, настаје засићен дихалогени дериват алкана.	Један од представника ове класе кисеоничних једињења се добија из шећера процесом који се назива алкохолно врење (ферментација).	У реакцији са амонијаком ова једињења дају амиде.
sp^2 хибридизација	Подлежу реакцији естерификације са киселинама.	У реакцији са јаким базама, као што је калијум-хидроксид, настају одговарајуће соли и вода.
Адицијом једног мола молекула водоника на један мол незасићеног једињења ове класе, у присуству катализатора, настају засићени угљоводоници.	Настају у реакцији алдехида и кетона са Грињаревим реагенсом.	У реакцији са литијум-алуминијум-хидридом ($LiAlH_4$), као јаким редукционим средством, ова једињења дају примарни алкохол.
		
Реакцијом хидратације једињења из ове класе, у присуству киселине, настаје одговарајући засићени алкохол.	Један од начина добијања ових једињења јесте реакција редукције карбонилног једињења са водоником у присуству катализатора.	Добијају се оксидацијом алдехида.
Раствор калијум-перманганата обезбојава се у реакцији са једињењима из ове класе при чему настаје диол.	Производи оксидације ових једињења су алдехиди или кетони.	У реакцији киселе хидролизе анхидрида добија се смеша два молекула, која припадају овој класи органских једињења.

Група ЕСТРИ	Група ЛАБОРАТОРИЈСКИ ПРИБОР И ПОСУЂЕ
Деривати карбоксилних киселина који садрже ацил-групу и алкокси-групу везану за карбонилни угљеник	
Настају у реакцији естерификације са алкохолима или фенолима у киселој средини.	
Добијају се реакцијом алкохолизе између ацил-халогенида и алкохола.	

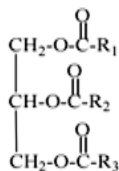
	
Подлежу реакцијама киселе хидролизе при чему као производи настају карбоксилна киселина и алкохол.	
Редукују се литијум-алуминијум-хидридом ($LiAlH_4$) при чему се добијају два молекула алкохола.	

ПРИЛОГ 3. УЛОГА: ХЕМИЧАР

Задатак: Напишите резиме датог текста дужине од 150 речи тако да садржи одговоре на следећа питања: шта су неутралне масти по хемијском саставу, која је њихова улога у организму, шта је маргарин по хемијском саставу, како се прави маргарин.

Неутралне масти су биолошки важна једињења. Основна су компонента ћелијских мембрана и утичу на њихову пропустљивост. Учествују и у преносу нервних импулса, стварају контакте међу ћелијама, представљају енергетске резерве, штите организам од механичких повреда, као и од температурних осцилација у окружењу. Извор су есенцијалних масних киселина. Важне су за синтезу неких хормона. Неутралне масти су итекако потребне у људској исхрани. Значајан су извор енергије, јер садрже 37 kJ по граму, наспрам угљених хидрата и протеина са 17 kJ по граму. У исхрани су значајни и због тога што омогућавају апсорпцију супстанци нерастворних у води, првенствено витамина Д, Е, К и А.

Под појмом неутралне масти подразумева се смеша у којој су најзаступљенији триацилглицероли, а садрже и мање количине витамина, угљоводоника, алкохола. Предмет нашег разматрања ће бити триацилглицероли. Општа структурна формула триацилглицерола приказана је на слици 1.



Слика 1. Општа структурна формула триацилглицерола. R_1 , R_2 и R_3 представљају остатке zasiћених или незасићених монокарбоксилних киселина са парним бројем атома угљеника (од 12 до 18 атома).

На основу структурне формуле триацилглицерола закључујемо да су естри, и то глицерола (1,2,3-пропантриола) и zasiћених, односно незасићених масних монокарбоксилних киселина са 12 до 18 атома угљеника. Масне киселине које улазе у састав неког триацилглицерола утичу на његова физичка и хемијска својства. Неутралне масти чији триацилглицероли садрже претежно остатке zasiћених масних киселина су у чврстом агрегатном стању на собној температури. Такве су углавном неутралне масти животињског порекла, као што су свињска маст или лој. За разлику од њих, неутралне масти у течном агрегатном стању, односно уља, садрже триацилглицероле у чијим су молекулима претежно остаци незасићених масних киселина. Уља су углавном биљног порекла, али постоје и уља животињског порекла, нпр. рибље уље.

Било да су биљног или животињског порекла, неутралне масти представљају главне енергетске резерве у живим организмима. При разградњи неутралних масти под дејством ензима који се називају липазе у организму се ослобађа велика количина енергије коју организам користи за своје потребе (нпр. контракцију мишићних влакана, транспорт јона кроз мембране...)

Маргарин представља емулзију уља биљног порекла и воде, односно обраног млека. Налази се у већини комерцијално доступних производа. Ако је на декларацији прехранбених производа наведено "хидрогенизоване биљне масноће", "стврднуте масноће" или само "биљне масноће", то значи да је међу састојцима који улазе у састав производи и маргарин.

Остаци незасићених масних киселина у триацилглицеролима уља могу се хидрогенизацијом превести у zasiћене. Овај процес се састоји у адицији водоника на двоструке везе остатака масних киселина на повишеном притиску и у присуству никла као катализатора. У маргарину је мања заступљеност незасићених масних киселина у односу на уља. Притом неке од *cis*-1,2-дисупституисаних незасићених веза масних киселина из уља, које нису подлегле хидрогенизацији, изомеризују у *trans*-1,2-дисупституисане незасићене везе и добија се маргарин са одређеним садржајем "*trans*-масти". Када масне киселине транс конфигурације из триацилглицерола у саставу маргарина доспеју до ћелија нашег организма узрокују многобројна обољења. Иако је њихово налажење у комерцијално доступним производима не само непожељно, већ и одавно забрањено, неки прехранбени производи, међу којима је и маргарин, их садрже. Чак и када на декларацији тих производа није наведено њихово присуство, не може се сматрати да их нема, већ да су оне заступљене у веома малим количинама. Тврди маргарин за теста и колаче садржи од 19 до 38, а меки који се лако маже од 11 до 28 масених процената масних киселина *trans* конфигурације из триацилглицерола.

ПРИЛОГ 4. УЛОГА: ЛАБОРАНТ 1

Користећи супстанце, лабораторијски прибор и посуђе на радном столу, испуни задатке на радном листу.

Задатак 1. Испитивање агрегатног стања неутралних масти

Супстанце: сунцокретово уље, маргарин и свињска маст

Лабораторијско посуђе и прибор: реагенс боце са супстанцама

Опис огледа: У реагенс боцама се редом налазе сунцокретово уље, маргарин и свињска маст. Напишите у ком агрегатном стању су на собној температури.

Задатак 2. Испитивање растворљивости неутралних масти у поларним и неполарним растварачима

Супстанце: дестилована вода, апсолутни алкохол, медицински бензин, сунцокретово уље, маргарин и свињска маст

Лабораторијско посуђе и прибор: сталак за епрувете, 9 епрувета, 3 стаклена штапића, 2 кашичице, мензуре, реагенс боце са супстанцама

Опис огледа: У три епрувете сипајте по 1 cm³ сунцокретовог уља. У наредне три ставите по кашичицу маргарина, а у последње три по кашичицу свињске масти. Затим у прву епрувету са сунцокретовим уљем сипајте 2 cm³ дестиловане воде, у другу епрувету исту запремину апсолутног алкохола, а у трећу исту запремину медицинског бензина. Поступак поновите са епруветама са маргарином и свињском масти. Сваку епрувету интензивно промућкајте. Запажања представите табеларно.

Задатак 3. Испитивање боје, мириса и густине неутралних масти у односу на воду

Супстанце: сунцокретово уље, маргарин, свињска маст и вода

Лабораторијско посуђе и прибор: 3 чаше од 50 cm³, 2 кашичице

Опис огледа: Учите боју и испитајте мирис сунцокретовог уља, маргарина и свињске масти. У једну чашу сипајте 30 cm³ дестиловане воде и додајте неколико капи сунцокретовог уља. У другу чашу сипајте 30 cm³ дестиловане воде и помоћу кашичице додајте комадић маргарина. У трећу чашу сипајте 30 cm³ дестиловане воде и помоћу кашичице додајте комадић свињске масти. Каква је густина сунцокретовог уља, маргарина и свињске масти у односу на воду?

Запажања забележите у следећој табели.

Супстанца	Већа (В) или мања (М) густина у односу на воду	Боја	Мирис
Сунцокретово уље			
Маргарин			
Свињска маст			

ПРИЛОГ 5. УЛОГА: ЛАБОРАНТ 2

Користећи супстанце, лабораторијски прибор и посуђе на радном столу, испуни задатке на радном листу.

Задатак 1. Реакција са Br₂

Супстанце: раствор брома у медицинском бензину масеног процентног састава 2 %, сунцокретово уље, маргарин и свињска маст

Лабораторијско посуђе и прибор: сталак за епрувете, 4 епрувете, реагенс боце са супстанцама, кашичице, Пастерова пипета

Опис огледа: Обележите четири епрувете бројевима помоћу маркера. У прву додајте 2 cm³ сунцокретовог уља, у другу комадић маргарина, а у трећу комадић свињске масти. Четврта епрувета нека служи за поређење. Затим у сваку од епрувета сипајте по 2 cm³ раствора брома у угљен-тетрахлориду помоћу Пастерове пипете и затворите их запушачима. Епрувете интензивно промућкајте. Забележите запажања.

Запажања:

Задатак 2. Реакција са KMnO_4

Супстанце: раствор калијум-перманганата у води масеног процентног састава 0,3 %, сунцокретово уље, маргарин и свињска маст

Лабораторијско посуђе и прибор: сталак за епрувете, 4 епрувете, реагенс боце са супстанцама, кашичице, Пастерова пипета

Опис огледа: Обележите четири епрувете бројевима помоћу маркера. У прву додајте 2 cm^3 сунцокретовог уља, у другу комадић маргарина, а у трећу комадић свињске масти (четврта епрувета служи за поређење). Затим у сваку епрувету сипајте по 2 cm^3 раствора KMnO_4 помоћу Пастерове пипете. Епрувете интензивно промућкајте. Забележите запажања.

Запажања:

ПРИЛОГ 6. УЛОГА: ПРОИЗВОЂАЧ

Задатак: Напишите резиме датог текста дужине од 150 речи тако да садржи одговоре на следећа питања: због којих својства бисте маргарин препоручили у исхрани, која су непожељна својства маргарина, на којој се хемијској реакцији заснива поступак прављења маргарина, колики је проценат *trans*-масних киселина у маргарину.

Назив маргарина потиче од првобитног главног састојка за његову производњу, масне киселине под називом *маргаринска киселина*, изведене од грчке речи *маргарон* која значи *дисер*. Маргарин (делимично хидрогенизована биљна маст) је настао почетком XX века у Француској, открићем поступка хидрогенизације природних уља. Првобитно је направљен да би њиме хранили и гојили ђуране, али када је храњење маргарином довело до помора ђурана, људи који су уложили новац у његову производњу, желели су да поврате уложени новац. Како је маргарин у то време био бели производ, непривлачног изгледа и укуса, произвођачи су дошли до идеје за повратак новца: додали су му жуту боју, различите ароме и почели су га продавати људима у замену за маслац (млечна маст). Убрзо су произвођачи хране открили његово важно својство: маргарин помаже да индустријски упакована храна остане дуже исправна него када се користи било која друга неутрална маст. Притом, намирнице којима је додат маргарин добијају и нека друга пожељна својства, као што су: сјај, чврстина и пријатан укус који дуго траје. Због тога је маргарин ушао у састав великог броја индустријски произведених намирница, почевши од оне најосновније – хлеба.

Маргарин је произведен од биљних уља која су процесом хидрогенизације, који се одвија на температури од 260 °C, преведена у чврсто стање. Незасићене масне киселине које улазе у састав уља хидрогенизацијом се преводе у засићене. Овај процес се састоји у адисији водоника на двоструке везе остатака незасићених масних киселина које улазе у састав триацилглицерола, на повишеном притиску и у присуству метала као катализатора (најчешће никла и алуминијума). Хидрогенизацијом се постиже бољи укус, боља компактност, као и мазивост у односу на уља. У зависности од степена хидрогенизације, уља се могу превести у получврсте (делимично хидрогенизоване) или чврсте (хидрогенизоване) масти. Маргарин представља мешавину делимично хидрогенизованих и потпуно хидрогенизованих масних киселина.

Уколико су у молекулу триацилглицерола остаци полинезасићене масне киселине, оне ће се у току процеса хидрогенизације оксидовати под дејством кисеоника из ваздуха при високој температури и притиску, а добијени маргарин ће бити врло непријатног мириса и сиве боје, тзв. ужегли маргарин. Да би се уклонио непријатни мирис кроз маргарин се проводи струја водене паре и додају се разни мириси. Уз помоћ каустичне соде се избељује како би се уклонила сива боја. Потом се додају супстанце за бољи укус и жуту боју. Такав производ се продаје као "здравија алтернатива маслаца". Осим триацилглицерола, у састав тако добијеног маргарина улазе и каустична сода, никал који се користио као катализатор и адитиви. Неке од ових супстанци се користе у процесу производње, а друге настају као споредни производи реакција у току процеса производње.

ПРИЛОГ 7. УЛОГА: ЛЕКАР

Задатак: Напишите резиме датог текста дужине од 150 речи тако да садржи одговоре на следећа питања: како маргарин утиче на људски организам, колики је дозвољени дневни унос *trans*-масних киселина, које намирнице би требало избегавати да се њима не би уносиле *trans*-масне киселине.

Маргарин је производ биљног порекла и самим тим не садржи холестерол. Бројним истраживањима се дошло до закључка да *trans*-масне киселине у маргарину повећавају LDL холестерол, такозвани "лош" холестерол, а снижавају HDL или такозвани "добри холестерол". Тако настаје неповољан однос LDL и HDL холестерола, што даље доприноси убрзању артеросклерозе (патолошки процес у којем долази до накупљања холестерола, мртвих ћелија и калцијума на унутрашњим зидовима артерија). Надаље, *trans*-масне киселине појачавају згрушавање крви и повећавају ризик за настанак инфаркта миокарда (срчаног удара), као и шлога (можданог удара). Узрокују и смањење могућности организма да користи есенцијалне масне киселине, неопходне за нормалне метаболичке процесе.

Из наведеног произилази да би *trans*-масне киселине требало избегавати. Не знајући то, већина људи који желе да се здраво хране предност дају маргарину. Али и они који га избегавају, често не знају да га конзумирају кроз пециво, кекс, колаче, чипс, кикирики и готову храну.

Како *trans*-масти наносе огромну штету организму, у Америци је прописано да произвођачи прехранбених производа морају у декларацији да наведу присуство *trans*-масних киселина. У Србији закон дозвољава да се на производу напише: „садржи 0 грама *trans*-масти (тј. *trans*-масних киселина)“ на оном производу који садржи мање од 0,5 g *trans*-масних киселина на 11 g укупних масти, односно мање од 4,5 % од укупних масти. Лекари саветују да, уколико хоћете да се храните здраво, избегавате маргарин. Боље је користити умерене количине путера. Затим треба смањити и употребу масних пецива, готове хране и избегавати уље које се користи за пржење у фритези. При куповини готових производа пажљиво прочитајте декларацију и обратите пажњу да ли садрже *trans*-масне киселине. Уколико је то случај, боље је не користити те производе. Такође, уочићете на неким производима и натпис „низак ниво *trans*-масних киселина“ који не значи да их нема у том производу.

Неколико чињеница о маргарину које произвођачи иначе не желе да кажу:

- У маргарину има много масних киселина са *trans*-конфигурацијом које су штетне, а показало се и да што је течнији маргарин на собној температури, више *trans*-масних киселина има.
- Маргарин утиче на квалитет млека код дојиља. Код мајки које једу маргарин, *trans*-масне киселине из маргарина утичу на ниво *trans*-масних киселина у млеку. Истраживањем је утврђено да мајке које доје из Канаде у свом млеку имају 33 пута више *trans*-масних киселина од мајки које доје из Кине које у својој исхрани, за разлику од Канађанки, ретко користе маргарин.
- Маргарин снижава имуни одговор организма на инфекције, као и одговор инсулина. Утиче тако да се повећава концентрација инсулина у крви, што доводи до повећања ризика од настанка дијабетеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Velimirović S. i Petrović J., (2012), *Hemija za IV razred gimnazije opšteg tipa i prirodno matematičkog smera*, Zavod za udžbenike, Beograd
2. Antić S., Ivić I. i Pešikan A. (2001), *Aktivno učenje 2*, Institut za psihologiju, Beograd
3. Anđelković D. i Nedeljković T. (2011), *Hemija 8, Udžbenik hemije za osmi razred osnovne škole*, Logos, Beograd
4. Oliver W. R. and McGill D. C. *Butter and Margarine: Their Chemistry, Their Conflict*, Northern Kentucky University, Highland Heights, KY 41076
5. <https://zoran-vujcic.blogspot.rs/2013/10/masti-i-ulja-hemija-na-policama.html> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
6. <https://myculturedpalate.com/is-margarine-harmful-6-secrets-they-dont-tell-you/> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
7. <https://www.westonaprice.org/health-topics/know-your-fats/a-response-to-the-national-association-of-margarine-manufacturers/> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673669901822> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
9. <http://ajcn.nutrition.org/content/54/3/438.short> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332202002536> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002822308023353> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
12. <https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm449162.htm> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
13. <http://ajcn.nutrition.org/content/79/4/606.full.pdf+html> (pristupljeno 9.12.2018.godine)
14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615005634> (pristupljeno 9.12.2018.godine)

Abstract

SCENARIO FOR THE WORKSHOP: MARGARINE

Jelena JOVIĆ, Kristina MIHAJLOV and Lidija RALEVIĆ

The paper presents a workshop plan on margarine. This workshop is planned for the fourth grade of grammar school.



ИЗВЕШТАЈ СА СВЕЧАНЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ХЕМИЈСКОГ ДРУШТВА

Свечана скупштина Српског хемијског друштва одржана је 5. децембра 2018. године у Свечаној сали Српске академије наука и уметности у Београду.

Потпредседник Друштва Душан Сладић отворио је Скупштину и укратко подсетио на најзначајније активности Друштва у овој години и најавио активности у следећој години.

У складу са традицијом добитница Медаље за трајан и изванредан допринос науци за 2017. годину, Вера Дондур, одржала је предавање под насловом: „Функционализација скелетних структура?, док је Ивана Ковачевић, добитница Медаље за прегалаштво и успех у науци за 2017. годину, одржала предавање под насловом „Халогени деривати красалактона Д као потенцијални антитуморски агенси: синтеза, САР и механизам деловања?.

Секретар Друштва, Игор Опсеница, известио је о овогодишњим наградама и признањима Друштва.

Студентска признања – Специјално признање и Годишња награда – намењена су најбољим дипломираним студентима хемије и хемијске технологије на Универзитетима у Србији, који су, према Правилнику о наградама СХД, дипломирали у времену од 1. јула претходне године до 30. јуна текуће године са просечном оценом изнад 9,50. Награђени студенти добијају двогодишње бесплатно чланство у Друштву и двогодишњу претплату на *Journal of the Serbian Chemical Society*.

Природно-математички факултет, Ниш и Природно-математички факултет, Крагујевац нису имали студенте који су основне академске студије завршили са средњом оценом већом од 9,50 у периоду 01.07.2017. до 30.06.2018. године.

За 2018. годину носиоци Специјалног признања су:

Цветановић Градимир, Технолошки факултет, Лесковац – 9,68

Нешић Марко, Хемијски факултет, Београд – 9,80

Симић Стефан, Хемијски факултет, Београд – 9,63

Николић Андреа, Хемијски факултет, Београд – 9,60

Томић Сандра, Хемијски факултет, Београд – 9,60

Брновић Анђела, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,79

Филиповић Марија, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,79

Исаиловић Јелена, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,52

Кнежевић Марија, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,82

Крсмановић Драгана, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,81

Мандић Марија, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,64

Мартиновић Немања, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,82

Миладинов Драган, Природно-математички факултет, Нови Сад – 9,82

Радетић Јована, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,85

Јововић Маја, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,76

Миливојевић Емилија, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,74

Лубура Јелена, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,67

Пеић Тукуљац Лидија, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,63

Милосављевић Немања, Технолошки факултет, Нови Сад – 9,57

Милошевић Лука, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,92

Ђокић Стефан, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,84

Павловић Никола, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,76

Матић Тамара, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,62

Тодоровић Николина, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,61

Радовић Алекса, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,81

Попара Милана, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,78

Добитници Годишње награде СХД за 2018. годину, признања које носи и новчану награду су:

Андрејић Теодора, Факултет за физичку хемију, Београд – 9,95

Матовић Јелена, Природно-математички факултет, Нови Сад – 10

Павловић Милан, Технолошко-металуршки факултет, Београд – 9,96

Живојиновић Оливера, Хемијски факултет, Београд – 9,91

Бобинац Илија, Технолошки факултет, Нови Сад – 10

Кургиновић Андреа, Технолошки факултет, Нови Сад – 10

Финансијски део награда, за ову годину, за шесторо студента обезбедио је Природно-математички факултет Универзитета у Нишу на чему СХД захваљује Управи овог факултета.

Друга група признања везана је за избор **почасних и заслужних чланова СХД** које се стиче преданом активношћу у Друштву и у доприносима у области хемије. Ове године за **почасног члана** је изабран **Бранимир Јованчићевић**, а за **заслужне чланове** изабрани су **Драгица Тривић** и **Горан Бошковић**.

У 2018. години СХД је доделило **Захвалнице** компанији НИС а.д. као знак признања за подршку организацији такмичења и конференција у 2018. години; Хемијском факултету Универзитета у Београду за организацију Републичког такмичења из хемије за ученике основних и средњих школа у 2018. години; фирми DSP Chromatography као знак признања за вишегодишњу подршку раду Друштва; Бранку Дуњићу, директору Центра за чистију производњу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду, за подршку у реализацији УНИДО пројекта Зелена хемија.

У 2018. години СХД је доделило **Похвалнице** за постигнут успех на Међународној хемијској олимпијади: за освојену бронзану медаљу **Андреју Ковачевићу** и **Марку Беслаћу**, за освојену Похвалницу на Међународној хемијској олимпијади **Николи Кнежевићу** и **Игору Топаловићу** за учешће на Међународној хемијској олимпијади.

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

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

Бобану Анђелковићу - Медаља за прегалаштво и успех у науци, као израз признања за резултате истраживања из области примене инструменталних техника у метаболомици.

Живославу Тешићу - Медаља за трајан и изванредан допринос науци, као израз признања за допринос развоју аналитичке хемије и хемије хране.

У оквиру подсећања на историју хемије, Снежана Бојовић је прочитала пригодне текстове.

На крају, потпредседник Душан Сладић је још једном честитао добитницима признања и позвао је присутне на наставак дружења уз коктел. Фото галерија се налази на www.shd.org.rs.

Мелина Калагасидис Крушић
секретар Друштва