



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

СРЕБРЕНА И АЛКАЛНА ВОДА

Проф. д-р Валентин Мирчески

*Институт за хемија, Природно-математички факултет,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Р. Македонија*

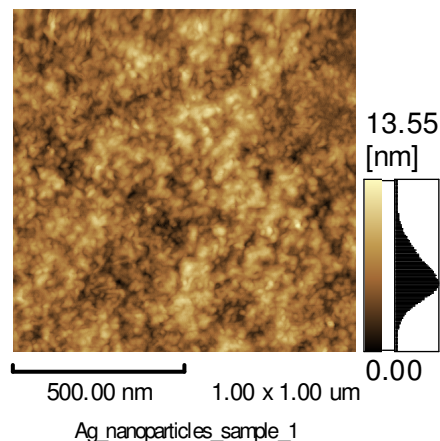
Водни раствори што содржат **сребрени јони, елементарно сребро во облик на колоидни честички, или сребро во некој друг хемиски облик**, се сметаат за најстар антибиотик кој го познава човештвото. Заштитната улога на среброто е позната уште од антички времиња. Старите Египчани го користеле за конзервирање на храна и нејзина заштита од габи и мувли, а Феничаните за изработка на садови за складирање на вода или вино. Постојат записи кои укажуваат дека доселениците во Америка го спречувале спонтаното закиселување на млекото со внесување на сребрена паричка во млекото, додека во Германија постоела традиција во текот на XIX век за ставање капки од раствор на сребрени јони во очите на новороденчињата заради спречување на инфекции. Покрај ова, позната е употребата на сребрени садови во обредите поврзани со христијанската традиција низ вековите во минатото и денес, при што е очигледна нивната ефикасност во превенирање на зарази.

Бројни научни студии на модерната наука недвосмислено потврдуваат дека соединенијата на сребро уништуваат повеќе од 650 видови патогени организми [1, 2, 3]. Оттука, модерната технологија базирана на нанохемија на среброто доживеа свој расцвет во последниве дваесетина години. Огромна е лепезата на медицински, фармацевтски и козметички препарати кои се подготвени со нанотехнологија на среброто. Но, и пред овој модерен технолошки развој, воден раствор на сребрени јони, познат како **сребрена вода**, традиционално се користел во народната медицина, заради неговото извонредно дејство во заштитата на човечкиот организам од вируси, габи и бактерии, и оттука, за зајакнување на **имуниот систем**, без притоа да бидат познати скоро какви било странични, несакани појави.

Во последниве неколку години, во *Лабораторијата за биоелектрохемија на Институтот за хемија, при Природно-математичкиот факултет во Скопје*, интензивно се истражуваат каталитичките феномени на сребрените и златните наночестички [4, 5]. Нивното каталитичко дејство врз редокс процесите на водород пероксидот, супстанца со огромна биохемиска важност, се недвосмислено докажани и публикувани во престижни меѓународни научни списанија [6, 7].

Во насока на комерцијализација на нанохемијата на среброто, од скоро е набавена специјална апаратура за електрохемиска подготовка на сребрена вода со широк опсег на концентрации на сребрените јони во интервалот од 0.01 до 35 ppm. Притоа, за подготовка на сребрената вода се користи хемиски чиста вода, добиена со јонска измена чиј степен на хемиска чистота е карактеристичен за хемиски анализи со највисока аналитичка осетливост. Контролата на квалитетот на сребрената вода се изведува со нејзина физичкохемиска карактеризација (pH, електрична спроводливост, итн.), а контролата на актуелната концентрација на среброто се врши со примена на софистицирани високоосетливи електрохемиски методи (*анодна stripping волтамметрија*) [8, 9].

Покрај подготовката на раствори што содржат сребрени јони, лабораторијата подготвува и колоидни водни раствори што содржат *наночестички од елементарно сребро*. Овој вид раствори комерцијално се познати како **колоидно сребро**. Подготовката на колоидното сребро се одвива по сопствени рецептури, каде појдовни компоненти се *сребрената вода и смеса од витамини и аминокиселини* неопходни за човечкиот развој, кои имаат стабилизирачки особини кон колоидното сребро. На сликата 1, добиена со микроскопија базирана на атомски сили (анг. назив *atomic forced microscopy (AFM)*), прикажани се сребрените наночестички добиени од раствор на колоидно сребро, коишто се стабилизирани со специфични аминокиселини.



Слика 1: AFM микрофотографија на наночестички од колоидно сребро стабилизирани со специфични аминокиселини.

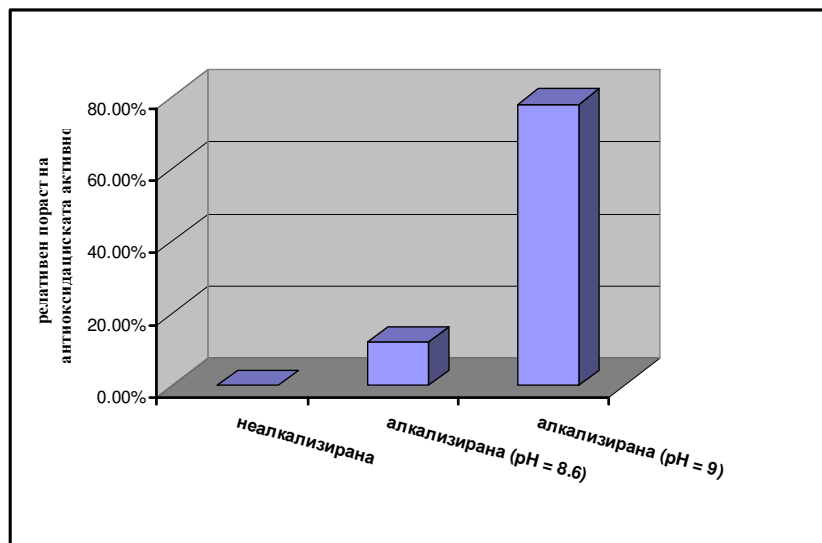
Резултатите од досегашните истражувања покажуваат дека колоидното сребро подготвено во нашата лабораторија има синергетски ефект со користените витамини и аминокиселини, како резултат на антибактериските особини на среброто и антиоксидациските својства на витамините; оттука, ова е уникатен систем со висок протективен потенцијал на човечкото здравје.

Покрај подготовката на различни водни системи што содржат сребро, лабораторијата подготвува *електрохемиски активирани вода за пиење*. Овој вид вода е познато како **редуцирана или алкална вода** (англиски називи што се среќаваат во литературата се *electrochemically reduced water, reduced water, ionized*

water, reduced alkaline water, итн.). Електрохемиски активираната вода има рН вредност поголема од 7.

Електрохемиски активираната вода е во фокусот на научниот интерес во последниве десетина години, заради нејзината способност за алкализација на човечкиот организам, како и заради нејзиниот антиоксидациски ефект, а оттука и висок потенцијал за заштита од најтешките канцерогени заболувања [10, 11]. Електрохемиската активација на водата се врши со специфичен вид на *електролиза*, која резултира со алкална вода која е обогатена со траги од рективни честички кои имаат висок антиоксидациска способност [10]. Имено, литературните податоци укажуваат дека овој вид на алкална вода има способност за неутрализација на штетните радикали на кислородот (анг. назив *reactive oxygen species ROS*), кои се одговорни за голем број заболувања како и за целокупниот феномен на стареење на човечкиот организам.

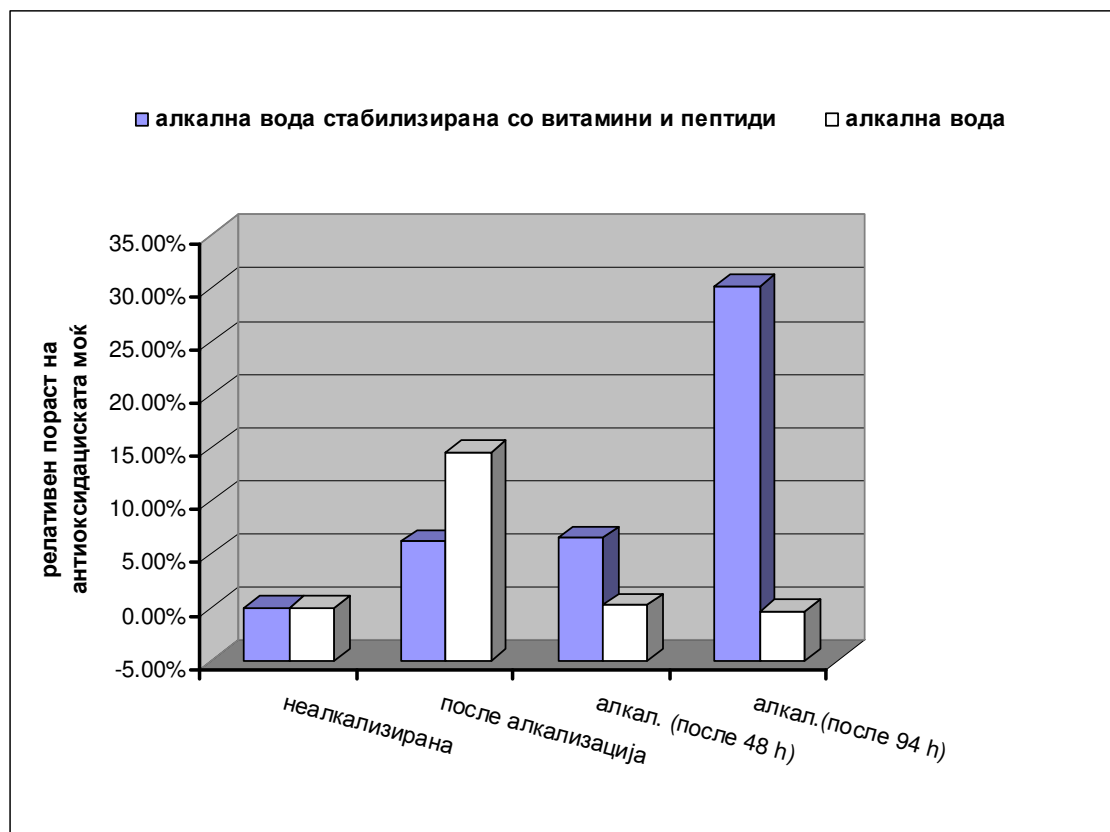
Овој феномен е испитуван во нашата лабораторија преку мерење на способноста на алкализираната вода за неутрализација на електрохемиски генерирани радикали [12]. Дел од резултатите се прикажани на сликата 2, кои јасно укажуваат на значителен пораст на способноста на водата за неутрализација на радикали со краток живот. Од сликата е очигледно дека антиоксидациската моќ на водата, а оттука и нејзината потенцијална протективна улога во човечкиот организам, се зголемува со порастот на рН, односно со порастот на времето на електрохемиска активација.



Слика 2: Релативен пораст на способноста на електрохемиски активираната вода за неутрализација на радикали со краток живот.

Антиоксидациската способност на електрохемиски активираната вода се намалува со текот на времето, како што може да се види од резултатите прикажани

на сликата 3. Оттука, алкалната вода е најдобро да се конзумира свежа, односно одма после алкализацијата. Меѓутоа, нашите истражувања покажуваат дека во присуство на внимателно одбрана смеса од витамини и пептиди додадени после алкализацијата во многу ниски концентрации, антиоксидациската моќ на водата, се зголемува со текот на времето. Овие резултати се од особена важност бидејќи укажуваат на синергетски ефект на алкалната вода со некои витамини и пептиди, што резултира со раствор кој има висок протективен потенцијал за човечкиот организам.



Слика 3: Анализа на антиоксидациската моќ на алкалната вода (бели столбови) и на алкалната вода стабилизирана со смеса од антиоксидациски витамини и пептиди (сини столбови) во текот на четири дена.

Како страничен продукт на електрохемиската активација на водата, покрај алкалната вода која е особено препорачлива за конзумирање, се добива т.н. *кисела вода*, која има антибактерицидни својства. Таа не е погодна за пиење, но е особено корисна за надворешна употреба, и нејзините ефекти при надворешната употреба (плакнење на делови на кожата, устата и ждрелото, очите, итн.) се слични со сребрената вода користена за надворешна употреба.

Нашите истражувања покажаа дека квалитетот на електрохемиски активираната алкална вода, многу зависи од видот на водата која се активира. Направени се опсежни истражувања на голем број води за пиење од водоводните мрежи низ Македонија, како и на минералните води од Македонија и пошорокиот регион. Со мерење на електрохемискиот потенцијал проценет е квалитетот и антиоксидациската способност на активираната вода. Во табелата подолу прикажан е дел од резултатите, за илустрација на ефикасноста на процесот на електрохемиска активација.

Табела. Дел од резултатите добиени со потенциометриски мерења во врска со електрохемиската активација на водата.

Примерок на вода	pH пред електрохемиската активација	Електрохемиски потенцијал пред електрохемиската активација /mV	pH на активираната вода	Електрохемиски потенцијал на активирана вода/ mV
Минерални води				
Примерок 1	8,11	278	9,10	51
Примерок 2	8,85	259	9,40	-26
Примерок 3	8.04	306	9,02	-760
Примерок 4	8,06	297	9,75	-57
Примерок 5	8,38	312	9,33	-102
Води за пиење од водоводните градски мрежи низ Македонија				
Примерок 1	7,70	328	9	111
Примерок 2	8,19	324	9,2	-716
Примерок 3	7,80	339	8,83	47
Примерок 4	7,77	351	7,88	-73
Примерок 5	7,37	210	8.24	-140
Примерок 6	8	377	7,75	-63
Примерок 7	8,01	294	7,22	-43
Примерок 8	6,83	311	7,02	116

Очигледно е дека електрохемиската активација резултира со алкализација (зголемување) на pH вредноста на сите води. Уште поважно е што електрохемискиот потенцијал се намалува, а во некои случаи добива и високо негативна вредност, што укажува на високиот антиоксидациски потенцијал на соодветната вода. Да спомнеме дека високиот негативен електрохемиски потенцијал е во корелација со антиоксидациската способност на активираната вода, а оттука и нејзиниот потенцијал за позитивно влијание врз човечкото здравје. Меѓутоа резултатите покажуваат дека електрохемискиот потенцијал на активираната вода многу зависи од видот на водата. На пример, кај примерокот на минерална вода означен како *Примерок 3*, потенцијалот се менува од 306 mV, пред активацијата, на - 760 mV, после електрохемиската активација, што е огромно зголемување на антиоксидацискиот потенцијал. Меѓутоа, овој ефект е многу помал кај другите води, а најмал кај *Примерокот 1* од листата на минерални води.

Слична анализа може да се направи и на резултатите од водите земени од градските водоводни мрежи. Само кај *Примерокот 2* забележана е драстична промена на електрохемискиот потенцијал, што значи дека оваа вода се очекува да има најизразен позитивен ефект при нејзината консумирање. ¹

[¹] **X. Chen, H.J. Schluesener**, Nanosilver: A nanoparticle in medical application *Toxicology Letters* 176 (2008) 1–12

[²] **Alan B. G. Lansdown**, A Pharmacological and Toxicological Profile of Silver as an Antimicrobial Agent in Medical Devices, *Advances in Pharmacological Sciences* Volume 2010, Article ID 910686, 1-16.

[³] **M.R. Bindhu, M. Umadevi**, Antibacterial and catalytic activities of green synthesized silver nanoparticles, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 135 (2015) 373–378.

[⁴] **Valentin Mirčeski, Rubin Gulaboski**, Simple electrochemical method for deposition and voltammetric inspection of silver particles at the liquid-liquid interface of a thin-film electrode, *J. Phys. Chem. B*, 110 (2006) 2812-2820.

[⁵] **Valentin Mirčeski**, Effect of silver particles deposited at the water/nitrobenzene interface on the voltammetric response of thin-film electrodes, *Electrochem. Commun.* 8 (2006) 123-128.

[⁶] **V. Mirceski, A. Aleksovska, B. Pejova, V. Ivanovski, B. Mitrova, N. Mitreska, R. Gulaboski**, Thiol Anchoring and Catalysis of Gold Nanoparticles at the Liquid Interface of Thin-Organic Film-Modified Electrodes, *Electrochemistry Communications*, 39 (2014) 5 – 8.

[⁷] **B. Sefer, R. Gulaboski, V. Mirčeski**, Electrochemical deposition of gold at liquid-liquid interfaces studied by thin organic film-modified electrodes, *J Solid State Electrochem.*, 16 (2012) 2373-2381.

[⁸] **V. Mirceski, S. B. Hocevar, B. Ogorevc, R. Gulaboski, I. Drangov**, Diagnostics of Anodic Stripping Mechanisms under Square-Wave Voltammetry Conditions Using Bismuth Film Substrates, *Anal. Chem.* 84 (2012) 4429–4436.

[⁹] **V. Mirceski, B. Sebez, M. Jancovska, B. Ogorevc, S. B. Hocevar**, Mechanisms and kinetics of electrode processes at bismuth and antimony film and bare glassy carbon surfaces under square-wave anodic stripping voltammetry conditions, *Electrochimica Acta*, 105 (2013) 254–260.

[¹⁰] **S. Shirahata, T. Hamasaki and K. Teruya**, Advanced research on the health benefit of reduced water, *Trends in Food Science & Technology* 23 (2012) 124-131.

[¹¹] **H. Yan1, T. Kashiwaki, T. Hamasaki, T. Kinjo, K. Teruya, S. Kabayama, S. Shirahata**, The neuroprotective effects of electrolyzed reduced water and its model water containing molecular hydrogen

¹ Сребрената вода, колоидното сребро и алкалната вода, може да бидат подготвени и комерцијално достапни во рамките на апликативната дејност на факултетот. За подетални информации обратете се на проф. В. Мирчески (072 226 089) - продекан за меѓународна соработка, апликативни и научни прашања на Природно-математичкиот факултет во Скопје.

and Pt nanoparticles, *BMC Proceedings* 2011, 5 (Suppl 8):P69, <http://www.biomedcentral.com/1753-6561/5/S8/P69>

[¹²] **Marija Davčeva, Valentin Mirčeski, Šbojka Komorsky-Lovrić**, Evaluation of the antioxidative activity by measuring the rate of the homogeneous oxidation reaction with ferroceniumdimethanol cation. Comparative analysis of glutathione and ascorbic acid, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 6 (2011) 2718 – 2729.