

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე
PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ქიმიის სერია

CHEMICAL SERIES

СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

ISSN – 0132 – 6074

2014 № 4 **ტომი**
Volume 40
Том

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე
PROCEEDINGS OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИИ

ქიმიის სერია
CHEMICAL SERIES
СЕРИЯ ХИМИЧЕСКАЯ

ISSN – 0132 – 6074

ტომი

Volume **40 № 4**

Том

ჟურნალი დაარსდა 1975 წელს
The Journal is founded in 1975
Журнал основан в 1975 году

წელიწადში 4 ნომერი
4 numbers annually
4 номера в год

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2014

სარედაქციო კოლეგია

ი.ჟორდანია, შ.სამსონია, ე.ქემერტელიძე, გ.ცინცაძე, ვ.ციციშვილი (რედაქტორი), თ.აგლაძე, ა.ბაკურიძე, ზ.ფაჩულია

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია, ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილება
თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52
პასუხისმგებელი მდივანი რ.ცისკარიშვილი, მდივანი ქებრალიძე
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
0186 თბილისი, პოლიტკოვსკაიას ქ. № 5; ტელ. 254-15-62; ელ.ფოსტა: chematsne@posta.ge
ჟურნალის ელექტრონული ვერსია (ტომი 33, № 1–დან) იხილეთ ვებ-გვერდზე: www.ipoc.org.ge
სტატიების რეფერატებს აქვეყნებს Chemical Abstracts* და საქართველოს რეფერატული ჟურნალი**

EDITORIAL BOARD

I.Jordania, Sh.Samsoniya, E.Kemertelidze, G.Tsintsadze, V.Tsitsishvili (Editor), T.Agladze, A.Bakuridze, Z.Pachulia

Georgian National Academy of Sciences, Department of Chemistry and Chemical Technologies
52 Rustaveli av., Tbilisi
Executive Secretary R.Tsiskarishvili, K.Ebralidze
Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
5 Politkovskaia str., Tbilisi 0186; tel.: 254-15-62; e-mail: chematsne@posta.ge
Digital version of Proceedings (from volume 33, No 1) see at web-site www.ipoc.org.ge
Abstracts of articles are published in Chemical Abstracts* and Georgian Abstracts Journal**.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.С.Жордания, Ш.А.Самсония, Э.П.Кемертелидзе, Г.В.Цинцадзе, В.Г.Цицишвили (редактор), Т.Р.Агладзе, А.Дж.Бакуридзе, З.В.Пачулия

Национальная Академия наук Грузии, Отделение химии и химических технологий
Тбилиси, проспект Руставели 52
Ответственный секретарь Р.П.Цискаришвили, секретарь К.Г.Эбралидзе
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили
0186 Тбилиси, ул. А.Политковской 5; тел. 254-15-62; эл.почта: chematsne@posta.ge
Электронную версию журнала (начиная с тома 33, № 1) смотрите на веб-сайте www.ipoc.org.ge
Резюме статей публикуются в Chemical Abstracts* и Грузинском реферативном журнале **

* 2540 Olentangy River Road, P.O. Box 3012, Columbus, OH 43210-0012, USA, American Chemical Society
** LERL TECHINFORMI, <http://www.tech.org.ge>; www.tech.caucasus.net

შინაარსი
ელექტროქიმია

ჟ.ქებაძე, ც.გაგნიძე, თ.ჩახუნაშვილი, ქ.უგრელიძე, ლ.კაკურია. ჰაერი (ჟანგბადი)- 259
თუთიის სისტემის ახალი კონსტრუქციის დენის ქიმიური წყარო

ორგანული ქიმია

მ.ციცავი, მ.ჩხაიძე, მ.ხაჩიძე, მ.ბუზარიაშვილი, ქ.ებრაღიძე. სუპერკრიტიკული ფლუიდებით 264
კვერცხისა და მღებავი ნივთიერებების საფეხურებივი ექსტრაქცია წითელი ხახვის (*Allium cepa*) კანიდან

ფიზიკური ქიმია

ნ.დოლაბერიძე ვ.ციციშვილი მ.ალელიშვილი, მ.ნიჟარაძე, ნ.მირძეელი, ნ.კლარჯეიშვილი. 268
ბაქტერიციდული ცეოლითური სორბენტი

ი.რუბაშვილი, ვ.ციციშვილი. ადგილობრივი ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენებით აქროლადი 271
N-ნიტროზამინების მოცილების შესაძლებლობა

ა.ფაშაევი, ო.დავარაშვილი, მ.ენუქაშვილი, ზ.ახვლედიანი, ლ.ბიჩკოვა, მ.ძაგანია, ვ.ზლომანოვი. ტყვია ტელურიდის ეპიტაქსიური ფენების შთანთქმის სპექტრების 284
თავისებურებანი*

ა.ფაშაევი, ო.დავარაშვილი, მ.ენუქაშვილი, ზ.ახვლედიანი, ლ.ბიჩკოვა, მ.ძაგანია, ვ.ზლომანოვი. დამატებითი შთანთქმა ტყვია სელენიდის ეპიტაქსიალური ფენების 292
ოპტიკურ სპექტრებში*

მათემატიკური ქიმია

ნ.კუპატაძე, მ.ბელინაშვილი, მ.გვერდსითელი. გოგირდის ზოგიერთი ჰალოგენნარმის 293
მათემატიკური-ქიმიური გამოკვლევა ქვაზი-ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში

ნავთობის ქიმია

ე.თოფურია, ნ.ხეცურიანი, ზ.გონგლიაშვილი, ე.უშარაული, ქ.კოდერძიშვილი, ი.მჭედლიშვილი, ზ.მოლოდინაშვილი, მ.ჩხაიძე. საწვავი ბრიკეტების მიღება ბიო 295
და შერეული მეორადი ნედლეულისგან

ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები

ი.ჩხარტიშვილი, ნ.სეიდიშვილი, ს.პაპუნძე. მწვანე თხევადი ჩაის გაკამკამების ფიზიკურ- 299
ქიმიური და ბიოქიმიური მეთოდები

ფარმაცოქიმია

დ.ჯინჭარაძე, ნ.ბოკუჩავა. პელოიდების შემცველი ახალი საშუალებები დერმატოლოგიაში* 305

აგრარული ქიმია

ნ.კუტალაძე, ა.ცინცილაძე, ქ.თელია, თ.გოგოლიშვილი. ძირითადი საკვები ელემენტების 306
(NPK) გამოტანა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით

გარემოს ქიმია

ნ.ბაგრატიონი, ლ.გვერდსითელი, ვ.გვახარია, ა.ჭირაქაძე, თ.შარაშიძე. დარიშხანის 309
ნარჩენების შენახვისა და დასაწვობების ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობის აღწერა

ნ.ბაგრატიონი, ლ.გვერდსითელი, ა.ჭირაქაძე, ვ.გვახარია. დარიშხანის ტოქსიკური 313
ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების ძირითადი და შესაძლო მიმართულებები

* რეზიუმე

<i>თ.ჭელიძე, ლ.ენუქიძე, მ.ჩანკაშვილი, თ.ლოლაძე, მ.ჭურაძე.</i> მძიმე ლითონების შემცველობა მელისა სამკურნალოს (<i>Melissa officinalis</i>) ფოთლებში ფენოლოგიური განვითარების ეტაპებზე*	320
ქიმიური ეკოლოგია	
<i>ა.დოლიძე, ი.მიქაძე, თ.უჩანეიშვილი, ნ.ქავთარაძე, ლ.დოლიძე, ნ.ნონიკაშვილი.</i> საქართველოში წიწმატა-სელის (<i>Camelina sativa</i>) ბიომასიდან საწვავის წარმოების პერსპექტივები	321
<i>ლ.ტატიაშვილი, მ.სტეფანიშვილი, ნ.წეროძე, ი.მიქაძე.</i> ფლავონოიდები – ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ბიოლოგიურად აქტიური ბუნებრივი ნაერთები	324
<i>რ.ზედგინიძე, ქ.ჩხაიძე.</i> მოდიფიცირებულ სინთეზურ ცელოლებზე ორთო-ქსილოლის ღრმა დაჟანგვის შედეგები	329
<i>ქ.ქორიაშვილი, თ.დგებუაძე, მ.ჯაფარიძე, მ.სტეფანიშვილი, რ.ცისკარიშვილი.</i> მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფის (ექსტრაგირების) მეთოდები	332
<i>ქ.ჩხაიძე, რ.ზედგინიძე.</i> სამცხე-ჯავახეთის მცენარეების რადიონუკლიდებით დანაგვიანება*	338
<i>დ.ერისთავი, ნ.ბიბილური, შ.ანდლულაძე, ლ.გვერდწითელი, ი.ბაზლაძე, ა.გოგიშვილი, ე.მაცაბერიძე, მ.გუგუშიძე.</i> დანადგარი კოლოიდური ვერცხლის კონცენტრატის მისაღებად*	341
ქიმიური ტექნოლოგია	
<i>ე.ხუციშვილი, ნ.ხუციშვილი, ი.კუპრეიშვილი, ლ.გაბრიჭიძე, ნ.ქობულაშვილი, ნ.გონჯილაშვილი, გ.ურუშაძე, ნ.კეკელიძე.</i> მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწეული სილიციუმის ქიმიური შემადგენლობის გამოკვლევა რენტგენოსპექტრალური ანალიზით	342
<i>ნ.ხუციშვილი.</i> მავნე მინარეკების განაწილების ეფექტური კოეფიციენტი სილიციუმში მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწევის დროს	346
<i>ლ.გაბრიჭიძე, ე.ხუციშვილი, ნ.ქობულაშვილი, ნ.ხუციშვილი, ნ.გონჯილაშვილი, გ.ურუშაძე, ი.კუპრეიშვილი, ნ.კეკელიძე.</i> მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწევის მეთოდით რაფინირებული სილიციუმის თვისებების გამოკვლევა	351
<i>დ.რამაზაშვილი, ლ.ახვლედიანი, რ.ბაგრატიონი, გ.დადიანიძე, ნ.ლუარსაბიშვილი, მ.მიქაბერიძე, ვ.ცინცაძე.</i> შენადულნაკერიანი საჯავშნე ფოლადის კონსტრუქციის კოროზიული მედეგობა ბათუმის ნოტიო სუბტროპიკულ ატმოსფეროში	354
მისალოცი - არჩილ სარუხანიშვილი	358
მისალოცი - გენადი ზაიკოვი	367
ინფორმაცია ავტორებისათვის	368

* რეზიუმე

CONTENTS

ELECTROCHEMISTRY

- Z.Kebadze, Ts.Gagnidze, T.Chakhunashvili, K.Ugrelidze, L.Kakuria.* Chemical Current Source of the Air(Oxygen)-Zinc System of New Structure* 263

ORGANIC CHEMISTRY

- M.Tsitsagi, M.Chkhaidze, M.Khachidze, M.Buzariashvili, K.Ebraldze.* Sequential Supercritical Fluid Extraction of Quercetin and Colorants from Red Onion (*Allium cepa*) Skin* 267

PHYSICAL CHEMISTRY

- N.Dolabedze, V.Tsitsishvili, M.Alelishvili, M.Nijaradze, N.Mirdzveli, N.Klardjeishvili.* Antibacterial Zeolite Sorbent* 270

- I.Rubashvili, I.Rubashvili.* The Possibility of Volatile N-Nitrozamines Removing Using Local Natural Zeolites* 277

- A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, L.P.Bychkova, M.A.Dzagania, V.P.Zlomanov.* Peculiarities of the Absorption Spectra of Epitaxial Lead Telluride Layers* 284

- A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, L.P.Bychkova, M.A.Dzagania, V.P.Zlomanov.* Additional Absorption in the Optical Spectra of the Lead Selenide Epitaxial Layers* 292

MATHEMATICAL CHEMISTRY

- N.Kupatadze, M.Bedinashvili, M.Gverdtsiteli.* Mathematical-Chemical Investigation of Some Halogen-Derivatives of Sulphur within the Scope of Quasi-ANB-Matrices Method* 294

OIL CHEMISTRY

- E.Topuria, N.Khetsuriani, Z.Gongliashvili, E.Usharauli, K.Goderdzishvili, I.Mchedlishvili, Z.Molodinashvili, M.Chkhaidze.* Preparation of Combustible Briquettes from Bio and Mixed Secondary Raw Materials* 298

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS

- I.Chkhartishvili, N.Seidishvili, S.Papunidze.* Physical-Chemical and Biochemical Methods of Cleaning of Green Liquid Tea* 302

PHARMACOCHEMISTRY

- D.Jincharadze, N.Bokuchava.* New Products Containing Peloids in Dermatology* 305

AGRARIAN CHEMISTRY

- N.Kutaladze, A.Cincqiladze, K.Telia, T.Gogolishvili.* Taking out of the Principal Nutriments (NPK) in the Harvest of Tea Leaf* 308

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

- N.Bagratiioni, L.Gverdtsiteli, V.Gvakharia, A.Chirakadze, T.Sharashidze.* Description of the Ecological State of Storage and Disposal Facilities of Arsenic Bearing Waste* 312

- N.Bagratiioni, L.Gverdtsiteli, A.Chirakadze, V.Gvakharia.* Basic and Possible Directions of Spread of Contamination of Arsenic Toxic Waste* 316

- T.Chelidze, L.Enukidze, M.Chankashvili, T.Loladze, M.Churadze.* Heavy Metals Content in the Leaves of Melissa (*Melissa officinalis*) on the Phenological Development Stages 317

CHEMICAL ECOLOGY

- A.Dolidze, I.Mikadze, T.Uchaneishvili, N.Kavtaradze, L.Dolidze, N.Nonikashvili.* Perspectives of Fuel Production from Biomass of *Camelina sativa* in Georgia* 323

* Summary

<i>L.Tatiashvili, M.Stepanishvili, N.Tserodze, I.Mikadze.</i> Flavonoides – Biologically Active Natural Compounds with Antioxidant Properties*	328
<i>R.Zedginidze, K.Chkhaidze.</i> Results of the Deep Oxidation of <i>o</i> -Xylene on Modified Synthetic Zeolites*	331
<i>K.Kochiashvili, T.Dgebuadze, M.Dzaparidze, M.Stepanishvili, R.Tsiskarishvili.</i> Extraction Methods of Biologically Active Substances from Plant Materials*	336
<i>K.Chkhaidze, R.Zedginidze.</i> Pollution of Agricultural Plants with Radionuclides in Samtskhe-Javakheti Region*	338
<i>D.Eristavi, N.Bibiluri, Sh.Andguladze, L.Gverdtsiteli, I.Bazgadze, A.Gogishvili, E.Matsaberidze, M.Gugeshidze.</i> Device for Receipt of Colloidal Silver Concentrate*	341
<u>CHEMICAL TECHNOLOGY</u>	
<i>E.Khutsishvili, N.Khutsishvili, I.Kupreishvili, L.Gabrichidze, N.Kobulashvili, N.Gonjilashvili, G.Urushadze, N.Kekelidze.</i> X-Ray Structural Research of Chemical Content of Silicon Pulled from Metallurgical Silicon Melt*	345
<i>N.Khutsishvili.</i> Detrimental Impurities Effective Distribution Coefficient in Si at Pulling From MG-Si Melt*	350
<i>L.Gabrichidze, E.Khutsishvili, N.Kobulashvili, N.Khutsishvili, N.Gonjilashvili, G.Urushadze, I.Kupreishvili, N.Kekelidze.</i> Research of Properties of Refined Silicon by the Method of Pulling From Metallurgical Silicon Melt*	353
<i>D.Ramazashvili, L.Akhvlediani, R.Bagrati, G.Dadianidze, N.Luarsabishvili, M.Mikaberidze, V.Tsintsadze.</i> Corrosion Resistance of the Welded Armour Steel Construction in the Humid Subtropical Atmosphere of Batumi*	
CONGRATULATION – Archil Sarukhanishvili	360
CONGRATULATION – GENNADY E. ZAIKOV	367
INFORMATION for AUTHORS	368

* Summary

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Ж.М.Кебадзе, Ц.М.Гагнидзе, Т.А.Чахунашвили, К.Т.Угрелидзе, Л.Ш.Какурия.* 263
Химический источник тока новой конструкции системы воздух (кислород)-цинк*

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.В.Цицаги, М.Ш.Чхаидзе, М.М.Хачидзе, М.С.Бузариашвили, К.Г.Эбралидзе.* 267
Ступенчатая экстракция кверцетина и красящих веществ суперкритическими флюидами из кожицы (шелухи) красного лука*

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н.Долаберидзе, В.Цицишвили, М.Алелишвили, М.Ниждардзе, Н.Мирдзвели, Н.Кларджеишвили.* 270
Бактерицидный цеолитовый сорбент*

- И.Рубашвили, В.Цицишвили.* 277
Возможность выделения летучих n-нитрозаминов с использованием местных природных цеолитов*

- А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледиани, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов.* 278
Особенности спектров поглощения эпитаксиальных слоев теллурида свинца

- А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледиани, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов.* 285
Дополнительное поглощение в оптических спектрах эпитаксиальных слоев селенида свинца

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н.О.Купатадзе, М.В.Бединашвили, М.И.Гвердцители.* 293
Математико-химическое исследование некоторых галогенпроизводных серы в рамках метода квази-АНС-матриц*

НЕФТЕХИМИЯ

- Э.Топурия, Н.Хецуриани, З.Гонглиашвили, Э.Ушараули, К.Годердзишвили, И.Мчедлишвили, З.Молодинашвили, М.Чхаидзе.* 295
Получение горючих брикетов из биологического и смешанного вторичного сырья*

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

- И.Чхартишвили, Н.Сейдишвили, С.Папунидзе.* 302
Физико-химические и биохимические методы очистки жидкого зелёного чая*

ФАРМАКОХИМИЯ

- Д.Г.Джинчарадзе, Н.В.Бокучава.* 303
Новые средства на основе пелоидов в дерматологии

АГРОХИМИЯ

- Н.Куталадзе, А.Цинскиладзе, К.Телия, Т.Гоголишвили.* 308
Вынос основных питательных веществ (NPK) с урожаем чайного листа*

ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Н.Д.Багратиони, Л.В.Гвердцители, В.Г.Гвахария, А.А.Чиракадзе, Т.А.Шарашидзе.* 312
Описание экологического состояния объектов хранения и складирования отходов мышьяка*

- Н.Д.Багратиони, Л.В.Гвердцители, А.А.Чиракадзе, В.Г.Гвахария.* 316
Основные и возможные направления распространения загрязнения токсическими отходами мышьяка*

* Резюме

<i>Т.Р.Челидзе, Л.Г.Енукидзе, М.В.Чанкашвили, Т.Ж.Лоладзе, М.И.Чурадзе.</i> Содержание тяжелых металлов в листьях Melissa лекарственной (<i>Melissa officinalis</i>) на фенологических этапах развития*	320
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ</u>	
<i>А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Т.Г.Учанеишвили, Н.А.Кавтарадзе, Л.А.Долидзе, Н.У.Ноникашвили.</i> Перспективы производства топлива из биомассы <i>Camelina sativa</i> в Грузии*	323
<i>Л.Т.Татиашвили, М.А.Степанишвили, Н.П.Церодзе, И.И.Микадзе.</i> Флавоноиды – биологически активные природные вещества с антиоксидантными свойствами*	328
<i>Р.Ш.Зедгинидзе, К.К.Чхаидзе.</i> Итоги глубокого окисления о-ксилола на модифицированных синтетических цеолитах*	331
<i>К.Н.Кочиашвили, Т.А.Дгебуадзе, М.З.Джапаридзе, М.А.Степанишвили, Р.П.Цискаришвили.</i> Методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья*	336
<i>К.К.Чхаидзе, Р.Ш.Зедгинидзе.</i> Загрязнение сельскохозяйственных растений радионуклидами в Самцхе-Джавахеги	337
<i>Д.В.Эристави, Н.Ш.Бибилури, Ш.Н.Андгуладзе, Л.В.Гвердцители, И.Г.Базгадзе, А.Р.Гогвишвили, Э.Л.Мацаберидзе, М.К.Гугешидзе.</i> Установка для получения концентрата коллоидного серебра	339
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ</u>	
<i>Э.В.Хуцишвили, Н.Т.Хуцишвили, И.Л.Купреишвили, Л.Л.Габричидзе, Н.В.Кобулашвили, Н.Д.Гонджилашвили, Г.Г.Урушадзе, Н.П.Кекелидзе.</i> Исследование химического состава кремния, выращенного из расплава металлургического кремния, методом рентгеноструктурного анализа*	345
<i>Н.Хуцишвили.</i> Эффективный коэффициент распределения вредных примесей в кремнии при вытягивания из расплава металлургического кремния*	350
<i>Л.Л.Габричидзе, Э.В.Хуцишвили, Н.В.Кобулашвили, Н.Т.Хуцишвили, Н.Д.Гонджилашвили, Г.Г.Урушадзе, И.Л.Купреишвили, Н.П.Кекелидзе.</i> Исследование свойств кремния, рафинированного вытягиванием из расплава металлургического кремния*	353
<i>Д.Р.Рамазашвили, Л.А.Ахвледiani, Р.Ю.Багратиони, Г.Н.Дадванидзе, Н.Н.Луарсабишвили, М.П.Микаберидзе, В.И.Цинцадзе.</i> Коррозионная стойкость сварной конструкции из броневой стали во влажной субтропической атмосфере г.Батуми*	357
ПОЗДРАВЛЕНИЕ – А.В.Саруханишвили	360
ПОЗДРАВЛЕНИЕ – Г.Е.Занков	361
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	368

* Резюме

ჰაერი (ჟანგბადი)-თუთიის სისტემის ახალი კონსტრუქციის დენის ქიმიური წყარო

ჟიულ ქებაძე, ცისანა გაგნიძე, თემურ ჩახუნაშვილი, ქეთევან უგრელიძე, ლიანა კაკურია

*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი*

განხილულია არატრადიციული კონსტრუქციის, ჰაერი(O₂)-Zn სისტემის დენის ქიმიური წყაროს ფუნქციონირების საკითხები. ნაჩვენებია, რომ ნახშირბადულ ბოჭკოვან მასალას გააჩნია კატალიზური აქტივობა ჟანგბადის ელექტროქიმიური აღდგენის რეაქციის მიმართ. დადგენილია, რომ ჰაერის ელექტროდის ნახშირბადული ბოჭკოვანი მასალის სარჩულზე გამოლექილი მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდი არის კათოდური რეაქციის ეფექტური კატალიზატორი.

მოთხოვნილება დენის ქიმიურ წყაროებზე დქვ (დქვ), და შესაბამისად მათი წარმოება, განუწყვეტლივ იზრდება, რაც გამოწვეულია დქვ-ების მზარდი გამოყენებით ტრანსპორტზე, კომუნიკაციების საშუალებებში, შეიარაღებაში, საყოფაცხოვრებო და კოსმოსურ ტექნიკაში. ეს განპირობებულია მათი ისეთი დადებითი მახასიათებლებით, როგორცაა: ელექტროტევადობისა და სიმძლავრის დიდი დიაპაზონი, მუშაობის ავტონომიური რეჟიმი, უხმაურობა და მუშაობისათვის მუდმივი მზადყოფნა. პრაქტიკაში გამოყენებულ მრავალ სახეობათა შორის მნიშვნელოვანია ჰაერი-ლითონის სისტემის დქვ-ები მათი შემდეგი ღირსებების გამო: აქტიურ ნივთიერებად უფასო და შეუზღუდავი რაოდენობის ჰაერის (ჟანგბადის) გამოყენება; კარგი ელექტროტექნიკური და ეკოლოგიური მაჩვენებლები; ძვირი და მძიმე დამჟანგველების (ლითონთა ოქსიდების) გამოყენებლობა და, შესაბამისად, სიიფე და სიმსუბუქე [1]. იმის გამო, რომ ამ სისტემის თეორიული პარამეტრები ხშირად აღემატება როგორც ტრადიციული, ასევე ახალი სისტემის დქვ-ების შესაბამის მაჩვენებლებს [2], მისი სრულყოფის შესაძლებლობა ამოწურული არ არის. ჰაერი-ლითონის სისტემის დენის წყაროების მუშაობისას ადგილი აქვს შემდეგ პრობლემებს: ჰაერის ჟანგბადის ზემოქმედება ანოდურ (ლითონურ) მასალებზე; ჰაერში არსებული ნახშირბადის დიოქსიდის მიერ გამოწვეული კარბონიზაცია (ტუტე ხსნარის გამოყენებისას); ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის გავლენა დენის წყაროს პარამეტრებზე; ჰაერისათვის ადვილად შეღწევადი, მექანიკურად მდგრადი ელექტროდის ფორმირება და ელექტროდის ფუქსთან კატალიზატორის ელექტროკონტაქტის არასტაბილურობა.

ზოგიერთი ნახსენები პრობლემის მოგვარების მიზნით შევიმუშავეთ ჰაერი-თუთიის სისტემის დენის წყაროს ახალი კონსტრუქცია, რომელშიც შეცვლილია მოწყობილობის ყველა ძირითადი ნაწილის – ელექტროდების, ელექტროლიტისა და საჰაერო კამერის ფორმები და ურთიერთგანლაგება [3]. ამ კონსტრუქციას ტრადიციულთან შედარებით, აქვს რამდენიმე უპირატესობა:

ა) ჰაერის ელექტროდი – კათოდი დამზადებულია არა დისკრეტული ნარევის (ნახშირბადული მასალები, ჰიდროფობიზატორი, შემკვრელი) ლითონის ბადეზე დაწნეხვით, არამედ წარმოადგენს ჩალიჩის (თასმის) ფორმის ნახშირბადული ბოჭკოვანი მასალისგან (ნბმ) დამზადებულ, ჩვენს მიერ შემუშავებულ კონსტრუქციას [4], რომელიც უზრუნველყოფს ელექტროდის უკეთეს ელექტროგამტარობასა და მექანიკურ მდგრადობას.

ბ) ჰაერი უშუალოდ ეხება ელექტროდის სარჩულს – შუალედური ჰიდროფობული შრის გავლის გარეშე. ეს უკანასკნელი ამცირებს ჰაერის შეღწევადობას აქტიურ ფენაში. ამასთან, შრის თვისებები დროთა განმავლობაში უარესდება;

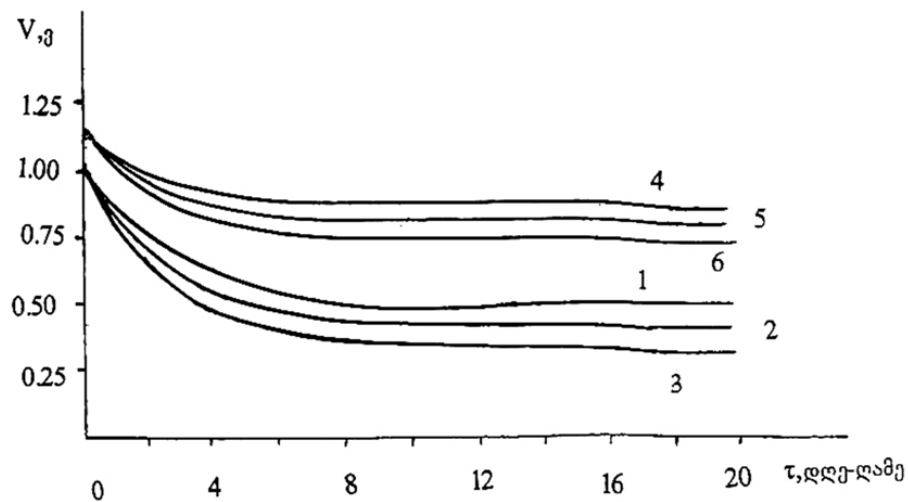
გ) ჰაერი (ჟანგბადი) ვერ აღწევს ანოდის ზედაპირამდე, რაც ამცირებს მის კოროზიას. ეს მნიშვნელოვანი მომენტია, რადგან ჰაერი-თუთიის დენის წყაროში ანოდის მუშაობის ხანგრძლივობა, ჩვეულებრივ, ჩამორჩება კათოდის ამ მაჩვენებელს.

დ) კათოდის მასალა და კონსტრუქცია შესაძლებლობას იძლევა კატალიზატორი ელექტროდში ელექტროლიზის გზით შევიტანოთ, რაც აუმჯობესებს მის ელექტროკონტაქტს სარჩულთან. ეს ხელს უწყობს დქვ-ს შინაგანი წინააღობის შემცირებას და საშუალებას იძლევა მივიღოთ კატალიზატორის ოპტიმალური სისქე.

თავდაპირველად დავადგინეთ თვით ნბმ-ის კატალიზური აქტივობა ჰაერის ჟანგბადის ელექტროქიმიური აღდგენის რეაქციის მიმართ (კატალიზატორის გარეშე). ეს ნივთიერება არის ახალი თაობის ნახშირბადული (პიროლიზური, პოლიმერული, ბოჭკოვანი, კომპოზიციური, კოლოიდური და სხვა) მასალების ერთ-ერთი სახეობა. ნბმ-ს აქვს კარგი ელექტროგამტარობა, მდგრადობა თერმულ და აგრესიულ გარემოში და მაღალგანვითარებული ზედაპირი [5]. მას ამზადებენ ძაფის, ჩალიჩის, თოკის, ქეჩისა და ქსოვილის სახით, რაც ელექტროდის ეფექტური კონსტრუქციის შემუშავების შესაძლებლობას იძლევა.

დავამზადეთ სტანდარტული (საერთაშორისო კლასიფიკაციით LR20) გაბარიტების ($D=34\text{მმ}$, $H=61\text{მმ}$) [1] მქონე გალვანური ელემენტების ნბმ(O_2) $ZnCl_2|Zn$ სამი პარტია (№1, №2, №3). ასეთი ზომის დენის წყარო იწონის 57-58 გ-ს და მასში კათოდის სარჩულის სახით თავსდება 3.0 მ სიგრძის (1.5 გ) ნბმ-ის ჩალიჩი. ელექტროლიტად გამოვიყენეთ თუთიის ქლორიდის 40-50%-იანი ხსნარი, რომლის ჰიგროსკოპულობა უზრუნველყოფს მის წონასწორობას ჰაერთან დენის წყაროს ექსპლოატაციის ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში [6].

ნახაზზე 1 ნაჩვენებია აღნიშნული პარტიების დენის წყაროების განმუხტვის მრუდები (1, 2, 3) შესაბამისად 1000, 500, და 250 ომ გარე წინააღმდეგობაზე. განმუხტვა ხდებოდა ოთახის ტემპერატურაზე, უწყვეტი რეჟიმით, 20 დღე-ღამის განმავლობაში. ნახაზის მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ კათოდის სარჩულად გამოყენებული ნივთიერება – ნბმ თავადაც არის ჟანგბადის აღდგენის ელექტროქიმიური კატალიზატორი და რომ ჰაერი-ლითონის წარმოდგენილი კონსტრუქცია ნორმალურად ფუნქციონირებს. მქმ-ების ელექტროტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც მიიღება განმუხტვის მრუდების (1, 2, 3) საფუძველზე საკმაოდ დაბალია, რაც მოსალოდნელი იყო განსახილველ პროცესში სპეციფიკური კატალიზატორის გამოყენებლობის გამო.



ნახაზი 1. დენის წყაროების განმუხტვის მრუდები:

1 და 4 – 1000 ომზე; 2 და 5 – 500 ომზე; 3 და 6 – 250 ომზე

ჟანგბადის ელექტროქიმიური აღდგენის კატალიზატორებად პრაქტიკაში გამოიყენება ვერცხლი, პლატინის ჯგუფის მეტალები და მათი ოქსიდები, შპინელები, პეროვსკიტები, პოლიანილინი, პიროპოლიმერები და სხვა [1, 7, 8]. ამ რეაქციის დაჩქარების მიზნით ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა (ქიმიური, თერმული, ელექტროქიმიური) მეთოდით მიღებული MnO_2 (მათ შორის ნახშირბადულ სარჩულზე), მისი ბიფუნქციური თვისებების გამო – აჩქარებს ჟანგბადის როგორც აღდგენის, ასევე მისი ელექტროქიმიური გამოყოფის რეაქციას. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჰაერი-ლითონის მეორადი (კვლავდამუხტვადი) დენის წყაროსთვის [2, 9, 10, 11].

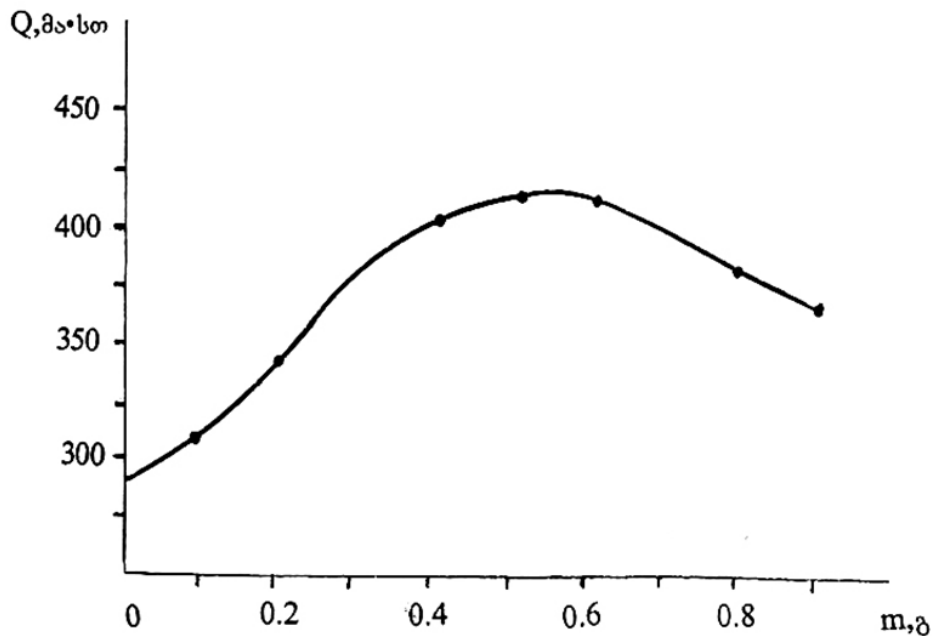
მანგანუმის ელექტროლიზური დიოქსიდის (მმდ) გამოლექვა ჰაერი-თუთიის დენის წყაროსათვის გათვალისწინებული ჰაერის ელექტროდის სარჩულზე, როგორც ანოდზე, ხდებოდა მანგანუმის სულფატის მჟავე ხსნარის ელექტროლიზის საშუალებით. ამ პროცესში კათოდად აგრეთვე ნბმ გამოიყენებოდა [12].

ცხრილში 1 მოცემულია MnO_2 -ის ელექტროსინთეზის პროცესის მაჩვენებლები. ნბმ-ის ჭეშმარიტი ფართობის გაანგარიშების სიძნელის გამო დენის ზედაპირული სიმკვრივის სიდიდეები მოცემულია პირობით ერთეულებში – მა/სმ (ჩალიჩის სიგრძის მიხედვით). იმის გამო, რომ ანოდური პროდუქტი MnO_2 -თან ერთად შეიცავს მანგანუმის დაბალ ოქსიდებს, ჰიგროსკოპიულ წყალსა და სხვა მინარევებს [13], ასევე პირობითია დენის მიხედვით გამოსავლის სიდიდეც.

ცხრილი 1. მმლ-ის მიღების ელექტროტექნიკური მაჩვენებლები

№	მახასიათებლები	განზომილება	სიდიდე
1	ძაბვა ელექტროლიზერზე, საშუალო	ვ	2.61
2	დენის ანოდური სიმკვრივე	მა/სმ	10.0
3	დენის კათოდური სიმკვრივე	მა/სმ	17.5
4	დენის მოცულობითი სიმკვრივე	ა/მ ³	650
5	$MnSO_4$ -ის კონცენტრაცია	მოლი/ლ	0.8
6	H_2SO_4 -ის კონცენტრაცია	მოლი/ლ	0.3
7	ხსნარის ტემპერატურა	°C	93-95
8	გამოსავალი დენის მიხედვით	%	103.5
9	ელექტროენერგიის ხვედრითი ხარჯი	კვატი.სთ/კგ	1.51

დამზადდა გალვანური ელემენტების – ნბმ,მმლ(O_2)| $ZnCl_2$ | Zn სამი (№4, №5, №6) პარტია, რომელთა განმუხტვა შესრულდა ზემოთ აღწერილ პირობებში. ცნობილია, რომ ჰაერის ელექტროდის გაბარიტული დენის სიმკვრივე და შესაბამისად, კატალიზატორის აქტივობა იზრდება ამ უკანასკნელის ნაწილაკების ზომების გარკვეულ სიდიდემდე შემცირების კვალობაზე [2]. ჩვენს შემთხვევაში კატალიზატორის ნაწილაკების ზომებზე ვმსჯელობთ ელექტროდზე გამოლექილი მმლ-ის სისქის, ხოლო ამ უკანასკნელზე – ელექტროლიზისას მიღებული ანოდური პროდუქტის რაოდენობის მიხედვით (ნახ. 2).



ნახაზი 2. დენის წყაროების ელექტროტევადობის დამოკიდებულება მმლ-ის რაოდენობაზე.

მცირე ელექტროტევადობა (მრუდის დასაწყისში), ჩვენი აზრით, განპირობებულია იმით, რომ კატალიზატორი ჯერ კიდევ არ არის გამოლექილი ელექტროდის მთელ ზედაპირზე, განსაკუთრებით – მის სიღრმისეულ ფენებში. ელექტროტევადობის შემცირებას მისი მაქსიმუმის მიღწევის შემდეგ (მრუდის

ბლოში) სავარაუდოდ განაპირობებს ერთი მხრივ, დანაფარის ჭარბი სისქე, მეორე მხრივ – ნბმ-ის ფორების ნაწილობრივი ამოვსება და სარეაქციო ზედაპირის გამოთიშვა ელექტროქიმიური პროცესიდან ელექტროდის გარე ფენებში. ასე რომ, ჰაერის ელექტროდზე გამოლექილი კატალიზატორის ოპტიმალური რაოდენობა დამოკიდებულია მის ფორმასა და ზომებზე.

ცხრილი 2. დენის წყაროების ელექტროტექნიკური მახასიათებლები

№	მახასიათებელი	განზომილება	პარტიის ნომერი					
			1	2	3	4	5	6
1	ღია წრედის ძაბვა	ვ	1.15	1.15	1.15	1.20	1.20	1.20
2	განმუხტვის წინაღობა	ომი	1000	500	250	1000	500	250
3	საშუალო ძაბვა	ვ	0.59	0.47	0.43	0.89	0.82	0.79
4	ელექტროტევადობა	ა.სთ	0.28	0.22	0.21	0.43	0.39	0.38
5	მასა	გ	57	57	57	58	58	58
6	მოცულობა	სმ ³	55	55	55	55	55	55
7	ხვედრითი ენერჯია	ვატი.სთ/კვ	2.89	1.83	1.55	6.64	5.56	5.18
		ვატი.სთ/ლ	3.02	1.91	1.62	6.94	5.84	5.42

ცხრილში 2 მოცემულია ჰაერი-თუთიის დენის წყაროების განხილული 6 პარტიის ელექტროტექნიკური მახასიათებლები. ცხრილის მონაცემებით, დენის წყაროების 20 დღიანი უწყვეტი განმუხტვის დროს დაფიქსირებულია ნბმ-ზე ელექტროქიმიურად გამოლექილი MnO_2 -ის მაღალი კატალიზური აქტივობა (ნახ.1, მრუდები 4-6) – გაღვანური ელემენტების ელექტროტევადობა გაზრდილია 1.5-ჯერ, ხოლო ენერგოტევადობა – 2.3-ჯერ. დენის წყაროების ეს ძირითადი მახასიათებლები უახლოვდება პრაქტიკაში გამოყენებული გაღვანური ელემენტების შესაბამის მაჩვენებლებს. თუმცა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჰაერი-ლითონის დენის წყაროების სრულყოფის რეზერვები დიდია. კერძოდ, როცა მმდ-ის, როგორც კატალიზატორის, ეფექტურობას ვსწავლობდით, საწყის პოზიციად ავირჩიეთ მისი, როგორც MnO_2-Zn სისტემის დენის წყაროს საუკეთესო საკათოდე მასალის მიღების პირობები [12] (ცხრილ.1). მაგრამ ეს პირობები შეიძლება არ აღმოჩნდეს ოპტიმალური ელექტროკატალიზატორის მისაღებად. ასე რომ, ნბმ-ზე გამოლექილი მაქსიმალური კატალიზური აქტივობის მქონე MnO_2 -ის ელექტროსინთეზის პირობები ცალკე კვლევის საგანია.

მიღებული შედეგები, ჩვენი აზრით, კარგი საფუძველია იმისათვის, რომ გაგრძელდეს წარმოდგენილი ახალი კონსტრუქციის ჰაერი-ლითონის სისტემის დენის წყაროს კომპონენტების (საკათოდე და საანოდე მასალების, ელექტროლიტისა და კატალიზატორის) შერჩევისა და სრულყოფის სამუშაოები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Химические источники тока. Справочник. Под ред. Коровина и А.М. Скундина. Москва изд. МЭИ. 2003, 740с.
2. Коровин Н.В. Химические источники тока с воздушными электродами. Электрохимическая энергетика. 2001, Т.1, №1,2, с.16-23.
3. ქებაძე ჟ., კაკურია ლ., ბუთლიაშვილი ნ. ჰაერი-ლითონის სისტემის დენის ქიმიური წყარო. საქპატენტო. GE P 2008, 4359 В.
4. ქებაძე ჟ., ფრუიძე ვ., კაკურია ლ. მცირე მასალატევადობის ელექტროდთა კონსტრუქციები ელექტროქიმიური პროცესებისათვის. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი. 2002, ტ.2, №2, გვ. 104-107.
5. Интенсификация электрохимических процессов. Сборник научных трудов. Под ред. А.П. Томилова. М., „Наука,, 1998, 216 с.
6. В.З.Барсуков, В.Г. Хоменко, С.В., Чивиков, П. А. Антоненко. Физико-химические основы разработки воздушно-металлических источников тока с катализатором на основе полианилина. Электрохимическая энергетика. 2001, Т.1, № 1,2, с. 24-30.

7. М.О. Данилов, Н.В.Вьюнова. Комбинированный воздушный электрод на основе полианилина с добавкой диоксида марганца. Журнал прикладной химии. 2001, т.74, вып.2, с. 335-337.
8. В.З. Барсуков, В.Г. Хоменко, А.С. Каташинский, Т.И. Мотронюк. Природа и механизм каталитической активности полианилина в реакции восстановления молекулярного кислорода. Электрохимия. 2004, т.40, №11, с.1364-1368.
9. Langun Mao, Dun Zhang, Tadashi Sotomura et al. Mechanistic study of the reduction of oxygen in air electrode with manganese oxides as electrocatalysts. Electrochimica Acta. 2003, 48, p.1015-1021.
10. I.Roche, K.Katuri, K.Scott. A microbial fuel cell using manganese oxides as oxygen reduction catalysts. Journal of Applied Electrochemistry. 2010, v.40, #1, p.13-21.
11. Hee-Young Park, Tae Joo Shin, Han-Ik Joh et al. Graphene-oxyge-intercalated layered manganese oxides as an efficient oxygen reduction reaction catalyst in alkaline media. Electrochemistry communications. 2014, v.41, p.35-38.
12. Ж.М.Кебадзе, Л.Ш.Какурия, К.Т.Угрелидзе. Синтез электрохимического диоксида марганца на электродах из углеродного волокнистого материала и его использование в гальванических элементах. Журнал прикладной химии. 2008, т.81, вып.11, с.1837-1840.
13. Л.Н.Джапаридзе. Электролитический диоксид марганца. Тбилиси, Мецниереба, 1987, 128 с.

CHEMICAL CURRENT SOURCE OF THE AIR(OXYGEN)-ZINC SYSTEM OF NEW STRUCTURE

Zhiul Keadze, Tsisana Gagnidze, Temur Chakhunashvili, Ketevan Ugrelidze, Liana Kakuria
R.Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of I. Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

The problems of functioning of the chemical current source of the air (O₂)-Zn sistem of new structure are considered. The catalytic activity of the carbon fiber material in relation to the electrochemical reduction reaction of oxygen has been established. Conducted experiments have shown, that the electrolytic manganese dioxide, deposited on a carbon fiber-based air electrode, is an efficient catalyst for the catode reaction.

ХИМИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ТОКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ВОЗДУХ (КИСЛОРОД)-ЦИНК

Ж.М.Кебадзе, Ц.М. Гагნიдзе, Т.А. Чахунашвили, К.Т. Угрелидзе, Л.Ш. Какурия
*Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе
Тбилисского государственного университета им.И. Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены вопросы функционирования химического источника тока новой конструкции системы воздух (O₂)-Zn. Установлена каталитическая активность углеродного волокнистого материала в отношении реакции электрохимического восстановления кислорода в этой системе. Проведенные эксперименты показали, что электрохимический диоксид марганца, осажденный на углеродной волокнистой основе воздушного электрода, является эффективным катализатором катодной реакции.

სუპერკრიტიკული ფლუიდებით კვამცეპტინისა და მლუბაზი ნივთიერებების საფეხურებრივი ექსტრაქცია წითელი ხახვის (*Allium cepa*) კანიდან

მზია ციცავი, მარიამ ჩხაიძე, მირანდა ხაჩიძე, მანანა ბუზარიაშვილი, ქეთევან ებრაღიძე

ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ.მელიქიშვილის ფიზიკური და
ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვნად იზრდება მოთხოვნილება ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებსა და საკვებ დანამატებზე. ასეთი პროდუქციის წარმოება თავისთავად გულისხმობს ბუნებრივი საკვები საღებავების, არომატიზატორების და ბუნებრივი საკვები დანამატების გამოყენებას, რომლებიც სინთეზურისაგან განსხვავებით არ არის ჯანმრთელობისათვის საზიანო და ამასთან, რიგ შემთხვევებში ხელს უწყობს მის გაუმჯობესებას. ფენოლური ნაერთების, რომელთაც მიეკუთვნება ფლავონოიდები და ანტოციანინები, ექსტრაქციები შესაძლებელია აგროინდუსტრიული ნარჩენებიდან, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მიზნობრივი პროდუქტის თვითღირებულებას.

ერთერთი ასეთი აგროინდუსტრიული ნარჩენია ხახვის გარეთა მშრალი კანი.

ხახვის (*Allium cepa* L.) წარმოება მსოფლიოში შეადგენს 44 მილიონ ტონას, რაც მეორეა პომიდვრის წარმოების შემდეგ. მხოლოდ ევროპაში, ყოველწლიურად გადაყრილი ხახვის ნარჩენი შეადგენს 500 000 ტონას.

ხახვის ბოლქვების გარეთა კანში არის ფლავონოიდების ორი ძირითადი ქვეჯგუფი: ფლავონოიდები კვერცეტინის სახით, რომელიც ანიჭებს მას ყვითელ ფერს და ანტოციანინები, რომლებსაც აქვთ მეწამულ წითელი ფერი. როდესაც კანი გადადის ყავისფერში, კვერცეტინ გლიკოზიდი გადადის თავისუფალ კვერცეტინში და მხოლოდ მცირე ნარჩენია გლიკოზიდის სახით.

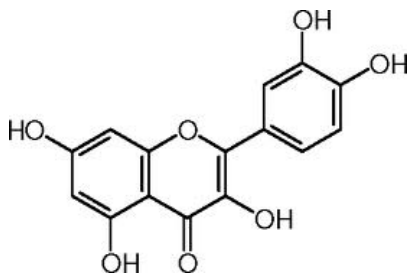
კვერცეტინი გავრცელებულია სხვადასხვა ბოსტნეულში და ხილში, როგორცაა ვაშლი, მწვანე ჩაი, კენკროვანი და სხვა აგლიკონის ან გლიკოზიდის სახით. ხახვი არის კვერცეტინის ერთერთი ყველაზე მდიდარი ბუნებრივი წყარო.

კვერცეტინი - 2-(3,4-დიჰიდროქსიფენილ)-3,5,7-ტრიჰიდროქსი-4-1-ბენზოპირან-4-ონ3,3',4',5,7-პენტაჰიდროქსიფლავონ.

აღწერა: ღია ყვითელი კრისტალები

დუღილის ტემპ. სუბლიმირებს

დნობის ტემპ. 316.5°C



კვერცეტინი გამოიყენება გულისა და გულსისხლძარღვთა დაავადებების, დიაბეტის, კატარაქტის, თივის ცხელების, წყლულოვანი, შიზოფრენიის, ანთების, ვირუსული ინფექციების სამკურნალოდ. ასევე გამოიყენება კიბოსა და პროსტატის ქრონიკული ინფექციის პრევენციისთვის.

გარდა კვერცეტინისა, ხახვის გარეთა კანი შეიცავს ანტოციანინებს, რომელთაც გააჩნიათ შესანიშნავი მღებავი თვისებები. ხახვის კანი აღრუული დროიდან გამოიყენებოდა როგორც შალის, ბამბის და აბრეშუმის, ასევე სააღდგომო კვერცხის შესაღებად. ანტოციანინები, რომელთაც წითელი ხახვის კანი შეიცავს, არის პელარგონინი, მალვიდინი და ციანიდინი გლიკოზიდების სახით.

სუპერკრიტიკული ფლუიდებით ექსტრაქცია, რომელიც რიგი უპირატესობების გამო თითქმის უალტერნატივოა ექსტრაქციის მეთოდებს შორის, შესაძლებელს ხდის მიღებული იქნას ეკოლოგიურად სუფთა მაღალი ხარისხის მიზნობრივი პროდუქტი.

სუპერკრიტიკული ფლუიდებით ექსტრაქცია (სფე) მოწინავე ექსტრაქციის ტექნიკაა, რომელიც ემყარება აირების გაძლიერებულ გამხსნელ უნარს მათი კრიტიკული წერტილის ზემოთ. ერთერთი ყველაზე ხშირად გამოყენებული სუპერკრიტიკული ფლუიდი CO₂-ია. გარდა იმ უპირატესობისა, რომ აქვს დაბალი კრიტიკული ტემპერატურა, არ არის ტოქსიკური და აალებადი, იგი ხელსაყრელია დაბალი ფასისა და მაღალი სისუფთავის გამო; სფე ასევე შეუცვლელია იმ ნივთიერებების ექსტრაქციისთვის, რომლებიც თერმულად ლაბილურია, ადვილად იჟანგება, ან იშლება სინათლეზე. ამ მახასიათებლების გამო, სუპერკრიტიკული CO₂-ით ექსტრაქცია საუკეთესოა სასურსათო საღებავების, არომატიზატორების, საკვები დანამატების, ფარმაცევტული და კოსმეტიკის პროდუქციის წარმოებაში, სადაც არსებითი მნიშვნელობა აქვს მაღალი ხარისხის და სისუფთავის მქონე მიზნობრივი პროდუქტის მიღებას.

სხვადასხვა ნაერთთა კლასების თანმიმდევრული საფეხურებრივი ექსტრაქციები მოითხოვს კომპლექსურ კვლევას, რაც გულისხმობს როგორც ოპერატიული პარამეტრების, თანაგამხსნელების გავლენის შესწავლას, ასევე ტექნიკურ ასპექტებსაც, რამაც უნდა უზრუნველყოს ექსტრაქციების სელექტურობა, რაც თავისთავად განაპირობებს მიზნობრივი პროდუქტის მაღალ ხარისხს.

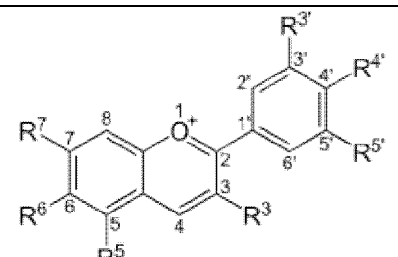
ვინაიდან ხახვის გარეთა კანი შეიცავს როგორც ფლავანოიდებს, ასევე ანტოციანინებს, მნიშვნელოვანია მათი სუპერკრიტიკული თანმიმდევრული საფეხურებრივი ექსტრაქციის შესწავლა.

საკვლევად შერჩეული იქნა წითელი ხახვის გარეთა შმრალი კანი.

ექსტრაქციის პირველ ეტაპზე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო თანაგამხსნელის შერჩევა, რომელიც დააკმაყოფილებდა შემდეგ პირობებს: მისი გამოყენება დაშვებული უნდა ყოფილიყო FDA-ს მიერ, უზრუნველყო კვერცეტინის რაოდენობრივი ექსტრაქცია და ყოფილიყო სელექტიური. ასეთ თანაგამხსნელად ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა აცეტონი. კვერცეტინი ხსნადია აცეტონში, ხოლო მალვიდინი, ციანიდინი და პელარგონიდინი მასში არ იხსნება. რაც შეეხება ოპერატიულ პირობებს, ოპტიმალურად შეირჩა 40C⁰ ტემპერატურა და 150 ატმ წნევა და აცეტონის რაოდენობა მოცულობითი წილი 5-7%. უფრო დაბალ ტემპერატურასა და წნევაზე არ მიიღწევა სუპერკრიტიკული მდგომარეობა, ხოლო უფრო მაღალზე მნიშვნელოვნად მცირდება სელექტიურობა და სუფთა კვერცეტინის მისაღებად საჭირო ხდება დამატებითი პროცედურები.

ექსტრაქციის მეორე ეტაპზე თანაგამხსნელად შეირჩა ძმარმჟავა/ეთანოლი თანაფარდობით 80:1. ანტოციანინების (ცხრილი 1) სრული ექსტრაქციისთვის, პირველ ეტაპთან შედარებით გაიზარდა როგორც ტემპერატურა, ასევე წნევა. ოპტიმალურად მივიჩნიეთ 80C⁰ ტემპერატურა და 300 ატმ წნევა. ასეთ პირობებში ხახვის კანის ნარჩენი პრაქტიკულად უფრო ხდება, რაც მიუთითებს ანტოციანინების სრულ ექსტრაქციაზე. ექსტრაქციის ორივე ეტაპის საერთო დრო 3 საათია, რაც მნიშვნელოვნად მცირეა სოქსლეტის აპარატით ექსტრაქციის დროსთან შედარებით, რომელიც დაახლოებით 18 საათია.

ცხრილი 1. ექსტრაქტში შემავალი ანტოციანინების სტრუქტურული ფორმულები

პირითადი სტრუქტურა	ანტოციანინი	R ₃ '	R ₄ '	R ₅ '	R ₃	R ₅	R ₆	R ₇
	ციანიდინი	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
	დელფიდინი	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
	პელარგონიდინი	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
	მალვიდინი	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-OH	-OH	-H	-OH
	პეუდინი	-OCH ₃	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
	პეტუნიდინი	-OH	-OH	-OCH ₃	-OH	-OH	-H	-OH

ჯამური ანტოციანინები ექსტრაქტში განისაზღვრა სპექტროფოტომეტრით (laboMed. Inc) 750 ნმ-ზე. მათი ჯამური რაოდენობა წითელ ხახვში 85-107 მგ/გ-ია.

აღნიშნული მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვა აგროსამრეწველო ნარჩენებიდან ფლავანოიდებისა და ანტოციანინების თანმიმდევრული საფეხურებრივი ექსტრაქციებისთვის.

მეთოდს აქვს მნიშვნელოვანი უპირატესობები. იგი უზრუნველყოფს სელექტიურ რაოდენობრივ ექსტრაქციას. ნედლეულის გადმოტვირთვის გარეშე მიმდინარეობს ექსტრაქციის მეორე საფეხური. გამოყენებული თანაგამსხნელები უსაფრთხოა ჯანმრთელობისთვის.

ექსპერიმენტული ნაწილი:

ექსტრაქციის პირველ ეტაპზე ადგილობრივ მარკეტში შეძენილ გამშრალ 10გ ხახვის კანს ფქვავენ და ათავსებენ სუპერკრიტიკული ხელსაწყო ავტოკლავში, მკვდარი მოცულობის თავიდან ასაცილებლად ამატებენ ნეიტრალურ შემავსებელს და აცეტონს მოცულობითი წილით 6-7%. ავტოკლავი იხურება და ირთვება მაცივარი ნახევარი საათით, რის შემდეგაც იხსნება CO₂-ის ბალონი და გაზი შედის სისტემაში, რასაც ადასტურებს მარცხენა მანომეტრის ჩვენება (70 ატმ). შემდეგ ირთვება ჰაერის კომპრესორი 2 ატმ-მდე ჩვენებით. იხსნება მარჯვენა ვენტილი, და გაზი იწყებს შეკუმშვას, რაც დასტურდება ტუმბოს დარტყმების რიცხვის შემცირებითა (2 დარტყმა წუთში) და ხმით (დაბალი ტონალობის) და მარჯვენა ვენტის მანომეტრზე ფიქსირდება წნევა. როდესაც წნევა მიაღწევს 140-150 ატმ-ს, ვენტილი იკეტება 30 წთ სრული ექსტრაქციისთვის (სფე-ს სტატიკური დრო). ირთვება გამათბობელი და თერმოწყვილის საშუალებით იზომება ტემპერატურა, რომელიც 40-50C⁰-ია შემდეგ იხსნება ვენტილი ისე, რომ ნაკადის სიჩქარეა 2 მლ/წთ-ში. ექსტრაქტის გადმოღინებას დაახლოებით 60წთ. სჭირდება. ამის შემდეგ ირთვება მაცივარი, იკეტება ბალონი, შემდეგ კომპრესორი, სასურველია არ მოხდეს მარჯვენა ვენტის სრულად გახსნა და წნევა თანდათანობით დაეცეს. ექსტრაქტის შეგროვება ხდება 30 მლ ყინულიან წყალში. წარმოიქმნება ნალექი, რომელიც იფილტრება და ირეცხება 3×10 მლ ცივი წლით. მიღებული მოყვითალო გამშრალი ნალექის წონა დაახლოებით 2,8×10⁻⁴ გ.

ექსტრაქციის მეორე ეტაპზე ავტოკლავის გაუხსნელად მეორდება იგივე პროცედურა, რაც პირველი ეტაპის დროს. განსხვავებით პირველ ეტაპთან ძმარმუავიანი ეთანოლის მიწოდება ხდება მეორე ტუმბოთი. როდესაც წნევა მიაღწევს 300 ატმ-ს, ვენტილი იკეტება 50-60 წთ სრული ექსტრაქციისთვის (სფე-ს სტატიკური დრო). ირთვება გამათბობელი და თერმოწყვილის საშუალებით იზომება ტემპერატურა, რომელიც 70-80C⁰-ია შემდეგ იხსნება ვენტილი ისე, რომ ნაკადის სიჩქარეა 2 მლ/წთ-ში. ექსტრაქტის გადმოღინებას სჭირდება 15-30 წუთი. ექსტრაქტი ინახება ხსნარის სახით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛІТЕРАТУРА

1. *Urmila J. Joshi, amol S gadge, Priscilla, D'Mello, Raginisinha, Sudha Srivastava, Girjesh Govil.* Anti- inflammatory and anticancer activity of quercetin and Its analogues. International Journal of research in pharmaceutical and biomedical science vol2(4) 2011 pp. 1756-1766
2. *M. Skerget, L. Majhenic, M. Bezjak, and Z. Knez.* Antioxidant, radical scavenging and antimicrobial activities of red onion (*Allium cepa*L) skin and edible part extract. Chem. Biocem> eng. Q 23(4) 435-444 (2009)
3. *Karina Gorostlaga Martino, Daniel* “Guyer Supercritical fluid extraction of quercetin from onion skins” Journal of Food Process Engineering 27 2004 pp.17-28
4. *Adem Onal* “Extraction of Dyestuff from onion (*Allium cepa* L) and its application in the Dyeing of wool, feathered- leather and cotton. Tr. J. of Chemistry 20 (1996), pp.194-203
5. *Garima Gulati, S. Baghel* “ Quantification of quercetin from alcoholic extract of emblica officinalis by HPLC method” International Journal of Green Chemistry and Bioprocess 2013, 3 (1) 1-2
6. *M. Geetha, P. ponmozhi, M. Saravana Kumar, P. Surangadevi* “Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. Int. j. Res. Pharm. Sci, 2 (3) 2011 497-506

SEQUENTIAL SUPERCRITICAL FLUID EXTRACTION OF QUERCETIN AND COLORANTS FROM RED ONION (*Allium cepa*) SKIN

Mzia Tsitsagi, Mariam Chkhaidze, Miranda Khachidze, Manana Buzariashvili, Ketavan Ebralidze

*Ivane Javachishvili Tbilisi State University,
Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

SUMMARY

Red onion (*Allium cepa*) is the most common and richest natural source of flavonoids and anthocyanins. Present study focused on the influence of some operative parameters and co-solvents of sequential supercritical fluid extraction employed for the extraction of quercetin and colorants from red onion outer skin. Supercritical CO₂ modified with acetone was used for the extraction of quercetin and supercritical CO₂ modified with ethanol/ acetic acid (80:1) was used for extraction of colorants.

СТУПЕНЧАТАЯ ЭКСТРАКЦИЯ КВЕРЦЕТИНА И КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ СУПЕРКРИТИЧЕСКИМИ ФЛЮИДАМИ ИЗ КОЖИЦЫ (ШЕЛУХИ) КРАСНОГО ЛУКА

М.В.Цицаги, М.Ш.Чхаидзе, М.М.Хачидзе, М.С.Бузариашвили, К.Г.Эбралидзе

*Тбилисский государственный университет им. Ив.Джавахишвили;
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили*

РЕЗЮМЕ

Красный лук является одним из наиболее распространенных и богатых ресурсов флаваноидов и антоцианинов. В данной работе рассмотрено воздействие некоторых оперативных параметров и соразвителей на процесс ступенчатой экстракции кверцетина и красителей суперкритическими флюидами из внешней кожицы красного лука. Для экстракции кверцетина был использован суперкритический углекислый газ CO₂, модифицированный ацетоном, а для экстракции красителей – суперкритический CO₂, модифицированный смесью этанол/уксусная кислота (80:1).

ბაქტერიციდული ცეოლითური სორბენტი

ნანული დოლაბერიძე ვლადიმერ ციციშვილი მაია ალელიშვილი, მანანა ნიჟარაძე,
ნატალია მირბეელი, ნახიბროლა კლარჯიშვილი

*ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
პელიტიკის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

განხილულია ბაქტერიციდული კომპოზიციის შექმნის ოპტიმალური პირობები, ანტიბაქტერიული აგენტისა (AgNO_3) და ბუნებრივი ცეოლითის ფილიპსიტის გამოყენებით. ასეთი სორბენტის მიღება მიზნად ისახავდა ცეოლითის სორბციული-დეტოქსიკაციური თვისებების და ვერცხლის ანტიბაქტერიულ-ანტიტოქსიკურ თვისებების შერწყმას. შესწავლილია ცეოლითის შიგარისტალურ სტრუქტურაში ვერცხლის კატიონების დაგროვების დინამიკა. მიღებული მასალა თვისობრივად შეფასებულია ქიმიური ანალიზის, რენტგენულ-დიფრაქტომეტრული კონტროლის შედეგებით და წყლის ორთქლის აღსორბციული გაზომვებით. აღწერილი მეთოდით მიღებული ვერცხლისშემცველი ნანოცეოლითური მასალა შესაძლებელია რეკომენდირებული იყოს მედიკო-ბიოლოგიური მიზნებისათვის გამოსაყენებლად.

ბუნებრივი ალუმინსილიკატური სისტემების გამოყენებით წვრილდისპერსული, ანტიბაქტერიული და ანტივირუსული ნანოცეოლითური მასალების შექმნა, ერთ-ერთ აქტუალურ სამეცნიერო პრობლემას წარმოადგენს. ეს პრობლემა მნიშვნელოვანია და მისი ძირითადი ამოცანა მიზანმიმართული თვისებების მქონე, მაღალი სისუფთავის წვრილდისპერსული ცეოლითური სორბენტების მიღებაა.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა ანტიმიკრობული და ანტივირუსული ვერცხლისშემცველი ცეოლითური მასალის მიღება საქართველოს ბუნებრივი მინერალის, ფილიპსიტ-შემცველი ქანის ქიმიური დაქუთვების გზით. მსგავსი ცეოლითური სორბენტის შექმნა ითვალისწინებდა ცეოლითის სორბციულ-დეტოქსიკაციური და ვერცხლის ანტიბაქტერიული თვისებების შერწყმას [1].

საკვლევ ობიექტად გამოყენებული გვექონდა ბუნებრივი ფილიპსიტი, გურიის რეგიონის საბადოდან. ცეოლითური მინერალის ეს სახეობა გამოვლენილია ლანჩხუთის რ-ნის სოფლებს – შუხუთსა და ზაბლავეთს შორის. საბადოზე ძირითადად ცეოლითიზირებულია ტრაქტიული შედგენილობის ტუფები, რომლებიც შუა შრეების სახით განლაგებულია ვულკანოგენურ – დანალექ წყებაში. ქანში ფილიპსიტის შემცველობა მერყეობს 60-90%-ს შორის [2].

ფილიპსიტის კრისტალური სტრუქტურის თავისებური აგებულება განაპირობებს შიგარისტალური არის ღია ბუნებას ლითონის კატიონების თანდათანობით ჩანაცვლებისთვის, ხასიათდება კარგად განვითარებული მიკროფოროვანი სტრუქტურით და ბევრად აღემატება, დღეისათვის ქირურგიასა და სტომატოლოგიაში გამოყენებულ, ბუნებრივ კლინობტილოლიტს [3] იონმიმოცვლის ტევადობით (3,31 მექვ/გ), წყლის ორთქლის მიმართ აღსორბციის უნარით (7,25 მმოლ/გ) და ვერცხლის კატიონებისადმი მაღალი სელექტიურობით [4]. რადგან ნანოგანზომილებიანი მასალების გამოყენება მეტწილად დამყარებულია მათ იონმიმოცვლით და აღსორბციულ თვისებებზე, აუცილებელია მათი იონმიმოცვლითი და აღსორბციული ტევადობების განსაზღვრა.

ცეოლითური ბუნების ალუმინსილიკატური ქანი დაწვრილმანებული ფხვნილის სახით, ფრაქცია 0,063 მმ, კვლევის 1-ეტაპზე, გადაყვანილი იქნა მონიკატიონურ, Na-იან ფორმაში; რადგანაც ფილიპსიტის შემადგენლობაში შემავალი ნატრიუმის კატიონები მეტად ძვრადია, ტოლმუსტიან კატიონებთან მიმოცვლისას, ვიდრე კალციუმის და მაგნიუმის კატიონები; ეს გამოწვეულია კატიონების სტერიული ფაქტორით, და გავლენას ახდენს ცეოლითის ფორიან სისტემაში კატიონების დიფუზიის სიჩქარეზე. ცეოლითის მონიკატიონურ ფორმაში გადაყვანა ასევე, ბუნებრივი ცეოლითების თანმდევი მინარევების გარეშე სუფთა ცეოლითური მასალის მიღების საფუძველიცაა, რაც ესოდენ აუცილებელია მისი შემდგომში მედიცინაში გამოყენების თვალსაზრისით.

ვერცხლისშემცველი წვრილდისპერსული ფილიპსიტის NaAgPSH მისაღებად ექსპერიმენტის მე-2 ეტაპი ითვალისწინებდა ცეოლითის მყარი ფაზისა და 0,26 ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის ურთიერთქმედებას, სტატიკურ პირობებში, თანაფარდობით 1:6, კონტაქტირების ხანგრძლივობა 1სთ., წყლის აბაზანაზე, მუდმივი მორვეის პირობებში, ჯერადობა–5. გაფილტრული სუსპენზია ირეცხებოდა

ჭარბი მარილის მოცილებამდე, (ფილტრატში ქლორ იონების არყოფნამდე), გარეცხილი ნიმუში შრებოდა, ჯერ ოთახის, შემდეგ 105°C -ზე, თერმოსტატში. მშრალი ცეოლითური მასალა შესწავლილი იქნა რენტგენულ-დიფრაქტომეტრული და ქიმიური ანალიზის მეთოდებით. დადგინდა, რომ ფილიპსიტის კრისტალში, $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Ag}^+$ მიმოცვლა პრაქტიკულად სტრუქტურულ ცვლილებებს არ იწვევს, არ მიმდინარეობს მასში დეალუმინირების და დეკატიონირების პროცესები, რაც კრისტალის კარკასის სტრუქტურაში ვერცხლის კატიონების მაქსიმალური ჩანაცვლების საშუალებას იძლევა (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. ფილიპსიტისა და მისი ვერცხლჩანაცვლებული ფორმების ქიმიური შედგენილობა ოქსიდების მთლიანი თანაფარდობით

ნიმუში	ფორმულა
NaPSH	$0,98\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2 \cdot 4,2\text{H}_2\text{O}$
NaAg ₁ PSH	$(0,42\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,66\text{Ag}_2\text{O})\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,43\text{SiO}_2 \cdot 5,06\text{H}_2\text{O}$
NaAg ₃ PSH	$(0,25\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,73\text{Ag}_2\text{O})\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,41\text{SiO}_2 \cdot 5,02\text{H}_2\text{O}$
NaAg ₅ PSH	$(0,05\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,88\text{Ag}_2\text{O})\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,45\text{SiO}_2 \cdot 5,40\text{H}_2\text{O}$

ცხრილი 1-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნატრიუმის ყველა კატიონს ფილიპსიტის შიგა კრისტალურ სტრუქტურაში ვერცხლის კატიონებისათვის მისაწვდომი პოზიციები უჭირავს.

ცხრილი 2. ფილიპსიტის სტრუქტურაში ვერცხლის კატიონების დაგროვება და ადსორბციული თვისებები

ცეოლითი	ჩან.ხარ.%	მმოლ/გ	სმ ³ /სმ ³
PSH	-	7,25	0,281
NaAgPSH (1)	57,1	5,54	0,214
NaAgPSH (2)	74,2	3,24	0,125
NaAgPSH (3)	85,3	2,24	0,084
NaAgPSH (5)	94,5	1,74	0,031

ქიმიური ანალიზის კლასიკური მეთოდისა და სპექტროფოტომერიის გამოყენებით განსაზღვრული, საკვლევი ფილიპსიტის საწყისი ფორმისა და ვერცხლჩანაცვლებული ნიმუშების სრული ქიმიური შედგენილობის საფუძველზე, გამოთვლილი იქნა ვერცხლის კატიონებით ნატრიუმის კატიონების ჩანაცვლების ხარისხები, ეს უკანასკნელი მიღებულია საწყის და შესაბამის მოდიფიკაციებში ნატრიუმის ოქსიდების სხვაობით. ვერცხლის კატიონები გამოდევნიან, რა ნატრიუმის კატიონებს იკავებენ ნატრიუმის კატიონებისაგან გამონთავისუფლებულ ვაკანსიებს. ქიმიური ანალიზის შედეგები ასევე ადასტურებს ფილიპსიტის შიგაკრისტალურ სტრუქტურაში ჩანაცვლების ხარისხების კანონზომიერ გადიდებას, იონმიმოცვლის რიცხვის ზრდასთან ერთად. მიღწეულია ცეოლითის სტრუქტურაში ვერცხლის კატიონების ჩანერგვის მაღალი ხარისხი (ცხრილები 1,2).

ფილიპსიტის შემადგენლობაში ვერცხლის კატიონების დაგროვებასთან ერთად ღრმავდება მისი კრისტალური სტრუქტურის დესტრუქცია. რაც დადასტურებულია მიღებული ნიმუშების ფლორუანტი სტრუქტურის ექსიკატორული მეთოდით დახასიათებისას. გამოვლენილია, რომ ვერცხლის კატიონების დაგროვებასთან ერთად ადსორბციული მოცულობა მცირდება (ცხრილი 2).

ამგვარად, ჩვენს მიერ შემუშავებული მეთოდით, მიღებულია მაღალი იონმიმოცვლის ტევადობის მქონე ანტიბიოქსიკური თვისების მატარებელი პროლონგირებული ქმედების ვერცხლის შემცველი სორბენტი, რომელიც წარმოადგენს ვერცხლის კატიონების დეპოს და რომლის გამოყენებაც რეკომენდირებულია მედიცინის სხვადასხვა დარგში და კერძოდ ქირურგიაში, ოპერაციის შემდგომ გართულებებთან საბრძოლველად.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. N.M.Dolaberidze, V.G.Tsitsishvili, N.A.Mirdzveli. M.O.Nijaradze. Creation Of Bactericidal Nano-Zeolite Sorbent. 3rd International Conference “Nanotechnologies” Nano-2014, October 20-24, 2014 Tbilisi, Georgia, p. 32-33.

2. ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტის ეკონომიკური განვითარების გეგმა 2007. ლანჩხუთის მუნიციპალიტეტი, გურია, საქართველო, სექტემბერი, 2007.
3. ვლადიმერ ციციშვილი, ნანული დოლაბერიძე, მანანა ნიჟარაძე, ნატო მირძველი. ნანოცეოლითური მასალების გამოყენების შესაძლებლობა მედიცინასა და ფარმაციაში. პ.მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის შრომების კრებული, 2013, გვ.7-10.
4. Tsitsishvili G., Tsitsishvili V., Dolaberidze N., Alelishvili M., Mirdzveli N., Nijaradze M. Characterization and Modification of Natural Phillipsites from Georgia. - Journal of Porous Materials – Zeolite`02. Kluwer Academic Publishers Manufactured in The Netherlands 2002, III, p.57-60

ANTIBACTERIAL ZEOLITE SORBENT

Nanuli Dolabedze, Vladimer Tsitsishvili, Maia Alelishvili, Manana Nijaradze, Natalia Mirdzveli, Nazibrola Klardjeishvili

*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
of Ivane Javachishvili Tbilisi State University*

SUMMARY

The optimal conditions of obtaining bactericidal composition using an antibacterial agent (AgNO_3) and natural zeolite phillipsite have been considered. Preparation of such sorbent was intended to unite the sorption-detoxication properties of zeolite and antibacterial-somatic anti-toxic properties of silver. Dynamics of the accumulation of silver cations within zeolite crystal structure has been studied. The resulting material is qualitatively described by results of the chemical analysis and X-ray diffraction control as well as measurements of adsorption of water vapor. The silver containing nanozeolite material prepared by described method can be recommended for medical and biological applications.

БАКТЕРИЦИДНЫЙ ЦЕОЛИТОВЫЙ СОРБЕНТ

Н.Долаберидзе, В.Цицишвили, М.Алелишвили, М.Нижарадзе, Н.Мирдзвели, Н.Кларджеишвили

*Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили
Тбилисского государственного университета им. Ив.Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены оптимальные условия получения бактерицидной композиции с использованием антибактериального агента (AgNO_3) и природного цеолита филлипсита. Получение подобного сорбента имело целью объединить сорбционно-детоксикационные свойства цеолита и антибактериально-антитоксические свойства серебра. Изучена динамика накопления катионов серебра во внутрикристаллической структуре цеолита. Полученный материал качественно охарактеризован результатами химического анализа и рентгено-дифрактометрического контроля, а также измерений адсорбции паров воды. Полученный описанным в статье методом серебро-содержащий наноцеолитный материал может быть рекомендован для медико-биологического применения.

ადგილობრივი ბუნებრივი ცეოლიტების გამოყენებით აქროლადი N-ნიტროზამინების მოცილების შესაძლებლობა

იმედა რუბაშვილი, ვლადიმერ ციციშვილი
ივანე ჯავახიშვილი სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

მოცემული კვლევა ეხება ადგილობრივი ბუნებრივი ცეოლიტების - მორდენიტისა და კლინოპტილოლითის მოდიფიცირებული H-ფორმების გამოყენებით აქროლადი N-ნიტროზამინების მოცილების შესაძლებლობას თამბაქოს გამონაბოლქვიდან. თამბაქოს გამონაბოლქვიდან მოცილებული N-ნიტროზამინების რაოდენობების კონტროლისათვის მომზადებული იქნა სპეციალურად კონსტრუირებული ლაბორატორიული დანადგარი. N-ნიტროზამინების რაოდენობრივი განსაზღვრა განხორციელდა აირქრომატო-მას-სპექტრომეტრული ვალიდირებული მეთოდით. ანალიზის შედეგები გვაჩვენებს, რომ მორდენიტის H-ფორმა თამბაქოს გამონაბოლქვში N-ნიტროზამინებს ამცირებს 74 %-მდე, ხოლო კლინოპტილოლითის H-ფორმა კი 63 %-მდე.

გარემოს დაბინძურების გლობალური პროცესი დღესდღეობით სამართლიანად იპყრობს კაცობრიობის ყურადღებას და განსაკუთრებული სიმძაფრით აყენებს საკითხს გარემოს სანიტარული მდგომარეობის შესახებ. ტექნიკური პროგრესის შესაბამისად მავნე ნივთიერებათა რაოდენობა გარემოში განუწყვეტლივ იზრდება და ცალკეული კომპონენტები ქმნიან სახიფათო რისკს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. ერთ-ერთ ასეთ რისკს მიეკუთვნება კიბოს განვითარების საშიშროება. ამ განუკურნებელ დაავადებასთან ბრძოლის ერთ-ერთი გზა გარემოდან კანცეროგენების მოშორება, რომელიც ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს 21-ე საუკუნის მეცნიერთათვის. სწორედ ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნებიან N-ნიტროზამინები. ისინი წარმოადგენს ფართოდ გავრცელებულ კანცეროგენულ ნივთიერებებს, რომლებიც იმყოფებიან იმ გარემოში, სადაც ადამიანს უწევს ყოფნა და იქ სადაც მუშავდება ხორცი, ლუდი, თამბაქო. ისინი ორგანიზმში ხვდება საკვებისა და სასმელის გზით, კერძოდ ალკოლ სასმელებიდან, შებოლილი ხორციდან, თევზიდან, ყველიდან, მშრალი საკვებიდან, ასევე კოსმეტიკიდან. N-ნიტროზამინები წარმოიქმნება კუჭში საკვები პროდუქტებიდან და სხვა წყაროებიდან მოხვედრილი ამინებისა და ნიტრიტების რეაქციის შედეგად [1-4].

აღსანიშნავია, რომ N-ნიტროზამინებს, რომლებსაც თამბაქოს გამონაბოლქვიც შეიცავს ყოფენ აქროლად, არააქროლად და სპეციფიკურ N-ნიტროზამინებად. აქროლადი N-ნიტროზამინები თამბაქოს გამონაბოლქვში ხვდება უშუალოდ თამბაქოდან, ასევე მათი წარმოქმნა ხდება ნიტროზამინმჟავების თერმული დაშლის, მეორეული, მესამეული ამინებიდან და მეოთხეული ამონიუმის მარილებიდან პიროსინთეზის შედეგად [5].

N-ნიტროზამინების მოცილების გზების ძიება გარემოდან, საკვებიდან, სასმელიდან და ყველა იმ პოტენციური წყაროდან, რომლიდანაც შესაძლებელია ისინი ადამიანის ორგანიზმში მოხვდეს მე-20-ე საუკუნის ბოლოდან იწყება და დღესდღეობით გარკვეულ მეცნიერთა ჯგუფების მხრიდან ინტენსიური მუშაობაა დაწყებული ისეთი მასალებისა ან/და ნივთიერებების მოძიებასა და შემდგომ მათ გამოყენებასთან დაკავშირებით, რომლებიც შეაკავებს აღნიშნულ საშიშ ნივთიერებებს.

დღეისათვის გარემოს კომპონენტების მავნე ნივთიერებებისგან გასუფთავების მეთოდებს შორის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს აღსორბციული მეთოდები, რადგან მავნე მინარევების პრაქტიკულად მთლიანად დაჭერა და ამასთან ერთად რამდენიმე კომპონენტისგან გასუფთავება მხოლოდ აღსორბენტებს, კერძოდ ცეოლიტებს შეუძლია. N-ნიტროზამინების მიმართ ცეოლიტების აღსორბციული თვისებების, კერძოდ, სხვადასხვა ცეოლიტის გამოყენებით აირთა ნარევებიდან და ხსნარებიდან, მათ შორის თამბაქოს გამონაბოლქვიდან, მათი მოცილების მიზნით სელექტური აღსორბციის შესაძლებლობების შესახებ მთელი რიგი საინტერესო კვლევები ჩატარებული [6-10].

მოცემული კვლევა ეხება ადგილობრივი ბუნებრივი ცეოლიტების - მორდენიტისა და კლინოპტილოლითის მოდიფიცირებული H-ფორმების შესაძლებლობის შეფასებას თამბაქოს გამონაბოლქვიდან აქროლადი N-ნიტროზამინების მოცილებისთვის. კვლევისთვის სპეციალურად იქნა კონსტრუირებული ლაბორატორიული დინამიკური ტიპის დანადგარი, რომლის საშუალებით განხორციელდა თამბაქოს გამონაბოლქვში N-ნიტროზამინების რაოდენობრივი განსაზღვრა წინასწარ შემუშავებული და ვალიდირებული ანალიზის აირქრომატო-მას-სპექტრომეტრული მეთოდით [11].

კვლევისთვის მორდენიტისა და კლინოპტილოლითის კათიონმოდულირებული მჟავა ფორმების გამოყენება თავიდანვე განპირობებული იყო ბუნებრივი ცეოლითების სტრუქტურიდან, არხების სისტემიდან, თერმული და მჟავა მედეგობიდან, ფორების ზომებიდან გამომდინარე, ასევე გათვალისწინებული იყო კათიონებით მოდიფიცირების შედეგად არხებში ელექტროსტატიკური ველის ინტენსივობის ზრდის ხარჯზე პოლარული მოლეკულებისადმი მათ შორის ჩვენთვის საინტერესო N-ნიტროზამინების აღსორბციული ტევადობის გაუმჯობესების შესაძლებლობები.

კვლევისთვის მოძიებული იქნა საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითები ორი საბადოდან: 1) კლინოპტილოლითი ($(K_2Na_2Ca)_3Al_6Si_{30}O_{72} \cdot 22H_2O$) – კასპის რაიონის სოფელი ზემო ხანდაკის საბადოდან და 2) მორდენიტი ($(Na_2Ca)_8Al_8Si_{10}O_{96} \cdot 28H_2O$) – ბოლნის-რატეკანის საბადოდან. ბუნებრივ ცეოლითურ ნიმუშებში – კლინოპტილოლითისა და მორდენიტში ცეოლითური ფაზის იდენტიფიკაციისთვის გამოყენებული იქნა რენტგენოდიფრაქტომეტრული მეთოდი, რომელიც განხორციელდა დიფრაქტომეტრ “ДРОН-2”-ზე Cu-K α გამოსხივებით, სკანირების სიჩქარე 10/წთ. ნიმუშების იწ სპექტრების შესასწავლად ალუმინსილიკატების მესრის რხევის უბანში ვიყენებდით აბებს შემკვრელთან ერთად თანაფარდობით 1:500–თან და იპრესებოდა ვაკუუმში 200 კგ/სმ² წნევის ქვეშ. იწ-სპექტრების გადაღება ხდებოდა გერმანული წარმოების ცეისის ფირმის იწ-სპექტრომეტრზე UR-20-ზე. ქიმიური შედგენილობის დასადგენად გამოყენებული იქნა კლასიკური ქიმიური მეთოდები. ცეოლითების კათიონჩანაცვლებული ფორმების მიღების შესაძლებლობიდან გამომდინარე მომზადებული იქნა მოდიფიცირებული ფორმები NH_4^+ კათიონებით, რომლებიც ხასიათდებიან განსხვავებული სელექტურობით, განსაკუთრებით პოლარული მოლეკულების მიმართ, მათ შორის საკვლევი - N-ნიტროზამინების შთანთქმისთვის. NH_3 -ის მოცილება განხორციელდა გახურებით სუნის გაქრობამდე თერმოსტატში. საწყისი ფორმის წყალბადურში გადასვლისას მოლეკულურ-საცრული ხასიათის სიძნელების მოხსნისა და ჰიდროქსილებზე სპეციფიური აღსორბციის შედეგად გაზრდილი აქტიურობის გამო გაიზარდა სორბენტის აღსორბციული უნარი. დეკათიონირებულ მორდენიტში ჰიდროქსონიუმის 3 და წყალბადის იონები აკომპენსირებენ (Si, Al, O) კარკასის უარყოფით მუხტს. მიღებულ H-მორდენიტში Si/Al=5.8, საწყის Na-მორდენიტისთვის დამახასიათებელი 4.75-ის ნაცვლად, შეიცავს Na-ფორმის 1/8 Na-ის იონებს. მიღებული H-მორდენიტი საწყისი Na-ფორმისგან განსხვავდება კრისტალური მესრის თერმოსტაბილურობით, აღსორბციული თვისებებით, წყლის შემცველობით, დეჰიდრატაციის მრუდების ხასიათით და სხვ. [12-15].

შერჩეული ცეოლითების კათიონმოდულირებით მიღებული H-ფორმიდან მომზადდა თამბაქოს გამონაბოლქვიდან აქროლადი N-ნიტროზამინების მოცილების შესაძლებლობის შესასწავლად საკვლევი აღსორბენტები, რომელთა მარცვლიანობა მერყეობდა 0.125-0.350 მმ, ხოლო მასა 5 – 25 გ.

სპეციალურად კონსტრუირებული დინამიკური დანადგარი, რომელიც არის გამდინარე ტიპის და მიერთებულია ვაკუუმ-ტუმბოზე. დანადგარის 1 ბლოკში – 35 სმ × 1 სმ ზომის კვარცის მილში მოთავსებული იქნა გამოსაკვლევი წინასწარ აწონილი თამბაქო დაახლოებით 16 გ-ის რაოდენობით. კვარცის მილში თანაბრად იქნა განაწილებული თამბაქო, რათა მომხდარიყო თანაბარი წვა. მისი წვისას გამოყოფილი გამონაბოლქვი უდანაკარგოდ გადაოდა ვაკუუმ-ტუმბოს გაწოვის ხარჯზე დანადგარის მე-2-ე ბლოკში – 60 × 4.6 მმ მინის აღსორბციულ სვეტში, რომელშიც მოთავსებული იყო საკვლევი აღსორბენტი – ცეოლითური ნიმუში და ეს უკანასკნელი შთანთქავდა გამონაბოლქვში არსებულ აქროლად ნივთიერებებს მათ შორის N-ნიტროზამინებს. აღსორბციული სვეტის გასვლის შემდეგ გამონაბოლქვი ტარდებოდა დანადგარის მე-3-ე ბლოკში – ორ პარალელურად მოთავსებულ გამხსნელით - მეთანოლიან მინის ჭურჭელში, რომელიც მოთავსებული იყო ყინულის აბაზანაზე და ჩარჩილული იყო ბარბატორი, სადაც ხდებოდა ნარჩენი (ის რაოდენობა, რომელიც აღსორბენტმა ვერ დაიჭირა) აქროლადი ნივთიერებების მათ შორის N-ნიტროზამინების გახსნა და გამხსნელში გადასვლა (საკვლევი ხსნარი). გამხსნელში გადასული N-ნიტროზამინების განსაზღვრა ხდებოდა შემუშავებული და ვალიდირებული აქროლადი N-ნიტროზამინების რაოდენობრივი განსაზღვრის ანალიზის მეთოდით.

შესადარებელი ხსნარის მისაღებად აღნიშნული დანადგარი გამოყენებული იქნა მე-2-ე ბლოკში მოთავსებული აღსორბენტის გარეშე. თამბაქოს დაწვისას გამონაბოლქვი სრულად გადადიოდა მშთანთქმელ გამხსნელში და მიღებულ ხსნარი გამოყენებული იქნა შესადარებლად, კერძოდ აღსორბენტის მიერ დაჭერილი N-ნიტროზამინების რაოდენობის განსაზღვრავად.

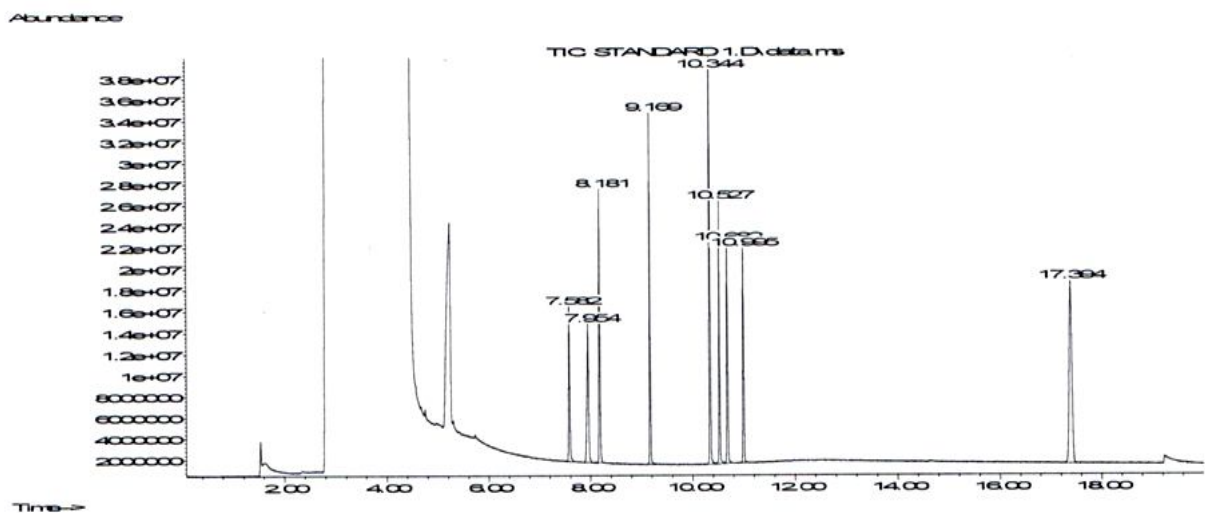
თამბაქოს წვა ხორციელდებოდა 20 წთ-ის განმავლობაში. ყოველი საკვლევი ხსნარის მომზადების შემდეგ კვარცის სვეტი ირეცხებოდა ქლოროფორმით, რადგან მის კედლებზე დარჩენილი იყო თამბაქოს

შემცველი და წვის გზით მიღებული ძალიან ძნელად ხსნადი და მოსაცილებელი სხვადასხვა ფისოვანი ნივთიერებები.

დინამიკური დანადგარის გამოყენებით მიღებული საკვლევი ნიმუშის ხსნარების ქრომატოგრაფული ანალიზი აქროლადი N-ნიტროზამინების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის განხორციელდა გაზქრომატო-მას-სპექტრომეტრზე – Agilent 7890 - Inert MSD 5975 Quadrupole (Agilent Technologies, აშშ), წინასწარ შემუშავებული და ვალიდირებული ანალიზის მეთოდით [11, 16-18], მონაცემების დამუშავება კი აღნიშნული დანადგარის მართვის კომპიუტერული პროგრამის “HP Chemstation” გამოყენებით. ქრომატოგრაფული სვეტად გამოყენებული იქნა – Carbowax/20M (30 მ x 0.25 მმ x 0.25 მკმ) მოწოდებული Agilent Tehcnologies-დან (აშშ); აირმატარებელი – ჰელიუმი, 99.999 % სისუფთავის;

ექსპერიმენტისთვის შერჩეული იქნა ადგილობრივ ბაზარზე ყველაზე გაყიდვადი ადგილობრივი წარმოების სიგარეტი „პირველი“. გამხსნელებად - მეთანოლი და ქლოროფორმი მოწოდებული Sigma-Aldrich-დან (გერმანია) და სტანდარტული ნიმუშად - აქროლადი N-ნიტროზამინების ნარევის (N-ნიტროზოდიმეთილამინი - NDMA, N-ნიტროზომეთილეთილამინი - NMEA, N-ნიტროზოდიეთილამინი - NDEA, N-ნიტროზოდიპროპილამინი - DPNA, N-ნიტროზოდიუთილამინი - NDBA, N-ნიტროზოპიპერიდინი - NPIP, N-ნიტროზოპიროლიდინი - NPYP, N-ნიტროზომორფოლინი - NMPA, N-ნიტროზოდიფენილამინი - NDPA) მეთანოლიანი ხსნარი (2000 მკგ/მლ კონცენტრაციის) მოწოდებული Supelco-დან (აშშ) .

სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის მომზადება: N-ნიტროზამინების ნარევის (N-ნიტროზოდიმეთილამინი - NDMA, N-ნიტროზომეთილეთილამინი - NMEA, N-ნიტროზოდიეთილამინი - NDEA, N-ნიტროზოდიპროპილამინი - DPNA, N-ნიტროზოდიუთილამინი - NDBA, N-ნიტროზოპიპერიდინი - NPIP, N-ნიტროზოპიროლიდინი - NPYP, N-ნიტროზომორფოლინი- NMPA, N-ნიტროზოდიფენილამინი - NDPA) მეთანოლიანი ხსნარის სტანდარტული ნიმუშის (2000 მკგ/მლ) 0.25 მლ გადატანილი იქნა 10 მლ მოცულობის საზომ კოლბაში და შევსებული ჭდემდე გამხსნელით - მეთანოლით. კარგად მორევის შემდეგ გაფილტრული იქნა 0.45 მკმ მემბრანულფილტრის შპრიცით (50 მკგ/მლ კონცენტრაციის ხსნარი). სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის ქრომატოგრამა მოცემულია სურათზე 1.



სურათი 1. 50 მკგ/მლ სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის ქრომატოგრამა

სტანდარტული და საკვლევი ნიმუშების ხსნარები მომზადების პროცესსა და ანალიზის დროს დაცული იყო სინათლის პირდაპირი ზემოქმედებისაგან. ვინაიდან საანალიზო ნივთიერებები ლაბილურია, გამოყენებული იქნა მუქი ჭურჭელი.

საკვლევი ნიმუშის ხსნარებში N-ნიტროზამინის შემცველობა მკგ/მლ-ში (Cu) გამოთვლილი იქნა ფორმულით:

$$Cu = (Au \times Cs \times V \times P) / (As \times 10 \times 100)$$

სადაც, Au – N-ნიტროზამინის პიკის ფართობი საკვლევი ხსნარის ქრომატოგრამაზე; As - N-ნიტროზამინის პიკის ფართობი სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის ქრომატოგრამაზე; Cs – N-ნიტროზამინის

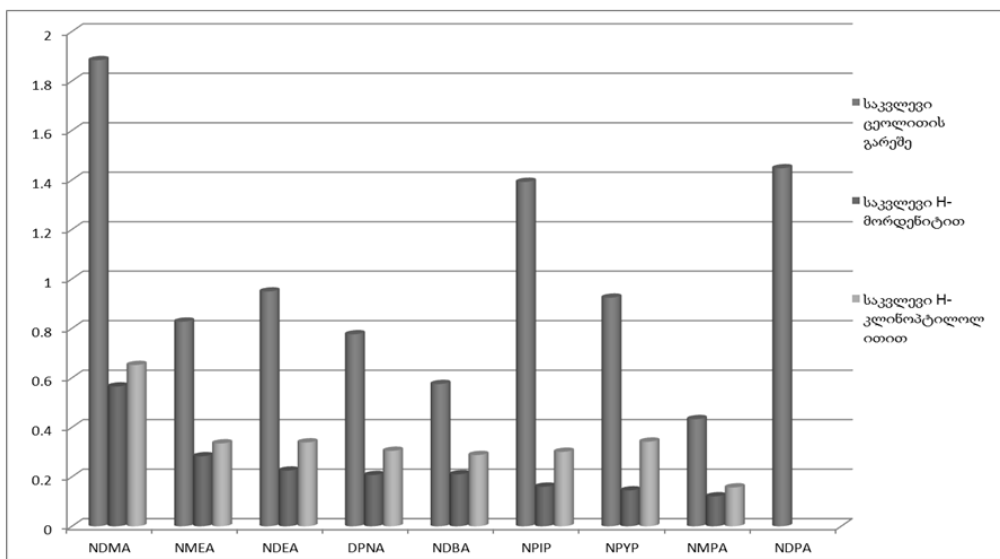
სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის კონცენტრაცია, მკგ/მლ-ში; P - სტანდარტულ ნიმუშში N-ნიტროზამინის შემცველობა, %-ში; V - N-ნიტროზამინის სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის მოცულობა, მლ.

N-ნიტროზამინის შემცველობა მკგ-ში (X) ერთი სიგარეტის მიერ გამოყოფილ გამონაბოლქვში გამოთვლილი იქნა ფორმულით:

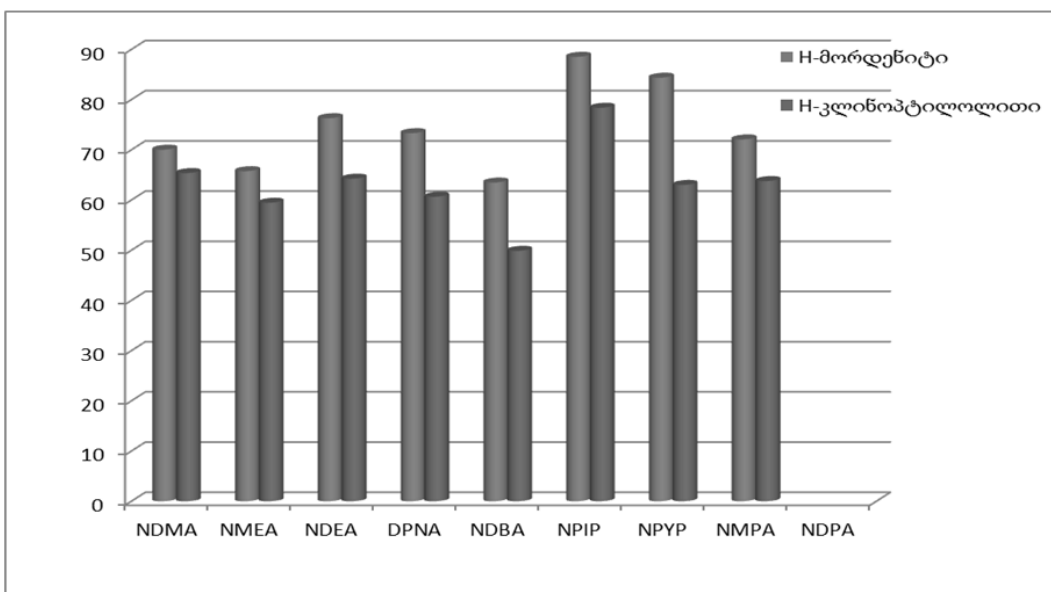
$$X = (Cu \times Wc \times V) / WT$$

სადაც, Cu – საკვლევი ხსნარში N-ნიტროზამინის დადგენილი კონცენტრაცია, მკგ/მლ; Wc – აწონილი სიგარეტის თამბაქოს საშუალო მასა 20 ერთეულზე გადაანგარიშებით, მგ; V – გამხსნელის მოცულობა, მლ; WT – აწონილი საანალიზო თამბაქოს მასა, მგ.

ანალიზის შედეგებმა აჩვენა, რომ (ცხრილი 1) თამბაქოს გამონაბოლქვში ჩვენთვის საინტერესო აქროლადი 9 N-ნიტროზამინიდან ცხრავე N-ნიტროზამინი იქნა აღმოჩენილი და როდენობრივად განსაზღვრული. როგორც მოსალოდნელი იყო ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით საკვლევი ნიმუშში მიღებული იქნა N-ნიტროზოდიმეთილამინი 1.884 მკგ/მლ, ხოლო ყველაზე მცირე კონცენტრაციით N-ნიტროზომორფოლინი 0.433 მკგ/მლ, ჯამურად 9.207 მკგ/მლ.



დიაგრამა 1. N-ნიტროზამინების კონცენტრაციები ხსნარში, მკგ/მლ-ში მიღებული თამბაქოს გამონაბოლქვის H-კლინოპტილოლითზე, H-მორფენიტზე გატარებით და ცეოლითის გარეშე



დიაგრამა 2. N-ნიტროზამინების კონცენტრაციები ხსნარში, მკგ/მლ-ში მიღებული თამბაქოს გამონაბოლქვის H-კლინოპტილოლითზე, H-მორფენიტზე გატარებით და ცეოლითის გარეშე

ცხრილი 1. ანალიზის შედეგები (1 სიგარეტში თამბაქოს საშუალო მასა 20 ერთეულზე გადაანგარიშებით ანუ ერთ კოლოფში არსებული სიგარეტში არსებული თამბაქოს საშუალო მასა - 0.584 გ)

N-ნიტროზამინის დასახელება	სიდიდე	N-	N-	N-	N-	N-	N-	N-	N-	N-
		ნიტროზოდიმეთილამინი	ნიტროზომეთილეთილამინი	ნიტროზოდიეთილამინი	ნიტროზოდიპროპილამინი	ნიტროზოდიბუთილამინი	ნიტროზოპიპერიდინი	ნიტროზოპიპერიდინი	ნიტროზოპროლინინი	ნიტროზოდიფენილამინი
N-ნიტროზამინის აბრევიატურა		NDMA	NMEA	NDEA	DPNA	NDBA	NPIP	NPYP	NMPA	NDPA
სტანდარტული ნიმუშის ხსნარი	სტანდარტული ნიმუშის შემცველობა, %	99.90	99.80	99.90	99.90	99.90	99.90	99.90	99.90	96.58
	სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის რეალური კონცენტრაცია, მკგ/მლ	49.95	49.90	49.95	49.95	49.95	49.95	49.95	49.95	48.29
	შეკვების დრო	7.583	7.953	8.181	9.169	10.345	10.528	10.682	10.996	17.396
	პიკის ფართობი	227776763	282922812	349275414	1464126826	5294867751	355529306	307683178	328048929	1639171336
საკვლევი ხსნარი ცელოლის გარეშე	შეკვების დრო	7.583	7.976	8.185	9.175	10.343	10.589	10.682	10.897	17.531
	პიკის ფართობი	17195663	9396398	13286429	45520359	121997117	19839484	11396888	5691485	101723351
	შემცველობა, მკგ/მლ	1.884	0.827	0.949	0.776	0.575	1.392	0.924	0.433	1.447
	თამბაქოს წონაქვის მასა, გ	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65
საკვლევი ხსნარი მიღებული H-მორდენიტის გამოყენებით	ნგ/სიგარეტი	330	145	166	136	101	244	162	76	253
	შეკვების დრო	7.607	7.921	8.185	9.145	10.325	10.571	10.675	10.817	არ აღმოჩნდა
	პიკის ფართობი	5153648	3218264	3149287	12146406	44554879	2277143	1782032	1589325	-
	შემცველობა, მკგ/მლ	0.565	0.283	0.225	0.207	0.210	0.160	0.145	0.121	-
	თამბაქოს წონაქვის მასა, გ	16.13	16.13	16.13	16.13	16.13	16.13	16.13	16.13	16.13
	პროცენტული განსხვავება, %	70.03	65.75	76.30	73.32	63.48	88.52	84.36	72.08	-
საკვლევი ხსნარი H-კლინოპტილოლითის გამოყენებით	ნგ/სიგარეტი	102	51	41	38	38	29	26	23	-
	შეკვების დრო	7.570	7.964	8.179	9.138	10.325	10.577	10.676	10.971	არ აღმოჩნდა
	პიკის ფართობი	5955536	3809456	4748920	17908065	61145515	4289427	4216033	2061770	-
	შემცველობა, მკგ/მლ	0.652	0.335	0.339	0.305	0.288	0.301	0.342	0.157	-
	თამბაქოს წონაქვის მასა, გ	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05
	პროცენტული განსხვავება, %	65.37	59.46	64.26	60.66	49.88	78.38	63.01	63.77	-
ნგ/სიგარეტი	119	61	62	56	52	55	62	29	-	

ერთ სიგარეტში არსებული თამბაქოს მიერ გამოყოფილ გამონაბოლქვში N-ნიტროზამინის შემცველობა N-ნიტროზოდიმეთილამინის შემთხვევაში შეადგენს 330 ნგ, ხოლო ჯამურად 1.613 მკგ-ს. ეს შედეგი მოსალოდნელზე ბევრად მაღალია თუ შევადარებთ დასავლეთ ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის ბაზარზე არსებულ თამბაქოს გამონაბოლქვში აღნიშნული ნივთიერების შემცველობას. აღნიშნული ფაქტი სავარაუდოდ აიხსნება ადგილობრივი წარმოების თამბაქოში ნიტრატებისა და კუპრის მაღალი შემცველობით. ამიტომ ადგილობრივი ბაზარზე აუცილებელია, როგორც ადგილობრივი წარმოების, ასევე იმპორტულ სიგარეტზე დაწესდეს კუპრის, ნიტროზონაერთებისა და ნიტრატების შემცველობის კონტროლი.

რაც შეეხება ბუნებრივი ცეოლითებზე - მორდენიტისა და კლინოპტილოლითის H-ფორმებზე თამბაქოს გამონაბოლქვის გატარებით მიღებულ შედეგებს (იხ. დიაგრამა 1, 2), გამოვლინდა, რომ აქროლადი N-ნიტროზამინების მკვეთრ შემცირებას აქვს ადგილი. თუმცა ამ ორ ცეოლითსაც შორის აღმოჩნდა განსხვავება, საბოლოო ჯამში მათ გამოავლინეს გარკვეული შთანთქმითი უნარიანობა ამ კანცეროგენული ნივთიერებების მიმართ. H-მორდენიტზე თამბაქოს გამონაბოლქვის გატარებით N-ნიტროზამინების ჯამური შემცველობა საგრძნობლად შემცირდა, ერთ სიგარეტზე გადაანგარიშებით ეს სიდიდე შეადგენს 348 ნგ, პროცენტულად 74 %-ით, მხოლოდ N-ნიტროზოდიფენილამინი არ აღმოჩნდა საკვლევი ნიმუშში, სავარაუდოდ ეს ნივთიერება მთლიანად დაიჭირა აღსორბენტმა ან როგორც ყველაზე ლაბილური ნივთიერება ცეოლითის ფენაში თერმული დეგრადაცია განიცადა. მისი არასტაბილურობა დადასტურებული მეთოდის ვალიდაციის დროსაც. ასეთივე ფაქტს ადგილი ჰქონდა H-კლინოპტილოლითის შემთხვევაშიც. H-კლინოპტილოლითზე თამბაქოს გამონაბოლქვის გატარებით - ნიტროზამინების ჯამური შემცველობა შეადგენს 496 ნგ, პროცენტულად შემცირდა 63 %-ით. მოკლედ, H-მორდენიტი ავლენს აქროლადი N-ნიტროზამინების უკეთ დაჭერის შესაძლებლობას H-კლინოპტილოლითთან შედარებით.

ამგვარად, ჩატარებული კვლევა აჩვენებს, რომ შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითების - მორდენიტისა და კლინოპტილოლითის H-ფორმები ავლენენ მშთანთქმელობით უნარიანობას N-ნიტროზამინების მიმართ, რაც საშუალებას იძლევა თამბაქოს გამონაბოლქვიდან მოცილებული იქნას

ისეთი კანცეროგენული ნივთიერებები, როგორც არის აქროლადი N-ნიტროზამინები, კერძოდ მათი სიგარეტის ფილტრში შეტანით. ასევე რეკომენდებულია შემოვიდეს რეგულაცია სიგარეტში „კანცეროგენული საფრთხის“ შეფასების აცილებლობის შესახებ, კერძოდ სიგარეტის „კანცეროგენული საფრთხე“ განისაზღვროს არა მხოლოდ კუპრისა და ნიკოტონის შემცველობით, არამედ ადგილობრივ ხარისხის კონტროლისა და ექსპერტიზის ლაბორატორიებში შემოწმებული იქნას ზოგადად N-ნიტროზამინების შემცველობა.

კვლევა შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი დაფინანსებით ახალგაზრდა მეცნიერთათვის პრეზიდენტის გრანტის №56/02 ფარგლებში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Mitch, W. A.; Sharp, J. O.; Trussell, R. R.; Valentine, R. L.; Alvarez-Cohen, L.; Sedlak, D. L., Environmental Engineering Science 2003, 20 (5), 389-404;
2. Hiramoto, K., Ohkawa, T., Kikugawa, K., Release of nitric oxide together with carbon-centered radicals from N-nitrosamines by ultraviolet light irradiation. Free Radicle Res. 2001, 35, 803–813;
3. Pignatelli, B., Richard, I., Bourgade, M.C., Bartsch, H., Improved group determination of total N-nitroso compounds in human gastric juice by chemical denitrosation and thermal energy analysis. The Analyst 1987, 112, 945–949;
4. Preston-Martin, S., Correa, P., Epidemiological evidence for the role of nitroso compounds in human cancer. Cancer Surv. 1989, 8, 459–473;
5. Serfontein, W J. and Smit, J.H. Evidence for the Occurrence of N-Nitrosamines in Tobacco. Nature. 1967, 214.169-170;
6. Meier, M.W., Siegmann, K., Significant reduction of carcinogenic compounds in tobacco smoke by the use of zeolite catalysts. Microporous Mesoporous Mater. 1999, 33, 307–310;
7. Xu, Y., Zhu, J.H., Ma, L.L., Ji, A., Wei, Y.L., Shang, X.Y., Removing nitrosamines from mainstream smoke of cigarette by zeolite. Microporous Mesoporous Mater. 2003, 60, 125–137;
8. Pinisakul A., Kritayakornupong C., Ruangpornivisuti V., Journal of Molecular Modeling 2008, 14 (11), 1035-1041;
9. Roohi H., Akbari F., Applied Surface Science. 2010, 256 (24), 7575-7582;
10. Van der Mynsbrugge J., Hemelsoet K., Vandichel M., Waroquier M., Van speybroeck V., Journal of Physical Chemistry. 2012, 116 (9), 5499-5508;
11. I.Rubashvili. Validation of GC-MS method for quantitative determination of volatile N-nitrosamines. Book of abstracts of Analytical Research Forum 2014, 2014, p.28;
12. Ames L.L. I Cation sieve properties of the open zeolites chabazite, mordenite, erionite and clinoptilolite.// J. Amer. Mineral, 1961, 46, 1120-1131;
13. Gottardi G. and Galli D. Natural Zeolites. Springer Verlag, Berlin, 1985, p. 409;
14. Пигузова Л.И. Высококремнезёмные цеолиты и их применение в нефтепереработке и нефтехимии. М.: Химия, 1974, 173 с.;
15. Богилло В.И., Базилевская М.С. Адсорбция летучих загрязнителей атмосферы нанеоднородной поверхности суррогатов твердых аэрозолей.//Журнал Физической химии, 2006, т.80, №2, с.315-320;
16. A.Chen, H.J. Huebschmann, L. Fangyan, C.Y. Foong and C.S. Harn, High Sensitivity Analysis of Nitrosamines Using GC-MS/MS, Alpha Analytical Pte. Ltd., Thermo Fisher Scientific, Health Sciences Authority, HAS Singapore (2012).
17. J. Ermer and J.H. Miller, Method Validation in Pharmaceutical Analysis, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005, p. 403.

18. Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, 2nd ed. 2014.

THE POSSIBILITY OF VOLATILE N-NITROZAMINES REMOVING USING LOCAL NATURAL ZEOLITES

Imeda Rubashvili, Vladimer Tsitsishvili

Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

The present research has been shown the possibility of volatile N-nitrosamines removing using local natural zeolites – mordenite and clinoptilolite modified H-forms. It was prepared specially constructed laboratory instrument for the control of N-nitrosamines quantities removed from tobacco mainstream smoke using zeolites H-forms. The quantitative determination of N-nitrosamines was carried out by validated GC-MS method. Analytical data has been shown that studied mordenite modified H-form's adsorptive capability is better than clinoptilolite H-form, more precisely; mordenite H-form decreases the content of volatile N-nitrosamines in tobacco smoke to 74 % and clinoptilolite H-form decreases to 63 %.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ N-НИТРОЗАМИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНЫХ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ

И.Рубашвили, В.Цицишвили

*Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили
Тбилисского государственного университета им. Ив.Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Данное исследование касается возможности выделения летучих N-нитрозаминов из табачного дыма с помощью применения местных природных цеолитов – модифицированных H-форм морденита и клиноптилолита. Для контроля выделенных из табачного дыма количеств N-нитрозаминов было изготовлено специально сконструированное лабораторное оборудование. Количественное определение N-нитрозаминов проведено проверенным хромато-масс-спектрометрическим методом. Результаты анализа показывают, что H-форма морденита понижает содержание N-нитрозаминов до 74 %, а H-форма клиноптилолита – до 63%.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ
ТЕЛЛУРИДА СВИНЦАА.М.Пашаев, О.И.Даварашвили*, М.И.Енукашвили*, З.Г.Ахвледзиани***,
Л.П.Бычкова*, М.А.Дзаганя****, В.П.Зломанов*****Национальная Академия Авиации Азербайджана, Баку***Тбилисский Государственный Университет им. Ив.Джавахишвили****Институт физики им. Э.Андроникашвили*****Институт Физической и Органической химии им. П.Меликишвили******Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова*

Исследованы спектры оптического поглощения эпитаксиальных слоев теллурида свинца при комнатной температуре. Они построены путем обработки спектров пропускания и последовательного определения показателей преломления, коэффициентов отражения и поглощения. По спрямлению квадратов коэффициентов поглощения определены ширины запрещенной зоны E_g и показано совпадение их значений при двух видах спрямления. За краем поглощения наряду с поглощением на свободных носителях обнаружено дополнительное поглощение. Проведено постепенное моделирование спектров пропускания с нулевым дополнительным поглощением для выявления его роли в определении значений E_g . Установлено, что значения E_g остаются неизменными при существенной деформации реальных спектров. Проведенный анализ показал, что непрямые межзонные переходы могут составить только часть дополнительного поглощения и, в основном, оно может быть связано с виртуальными переходами в разных ветвях разрешенных зон.

Реализация новых предложений по созданию ИК фотоприемников и лазеров на основе полупроводников $A^{IV}B^{VI}$ с улучшенными характеристиками [1] предусматривает гибкое управление шириной их запрещенной зоны и точное ее определение. В предыдущих наших работах [2,3] отработывались методы определения ширины запрещенной зоны напряженных и ненапряженных полупроводников $A^{IV}B^{VI}$ по спектрам пропускания в широком диапазоне толщин (100 нм – 1 мкм) их эпитаксиальных слоев. При этом во многих случаях за краем поглощения, наряду с поглощением на свободных носителях, наблюдалось дополнительное поглощение.

В настоящей работе исследуются спектры оптического поглощения теллурида свинца с целью развития методики определения ширины запрещенной зоны E_g , возможности выявления дополнительного поглощения и его влияния на определяемые значения E_g .

Эпитаксиальные слои теллурида свинца выращивались на подложках фторида бария методом молекулярной эпитаксии с «горячей стенкой». Температура источника – поликристаллического $PbTe$ составляла 480-530°C, а температура подложки BaF_2 , ориентированной в направлении (111) -350-420°C. Слои толщиной 1-3 мкм выращивались со скоростью 1-2 мкм/час. Спектры пропускания регистрировались на двулучевом призмочно-дифракционном спектрофотометре SPECORD-75IR в диапазоне волновых чисел 4000-400 $см^{-1}$ (соответственно длин волн 2,5-25 мкм). Особое внимание уделялось калибровке нулевой и стопроцентной линиям пропускания путем использования масок и корректирующих диафрагм.

На рис.1 представлен спектр оптического пропускания эпитаксиального слоя СЛ-542 $PbTe/BaF_2$ толщиной 2,5 мкм. Интерференционные максимумы выявляются при соотношении

$\frac{\lambda}{2N} \leq d$, когда в толще слоя уместается полуволна и можно считать, что такие пики «неложные».

Основываясь на известном соотношении $2Nd = m\lambda$ и определяя предварительно порядок интерференции m , можно определить показатель преломления N по спектру.

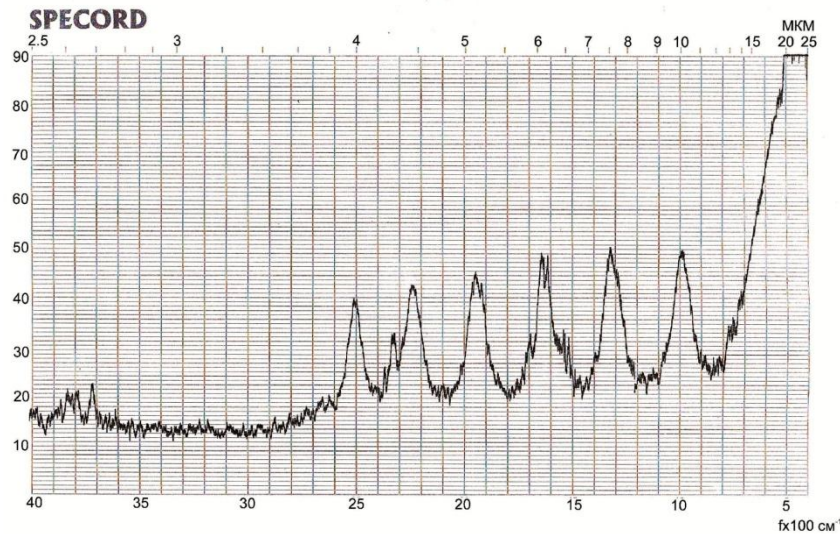


Рис. 1. Спектр оптического пропускания эпитаксиального слоя СЛ-542 $PbTe/BaF_2$ толщиной 2,5 мкм при $T=300$ К

По полученным значениям показателя преломления определялись коэффициенты отражения, в том числе и по амплитуде r_1 (граница слой-воздух) и r_2 (граница слой-подложка):

$$r_1 = \frac{N_{PbSe} - N_{\text{в}}}{N_{PbSe} + N_{\text{в}}} \quad r_2 = \frac{N_{PbSe} - N_{BaF_2}}{N_{PbSe} + N_{BaF_2}} \quad (1)$$

При известных экспериментальных значениях пропускания T и расчетных значениях коэффициентов отражения r_1 и r_2 коэффициент поглощения α определялся по модели Фабри-Перо (гетероструктура $PbTe/BaF_2$ рассматривалась как резонатор) из соотношения:

$$T = \frac{(1 - r_1^2)(1 - r_2^2) \exp(2\beta_i d)}{[(1 - R^2) + 4R \sin^2(\beta d)]} \quad (2)$$

Здесь $R = r_1 r_2 \exp(2\beta_i d)$ - коэффициент отражения по мощности, $\beta = \frac{2\pi N}{\lambda}$ - действительная часть комплексной константы распространения, $\beta_i = -\frac{\alpha}{2}$.

Это соотношение при нулевом поглощении упрощается:

$$T_0 = \frac{(1 - r_1^2)(1 - r_2^2)}{[(1 - r_1 r_2)^2 + 4r_1 r_2 \sin^2(\beta d)]} \quad (3)$$

И при сравнении с экспериментальным пропусканием возникает вторая возможность выявления «ложных» максимумов.

Для определения коэффициента поглощения α введением обозначения $y = \exp(2\beta_i d) = \exp(-\alpha d)$ из (2) составляется уравнение:

$$T(r_1 r_2)^2 y^2 - \left((1 - r_1)^2 (1 - r_2)^2 + 2T r_1 r_2 - 4T r_1 r_2 \sin^2 \frac{2\pi N d}{\lambda} \right) y + T = 0 \quad (4)$$

В таблице 1 представлены определенные значения показателей преломления N , расчетные данные по (3) T_0 и полный коэффициент поглощения α , полученный из уравнения (4). Значения показателей преломления отличаются от данных предыдущей работы [4] в пределах 10-15%, что, по-видимому, связано с некоторым разбросом концентрации носителей заряда в слоях. При расчете α учитывалось, что в области спектра 3,2 – 10,1 мкм показатель преломления подложки BaF_2 N_{BaF_2}

менялся в пределах 1,39-1,48 и, соответственно, r_1 в пределах 0,75 - 0,32 и r_2 в пределах 0,62 - 0,17 [5].

Сравнение расчетов T_0 с экспериментальными значениями T указывают на отсутствие «ложных» максимумов и все шесть максимумов (рис.1) соответствуют спектру пропускания слоя $PbTe$.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные значения показателей преломления, коэффициентов поглощения – общего и на свободных носителях в максимумах спектра пропускания слоя СЛ-542

λ , мкм	N(PbTe)	$h\nu$, эВ	$T_{\text{эксп.}}$	$T(0)$	α , см^{-1}	$\alpha_{\text{св. н.}}$, см^{-1}	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св. н.}}$, см^{-1}	$(\alpha^*)^2 \text{см}^{-2}$	f , см^{-1}
10,101	2,020	0,123	0,500	0,970	2426	2426	0	6,62E-08	990
7,576	3,030	0,164	0,505	0,970	1950	910	1041	1,08E+06	1320
6,135	3,681	0,202	0,490	0,970	1801	491	1310	1,72E+06	1630
5,128	4,103	0,242	0,450	0,970	1896	308	1589	2,52E+06	1950
4,464	4,464	0,278	0,425	0,970	1930	214	1716	2,94E+06	2240
3,976	4,771	0,312	0,390	0,970	2054	159	1895	3,59E+06	2515
3,704	4,977	0,335	0,145	0,301	3593	132	3460	1,20E+07	2700
3,448	5,201	0,360	0,115	0,192	4449	110	4339	1,88E+07	2900
3,226	5,425	0,384	0,110	0,188	5125	92	5032	2,53E+07	3100

Как видно из таблицы 1, спектральная зависимость α проходит через минимум. Это означает, что с возрастанием длины волны (особенно при $\lambda > 8$ мкм) и при концентрации носителей заряда в слое $\sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$ велико поглощение на свободных носителях. Для такой концентрации носителей заряда:

$$\alpha_{\text{св. н.}} = \frac{en\lambda^2}{\pi c^3 N \mu m^2} \quad (5)$$

(показатель степени при λ равен 2). Приравнивая общий коэффициент поглощения α к коэффициенту поглощения на свободных носителях $\alpha_{\text{св. н.}}$ при $\lambda=10$ мкм, определяем коэффициент перед $\frac{\lambda^2}{N}$ в (5), значения $\alpha_{\text{св. н.}}$ и разности $\alpha - \alpha_{\text{св. н.}}$ по спектру.

Ширина запрещенной зоны эпитаксиальных слоев $PbTe$ определялась по двум видам спрямления: $\alpha^2 = f(h\nu)$ и $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$. На рис.2 представлена зависимость $(\alpha - \alpha_{\text{св. н.}})^2 = f(h\nu)$. Так как прямые межзонные переходы в полупроводниках $A^{IV} B^{VI}$ соответствуют диапазону квадратов коэффициентов поглощения $10^7 - 10^8 \text{ см}^{-2}$, на коротковолновом хвосте спектра, в диапазоне энергий фотона 0,335-0,385 эВ подобраны три дополнительные точки (таблица 1).

Спрявление квадратов коэффициентов поглощения приводит к значению $E_g = 0,308$ эВ. На рис.3 приводится зависимость $(\alpha h\nu)^2 = f(h\nu)$ - второй вид спрямления и полученное значение E_g совпадает с определенным по первому виду спрямления. По-видимому, колебание энергии фотона на участке спрямления в пределах 0,02 - 0,03 эВ обуславливает такой результат.

Выявление дополнительного поглощения за краем поглощения привело, прежде всего, к необходимости выяснения его влияния на определение ширины запрещенной зоны E_g . В связи с этим было проведено постепенное моделирование спектров пропускания на длинноволновом участке с обнулением дополнительного поглощения. Результаты последнего этапа собраны в таблице 2.

$h\nu, \text{эВ}$	$(\alpha^*)^2, \text{см}^{-2}$
0,123	6,62E-08
0,164	1,08E+06
0,202	1,72E+06
0,242	2,52E+06
0,278	2,94E+06
0,312	3,59E+06
0,335	1,20E+07
0,360	1,88E+07
0,384	2,53E+07

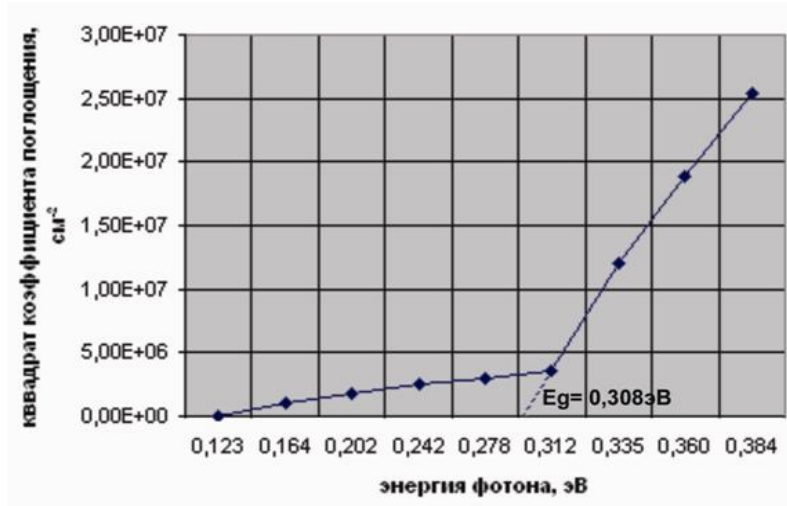


Рис. 2. Зависимость квадратов коэффициентов поглощения от энергии фотона для эпитаксиального слоя СЛ-542

$h\nu, \text{эВ}$	$(\alpha^*h\nu)^2, \text{см}^{-2}\cdot\text{эВ}^2$
0,123	9,98E-10
0,164	2,90E+04
0,202	7,01E+04
0,242	1,48E+05
0,278	2,27E+05
0,312	3,49E+05
0,335	1,34E+06
0,360	2,43E+06
0,384	3,74E+06

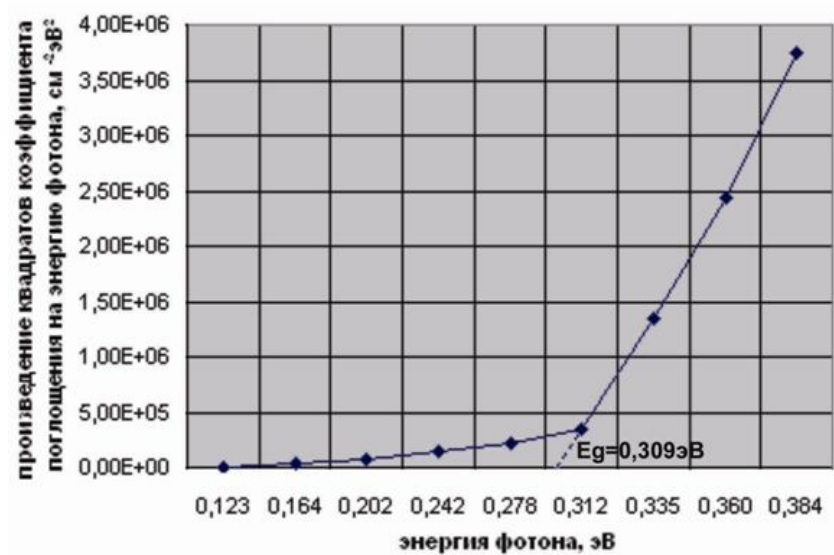


Рис. 3. Зависимость произведения квадратов коэффициентов поглощения на энергию фотона от энергии фотона для эпитаксиального слоя СЛ-542

Таблица 2. Данные по реальным и откорректированным значениям коэффициента пропускания для слоя СЛ-542 при сведении к нулю поглощения при длинах волн $\lambda > 3,7 \text{ мкм}$

$\lambda, \text{мкм}$	$N(\text{PbTe})$	$h\nu, \text{эВ}$	$T_{\text{экс.}}$	$T_{\text{корр.}}$	$T_{\text{корр.}} - T_{\text{экс.}}$	$\alpha, \text{см}^{-1}$	$\alpha_{\text{св. н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св. н.}}, \text{см}^{-1}$	$(\alpha^*)^2, \text{см}^{-2}$
10,101	2,020	0,123	0,500	0,500	0,000	2426	2426	0	4,59,E-20
7,576	3,030	0,164	0,505	0,707	0,202	910	910	0	5,17,E-24
6,135	3,681	0,202	0,490	0,794	0,304	491	491	0	1,09,E-23
5,128	4,103	0,242	0,450	0,845	0,395	308	308	0	1,29,E-24
4,464	4,464	0,278	0,425	0,874	0,449	214	214	0	2,18,E-24
3,976	4,771	0,312	0,390	0,884	0,494	180	159	21	4,35,E+02
3,704	4,977	0,335	0,145	0,171	0,026	2850	132	2718	7,39,E+06
3,448	5,201	0,360	0,095	0,104	0,009	4000	110	3890	1,51,E+07
3,226	5,425	0,384	0,080	0,080	0,000	5125	92	5033	2,53,E+07

Полученные результаты можно суммировать так:

1. Нулевое поглощение на длинноволновом участке спектра достигается при существенной деформации спектра – пропускание в интерференционных максимумах при длинах волн $> 3,7$ мкм возрастает более, чем в 1,5 раза.
2. Значения ширины запрещенной зоны E_g , определенные при последовательном сведении к нулю поглощения в пиках на длинноволновом участке спектра (вплоть до последнего этапа, рис.4), получаются одинаковыми и близкими к уже определенному выше $\sim 0,310$ эВ. (точность определения E_g составляет 0,005 - 0,006 эВ).
3. Дополнительное поглощение за краем поглощения является реальным фактом.

$h\nu$, эВ	$(\alpha^*)^2$, см^{-2}
0,123	4,59E-20
0,164	5,17E-24
0,202	1,09E-23
0,242	1,29E-24
0,278	2,18E-24
0,312	4,35E+02
0,335	7,39E+06
0,360	1,51E+07
0,384	2,53E+07

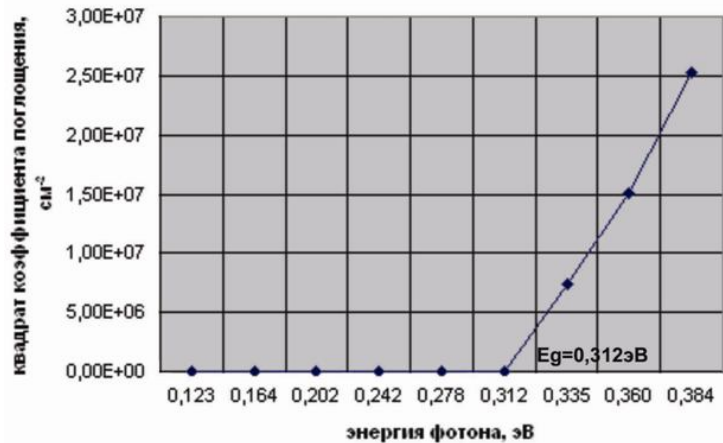


Рис. 4 а. Зависимость квадрата коэффициента поглощения от энергии фотона при сведении к нулю поглощения для $\lambda > 3,7$ мкм для эпитаксиального слоя СЛ-542

Эти результаты означают также, что хотя в ряде наших предыдущих работ [6,7] и наблюдалось дополнительное поглощение, но оно не вносило изменений в определение значения ширины запрещенной зоны.

$h\nu$, эВ	$(\alpha^*h\nu)^2$, $\text{см}^{-2}\cdot\text{эВ}^2$
0,123	6,91E-22
0,164	1,39E-25
0,202	4,44E-25
0,242	7,56E-26
0,278	1,69E-25
0,312	4,23E+01
0,335	8,28E+05
0,360	1,96E+06
0,384	3,74E+06

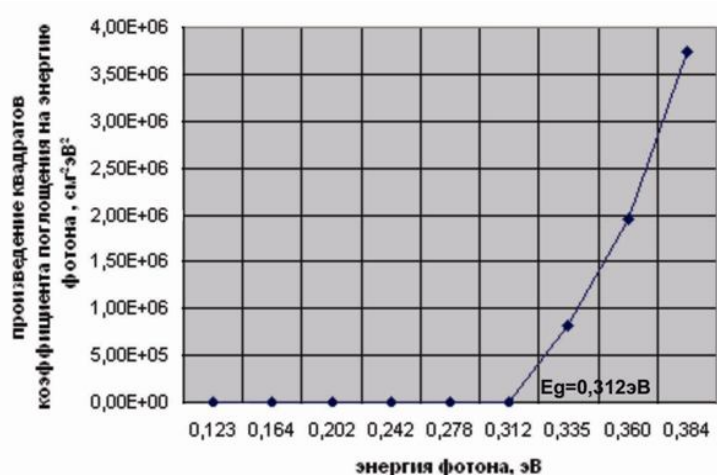


Рис. 4 б. Зависимость произведения квадратов коэффициентов поглощения на энергию фотона от энергии фотона при сведении к нулю поглощения для $\lambda > 3,7$ мкм для эпитаксиального слоя СЛ-542

Из приведенных результатов видно, что дополнительное поглощение при длинах волн $\lambda < 8$ мкм превышает не только поглощение на свободных носителях, но также и поглощение, связанное с непрямыми межзонными переходами. На рис.5 представлена зависимость корня квадратного из коэффициента поглощения от энергии фотона.

$h\nu, \text{эВ}$	$\sqrt{\alpha^*}, \text{см}^{1/2}$	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$
0,123	0,02	0
0,164	32,26	1041
0,202	36,19	1310
0,242	39,86	1589
0,278	41,42	1716
0,312	43,53	1895
0,335	58,82	3460
0,360	65,87	4339
0,384	70,94	5032

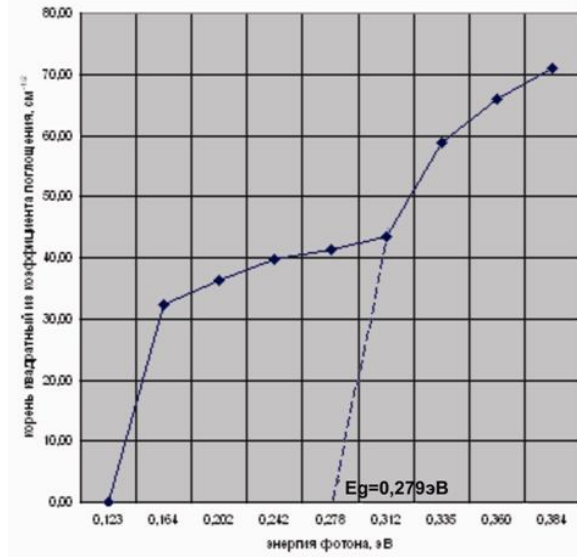


Рис. 5. Зависимость корня квадратного из коэффициентов поглощения от энергии фотона (пунктир – для непрямых межзонных переходов в $PbTe$ при $T=300$ К) для эпитаксиального слоя СЛ-542

Пунктиром показаны наивысшие возможные коэффициенты поглощения для непрямых зонных переходов [8]. Большая часть дополнительного поглощения, по-видимому, связана с виртуальными переходами между разными ветвями в разрешенных зонах.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов. О формировании новых свойств в эпитаксиальных слоях и структурах полупроводников $A^{IV}B^{VI}$. Вестник Инженерной Академии Азербайджана, 2014, 1, 3, 49-58.
2. Arif Pashaev, Omar Davarashvili, Zaira Akhvlediani, Megi Enukashvili, Revaz Gulyaev, Vladimir Zlomanov. Unrelaxed State in Epitaxial Heterostructures Based on Lead Selenide. J. of Modern Phys., 2012, 3, 6, 502-510.
3. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, З.Г.Ахвледиани, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя. Study of the Forbidden Gap Width of Strained Epitaxial Lead Selenide Layers. J. of Mat. Sci. and Eng., 2012, 2, 2, 142-150.
4. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледиани, Л.П.Бычкова, В.П.Зломанов. Изучение оптических характеристик эпитаксиальных слоев теллурида свинца. Сборник научных трудов НАА, 2014, 1, 26-42.
5. Arif M.Pashaev, Omar I.Davarashvili, Megi I.Enukashvili, Zaira G.Akhvlediani, Larisa P.Bychkova, Revaz G.Gulyaev. On the Structural and Optical Properties of Lead Selenide Nanolayers. Advanced Materials Research, 2014, v.1025-1026, 831-836.
6. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледиани, Р.Г.Гуляев, Л.П.Бычкова, В.П.Зломанов. Modification of the Properties of Lead Selenide Layers at Their Nanothickness, Nano Studies, 2013, 7, 233-240.
7. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледиани, Р.Г.Гуляев, Л.П.Бычкова, В.П.Зломанов. Stretching strain –effective “negative” pressure in Lead selenide nanolayers, IJEIT, 3, 11, 2014, 318-323.
8. Ю.И.Равич, Б.А.Ефимова, И.А.Смирнов. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца $PbTe$, $PbSe$, PbS , «Наука», Москва, 1968, 383с.

ტყვია ტელურიდის ეპიტაქსიური ფენების შთანთქმის სპექტრების თავისებურებანი

არიფ ფაშაევი, ომარ დავარაშვილი*, მეგი ენუქაშვილი*, ზაირა ახვლედიანი**, ლარისა ბიჩკოვა*,
მაია ძაგანია***, ვლადიმერ ზლომანოვი****

აზერბაიჯანის ავიაციის ნაციონალური აკადემია
*ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
**ე.ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი
***პ.მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
****მ.ლომონოსოვის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ოთახის ტემპერატურაზე გამოკვლეულია ტყვია ტელურიდის ეპიტაქსიური ფენების ოპტიკური შთანთქმის სპექტრები. ისინი შექმნილია ოპტიკური ტრანსმისიის სპექტრების დამუშავების შედეგად და თანმიმდევრული განსაზღვრით გარდატეხის მაჩვენებლის, არეკვლის და შთანთქმის კოეფიციენტებისა. ორი ტიპის შთანთქმის კოეფიციენტების კვადრატების ექსტრაპოლაციის შედეგად მიღებულია აკრძალული ზონის სიგანის მნიშვნელობების დამთხვევა. აკრძალული ზონის სიგანის უფრო მცირე ენერჯიებისას აღმოჩენილია დამატებითი შთანთქმა. ტრანსმისიის სპექტრების შთანთქმის განულებისას, როგორც მოდელირებამ გვიჩვენა, აკრძალული ზონის სიგანე არ იცვლება, მაგრამ სპექტრები განიცდიან დეფორმაციას. ანალიზი აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ არაწრფივი (დეფექტის ან ფონონის ჩართვით), ზონა - ზონური გადასვლები შეადგენდნენ მხოლოდ ნაწილს დამატებითი შთანთქმისა, უმეტესი ნაწილი კი, ალბათ დაკავშირებულია ვირტუალურ გადასვლებთან დაშვებული ზონების სხვადასხვა განშტოებებში.

PECULIARITIES OF THE ABSORPTION SPECTRA OF EPITAXIAL LEAD TELLURIDE LAYERS

A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili*, M.I.Enukashvili*, Z.G.Akhvlediani***, L.P.Bychkova*,
M.A.Dzaganian****, V.P.Zlomanov****

National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan
* *Iv.Javakhishvili Tbilisi State University*
** *E.Andronikashvili Institute of Physics*
*** *P.Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*
**** *M.Lomonosv Moscow State University*

SUMMARY

The spectra of the optical absorption of epitaxial lead telluride layers were investigated at room temperature. They are created by the analysis of the spectra of transmission and successive determination of index of refraction, reflection and absorption coefficients. By straightening of the squares of absorption coefficients the forbidden gap width E_g was determined and was showed the coincidence of the data of two types of straightening. Over the absorption edge an additional absorption was revealed together with the absorption on free current carriers. By the modeling of the transmission spectra at zero additional absorption was established that the value of E_g was not changed although the real spectra seriously deformed. This analysis was showed –unstraight band-band transitions produced only the part of the additional absorption, and the most of it may be were virtual transitions between different valleys in the allowed bands.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ СЕЛЕНИДА СВИНЦА**

А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили*, М.И.Енукашвили*, З.Г.Ахвледиани***, Л.П.Бычкова*,
М.А.Дзаганя****, В.П.Зломанов****

Национальная Академия Авиации Азербайджана, Баку

** Тбилисский Государственный Университет им.Ив.Джавахишвили*

*** Институт физики им.Э.Андроникашвили, Тбилиси*

**** Институт физической и органической химии им.П.Меликишвили, Тбилиси*

***** Московский Государственный Университет им.М.В.Ломоносова*

В работе обсуждены критерии для идентификации интерференционных максимумов в спектрах оптического пропускания эпитаксиальных слоев селенида свинца, а также для построения спектров поглощения путем расчетного снятия вырождения при высокой в них концентрации носителей заряда. Помимо изучения влияния на характер спектра поглощения показателей преломления, коэффициентов отражения и поглощения рассматривались и возможные изменения пропускания при измерениях и положения уровня Ферми в разрешенных зонах. Определенные по разным видам спрямления значения ширины запрещенной зоны близки друг к другу и при $T=300\text{K}$ составляют $0.280\text{-}0.288\text{эВ}$. На узком участке спектра между краем поглощения и поглощением на свободных носителях обнаружено дополнительное поглощение и предложено использовать его в модуляторах ИК излучения для расширения спектрального диапазона.

Исследование оптических свойств полупроводников $A^{IV}B^{VI}$ при вариации электрических, механических и других характеристик является весьма актуальной проблемой в связи с возникающими новыми предложениями по использованию этих полупроводников в ИК оптоэлектронике [1,2]. Оптическая характеристика эпитаксиальных слоев $A^{IV}B^{VI}$ в широком диапазоне их толщин выявила наличие дополнительного поглощения за краем поглощения [3,4]. В предыдущей работе [5] модельно показано, что в теллуриде свинца дополнительное поглощение связано с виртуальными переходами внутри разрешенных зон и практически не влияет на определяемые значения ширины запрещенной зоны E_g .

Для обнаружения дополнительного поглощения в селениде свинца использовались спектры оптического поглощения – они строились путем предварительного и последовательного определения показателей преломления, коэффициентов отражения и поглощения по спектрам оптического пропускания эпитаксиальных слоев. Спектры оптического пропускания регистрировались на спектрофотометре “SPECORD -75IR” при комнатной температуре. Калибровка нулевой и стопроцентной линий пропускания осуществлялась путем подбора масок и проверки пропускания на пластинах LiF разной толщины.

Эпитаксиальные слои PbSe получались на подложках KCl(100) и NaCl(100) методом молекулярной эпитаксии с «горячей стенкой». Для исследования был отобран слой СЛ-592 с толщиной 1,4мкм и выращенный на подложке NaCl при температуре источника эпитаксии 510°C и подложки - 240°C. Параметр кристаллической решетки слоя $a=6,122\text{\AA}$ указывает, что в слое наблюдается некоторое сжатие ($a_{\text{PbSe}}=6,126\text{\AA}$, $a_{\text{NaCl}}=5,640\text{\AA}$).

На рис.1 приводится спектр оптического пропускания слоя PbSe СЛ-592. Значения пропускания чуть выше 30% указывают, что в слое возможно сильное поглощение. Обработка спектров пропускания проводилась по модели интерферометра Фабри-Перо [6,7].

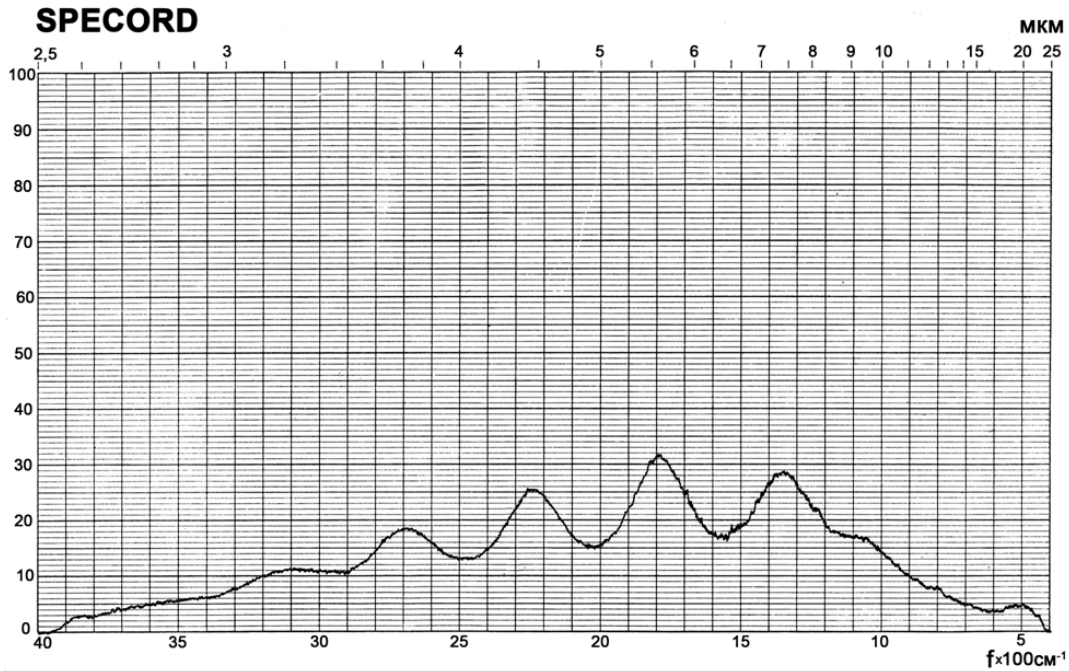


Рис 1 . Спектр оптического пропускания слоя СЛ-592 PbSe/NaCl (d=1,4мкм) при T=300К

Таблица 1. Оптическая характеристика структуры PbSe/NaCl (рассмотрено 6 интерференционных максимумов)

λ , мкм	N_{PbSe}	N_{NaCl}	Γ_1	Γ_2	$T_{экс.}$	T_0	$h\nu, \text{эВ}$
8.70	3.106	1.500	0.513	0.349	0.168	0.960	0.143
7.41	5.291	1.505	0.682	0.557	0.285	0.959	0.167
5.59	5.986	1.515	0.714	0.596	0.318	0.958	0.222
4.44	6.349	1.521	0.728	0.613	0.250	0.957	0.279
3.72	6.638	1.522	0.738	0.627	0.185	0.957	0.334
3.23	6.912	1.524	0.747	0.639	0.110	0.957	0.384

Идентификация интерференционных максимумов в спектре пропускания после определения показателей преломления из соотношения $2Nd = m\lambda$ осуществлялась путем решения уравнения, связывающего пропускание, коэффициенты отражения и константы распространения с коэффициентом поглощения [8]. При нулевом поглощении реальные максимумы обнаруживают высокие значения пропускания. В частности, если рассматривать длинноволновое плато на рис.1 как первый максимум (тогда число максимумов будет равно шести), то, как видно из таблицы 1, оно удовлетворяет этому критерию.

Таблица 2. Данные по коэффициентам поглощения, их квадратам, квадратам их произведения на коэффициент $1/\gamma$ и энергию фотона $h\nu$ в области спектра 3,23 - 8,70мкм (рассмотрено 6 интерференционных максимумов)

$h\nu$, эВ	α , см^{-1}	$\alpha_{св. н.}$, см^{-1}	$\alpha_{св. н.}^2$, см^{-2}	$\alpha - \alpha_{св. н.} = \alpha^*$, см^{-1}	$(\alpha - \alpha_{св. н.})^2 = \alpha^{*2}$, см^{-2}	$1/\gamma$	$\alpha^{*2} = (\alpha^* \cdot 1/\gamma)^2$, см^{-2}	$(\alpha^* h\nu)^2$, $\text{см}^{-2} \text{эВ}^2$	$(\alpha \cdot h\nu)^2$, $\text{см}^{-2} \text{эВ}^2$
0.143	10257	10257	1.05.E+08	0	2.59.E-07	64.13	1.06E-03	5.26E-09	2.16E-05
0.167	4883	4369	1.91.E+07	515	2.65E+05	44.04	5.14E+08	7.42E+03	1.44E+07
0.222	3963	2197	4.82.E+06	1767	3.12E+06	19.53	1.19E+09	1.54E+05	5.87E+07
0.279	4823	1311	1.72.E+06	3513	1.23E+07	8.68	9.3E+08	9.61E+05	7.24E+07
0.334	6031	877	7.69.E+05	5154	2.66E+07	4.31	4.93E+08	2.96E+06	5.48E+07
0.384	8445	634	4.02.E+05	7811	6.10E+07	2.51	3.84E+08	9.01E+06	5.67E+07

Для окончательной идентификации интерференционных максимумов целесообразно сравнить полученные значения показателей преломления с ранее определенными. Оказалось, что их значения на длине волны 3,2 мкм заметно выше: сейчас 6,9, было 5,3, т.е. нужно учитывать концентрационную зависимость показателя преломления. В таком случае разумно провести, на наш взгляд, первичный анализ по пяти и шести максимумам и затем вынести заключение для дальнейшего рассмотрения. В таблице 2 представлены расчеты по спектральной зависимости разности коэффициентов поглощения $(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})$ и их квадратов $(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})^2$, а также их умножения на $(1/\gamma)^2$ и $(h\nu)^2$ для случая с шестью максимумами.

$h\nu, \text{эВ}$	$\alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$	$\alpha^* = \alpha - \alpha_{\text{св.н.}}, \text{см}^{-1}$
0.143	10257	0
0.167	4369	515
0.222	2197	1767
0.279	1311	3513
0.334	877	5154
0.384	634	7811

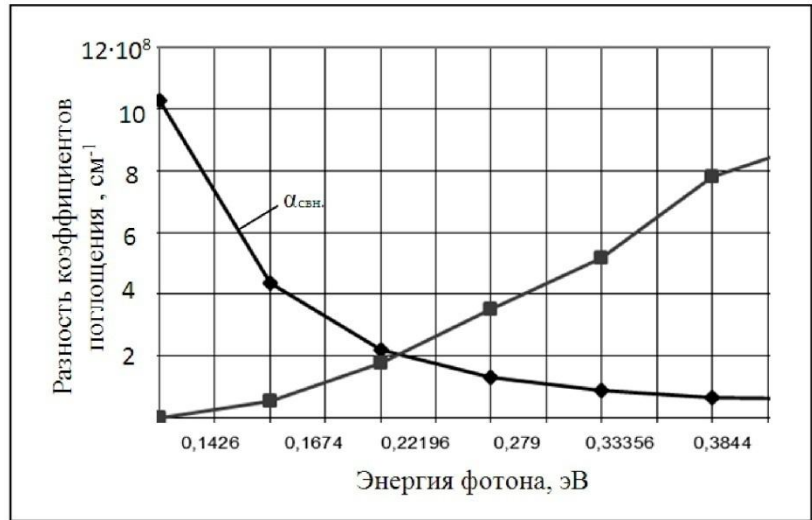


Рис. 2. Зависимость разности коэффициентов поглощения $\alpha - \alpha_{\text{св.н.}}$ от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 6 максимумов для слоя СЛ-592

Коэффициент γ вводится для учета вырождения, особенно в случае эпитаксиальных слоев PbSe, когда концентрация носителей заряда в них $> 5 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$. В соответствии с этими расчетами на рис. 2,3,4 представлены зависимости $(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})$, $(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})^2$ и $[(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}}) / \gamma]^2$ от энергии фотона $h\nu$. Здесь и на последующих рисунках даются также зависимости $\alpha_{\text{св.н.}}$ или $\alpha_{\text{св.н.}}^2$ от энергии фотона $h\nu$.

$h\nu, \text{эВ}$	$\alpha_{\text{св.н.}}^2, \text{см}^{-2}$	$(\alpha^*)^2 = (\alpha - \alpha_{\text{св.н.}})^2, \text{см}^{-2}$
0.143	1.05E+08	2.59E-07
0.167	1.91E+07	2.65E+05
0.222	4.82E+06	3.12E+06
0.279	1.72E+06	1.23E+07
0.334	7.69E+05	2.66E+07
0.384	4.02E+05	6.10E+07

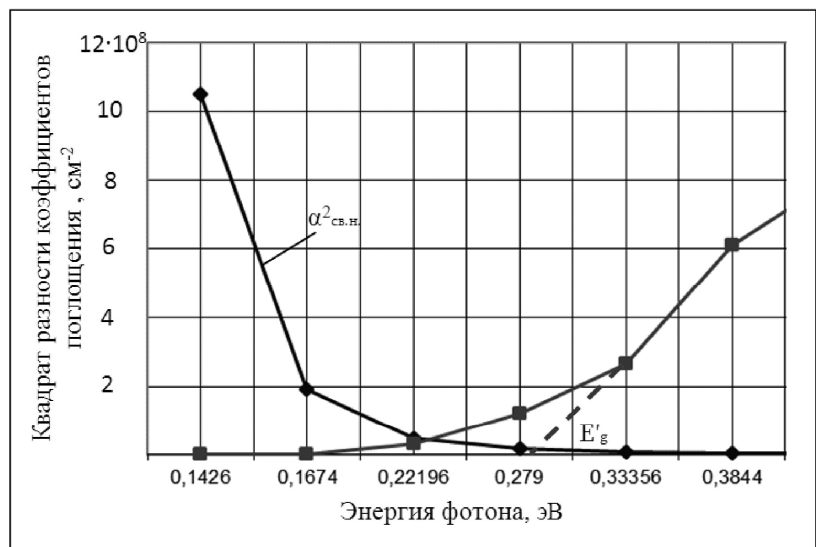


Рис. 3. Зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 6 максимумов

Из рисунков видно, что спрямление квадратов, хотя и дает возросшую крутизну, однако в вырожденном состоянии край поглощения приближается к 0,280эВ, а зависимость $[(\alpha - \alpha_{св.н.})/1/\gamma]^2$ при $E_F = 0,05\text{эВ}$ вовсе не спрямляется.

Таблица 3. Оптическая характеристика структуры PbSe/NaCl (рассмотрено 5 интерференционных максимумов)

λ , мкм	N_{PbSe}	N_{NaCl}	r_1	r_2	$T_{\text{экс.}}$	T_0	$h\nu$, эВ
7.41	2.646	1.505	0.451	0.275	0.285	0.959	0.167
5.59	3.990	1.515	0.599	0.450	0.318	0.958	0.222
4.44	4.762	1.521	0.653	0.516	0.250	0.957	0.279
3.72	5.311	1.522	0.683	0.554	0.190	0.957	0.334
3.45	5.542	1.523	0.694	0.569	0.099	0.180	0.360
3.23	5.760	1.524	0.704	0.582	0.110	0.957	0.384
2.98	5.846	1.525	0.708	0.586	0.060	0.164	0.417

Анализ случая с шестью максимумами и при $E_F = 0,03\text{эВ}$ показал, что спрямление дает значение E_g , также равное 0,280эВ. Таким образом, результаты расчетов с шестью максимумами приводят к одинаковым значениям по краю поглощения и ширине запрещенной зоны. Т.е. результаты спрямления в вырожденном и невырожденном случаях совпадают. Поэтому целесообразно рассмотреть вариант с пятью максимумами.

Данные подобного анализа при рассмотрении пяти максимумов собраны в таблицах 3 и 4. Помимо пяти максимумов добавлены две точки: минимум между 4 и 5 максимумами и одна за пятым максимумом. Поглощение на свободных носителях приравнялось к общему поглощению на длине волны 7,1 мкм (0,167эВ) и из квадратной от длины волны зависимости коэффициента поглощения определялся также коэффициент перед λ^2 / N . В интервале длин волн 7,41 – 2,98 мкм поглощение на свободных носителях уменьшалось в 15 раз.

$h\nu$, эВ	α , см^{-2}	$\alpha^2 = (\alpha - \alpha_{св.н.})^2$, см^{-2}
0.143	1.05E+08	1.06E-03
0.167	1.91E+07	5.14E+08
0.222	4.82E+06	1.19E+09
0.279	1.72E+06	9.3E+08
0.334	7.69E+05	4.93E+08
0.384	4.02E+05	3.84E+08

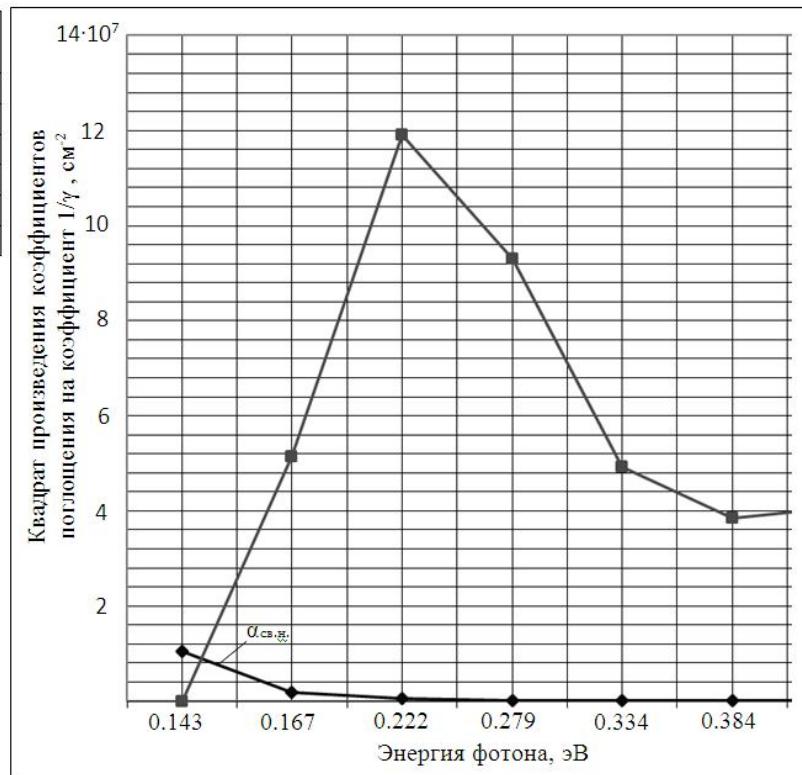


Рис. 4. Зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения на коэффициент $1/\gamma$ $[(\alpha - \alpha_{св.н.})/1/\gamma]^2$ от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 5 максимумов и $E_F = 0,05\text{эВ}$

Таблица 4. Данные по коэффициентам поглощения, их квадратам и их произведениям на коэффициент $1/\gamma$ и энергию фотона $h\nu$ в области спектра 2,98 - 7,41мкм (рассмотрено 5 интерференционных максимумов)

$h\nu$, эВ	α , см ⁻¹	$\alpha_{св.н.}$, см ⁻¹	$\alpha_{св.н.}^2$, см ⁻²	$\alpha - \alpha_{св.н.} = \alpha^*$, см ⁻¹	$(\alpha - \alpha_{св.н.})^2 = \alpha^{*2}$, см ⁻²	$1/\gamma$	$\alpha^2 = (\alpha^* \cdot 1/\gamma)^2$, см ⁻²	$(\alpha^* h\nu)^2$, см ⁻² эВ ²	$(\alpha \cdot h\nu)^2$, см ⁻² эВ ²
0.167	7419	7419	5.50E+07	0	7.9.E-05	10.19	8.17E-03	2.21E-06	2.29E-04
0.222	5342	2798	7.83E+06	2544	6.5.E+06	4.96	1.59E+08	3.19E+05	7.83E+06
0.279	5976	1484	2.20E+06	4493	2.0.E+07	2.64	1.41E+08	1.57E+06	1.09E+07
0.334	6955	931	8.66E+05	6024	3.6.E+07	1.71	1.06E+08	4.04E+06	1.17E+07
0.360	7071	768	5.89E+05	6304	4.0.E+07	1.47	8.61E+07	5.14E+06	1.11E+07
0.384	9551	646	4.18E+05	8905	7.9.E+07	1.32	1.39E+08	1.17E+07	2.05E+07
0.417	10884	542	2.94E+05	10342	1.1.E+08	1.20	1.53E+08	1.86E+07	2.65E+07

На рис.5а приводится зависимость $(\alpha - \alpha_{св.н.})^2$ как функция $h\nu$ – энергии фотона.

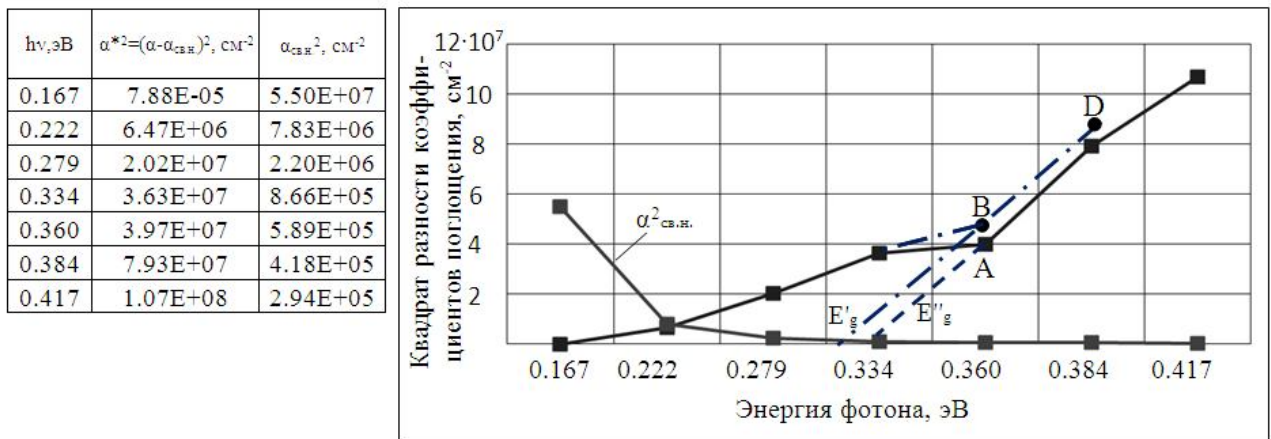


Рис. 5а. Зависимость квадрата разности коэффициентов поглощения $(\alpha - \alpha_{св.н.})^2$ от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 5 максимумов

Ввиду слабого роста поглощения между четвертым максимумом и последующим минимумом в точках на 0,360 и 0,384 эВ определены новые значения поглощения с учетом разброса данных по пропусканию в пределах 5%.

Как видно из рис.5а, в этом случае точка А поднимается до уровня точки В - квадрат поглощения от $4 \cdot 10^7$ растет до $4,5 \cdot 10^7$ см⁻². Тогда спрямления двух квадратов поглощения дают значения края поглощения, которые составляют 0,320 и 0,333эВ, а среднее 0,326эВ. Этот анализ показывает, что даже небольшое изменение пропускания может привести к логичному изменению поглощения по спектру. На рис.5а видно также, что за краем поглощения есть участок от 0,222 до 0,300эВ с дополнительным поглощением над поглощением свободными носителями.

На рис.5б представлена зависимость $[(\alpha - \alpha_{св.н.}) / \gamma]^2$ от энергии фотона $h\nu$. Как известно [9,10], умножение на коэффициенты $1/\gamma$ и $(1/\gamma)^2$ при спрямлении позволяет учесть вырождение при высокой концентрации носителей заряда. Как видно из таблицы 4, значения $1/\gamma$ изменяются в том же диапазоне спектра 7,4 – 3,0мкм почти в 10раз. Это обстоятельство приводит к максимуму зависимости, показанной на рис.5б и может означать, что при уровне Ферми $E_F = 0,01$ эВ только в невырожденном случае возможны переходы на уровень 0,22эВ. Такой неправдоподобный результат наводит на мысль, что справедливо физически умножение на $1/\gamma$ осуществлять в пределах разрешенных зон. В данном случае после спрямления квадратов произведения разностей коэффициентов поглощения $(\alpha - \alpha_{св.н.})^2$ на квадрат функции $(1/\gamma)^2$ с учетом разброса данных по пропусканию в спектре получают значения ширины запрещенной зоны 0,283 и 0,298 эВ, а их среднее составляет 0.290эВ. И в этом случае в том же диапазоне спектра наблюдается

дополнительное поглощение. Следует отметить, что поглощение вблизи четвертого максимума (0,334эВ) без умножения на коэффициент $(1/\gamma)^2$ лежит почти на прямой спрямления. Это означает, что при небольшом вырождении может возникать зона неопределенности: если точка без учета вырождения ложится на линию спрямления, то тогда соответствующая энергия будет соответствовать, например, дну зоны проводимости. В данном случае, она составляет $\sim 0,334$ эВ. Поэтому анализ проводился со значением уровня Ферми $E_F = 0,03$ эВ.

$h\nu, \text{эВ}$	$(\alpha)^2, \text{см}^{-2}$	$\alpha_{\text{св.н.}}^2, \text{см}^{-2}$
0.167	8.17E-03	5.50E+07
0.222	1.59E+08	7.83E+06
0.279	1.41E+08	2.20E+06
0.334	1.06E+08	8.66E+05
0.360	8.61E+07	5.89E+05
0.384	1.39E+08	4.18E+05
0.417	1.53E+08	2.94E+05

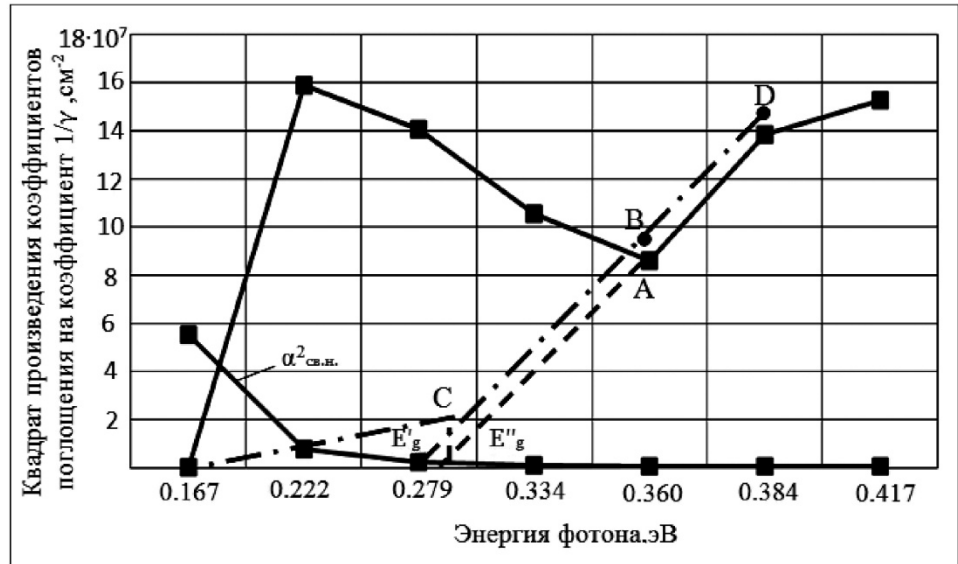


Рис.5б. Зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения на коэффициент $1/\gamma$ $[(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}}) 1/\gamma]^2$ от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 5 максимумов и $E_F = 0,01$ эВ.

$h\nu, \text{эВ}$	$(\alpha)^2, \text{см}^{-2}$	$\alpha_{\text{св.н.}}^2, \text{см}^{-2}$	$1/\gamma$
0.167	3.44E-02	5.50E+07	20.88
0.222	5.92E+08	7.83E+06	9.56
0.279	4.17E+08	2.20E+06	4.55
0.334	2.32E+08	8.66E+05	2.53
0.360	1.53E+08	5.89E+05	2.02
0.384	2.28E+08	4.18E+05	1.70
0.417	2.17E+08	2.94E+05	1.42

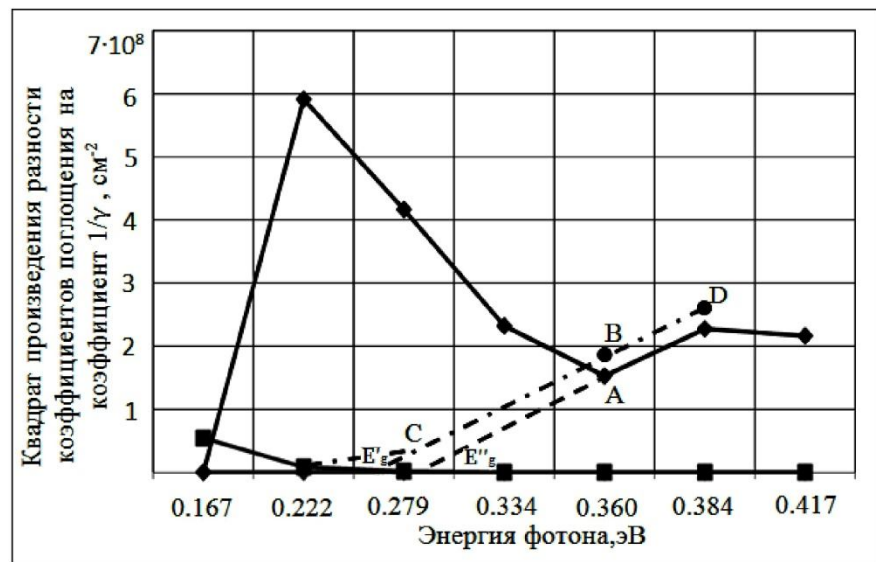


Рис.6. Зависимость квадрата произведения разности коэффициентов поглощения на коэффициент $1/\gamma$ $[(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}}) 1/\gamma]^2$ от энергии фотона $h\nu$ при рассмотрении 5 максимумов и $E_F = 0,03$ эВ

На рис.6 приводится зависимость $[(\alpha - \alpha_{\text{св.н.}}) 1/\gamma]^2$ как функция $h\nu$. В этом случае значения $1/\gamma$ уменьшаются в 15 раз в том же диапазоне спектра. И при этом анализе выявляется максимум в длинноволновом участке спектра и исходя из того, что за пределами разрешенных зон поглощение в вырожденном и невырожденном случае должно быть одинаковым, умножение на коэффициент $1/\gamma$ необходимо проводить выше дна зоны проводимости.

С учетом разброса данных по пропусанию для двух значений ширины запрещенной зоны (невырожденный случай) получаем 0,272 и 0,287эВ, среднее значение $\sim 0,280$ эВ. По сравнению с

другими данными [11] это значение меньше, что, по-видимому, объясняется некоторым сжатием слоя PbSe на подложке NaCl. На рис.6 видно, что дополнительное поглощение лежит между 0,222 и 297 эВ и при уровне уровне Ферми $E_F = 0,03$ эВ не возникает зона неопределенности и, исходя из разности края поглощения (рис.5а) 0,326 эВ и значения ширины запрещенной зоны 0,280 эВ (рис.6), и с учетом равенства эффективных масс удвоенное значение уровня Ферми $2E_F$ из эксперимента будет составлять 0,046 эВ, а уровень Ферми $E_F \sim 0,023$ эВ, что близко к значениям уровня Ферми при комнатной температуре и указанной концентрации носителей заряда в селениде свинца. Близость ширины запрещенной зоны PbSe к ее значениям в условиях слабого сжатия и уровня Ферми к его значению при соответствующей концентрации носителей, показывает, что дополнительное поглощение реально выявляется между краем поглощения и поглощением на свободных носителях, растущим с длиной волны волны и превышает его до трех раз.

Если легировать тонкие слои селенида свинца примесями с переменной валентностью и существенно компенсировать электрически активные нестехиометрические дефекты, можно реализовать однородной слой с высокой диффузионной длиной носителей заряда. При создании бокового контакта к слою можно вызвать инжекцию неосновных носителей и пропуская через него ИК излучение, осуществить модуляцию в соответствующем диапазоне спектра.

Анализ зависимости $[(\alpha - \alpha_{св.н.}) / \gamma \cdot hv]^2$ от энергии фотона hv показал, что среднее значение ширины запрещенной зоны в этом случае составляет 0,288 эВ. Различие от значения, полученного на рис.6 порядка 0,008 эВ. И оно близко к данным, определенным на слоях с подобной толщиной, в которых в спектрах пропускания реализуется интерференционная картина.

Таким образом, при обработке спектра оптического пропускания эпитаксиального слоя PbSe толщиной 1,4 мкм столкнулись с ситуацией, когда критерии для идентификации интерференционных максимумов по пропусканию с нулевым поглощением необходимо дополнить условием концентрационной зависимости показателя преломления. Выяснилось, что логично выверенное изменение результирующего коэффициента поглощения по спектру получается с учетом разброса данных по пропусканию даже в пределах 5%. Оказалось также, что при правильно выбранном значении уровня Ферми, точнее от его соответствия концентрации носителей в слое, можно избежать возникновения зоны неопределенности при установлении значения ширины запрещенной зоны.

Между краем поглощения и растущим с длиной волны поглощением на свободных носителях обнаружено дополнительное поглощение. Предложено использовать такое поглощение в модуляторах ИК излучения. Путем создания к тонкому слою PbSe бокового контакта и, меняя через него ток инжекции и концентрацию неравновесных носителей в слое, можно осуществлять модуляцию ИК излучения, проникающего через слой, в расширенном диапазоне спектра.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, R.G.Gulyaev, L.P.Bychkova, V.P.Zlomanov. Modeling of the Quasi –Dielectric State in PbSnTe and PbSnSe Nanolayers with High Concentration of Nonstoichiometric Defects. Nano Studies, 2013, 8, 253-258.
2. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов. О формировании новых свойств в эпитаксиальных слоях и структурах полупроводников $A^{IV}B^{VI}$. Вестник Инженерной Академии Азербайджана, 2014, 1, 3, 49-58.
3. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, Z.G.Akhvlediani, M.I.Enukashvili, L.P.Bychkova, M.A.Dzagania. Study of the Forbidden Gap Width of Strained Epitaxial Lead Selenide Layers. J.Mat.Sci. and Eng., 2012, 2, 2, 142 - 150.
4. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, R.G.Gulyaev, V.P.Zlomanov. Unrelaxed State in Epitaxial Heterostructures Based on Lead Selenide. I.Modern Phys., 2012, 3, 6, 502-510.
5. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, З.Г.Ахвледяни, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя, В.П.Зломанов. Особенности спектров поглощения эпитаксиальных слоев теллурида свинца. Известия НАН Грузии, 2014 (в печати).
6. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, В.П.Зломанов. Анализ спектров оптического пропускания эпитаксиальных слоев селенида свинца. Ученые записки НАА Азербайджана, 2011, 13, 3, 3-12.
7. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, R.G.Gulyaev, L.P.Bychkova. On The Structural and Optical Properties of Lead Selenide Nanolayers. Advanced Materials Research, 2014, 831-836.

8. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, R.G.Gulyaev, L.P.Bychkova, V.P.Zlomanov. Stretching Strain – Effective “Negative” Pressure in Lead Selenide Nanolayers. J.Eng. and Innov. Technol., 2014, 3, 11, 318 -323.
9. Ю.И.Равич, Б.А.Ефимова, И.А.Смирнов. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS. «Наука», Москва, 1968, 389 с.
10. A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili, M.I.Enukashvili, Z.G.Akhvlediani, R.G.Gulyaev, L.P.Bychkova, V.P.Zlomanov. Modification of the Propertis of Lead Selenide Layers at Their Nanothickness. Nano Studies, 2013, 7, 233-240.
11. А.М.Пашаев, О.И.Даварашвили, М.И.Енукашвили, Л.П.Бычкова, М.А.Дзаганя. Последовательные приближения при анализе спектров оптического пропускания нанослоев селенида свинца Известия НАН Грузии , 2012, 38, 2-3, 186-192.

დამატებითი შთანთქმა ტყვია სელენიდის ეპიტაქსიალური ფენების ოპტიკურ სპექტრებში

არიფ ფაშაევი, ომარ დავარაშვილი*, მეგი ენუქაშვილი*, ზაირა ახვლედიანი***, ლარისა ბიჩკოვა*, მაია ძაგანია****, ვლადიმერ ზლომანოვი*****

აზერბაიჯანის ავიაციის ნაციონალური აკადემია

**ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

***ე.ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი*

****პ.მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

*****მ.ლომონოსოვის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია კრიტერიუმები ინტერფერენციული მაქსიმუმების იდენტიფიკაციისთვის ტყვია სელენიდის ეპიტაქსიალური ფენების ოპტიკური ტრანსმისიის სპექტრებში და შთანთქმის სპექტრების აღდგენისთვის დენის გამტართა გადაგვარების გათვლითი მეთოდით მოხსნით. გარდა გარდატეხის მაჩვენებლის, არეკვლის და შთანთქმის კოეფიციენტების გავლენისა განხილულია აგრეთვე გაზომებისას ტრანსმისიის ცვალებადობის და ფერმის დონის სიზუსტის დადგენის გავლენა შთანთქმის სპექტრის აგებისას. აკრძალული ზონის სიგანე $T=300\text{K}$ ტემპერატურაზე სხვადასხვა მიახლოების პირობებში იცვლება 0,280-0,288ეე ფარგლებში. სპექტრის ვიწრო უბანზე შთანთქმის კიდესა და თავისუფალ მატარებლებზე შთანთქმის შორის გამოვლენილია დამატებითი შთანთქმა და შემოთავაზებულია მისი გამოყენება იწ გამოსხივების მოდულატორებში სპექტრალური დიაპაზონის გაფართოებისთვის.

ADDITIONAL ABSORPTION IN THE OPTICAL SPECTRA OF THE LEAD SELENIDE EPITAXIAL LAYERS

A.M.Pashaev, O.I.Davarashvili*, M.I.Enukashvili*, Z.G.Akhvlediani***, L.P.Bychkova*, M.A.Dzagania****, V.P.Zlomanov*****

National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan

** Iv.Javakhishvili Tbilisi State University*

***E.Andronikashvili Institute of Physics*

**** P.Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

*****M.Lomonosv Moscow State University*

SUMMARY

In the article were discussed criterions for the identification of interference maximums in the optical transmission spectrum of the lead selenide epitaxial layer and for the construction of the absorption spectra by taking into account degeneracy at high concentration of current carriers. As influence of refractive index, coefficients of reflection and absorption on the character of absorption spectra, so possible changes of transmission in the optical measurements and Fermi level in the permitted zones also were studied. The values of the forbidden gap width determined by two types of straightening concided and were equal to 0,280 – 0,288eV at $T=300\text{K}$. On the little section of the optical spectrum between edge of absorption and absorption on free carriers was revealed additional absorption and was proposed to use it in IR modulators for broadening of the their spectral diapason.

**გოგირდის ზოგიერთი ჰალოგენაწარმის მათემატიკური-ქიმიური
გამოკვლევა ქვაზი-ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში**

ნინო კუპატაძე, მზევინარ ბედინაშვილი, მიხეილ გვერდწითელი

ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქვაზი-ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში აგებულია და შესწავლილია „სტრუქტურა-თვისებები“ ტიპის ორი კორელაციური განტოლება გოგირდის ზოგიერთი ჰალოგენაწარმისათვის. კორელაციები „ბრწყინვალეა“.

მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცების მრავალრიცხოვანი მოდიფიკაცია ფართოდ გამოიყენება მოლეკულებისა და მათი ქიმიური გარდაქმნების მათემატიკურ-ქიმიური შესწავლისათვის [1-2]. ასეთ მატრიცათა კლასს მიეკუთვნება ანბ-მატრიცაც, რომლის დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრები, არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჯერადობა [3].

ABC მოლეკულისათვის ანბ-მატრიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{vmatrix} Z_A & \Delta_{AB} & \Delta_{AC} \\ \Delta_{AB} & Z_B & \Delta_{BC} \\ \Delta_{AC} & \Delta_{BC} & Z_C \end{vmatrix} \quad (1)$$

სადაც: Z_A , Z_B და Z_C A, B და C ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრებია, Δ_{AB} , Δ_{AC} და Δ_{BC} ქიმიური ბმების ჯერადობებია A და B, A და C, B და C ატომებს შორის.

ზოგიერთ შემთხვევაში უფრო ხელსაყრელია ანბ-მატრიცის მოდიფიცირებული ვარიანტის ქვაზი-ანბ-მატრიცების (ანბ-მატრიცების) გამოყენება, რაც განპირობებულია მოლეკულის სტრუქტურის სპეციფიკით (სიმეტრიით) და სირთულით. ფორმალურად ქვაზი-ანბ-მატრიცას (1)-ის სახე გააჩნია, იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში A, B და C აღნიშნავს არა ცალკეულ ატომს, არამედ მოლეკულის გარკვეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტს [4].

შესწავლილია გოგირდის ზოგიერთი ჰალოგენაწარმი (S_2Hal_2 ტიპის) ქვაზი-ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში. მათთვის შემუშავებულია მარტივი მოდელი A-A, სადაც A აღნიშნავს SHal-ს.

შესაბამისი (ანბ-მატრიცა)

$$\begin{vmatrix} Z_A & 1 \\ 1 & Z_A \end{vmatrix} \quad (2)$$

ცხრილში მოცემულია ამ ნაერთების $\chi_{ლლ}$ და $\chi_{ლლ}$. [5]

ცხრილი 1. $\lg(\Delta_{\text{ანბ}})$, $t_{\text{ლლ}}$ და $t_{\text{ლულ}}$ S_2Hal_2 ნაერთებისათვის

ნაერთი	S_2F_2	S_2Cl_2	S_2Br_2
$\lg(\Delta_{\text{ანბ}})$	2,80	3,03	3,42
$t_{\text{ლლ}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	-128	-80	-46
$t_{\text{ლულ}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	-30	136	162

უძვირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენებით კომპიუტერზე აგებულია კორელაციური განტოლებები:

$$\begin{aligned} t_{\text{ლლ}} &= 132 \lg(\Delta_{\text{ანბ}}) - 498 \\ t_{\text{ლულ}} &= 310 \lg(\Delta_{\text{ანბ}}) - 898 \end{aligned} \quad (3)$$

კორელაციის კოეფიციენტი r შესაბამისად ტოლია 0,992 და 0,991. ამგვარად, ვაფას კრიტერიუმების მიხედვით[6], კორელაციები „ბრწყინვალეა.“

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Rurvay P.R. Chemical Application of Topology and Graph Theory. Amsterdam, 1983.
2. ლეკიშვილი გ., ასათიანი ლ. მოლეკულური დისკრიპტორები ელემენტორგანულ ნაერთთა ქიმიაში. თბილისი, 1998.
3. Gverdsiteli M., Gamziani G., Gverdsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and Their Modifications . Tbilisi, 1996.
4. Сидамонидзе Н.Н., Купатадзе К.Т., Гвердцители М.И. Теоретическое исследование корреляции „структура-свойства“ в рамках методов ПНС-, квази- ПНС- и ЭП матриц. Прикладная физика, 2009, №6, 36-39.
5. Nekrasov B, Textbook of General Chemistry. Moscow, 1989, p.214.
6. გვერდწითელი მ. ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, 1982, გვ.19.

MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF SOME HALOGEN-DERIVATIVES OF SULPHUR WITHIN THE SCOPE OF QUASI-ANB-MATRICES METHOD

Nino Kupatadze, Mzevinar Bedinashvili, Mikheil Gverdsiteli

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Within the scope of quasi-ANB-matrices method two correlation equation of “structure-property” type was constructed and investigated for some halogen-derivatives of sulphur. Correlations are “excellent”.

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫХ СЕРЫ В РАМКАХ МЕТОДА КВАЗИ-АНС-МАТРИЦ

Н.О.Купатадзе, М.В.Бединашвили, М.И.Гвердцители

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

В рамках метода квази-АНС-матриц построены и исследованы два корреляционных уравнения типа „структура-свойства“ для некоторых галогенидов серы. Корреляции „отличные“.

საწვავი ბრიკეტების მიღება ბიო და შერეული მეორადი ნედლეულისგან

ელზა თოფურია, ნათელა ხეცურიანი, ზურა გონგლიაშვილი, ესმა უშარაული, ქეთევან გოდერძიშვილი, ირინა მჭედლიშვილი, ზაზა მოლოდინაშვილი, მაია ჩხაიძე

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ფიჭვის და ნაძვის ნახერხიდან, ხე-ბურბუშელას ფილის ნაფქვიდან და სიმინდის ფესვებიდან დამზადებულია ბიო და შერეული (ნახშირი, ნაკელი, გუდრონი, მძიმე ნავთობი) საწვავი ბრიკეტები. განსაზღვრულია მათი ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნიკური მახასიათებლები.

ენერგიის ალტერნატიული წყაროების მოძიება ეკონომიურად განვითარებული ქვეყნების ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას წარმოადგენს. დღეისათვის ცხადია, რომ ნარჩენების გამოყენებით შეიძლება ამ პრობლემის გადაჭრა.

ბოლო 30 წლის განმავლობაში ევროპამ უდიდესი ნახტომი გააკეთა სხვადასხვა ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების დასანერგად და დამატებითი ენერგიის მისაღებად. ამ პერიოდში მასიურად დაიწყო საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების გადამუშავება, განსაკუთრებით ბიოსაწვავისგან თბური და ელექტროენერგიის მისაღებად. ბიოსაწვავი არის სხვადასხვა სახის ორგანული მასალა, რომელიც წვის დროს გამოყოფს დიდი რაოდენობით სითბოს და იგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს წარმოებებში თბური ენერგიის ალტერნატიულ წყაროდ.

ბიოსაწვავი მუდმივად განახლებადი ნედლეულის კატეგორიას განეკუთვნება და სწორედ ეს თვისება გახდა მიზეზი ახალი დარგის – ბიოენერგეტიკის შექმნისა. ბიოენერგეტიკა მოიცავს ბიომასის სხვადასხვა სახეობიდან ენერჯის მიღების სამრეწველო ხერხების ერთობლიობას. ამ დარგის მთავარი შემადგენელია ბიოსაწვავის გადამუშავება და საწვავი ბრიკეტების, გრანულების (პელეტების) მიღება.

ქვეყანაში ეკოლოგიური მდგომარეობის შენარჩუნების ერთ-ერთი მექანიზმი განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებაა. ეს ტენდენციები აისახა აშშ, ევროკავშირის და სხვა მოწინავე ქვეყნების ენერგეტიკის განვითარების პროგრამებში. განახლებადი ენერჯის წილის 20%-მდე ზრდაა ნაპირაუღვეი 2020 წლისთვის.

ბიოენერგეტიკა განახლებადი ენერჯის ერთ-ერთი ყველაზე ხელმისაწვდომი და პერსპექტიული მიმართულებაა. პროგნოზული მონაცემებით საქართველოს ბიოენერგეტიკის წილი საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში 8,5-9% იქნება. ბიომასა შეიძლება გარდაიქმნას თხევად და აირად საწვავად ან დაიწვას გარდაქმნის გარეშე. ბიორეაქტორიდან მიღებულ ბიოგაზზე მუშაობენ კოგენერატორული დანადგარები, რომლებიც თანამედროვე თბოელექტროსადგურებს წარმოადგენენ, სადაც პირველადი წყაროდან მიღებული ენერჯია უდანაკარგოდ გარდაიქმნება ორი სახის ელექტრულ და თბურ ენერჯიებად და ხდება მათი მაქსიმალური მოხმარება.

ბიოსაწვავია ხე-ტყის საწვავი მასალა (ნახერხი, ბურბუშელა, ნაფოტი, ქერქი, გამომშრალი ფოთლები, წიწვი, ფესვისმიერი სოკოთი დაავადებული, გამხმარი დაზიანებული ხეები, სელის ნარჩენები, სოფლის მეურნეობის ნარჩენები (ქერქები, ნაჭუჭები, ჩალა), საყოფაცხოვრებო, საფეიქრო, კვების მრეწველობის და სხვა ნარჩენები. უმთავრესი მნიშვნელობა ენიჭება ხე-ტყის მეორად პროდუქციას, როგორც ყველაზე ხარისხიან ნედლეულს, რომელიც მოწოდებულია სუფთა საწვავზე მზარდი მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. ბიოსაწვავი განახლებადი ენერჯის წყაროს წარმოადგენს და მისგან მიღებული საწვავი ბრიკეტები დაედო საფუძვლად ბიოენერგეტიკის განვითარებას. პელეტების პირველი მწარმოებელი იყო აშშ, სადაც გასული საუკუნის 50-იან წლებში ხე-ტყის წარმოების უდანაკარგოდ მუშაობის პროგრამის პირობებში შეიქმნა ეს პროდუქტი, რომელიც 80-იანი წლებიდან ფართოდ გავრცელდა ევროპასა და იაპონიაში. ხის ნარჩენებიდან მიღებული გრანულების წარმოება წარმოადგენს ალტერნატიული ენერგოტექნოლოგიების ყველაზე პოპულარულ მიმართულებას. პელეტების დამზადებისას მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ადგილი აქვს ხის მასალის უჯრედებში შემავალი ლიგნინის გამოყოფას, რის ხარჯზეც ხდება საბრიკეტე მასალის შეცხობა და ბრიკეტის ფორმირება. მიიღება მაღალი სიმკვრივის მქონე საწვავი, რომელიც თბოუნარიანობით აღემატება ჩვეულებრივ შეშას. იგი პრაქტიკულად არ შეიცავს გოგირდს, ნახშირბადის ოქსიდს და საერთოდ მავნე აირების SO_x, NO_x,

CO_x გამონაბოლქვი მინიმალურია. ნაცარი არ აღემატება 1%-ს და იგი წარმოადგენს საუკეთესო სასუქს. ბრიკეტების თბოუნარიანობა იცვლება 4,3-4,5 კკალ/კგ, რაც 1,5-ჯერ მეტია შეშის თბოუნარიანობაზე და უახლოვდება ნახშირისას.

ზემოაღნიშნული თვისებების გამო საწვავ ბრიკეტებს აქვთ მაღალი კონკურენტუნარიანობა სხვა საწვავთან შედარებით, რის გამოც მასზე მოთხოვნილება სწრაფი ტემპით იზრდება. ყველაზე დიდი მომხმარებელი ევროპა, აშშ და იაპონიაა. ევროპის ქვეყნებში შემოღებულია სპეციალური სტანდარტები დაპრესილ ბიოსაწვავზე, რომელიც ხარისხით შეესაბამება DIN 51731 სტანდარტის მოთხოვნებს. განვითარებულ ქვეყნებში დიდი ყურადღება ექცევა “კიოტის” პროტოკოლის მოთხოვნების შესრულებას. ეს ღონისძიებები მიღებულია 1997 წელს იაპონიის ქალაქ კიოტოში კლიმატის ცვლილების შესახებ გაეროს კონვენციის დამატებად. იგი წარმოადგენს პირველ გლობალურ შეთანხმებას ქვეყნებს შორის გარემოს დაცვისთვის საბაზრო მექანიზმების გამოყენებით ეკოლოგიური პრობლემის გადასაჭრელად.

დღეისათვის ევროპა მოიხმარს 12 მლნ ტონაზე მეტ ბიოსაწვავს, 2020 წლისათვის ეს რიცხვი გაიზრდება 21 მლნ ტონამდე. 2011 წლამდე ხის გრანულების მოხმარება ევროპის ქვეყნებში ყოველწლიურად იზრდებოდა 30%-ით.

მსოფლიოს ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებს შორის საქართველო ენერგეტიკულ ბალანსში ალტერნატიული საწვავის მოხმარების კუთხით საკმაოდ ღარიბულად გამოიყურება. განახლებადი ენერჯის წყაროებიდან (ქარის, მზის და თერმული წყლები) ჩვენს ქვეყანაში გამოყენებულია მხოლოდ თერმული წყლების რესურსი, რომლის ჯამური წლიური მარაგი შეადგენს 220-250 მლნ მ³/წელიწადში. 1990 წლის მონაცემებით გამოყენებულია ამ მარაგის 48%, რომელიც საერთო თბური ენერჯის 35%-ს შეადგენს. მზის და ქარის ენერჯია პრაქტიკულად აუთვისებელია თუ არ ჩავთვლით რამოდენიმე დამონტაჟებულ საცდელ დანადგარს. თუმცა ჰელიოტექნიკური პოტენციალი საქართველოს ბუნებრივი რესურსების კომისიის მონაცემებით 31 მლრდ ტ პირობითი საწვავის ექვივალენტურია წელიწადში. განახლებადი ენერჯის მსოფლიო პოტენციალის ათვისების მაჩვენებლები პროცენტებში ასეთია: აშშ-23,2%; გერმანიის-11,1%; ჩინეთი-9,1%, ესპანეთი-6,5%, ინდოეთი-4,7%; იტალია-4%; ბრაზილია-3,8%, იაპონია-3,8%, დანარჩენი მსოფლიო-33%.

თბური ენერჯის დეფიციტი დღესაც აქტუალურია საქართველოში, განახლებადი ენერჯის გამოყენება მომავლის პერსპექტივაა, ამიტომ დღეისათვის რაციონალურია ბრიკეტული საწვავის წარმოება. ეკოლოგიურად უვნებელ ბრიკეტებად მიჩნეულია ხე-ტყის ნარჩენების – ნახერხი, ბურბუშელა, ნაფოტი, ხის ნაფქვი, ხის ქერქი, დაზიანებული და გამხმარი ხეები – საფუძველზე დამზადებული ბრიკეტებია, რომლებიც მაღალი თბოუნარიანობით გამოირჩევიან. საქართველოს ყოველწლიურად 500 ათასი ტონა ბიონარჩენი უგროვდება, რომლის გამოყენება შესაძლებელია ბიობრიკეტების დასამზადებლად. ჩვენს მიერ განისაზღვრა ხე-ტყის და სიმინდის მარაგები და მათი მასხაიათებლები.

ცხრილი 1. ბიო მარაგები საქართველოში

დასახელება	არაგი
მერქანი	451,7 მ ³
ბიონარჩენი	500 ათასი ტონა
სიმინდის ფესვები და ღერო	0,062529 მლნ ტ

ცხრილი 2. ხის ნარჩენები (მერქანი)

ხის ჯიშის	აბსოლუტური თბოუნარიანობა, კკალ/კგ	მოცულობითი თბოუნარიანობა, კკალ/კგ	სიმკვრივე, კგ/დმ ³
მუხა	4753	3240	0,690—1,03
წიფელი	-,-	3000	0,620—0,820
ფიჭვი	-,-	2080	0,310—0,760
ნაძვი	-,-	1800	0,370—0,750
ჭადარი	-,-	1600	0,390—0,590

ლაბორატორიულ პირობებში დამზადდა სამი სახის ბიობრიკეტი: IV – ნახერხი (ფიჭვი+ნაძვი), V – სიმინდის ფესვების და ხე-ბურბუშელას ფილის ნაფქვები. მასალა მომზადდა და დაიპრესა გარკვეული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში შემკვრელის გარეშე, შემუშავებული ტექნოლოგიით. მიღებულ ბრიკეტებში განისაზღვრა ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნიკური მახასიათებლები, რომელიც მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3. ბიომასალის და შერეული ბრიკეტების მახასიათებლები

ბრიკეტები	დაპრესვის პირობები		მასა, გბ	სიმკვრივე, გ/სმ ³	ტენიანობა, %	ნაცრინანობა, %	თბოტევადობა, კკალ/კგ	მდგრადობა შეკუმშვაზე ატმ.	მავნე აირები		
	P ატმ.	t°C							SO _x	NO _x	CO _x
ბიობრიკეტები											
IV–ნახერხი (ფიჭვი + ნაძვი) 100%	250	250	3,34	1,19	8,1	1,17	4760	110	0,0021	3,41	0,85
V–ხე-ბურბუშელას ნაფქვი - 100%	250	250	4,61	1,22	6,5	1,61	4880	95	0,0043	3,44	0,86
სიმინდის ფესვების ნაფქვი 100%	250	250	5,17	1,67	3,0	8,14	6680	55	0,00021	3,46	0,88
სიმინდის ფესვების ნაფქვი 100%	250	150	5,93	1,55	3,2	8,89	6200	60	0,00021	3,46	0,88
სიმინდის ფესვების ნაფქვი 100%	250	200	6,54	1,61	3,1	8,43	6440	60	0,00021	3,46	0,88
შერეული ბრიკეტები											
VI – ნახერხი, ნახშირი, ნაკელი, გულრონი, წყალი	250	250	4,24	1,23	7,5	8,50	4459	50	0,007	4,10	1,03
იგივე	250	250	4,40	1,29	7,2	7,05	4514	40	0,007	4,10	1,03
VII –ნახშირი, სიმინდის ფესვების ნაფქვი, გულრონი	250	200	8,29	1,23	6,5	27,06	8262	30	0,015	4,10	1,03
VIII – ნახერხი, ნახშირი, მძიმე ნავთობი, გულრონი	250	150	3,86	1,1	7,8	8,23	6788	35	0,008	4,20	1,21
ბიომბრიკეტები	250	250	3,34	1,19	8,1	1,17	4760	110	0,0021	3,41	0,85

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გარკვეული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში მიღწევა ბრიკეტების მაღალი სიმკვრივე და ნორმატიული მდგრადობა შეკუმშვის მიმართ. გოგირდის უმნიშვნელო რაოდენობა და CO რაოდენობის სიმცირე მოწმობს, რომ დამზადებული ბრიკეტები ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტია.

ასევე დამზადებულია შერეული ბრიკეტების კომპოზიციები (ქვანახშირი + ხის მასალა, ქვანახშირი, სიმინდის ნაფქვი), რომელთა გამოიყენება შესაძლებელია თბოელექტროსადგურებში, მცირე საქვაბეებში, მცირე საწარმოებში, სათბურებში და ა.შ. ბრიკეტები დამზადდა შემკვრელის გამოყენებით დაპრესვის გარკვეული ტექნოლოგიური რეჟიმის პირობებში. ჩვენს მიერ დამზადებული ბრიკეტების კომპოზიციების ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნიკური მახასიათებლები

მოცემულია ცხრილში 3. კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ შერეული ბრიკეტებისთვის რაციონალურია (ოპტიმალურია) თანაფარდობა ნახშირი/ნახერხი – 1/3, რადგან ამ დროს 26%-ით მცირდება CO-ს გამონახობლქვი ნახშირის ბრიკეტებთან შედარებით, ხოლო მათი თბოტევალობა შეადგენს 16 მჯ/კგ, რაც აღემატება ნახერხის (5 მჯ/კგ) და ხის (2,5 მჯ/კგ) ბრიკეტების თბოტევალობებს.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული გრანტით №30/05

ლიტერატურა — REFERENCES— ЛИТЕРАТУРА

1. ეთოფურია, ნ.ხეცურიანი, ს.შენგელია. ბრიკეტული საწვავი – თბური ენერჯის ალტერნატიული ნედლეული. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, 2010, ტ.10, № 6, გვ. 186-191.
2. ეთოფურია, ნ.ხეცურიანი, ზ.გონგლიაშვილი, ე.უშარაული, ქ.გოდერძიშვილი, ი.მჭედლიშვილი, ზ.მოლოდინაშვილი, მ.ჩხაიძე. ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე საბრიკეტე კომპოზიციების შექმნა, საცდელი ბრიკეტების დამზადება, მათი ზოგიერთი მახასიათებელია შესწავლა. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2014, №2-3, ტ40, გვ.217-221.
1. В.Г.Цицишвили, Э.Н.Топурия, Н.Т.Хецуриани. Получение топливных брикетов из углеводородсодержащих отходов сырьевых ресурсов Грузии. Восьмая Бакинская международная Мамадалиевская конференция по нефтехимии «Нефтехимия 21-го века». Баку, 3-6 октября 2012 г., с.329-330.
3. სერგო სამხარაძე. ეკოლოგიურად სუფთა ბიოსაწვავის ბრიკეტების პროცესის რეჟიმული პარამეტრების კვლევა – ოპტიმიზაცია. ავტორეფერატი დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი 2013 წელი.
4. საქართველოში ენერჯეტიკის არატრადიციული წყაროების გამოყენების განვითარების შესახებ. საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებულება № 120. 1998 წლის 3 მარტი, თბილისი.
5. ადმინისტრაციული ერთეულის ავტონომიური ენერგოუზრუნველყოფა. აღმოსავლეთის პარტნიორობის სამოქალაქო საზოგადოების ფორუმი “საქართველოს ეროვნული პლატფორმა”.
6. БИОЭНЕРГЕТИКА: мировой опыт и прогноз развития. Научный обзор. Москва 2007 г.

PREPARATION OF COMBUSTIBLE BRIQUETTES FROM BIO AND MIXED SECONDARY RAW MATERIALS

Elza Topuria, Natela Khetsuriani, Zura Gongliashvili, Esma Usharauli, Ketevan Goderdzishvili, Irina Mchedlishvili, Zaza Molodinashvili, Maia Chkhaidze

TSU, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organical Chemistry

SUMMARY

Bio-and mixed (coal, manure, sludge, heavy oil) fuel briquettes are prepared from pine and spruce chips, millings of particleboard and maize roots. Physical, chemical and technical characteristics of the obtained briquettes are determined.

ПОЛУЧЕНИЕ ГОРЮЧИХ БРИКЕТОВ ИЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО И СМЕШАННОГО ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Э.Топурия, Н.Хецуриани, З.Гонглиашвили, Э.Ушараули, К.Годердзишвили, И.Мчедлишвили, З.Молодинашвили, М.Чхаидзе

ТГУ, Институт физической и органической химии им. Петра Меликишвили

РЕЗЮМЕ

Из биологического (сосновая и еловая стружка, помол древесно-стружечной плиты и корни кукурузы) и смешанного (уголь, навоз, гудрон, тяжелая нефть) вторичного сырья изготовлены горючие брикеты, определены их физико-химические и технические характеристики.

ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები

მწვანე თხევადი ჩაის ბაკამაგამების ფიზიკო-ქიმიური და ბიოქიმიური მეთოდები

იამზე ჩხარტიშვილი, ნინო სეიდიშვილი, სოფიო პაპუნძიე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თანამედროვე გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მწვანე ჩაი შეიცავს C, P, B, K, PP, A, D, E ვიტამინებს, მიკროელემენტებს – ფტორს, თუთიას, იოდს, სპილენძს, მანგანუმს, ფოსფორს, კალციუმს. მწვანე ჩაის შედგენილობაში შემავალი ვიტამინი C წარმოადგენს ძლიერ ანტიოქსიდანტს და ორგანიზმს ეხმარება იმუნიტეტის ამაღლებაში. მწვანე ჩაი 10-ჯერ მეტ P-ვიტამინს შეიცავს, ვიდრე შავი ჩაი, ამიტომ იგი ავლენს უდიდეს დადებით გავლენას სისხლის მიმოქცევის სისტემაზე, აუბჯობებს სისხლძარღვების ელასტიურობას. მწვანე ჩაი შეიცავს კატექინების ისეთ ჭარბ რაოდენობას, რომელსაც არ შეიცავს არც ერთი სხვა მცენარე. მწვანე ჩაიში იოდის შემცველობა დადებით გავლენას ახდენს ენდოკრინული სისტემის ფუნქციონირებაზე, ამიტომ მისი მიღება სასარგებლოა ფარისებრი ჯირკვლის დაავადების დროს. ფტო რის შემცველობით მწვანე ჩაის ნაყენი სასარგებლოა პირის ღრუს დაავადებების პროფილაქტიკისათვის. მწვანე ჩაის შეუძლია გამოყოფოს ორგანიზმიდან მძიმე მეტალები, იგი ანეიტრალებს ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას, არეგულირებს ცვლის პროცესებს, ხელს უწყობს ცხიმების დაშლას. სასარგებლოა გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების დროს, არეგულირებს სუნთქვას და ქოლესტერინის დონეს.

შავი ბაიხი ჩაის, დამზადების დროს მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების გამო, P ვიტამინური თვისებების კატექინები ღრმა გარდაქმნებს განიცდის და მისი რაოდენობა მცირდება, ასევე ღარიბდება კატექინებით შავი ჩაიდან მიღებული კონცენტრატი. მწვანე ჩაის წარმოების დროს კი P ვიტამინური აქტივობის მქონე კატექინებით და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით მდიდარი პროდუქცია მიიღება. ჩვენი ტექნოლოგიით ჩაის წარმოების მსოფლიო პრაქტიკაში პიველად მიღებული იქნა ორი სახის პროდუქცია- მწვანე თხევადი ჩაი და მწვანე გრანულირებული ჩაი. მწვანე თხევადი ჩაი არის საკმაოდ რთული ბიოლოგიური სითხე, შეიძლება ითქვას კონცენტრატი, რომელიც მდიდარია ვიტამინებით, ფენოლური, პექტინოვანი, აზოტოვანი ნივთიერებებით, კატექინებით, შეიცავს კოფეინს, მაკრო- და მიკროელემენტებს, რაც ნათლად ჩანს ცხრილში 1.

ცხრილი 1. მწვანე თხევადი ჩაის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

მშრალი ნივთიერება %	სიბლანტე, სტოქსი	pH	ფენოლური ნაერთები, %	კატექინები, %	კოფეინი, %	პექტინი, %	აზოტოვანი ნაერთები, %
8,2– 12	4,5	5,9	2,4 – 3,8	1,6 –2,1	0,1 –0,15	0,4 – 0,7	7,6

მწვანე თხევადი ჩაიდან დამზადებული სასმელების ხარისხის ერთერთი უმთავრესი მაჩვენებელია მისი გამჭვირვალობა და სტაბილურობა, რომელიც მიიღწევა ფიზიკო- ქიმიური და ბიოქიმიური მეთოდების გამოყენებით.

ჩვენი კვლევის მიზანია მწვანე თხევადი ჩაის დაწმენდა-სტაბილიზაცია, გაკამკამება და ამასთან ბიოლოგიურად აქტიური, ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური შენარჩუნება.

თხევადი ჩაი წარმოადგენს ბლანტ, გაუმჭვირვალე, მწვანე ჩაისთვის დამახასიათებელი მწკლარტე გემოთი, მუქი მწვანე ფერის სითხეს, რომლის 100მლ შეიცავს 2000მგ–მდე მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე კატექინებს.

პასტერიზებული მწვანე თხევადი ჩაი, შენახვის პირობებში განიცდის ბუნებრივ დაწმენას. ფორმირებული ნალექის მოცილება ხდება დეკანტაციით. თხევადი ჩაის დაწმენის დროს მიმდინარეობს ფიზიკური პროცესები, რომელიც დაიყვანება მყარი და თხევადი ფაზის გრავიტაციულ დაყოფაზე. ამ პროცესის სინქარე დამოკიდებულია თხევადი ჩაის ფიზიკურ თვისებებზე და მყარი ნაწილაკების

სიდიდეზე. დაწმენდის შემდეგ იცვლება ქიმიური შედგენილობა, მცირდება ცილების და საერთო აზოტის რაოდენობა, თუმცა ეს საკმარისი არ არის ხარისხიანი სასმელების დასამზადებლად.

როგორც ცხრილში 1 მოცემული მონაცემები გვიჩვენებს მწვანე თხევადი ჩაი შეიცავს პექტინოვან, ფენოლურ, ცილოვან ნივთიერებებს. სიმღვრივე შეიძლება გამოიწვიოს, როგორც დაჟანგულმა პოლიმერულმა ფენოლურმა ნაერთებმა, ასევე პროტეინების და პოლიპეპტიდების შემცველობამ. დადგენილია, რომ დაბალი pH-ის პირობებში პოლიფენოლური ნივთიერებები ნაწილობრივ იჟანგება, ეპიკატექინების წარმოქმნით, რომელიც ხელს უწყობს სიმღვრივის წარმოქმნას, ხოლო მაღალი pH-ის (ჩაიში იგი შეადგენს 5,9) პირობებში ეპიკატექინის წარმოქმნის ალბათობა მცირდება, მაგრამ ამავე დროს მაღალი pH განაპირობებს ცილოვან სიმღვრივეს.

ნაწილობრივ დაჟანგული ფენოლური ნივთიერებებით, ცილებით, პექტინოვანი ნივთიერებებით გამოწვეული სიმღვრივის თავიდან ასაცილებლად გამოყენებული იქნა გაკამკამების ფიზიკო-ქიმიური და ბიოქიმიური მეთოდები.

ნაწილობრივ დაჟანგული პოლიფენოლური ნივთიერებებით გამოწვეული სიმღვრივის თავიდან ასაცილებლად მწვანე თხევადი ჩაი დამუშავდა ბენტონიტით.

ბენტონიტი (Polibent) - ალუმინის ჰიდრატირებული სილიკატის და PVPP-ს ნაერთია. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ცხრილში 2

ცხრილი 2. ბენტონიტით მწვანე თხევადი ჩაის დამუშავება

სინჯის დასახელება	თხევადი ჩაის რაოდენობა, მლ	1%-იანი პოლიბენტის ხსნარის რაოდენობა, მლ	პოლიბენტის რაოდენობა, მგ	შუქ-გამტარობა %	ფენოლური ნაერთების შემცველობა, მგ%	კატექინები, %	ვიზუალური შეფასება
საკონტროლო	50	-	-	20	2390,3	1911,2	მღვრიე
ნიმუში 1	50	0,1	10	30	2370,8	1910,7	მღვრიე
ნიმუში 2	50	0,2	20	35	2321,2	1910,3	მღვრიე
ნიმუში 3	50	0,3	30	50	2286,4	1906,0	გამჭვირვ.
ნიმუში 4	50	0,4	40	55	2286,4	1898,8	გამჭვირვ.
ნიმუში 5	50	0,5	50	55	2286,4	1896,7	გამჭვირვ.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბენტონიტ პოლიბენტით დაწმენდილ გამჭვირვალე წვენში საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით ფენოლური ნაერთების შემცველობა მცირდება 4,1%-ით.

მწვანე თხევად ჩაიში არსებული ცილოვანი ნივთიერებებისგან დასაწმენდად ყველაზე კარგი შედეგი მოგვცა გამწვანავი ნივთიერებების კომპლექსურმა გამოყენებამ. დამუშავება ხდებოდა ჟელოკოლით, ინიკოლით და წაბლის ტანინით კომპლექსურად.

ჟელოკოლი (GELOKOLLE) - სილიკაზოლი ანუ კაჟბადის (სილიციუმი) დიოქსიდის სფერული ნაწილაკების წყლიანი სუსპენზია განკუთვნილია წვენის სტაბილიზაციისათვის ინიკოლთან (ჟელატინი) ერთად. კაჟბადის ნაწილაკები, რომელსაც შეიცავს პრეპარატი, ურთიერთმოქმედებენ არსებულ ცილებთან და წარმოქმნიან ფიფქებს. ფიფქები ხელს უწყობენ ამღვრეულ მდგობარეობაში მყოფი ნაწილაკების დალექვას და ახდენენ ცილოვანი სიმღვრივის სტაბილიზაციას.

ინიკოლი (INIKOLL) - ცხოველური წარმოშობის ჟელატინია.

წაბლის ტანინი 4%-იანი ხსნარი – როგორც ცნობილია წვენის ტანიზაციისათვის იყენებენ კაკლისგან დამზადებულ ტანინს. კაკლის ტანინის ნაცვლად, ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ჩამოცვენილი წაბლის ყვავილის კონცენტრირებული ექსტრაქტი, რომელიც დამატებით ამდიდრებს ჩაის წვენს არომატული ნივთიერებებით და ანიჭებს წაბლის თაფლისთვის დამახასიათებელ სასიამოვნო გემოს და არომატს.

ნიმუშებში ცილების განსაზღვრა ხდებოდა ამილოშავით შეღებვის მეთოდით (ჯინჯოლია, გულუა, ჩიქოვანი. 1983) კვერცხის ალბუმინის სტანდარტული გრაფიკის მიხედვით. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3. გამწვავი საშუალებებით მწვანე თხევადი ჩაის კომპლექსური დამუშავება

ნიმუშის რაოდენობა, 100 მლ	ჟელიკოლის 0,1%-იანი ხსნარი, მლ	ჟელატინის 0,2%-იანი ხსნარი, მლ	წაბლის ტანის 4%-იანი ხსნარი, მლ	ცილის შემცველობა, გ/ლ	ცილის შემცველობა საკონტროლო ნიმუშთან მიმართებაში, %
საკონტროლო	—	—	—	0,50	100
ნიმუში 1	0,2	0,2	0,2	0,40	80
ნიმუში 2	0,4	0,4	0,4	0,20	40
ნიმუში 3	0,6	0,6	0,6	0,12	24
ნიმუში 4	0,8	0,8	0,8	0,06	12
ნიმუში 5	1,0	1,0	1,0	0,06	12

როგორც ჩატარებული ექსპერიმენტიდან ჩანს, გამწვავი საშუალებების ზემოქმედებით ნარჩენი ცილის რაოდენობა მაქსიმალურად მცირდება. გაწვების შემდეგ ნალექის მოცილება ხდება დეკანტაციით და შემდგომი გაფილტვრით. ცნობილია, რომ სასმელებში ცილოვანი სიმღვრივე არ წარმოიქმნება თუ სასმელის დასამზადებელ კომპოზიციებში ცილის რაოდენობა არ აღემატება 15%-ს.

ჩაის წვენი შემდგომი დამუშავება ხდება ფერმენტული პრეპარატის ინოზიმის გამოყენებით, რომელიც მაღალმოლეკულურ პექტინოვან ნივთიერებს შლის დაბალმოლეკულურ ნაერთებად, ამცირებს წვენის სიბლანტეს, აჩქარებს მის დალექვას და აუძღობს ფილტრაციას.

ინოზიმი – არის მაღალი სიწმინდის პექტოლიტური მოქმედების ფერმენტული პრეპარატი, რომელიც მიღებულია *Asperillus Niger* შტამისგან, შედგება პექტინ ტრანსელიმინაზასგან, ჰემიცელულოზასგან.

ექსპერიმენტული გზით დადგენილი იქნა ფერმენტოლიზის პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები: ფერმენტოლიზის დრო, ტემპერატურა და pH არე. ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.

ცხრილი 4. ფერმენტული პრეპარატით მწვანე თხევადი ჩაის დაწმენდის შედეგები

ნიმუშის რაოდენობა, 100 მლ	ფერმენტოლიზის დრო, სთ	ფერმენტოლიზის ტემპერატურა, °C	დამატებული ფ.პ. რაოდენობა, %	pH	პექტინის შემცველობა %
საკონტროლო	2	-	-	4,0	0,4
ნიმუში 1	2	30	0,1	4,0	0,21
ნიმუში 2	2	35	0,1	4,0	0,09
ნიმუში 3	2	40	0,1	4,0	0,004

როგორც ცხრილიდან ჩანს, პრეპარატის მოქმედების მაქსიმალური პარამეტრებია, როცა ფერმენტოლიზი მიმდინარეობს: pH= -4, 40°C-ის და ნიმუშის მასასთან 0,1% ფერმენტული პრეპარატის დამატებით.

მიღებული დაწმენდილი მწვანე თხევადი ჩაის ანტიოქსიდანტური აქტივობა იზომებოდა პრილუცკის პოტენციომეტრული მეთოდით.

როგორც, ცხრილი 5-დან ჩანს თხევადი ჩაი ხასიათდება მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით. ანტიოქსიდანტური აქტივობის დინამიკა იანგარიშებოდა 25%-იანი გამოსავლიანობის მწვანე თხევადი ჩაის მიმართ. 6 თვის შენახვის შემდეგ პასტერიზებული ჩაის ანტიოქსიდანტური აქტივობა მცირდება 4%-ით, რაც მიუთითებს მის მდგრადობაზე შენახვის პირობებში.

ცხრილი 5. თხევადი მწვანე ჩაის ანტიოქსიდანტური აქტივობა

ნიმუშის დასახელება	pH	ОВП უანგვა- ალღენის პოტენ- ციალი, mv	ОВП _{min} უანგვ. ალღ. პოტენ. მინიმალ. mv	ЭВ ანტიოქსი- დანტური აქტი- ვობა mv	კატექინების შემცველობა, მგ%
20% გამოსავლი- ანობის ჩაი	5,9	306	(-50)	356	1987
25% გამოსავლი- ანობის ჩაი	5,9	306	(-60)	366	1911
33% გამოსავლი- ანობის ჩაი	5,9	306	(-60)	386	1900
პასტერიზებული ჩაი 1 თვის შემდეგ	5,8	312	(-40)	352	1900
პასტერიზებული ჩაი 6 თვის შემდეგ	5,8	312	(-30)	342	1840
გაკამკამებული ჩაი	5,9	312	(-30)	312	1800

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Харборн Д.К. Биохимия фенольных соединений. М., Мир, 1968.
2. Бодорев М.М., Поверин А.Д., Тихонов В.П. Антиоксидантные свойства зеленого и черного чая. Москва, 2008, „Пиво и Напитки“ № 3.
3. გოგისვანიძე ლ. ექსტრაქციისა და ექსტრაქტის გაკამკამების ტექნოლოგიური პროცესების კვლევა ცივ წყალში ხსნადი ჩაის წარმოებისას. ავტორეფერატი ტ.მ.კ. სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, ქუთაისი, 1999.
4. ჯინჯოლია რ., გულუა კ., ჩიქოვანი ნ. ჩაის ქიმიის პრაქტიკუმი. გამომცემლობა „განათლება“. თბილისი. 1983.
5. Лазышвили Л., Цинцадзе В. „Приоритет производства зеленого чая в Грузии“. Ж. Пиво и Напитки. №4. 2003.

PHYSICAL-CHEMICAL AND BIOCHEMICAL METHODS OF CLEANING OF GREEN LIQUID TEA

I.Chkhartishvili, N.Seidishvili, S.Papunidze
Batumi Shota Rustaveli State University

SUMMARY

Adhesive means and phermental preparations have been studied in the aim to receive clean, stable green liquid tea, in which maximum quantity of phenolic substances and catechins is saved.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ЖИДКОГО ЗЕЛЁНОГО ЧАЯ

И.Чхартишвили, Н.Сейдишвили, С.Папунидзе
Батумский государственный университет им. Шота Руставели

РЕЗЮМЕ

Изучено и экспериментально доказано оклеивающие средство и ферментный препарат, при использовании которых можно получить очищенный, стабильный жидкий зелёный чай, в котором сохранены в максимальном количестве фенольные соединения и катехины.

НОВЫЕ СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ПЕЛОИДОВ В ДЕРМАТОЛОГИИ

Д.Г. Джинчарадзе, Н.В. Бокучава

Грузинский Технический Университет

Рассмотрены свойства пелоидов, предопределяющие их лечебно-профилактическое воздействие. В этом аспекте приведено сравнение псевдовулканической (сопочной) и иловой грязей. Описаны процедуры изготовления и аппликации созданных средств, причем для повышения лечебных свойств предложено введение в их состав ряда экстрактов лекарственных растений и минеральных вод.

Изучение в течение ряда лет химического состава и физико-химических свойств пелоидов Грузии, а также разработка на основе этого исследования рецептуры ряда лечебно-профилактических и косметических средств отражены в публикациях [1,2,3].

Параллельно действие некоторых из них после санитарно-гигиенического испытания опробывалось на добровольцах. Полученные результаты позволяют представить несколько составов, которые могут быть полезны для лечения псориаза, трофических язв, гнойных сыпей.

Лечебные грязи (пелоиды) традиционно используются для лечения большого числа разнопрофильных заболеваний и недугов. В Грузии они применялись в течение веков.

Грязь обладает свойством приклеивать к себе (адсорбировать) посторонние частицы, газы, мертвые клетки, бактерии и выводить их из организма. В то же время нужные организму бактерии не прилипают к грязи и остаются на теле. Одновременно, кожа впитывает из грязи ряд полезных для организма химических веществ. Через протоки потовых и сальных желез всасываются также биологически активные вещества: витамины, ферменты, гормоны, антибиотики – проникают в ткани, а затем – в кровь.

В грязях обнаружены и количественно определены (в том числе нами в пелоидах Грузии) неорганические и органические соединения, обладающие биологической активностью, в том числе гуминовые кислоты, микроэлементы, минеральные макрокомпоненты, нефтяные компоненты, фенолы, органические кислоты, сероводород и др.

Нами впервые обнаружены также ПАУ (полициклические ароматические углеводороды), кислые и нейтральные смолы, высокомолекулярные спирты, жирные кислоты, эфиры и др.

Таким образом, в составе пелоидов найдено большое число соединений, обладающих биологической активностью и оказывающих стимулирующее терапевтическое действие.

Можно привести качественный состав активной микрофлоры грязей, участвующей в круговороте содержащихся в них органических веществ. Его составляют аммонифицирующие, денитрофицирующие, тионовые, сульфатредуцирующие, углеродоксилирующие группы бактерий, сапрофиты.

Характеризуя пелоиды, можно также добавить, что в их составе и структуре, как в равновесной физико-химической системе, различают три составляющие части: грязевый раствор, коллоидный комплекс и кристаллический скелет. Очевидно, что каждая из них, в силу соответствующего химического состава, вносит свою, специфическую долю в воздействие на организм человека.

В твердую фазу, состоящую из кристаллического скелета (размер частиц более 0,001мм) и коллоидного комплекса (размер частиц менее 0,001мм) входят силикатные частицы, кристаллы солей, органические вещества, гидраты окислов железа и алюминия, сернистое железо и ряд других веществ, обуславливающих высокую влагоемкость грязей, их теплообменные свойства, пластичность, и соответственно, разнообразное терапевтическое действие.

Из грузинских пелоидов наиболее известны псевдовулканическая (сопочная) грязь Ахтала и иловая грязь озера Кумиси. Ниже приведена их химическая характеристика. В нашем опыте применения грязей в дерматологии была использована сухая грязь, т.е. грязевой раствор исключался. В случае месторождения Ахтала сухая грязь образуется природным образом на и возле сопков, а в случае Кумиси – грязевой раствор удалялся.

Коллоидный комплекс составлял в грязи Ахтала 20%, в грязи Кумиси – 14%. Кристаллический кальциево-магнезиальный скелет: Ахтала – 36%, Кумиси – 42%.

Можно отметить небольшое отличие в содержании некоторых компонентов для твердых фаз сопочной и иловой грязей.

Значительное место в составе пелоидов и, очевидно, роль в воздействии на организм человека, занимает органическая составляющая.

Сравнивая в целом химические составы сопочной и иловой грязей, можно предположить, что иловая грязь должна оказывать более мягкое воздействие на организм человека, чем сопочная грязь.

Таблица 1. Оксидный состав твердой фазы пелоидов Ахтала и Кумиси

Пелоиды	Оксиды, %								В обоих пелоидах определены микроэлементы: Pb, Sr, Fe, Mn, Ag, Cr, Co, Ni, Ti, I, Br, Ca, Zn, Rb
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	
Ахтала	53,1	16,1	5,7	7,0	3,0	1,0	2,0	2,6	
Кумиси	44,3	16,7	6,4	4,2	3,0	3,2	1,2	1,6	

Таблица 2. Основные органические вещества пелоидов Ахтала и Кумиси

Пелоиды	Нефтяные компоненты, %	Гуминовые и фульвокислоты, %	Органические кислоты, %
Ахтала	20	23	25
Кумиси	5	60	14

Используя представленные пелоиды, мы попытались расширить круг заболеваний, для излечения которых они могут быть применены. Наш предыдущий опыт в отношении косметических средств предопределил использование в комплексе с пелоидами других природных лечебных средств – экстрактов лекарственных растений, минеральных вод, природных адсорбентов.

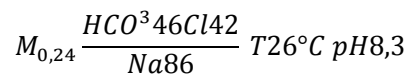
В частности, были использованы экстракты лекарственных растений (чистотела, зверобоя), масло облепихи, минеральные воды месторождений Нуниси и Тбилиси.

Чистотел – многолетнее травянистое растение семейства маковых. Оказывает антисептическое, противогрибковое и противовирусное действие.

Зверобой – многолетнее травянистое растение семейства зверобойных. Обладает способностью противовоспалительного и противомикробного действия, повышает тонус кожи.

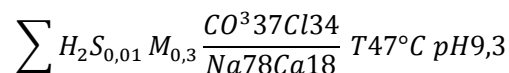
Облепиха – низкорослое дерево или куст семейства лоховых. Плоды – замечательное поливитаминное сырьё. Облепиховое масло регулирует обмен веществ кожи, обладает свойствами заживлять раны и утолять боль.

Химический состав минеральной воды Нуниси выражается формулой:



Вода Нуниси эффективна при заболеваниях двигательных органов, периферической нервной системы и особенно, при заболеваниях кожи.

Химический состав минеральной воды Тбилиси выражается формулой:



Вода Тбилиси используется при гинекологических и кожных заболеваниях, а также недугах двигательных органов и нервной системы.

Ниже приводится описание достаточно простого способа приготовления лечебных средств на основе пелоидов и процедуры их применения [7,8].

Иловая грязь озера Кумиси использовалась для лечения псориаза и поверхности гнойной кожи [1]. Приготовление смеси состоит в просеивании грязи через частое сито и помолу до размера частиц менее 0,001мм. Порошок грязи помещают в фарфоровую чашку и сушат в термостате в течение одного часа при температуре 37-40°C. В случае использования для лечения псориаза к высушенной грязи добавляют поваренную соль (грубого помола) и минеральную воду Нуниси до получения кашицеобразной массы. Массовые соотношения компонентов 2:2:1.

Процедура аппликации состоит в накладывании слоя смеси толщиной 5-10мм на поврежденное место кожи. Затем массу накрывают заранее вымоченной в минеральной воде Нуниси тряпочкой (марлевой салфеткой), сверху полиэтиленовой пленкой и повязкой. Выдерживают в течение 4-5 часов, после чего всё осторожно снимают и ополаскивают поврежденное место теплой кипяченной водой. Компресс делается один раз в день. Продолжительность лечения 1-2 недели, до получения желаемого результата. В случае необходимости возможны повторные процедуры после недельного перерыва [4].

При наличии гнойничков на поверхности кожи [2] к порошку грязи добавляют настои чистотела и зверобоя. Для этого берут по 5г сухой травы обоих растений, размалывают, добавляют 200-250мл

кипяченой воды и выдерживают на водяной бане в течение 10-15 минут. Снимают с огня и процеживают через марлевую салфетку. Теплый раствор добавляют к порошку пелоида, нагревают на водяной бане перемешивая деревянной ложкой до получения желательной консистенции. Масса не должна быть излишне жидкой. Массовое соотношение грязи и настоя растений 2:1. Процедура лечения состоит в том, что кусок мягкой ткани или марлевую салфетку вымачивают в смеси и в горячем состоянии (40-42°C) накладывают на поврежденную кожу. Сверху накрывают марлевой салфеткой или мягкой тканью. Выдерживают 15-20 минут. Затем осторожно снимают и ополаскивают поврежденное место теплой кипяченой или подсоленной водой [5].

Сопочная грязь Ахтала оказалась эффективной при лечении трофической язвы [3]. После приготовления сухого порошка сопочной грязи аналогично с иловой грязью, к ней добавляют облепиховое масло, перемешивают деревянной ложечкой и выдерживают на водяной бане в течение 20-25 минут при температуре 37-40°C. Перемешивание продолжают до получения вязкой, однородной массы.

Смесь толщиной 5-10мм наносят на поврежденное место, накрывают предварительно вымоченным в Тбилисской серной минеральной воде куском мягкой ткани или марлевой салфеткой. Выдерживают 10-15 минут. Осторожно снимают и ополаскивают кипяченой или дистиллированной водой. Апликацию проводят два раза в день – утром и вечером в течение недели. В случае необходимости, повторный курс проводят через 10 дней [6].

Таким образом, можно констатировать, что для лечебных грязей Грузии найдены дополнительные области применения в лечебных целях.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Н.В.Бокучава, Лечебные грязи Грузии, ГТУ, 2009, 150 стр.
2. ნ. ბოკუჩავა, ა. სტრადომსკაია, ბ. გოგიჩაიშვილი, ახტალისა და კუმისის ტალახის ფიზიკურ-ქიმიური შესწავლა, სტუ, №2 (375), 1991, გვ. 29-33.
3. Н.В. Бокучава, Л.О. Эбаноидзе, Д.Г. Джинчарадзе, Изучение возможности применения сухой сопочной грязи для лечебно-профилактических целей, საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, 10, №4, 2009, გვ.336-338.
4. ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე, ლ. ებანოიძე, თ. ზაკალაშვილი, კუმისის ტბის ლამოვანი ტალახის კომპრესი ფსორიაზის სამკურნალოდ, დეპონირების დამადასტურებელი მოწმობა №6051, 18.09.2014, თბილისი.
5. ნ. ბოკუჩავა, დ. ჯინჭარაძე, ლ. ებანოიძე, თ. ზაკალაშვილი, ლამოვანი ტალახის აპლიკაცია ჩირქოვანი კანის ზედაპირის სამკურნალოდ, დეპონირების დამადასტურებელი მოწმობა №6050, 18.09.2014, თბილისი.
6. დ. ჯინჭარაძე, ლ. ებანოიძე, თ. ზაკალაშვილი, ნ. ბოკუჩავა, ფსევდოვულკანური (სოპკური) ტალახის გამოყენება კანის ტროფიკული წყლულის სამკურნალოდ, დეპონირების დამადასტურებელი მოწმობა №6049, 18.09.2014, თბილისი.
7. С. Зайцев, Лечение глиной, песком, грязями. "Книжный дом", 2006, 64 стр.
8. А. Корзунова, Целебные глина и грязи. ООО "Издательство Эксмо", 2004, 128 стр.

პელიოიდების შემცველი ახალი საშუალებები დერმატოლოგიაში

დავით ჯინჭარაძე, ნანა ბოკუჩავა
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
რეზიუმე

განხილულია პელიოიდების თვისებები, რომელიც განაპირობებს მათ სამკურნალო-პროფილაქტიკურ ზემოქმედებას. ამ მხრივ მოყვანილია ფსევდოვულკანური (სოპკური) და ლამოვანი ტალახების შედარება. აღწერილია პელიოიდების, რიგი სამკურნალო მცენარეების ექსტრაქტებისა და მინერალური წყლების შემცველი საშუალებების დამზადებისა და აპლიკაციის პროცედურები.

NEW PRODUCTS CONTAINING PELOIDS IN DERMATOLOGY

David Jincharadze, Nana Bokuchava
Georgian Technical University

SUMMARY

Properties of peloids determining their curative and prophylactic effect are observed. Compared pseudo-volcanic and slime peloids for medicinal purposes in dermatology. Procedures of their preparation and application are described. Thus suggested adding of herbal extracts and miner waters to increase curative effect of developed products.

ძირითადი საკვები ელემენტების (NPK) გამოტანა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით

ნ.კუტალაძე, ა.ცინცილაძე, ქ.თელია, თ.გოგოლიშვილი
 ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
 აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

წარმოადგინა საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა,
 სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორმა გ.მარგველაშვილმა

ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებასთან ერთად, იზრდება საკვები ელემენტების გამოტანა ნიადაგიდან. საკვები ელემენტების გამოტანა უსასუქო ვარიანტზე მცირეა: 17,6კგ/ჰა აზოტი, 4,12კგ/ჰა ფოსფორი და 8,8კგ/ჰა კალიუმი (2009–2010 წწ. მონაცემებით). ჩაის მწვანე ფოთლის 60–80 ც/ჰა მოსავლით ნიადაგიდან გამოიტანება 80კგ აზოტი, 46კგ ფოსფორი და 40კგ კალიუმი. დაახლოებით ასეთი რაოდენობის საკვები ელემენტების გამოიტანება ფოთლების ჩამონაცვენით, უხეში ფოთლის მოსავლით და განასხლავი მასალით. ჩაის ფოთლის მოსავლის გამოტანის მიხედვით, საკვები ელემენტები ლაგდება შემდეგი კლებადი რიგით: $N > P > K$; სამივე საკვები ელემენტების საერთო გამონატანიდან 56–57% მოდის აზოტზე, 14–15% ფოსფორზე და 28–29% კალიუმზე. ჩატარებულმა კვლევის შედეგებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ჩაის მცენარის მიერ აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტები შეტანილი სასუქებიდან.

საკვები ელემენტების საერთო შემცველობა მცენარეში წარმოდგენას გვაძლევს საკვები ნივთიერებებით ნიადაგის უზრუნველყოფის დონეზე სავსებით პერიოდის განმავლობაში. საკვები ელემენტების საერთო შემცველობის გარდა, საზღვრავენ აგრეთვე მათ მინერალურ ფორმებს. ამასთან, საკვები ელემენტების განსაზღვრა უფრო სასარგებლო ინფორმაციას იძლევა ამ ელემენტებით მცენარის უზრუნველყოფის შესახებ, და მით უმეტეს, თუ განსაზღვრა ტარდება სავსებით პერიოდის განმავლობაში მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით [1, 2].

ბალანსის შესწავლის პირველი ეტაპია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოტანის აღრიცხვა. ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოტანა მოსავლით სამართლიანად ითვლება გასავლის ძირითად სტატიად საკვები ნივთიერებების ბალანსში. მოსავლის მიერ გატანილი ელემენტების რაოდენობის განსაზღვრა კი საკმაოდ რთულ საქმედ ითვლება.

ცნობილია, რომ ერთი და იმავე სახის და ჯიშის კულტურული მცენარეების ქიმიური შემადგენლობა მუდმივი არ არის, იგი მეტ ნაკლებად მნიშვნელოვნად იცვლება ნიადაგურ-კლიმატური და ამინდის პირობების, აგროტექნიკური დონის, გამოყენებული სასუქების დოზების შეთანაწყობის, აგრეთვე სხვა გარემოებებისგან დამოკიდებულებაზე. მცენარის ორგანოებში საკვები ნივთიერებების შემცველობის ცოდნა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს აღნიშნული ნივთიერებების გამოტანა მოსავლით [3].

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სასუქების გამოყენება არსებითად ცვლის საკვები ელემენტების რაოდენობას მოსავალში, როგორც წესი ზრდის გამოტანას [1 - 4]. ჩაის კულტურა მომთხოვნიან კვების ელემენტების მიმართ. როგორც მრავალწლიან მარადმწვანე მცენარეს, მას ნიადაგიდან ყოველწლიურად გამოაქვს ერთი და იგივე საკვები ნივთიერებები დაახლოებით ერთი და იგივე შეფარდებით.

ჩაის მწვანე ფოთლის ქიმიური ანალიზის და მიღებული მონაცემების დახმარებით გავიანგარიშეთ ძირითადი საკვები ელემენტების გამოტანა მოსავლით კგ/ჰა-ზე. ამ მიზნით აჭარაში, ჩაქვის საცდელ სადგურში ტიპიურ წითელმიწა ნიადაგებზე დაყენებული იქნა მინდვრის ცდა.

მინდვრის ცდა დაყენებული იქნა საერთოდ მიღებული მეთოდიკით [5]. გამოკვლევები ჩატარდა 2009-2010 წლებში, საცდელ ნაკვეთზე ჩაის პლანტაცია გაშენებულია გასული საუკუნის 40-იან წლებში, ჩაის ჯიში - „კოლხიდა 257“.

მინდვრის ცდა ჩატარდა შემდეგი სქემით:

1. უსასუქო (კონტროლი)
2. N300 K100 ფონი
3. NK + P60 ყოველწლიური შეტანა
4. NK + P120 “-----“

5. NK + P180 “-----“

6. NK + P240 “-----“

7. NK + P360 2 წელში ერთხელ შეტანა

ორი წლის ფარგლებში, მინდვრის ცდის ვარიანტების მიხედვით, შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლით ძირითადი საკვები ელემენტების გამოტანაზე მოცემულია ცხრილში 1 [3].

პირველი ცხრილიდან ჩანს, რომ ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებასთან ერთად ძირითადი საკვები ელემენტების გამოტანა იზრდება.

ცხრილი 1. მინერალური სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავლით ძირითადი საკვები ელემენტების გამოტანაზე, 2010 წელი

ვარიანტი	მოსავალი, კგ/ჰა (მშრალი ნივთიერება)	საკვები ელემენტების შემცველობა			2-3 ფოთლიან ღუეებში (%) გამოტანა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით		
		N	P	K	N	P	K
უსასუქო - საკონტროლო	420	4,2	0,98	2,1	17,6	4,12	8,8
N300K100 – ფონი	774	4,6	1,06	2,3	35,6	8,2	17,8
NK+P 60	960	4,6	1,15	2,3	44,2	11,04	22,1
NK+P120	1130	4,6	1,19	2,4	52,0	13,45	27,1
NK+P180	1378	4,6	1,22	2,4	63,4	17,0	33,1
NK+P240	1385,4	4,7	1,24	2,4	65,1	17,2	33,2
NK+P360 2 წელში ერთხელ	1106,7	4,6	1,22	2,5	51,0	13,5	27,7
NK+P540 2 წელში ერთხელ	1316	4,7	1,26	2,5	62,0	16,6	32,9

საკვები ელემენტების გამოტანა უსასუქო ვარიანტზე მცირეა: 17,6 კგ/ჰა აზოტი; 4,12 კგ/ჰა ფოსფორი და 8,8 კგ/ჰა კალიუმი. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ფოსფორიანი სასუქების მზარდი დოზების შეტანით, გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალი (მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით) და საკვები ელემენტების გამოტანაც. ასე მაგალითად, P2O5 60 კგ/ჰა შეტანის პირობებში მოსავალი 960 კგ-ია ჰექტარზე; ამ შემთხვევაში აზოტის გამოტანამ შეადგინა 44,2 კგ/ჰა; ფოსფორის გამოტანამ – 11,04 კგ/ჰა და კალიუმის გამოტანამ – 22,1 კგ/ჰა; ხოლო P2O5 180 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე – მოსავალი 1378 კგ-ია ჰექტარზე; აზოტის გამოტანა – 63,4 კგ/ჰა, ფოსფორის – 17 კგ/ჰა და კალიუმის – 33,1 კგ/ჰა; ფოსფორიანი სასუქის P2O5 240 კგ/ჰა შეტანის პირობებში მოსავალი 1385 კგ-ია ჰექტარზე; აზოტის გამოტანა შეადგენს 65,1 კგ/ჰა-ს; ფოსფორის – 17,2 კგ/ჰა-ს და კალიუმის – 33,2 კგ/ჰა.

შეტანილი მინერალური სასუქებიდან ძირითადი საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტები ჩვენს მიერ გამოანგარიშებული იქნა სხვაობის მეთოდით. ცნობილია, რომ მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შეთვისება ხდება არა მარტო ნიადაგში შეტანილი სასუქიდან, არამედ, აგრეთვე ნიადაგში არსებული საკვები ნივთიერებებიდანაც. მათი ერთმანეთისაგან აბსოლუტური განცალკევება მინდვრის ცდებში ძალზე ძნელია. ამიტომ, ნიადაგში შეტანილი სასუქის გამოყენების პირობითი კოეფიციენტი განხილულ უნდა იქნეს, როგორც მიახლოებითი და არა აბსოლუტური მაჩვენებელი.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ აჭარის წითელმიწა ნიადაგზე ჩაის პლანტაციაში დაყენებულ მინდვრის ცდაში შეტანილი სასუქებიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 39,95 - 51,4%-ის ფარგლებში მერყეობს; ფოსფორის – 11,3 - 13,6%-ის და კალიუმის 20,4 - 26,8%-ის ფარგლებში.

საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტები ყველაზე მაღალია ვარიანტზე – N300 K100 + P180 კგ/ჰა; N - 51,4 %, P - 13,6%; K - 26,8 %; ფოსფორის დოზის შემდგომი გაზრდით P240 კგ/ჰა-მდე, საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტები მცირდება, რაც აღნიშნულ ვარიანტზე მოსავლის კლების შედეგია. აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ამ ვარიანტზე 39,95%-ია; ფოსფორის - 10,5% და კალიუმის - 20,4 % [4, 5].

ფოსფორიანი სასუქების პერიოდულად შეტანის ვარიანტებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტები მაღალია P540 კგ/ჰა 3 წელში ერთხელ შეტანის ვარიანტზე – N-47,3%; P –12,7 % და K –25,1 %.

ცხრილი 2. შეტანილი მინერალური სასუქების გამოყენების კოეფიციენტები, 2010 წელი

ვარიანტი	ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი, კგ/ჰა	მოსავლის მატება, ც/ჰა	გამოყენების კოეფიციენტი, %		
			N	P	K
N300K100 – ფონი	2580	-	-	-	-
NK+P 60	3199	6,2	47,5	11,9	23,8
NK+P120	3767	11,9	45,6	11,8	23,7
NK+P180	4592	20,1	51,4	13,6	26,8
NK+P240	4618	20,4	39,95	10,5	20,4
NK+P360	3689	11,1	42,55	11,3	23,1
2 წელში ერთხელ					
NK+P540	4386	18,1	47,3	12,7	25,1
2 წელში ერთხელ					

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ივამყრელიძე, მ.ბზია, მ.გაბისონია. ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების განოყიერებაზე ჩატარებული ძირითადი სამუშაოების შედეგები. ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების ს/კ ინსტიტუტის ბიულეტენი 1961, №1, გვ 58–92.
2. ნ.კუტალაძე. ფოსფორის ტრანსფორმაცია აჭარის წითელმიწა ნიადაგში და ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციაში. დისერტაცია სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად. ბათუმი, 2009, გვ. 88–98.
3. ო.ონიანი, გ.მარგველაშვილი. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. თბილისი, გამომცემლობა „განათლება“. 1975, 507 გვ.
4. ლ.თავდიშვილი. წითელმიწა ნიადაგებზე მინერალური სასუქების ხანგრძლივი გამოყენების გავლენა ჩაის პროდუქტიულობასა და ნიადაგის აგროქიმიურ თვისებებზე. ავტორეფერატი ს.მ.მ. კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი. 2003, 38 გვ.
5. გ.ჩხაიძე. სუბტროპიკული კულტურები. თბილისი. 1996, 531 გვ.

TAKING OUT OF THE PRINCIPAL NUTRIMENTS (NPK) IN THE HARVEST OF TEA LEAF

N.Kutaladze, A.Cincqiladze, K.Telia, T.Gogolishvili

Batumi Shota Rustaveli State University, Agrarian and Membrane Technologies Institute

SUMMARY

Taking out of nutrition elements grows up with the increasing of the harvest of tea leaf. Taking out of nutrition elements without fertilization is not large: N – 17,6 kg/ha: P – 4,12 kg/ha and K – 8,8 kg/ha (in 2009-2010). On the area with the harvest of green tea leaf with 60-80 center/ha the taking out makes 80 kg of nitrogen, 46 kg of phosphorus and 40 kg of potassium. Approximately, the taking out of such quantity of nutrition elements is by means of falling leaves and rough leaves. Taking out of nutrition elements relatively to the harvest of tea leaf may be graded down by the following way: N>P>K. 56-57 % from the whole quantity of nutrition elements comes on nitrogen, 14-15 % - on phosphorus and 28-29 % - on potassium.

ВЫНОС ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ (NPK) С УРОЖАЕМ ЧАЙНОГО ЛИСТА

Н.Куталадзе, А.Цинскиладзе, К.Телия, Т.Гоголишвили

Батумский государственный университет им. Шота Руставели, Аграрный и мембранных технологий институт

РЕЗЮМЕ

С увеличением урожая чайного листа возрастает вынос питательных элементов. Вынос питательных элементов на варианте без удобрения невелик: 17,6 кг/га N; 4,12 кг/га P и 8,8 кг/га K (2009-2010 гг.). На площади с урожаем зелёного чайного листа 60-80 ц/га вынос составляет: 80 кг азота, 46 кг фосфора и 40 кг калия. Приблизительно вынос такого количества питательных элементов происходит посредством опавших листьев и с урожаем огрубевших листьев. Вынос питательных элементов относительно урожая чайного листа можно расположить по убывающей следующим образом: N>P>K. 56-57 %-ов из всего количества питательных элементов приходится на азот; 14-15 %-ов – на фосфор и 28-29 %-ов – на калий.

დარიშხანის ნარჩენების შენახვისა და დასაწყობების ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობის აღწერა

ნინო ბაგრატიონი, ლეილა გვერდწითელი, ვასტანგ გვახარია, არჩილ ჭირაქაძე, თამარ შარაშიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი კავშირი „ასოციაცია გამა“

აღწერილია ქვემო სვანეთისა და რაჭის ტერიტორიაზე დარიშხანის მოპოვებისა და გადამუშავების ნარჩენების შენახვისა და დასაწყობების ობიექტების ეკოლოგიური მდგომარეობა.

საქართველო მდიდარია ბუნებრივი რესურსებით: წიაღისეულით, მინერალური და მტკნარი წყლებით. წიაღისეული რესურსების მოპოვება და გადამუშავება, ბუნებადამცავი პრაქტიკა ვითარდება ორი ძირითადი მიმართულებით: ბუნებრივი რესურსების დაცვა მტაცებლური ექსპლოატაციისაგან და გარემოში ნარჩენების გამოყოფის შეზღუდვა. საწარმოო ნარჩენების შენახვისა და დასაწყობების აუცილებელი პირობების დაუცველობა ამძიმებს გარემოს ობიექტების ეკოლოგიურ მდგომარეობას. წიაღისეული რესურსებიდან საქართველოში საკმაოდ მნიშვნელოვანი იყო დარიშხანის ნაერთების მოპოვება და გადამუშავება. დარიშხანის ნაერთები ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში, სასოფლო მეურნეობაში, ვეტერინარიაში, სამხედრო შეიარაღებაში, მედიცინაში და სხვა დარგებში.

საქართველოს ტერიტორიაზე დარიშხანის საბადოები განლაგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე – რაჭაში, სვანეთსა და აფხაზეთში. მდინარე ცხენისწყლის სათავესთან ლენტეხის რაიონში არის ცანის არსენობირიტის ($FeAsS$) საბადო, რომელიც შედგება დასავლეთისა (ყორულდაშის) და აღმოსავლეთის უბნისაგან. მადანში დარიშხანის საშუალო შემცველობაა 18-20%. მადანი სამრეწველო გამოყენების ხარისხის მიხედვით წარმოებს უზრუნველყოფს რამდენიმე ასეული წლით. მდინარე ლუხუნის შენაკადთან მადნის ღელეს ხეობაში ამბროლაურის რაიონში მდებარეობს დარიშხანის რეალგარ-აურიპიგმენტის ($As_2S_2-As_2S_3$) საბადო. მადანში დარიშხანის საშუალო შემცველობაა 10-15%. რეალგარ-აურიპიგმენტის გამადნებას თან ახლავს არსენობირიტი, ანთიმონიტი, ოქრო.

ლუხუნის დარიშხანშემცველი მადნის გადამუშავება, მადნის გამდიდრება, გამოწვა და თეთრი დარიშხანის (As_2O_3) რაფინირება ხდებოდა სოფელ ურაგში, რაჭის სამთო ქიმიურ ქარხანაში, საბადოდან 27 კმ-ის დაშორებით. სამარხის უქონლობის გამო წარმოქმნილი ტოქსიკური ნამწვი იყრებოდა ქარხნის ტერიტორიაზე. ამიტომ დარიშხანის ტოქსიკური ნარჩენები ატმოსფერული ნალექებით ხდებოდა მდინარე ლუხუნში და მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგში. 1937 წლიდან 1983 წლამდე ყოველწლიურად წარმოებდა ქიმიურ ქარხანაში 2300-2500 ტონა სულფიდური მადნის გადამუშავება, რის შედეგადაც მოპოვებული 130-140 ათასი ტონა მადნის 80-85% რჩებოდა გარემოში მავნე ნარჩენების სახით.

1962 წლიდან სამთო-ქიმიურ ქარხანაში მიღებული თეთრი დარიშხანის გარკვეული ნაწილის გადასამუშავებლად სოფელ ურაგში შეიქმნა რამდენიმე საწარმოო უბანი, ქარხნის ტერიტორიაზე აშენდა და ამოქმედდა გამწმენდი ნაგებობები, რომლებიც მოქმედებდნენ 1993 წლამდე. ამ პერიოდში აწარმოებდნენ დარიშხანის მჟავას, დარიშხანმჟავა კალას, დარიშხანმჟავა თუთიას, დარიშხანმჟავა ცეზიუმს და მის მონოკრისტალებს, განსაკუთრებული სისუფთავის ლითონურ დარიშხანს, სამოგირდიან დარიშხანს, დარიშხანის ტრისელენიდს, დარიშხანის ქლორიდს, სუფთა აურიპიგმენტსა და სხვა პროდუქციას.

1975 წლიდან დაიწყო რუსეთის ფერადი მეტალურგიის საწარმოებიდან („ურალზოლოტ“, სვერდლოვსკის სპილენძადნობი ქარხანა და სხვ.) ნარჩენების შემოზიდვა გადასამუშავებლად. მათი გადამუშავების შედეგად მიღებული ნარჩენები ემატებოდა ადგილობრივ დარიშხანშემცველ მავნე ნარჩენებს.

1982 წლიდან ექსპლოატაციაში შევიდა დარიშხანის მადნის კომპლექსური გადამუშავების ქარხანა სოფელ ურაგვიდან ჩრდილოეთით 6 კმ-ის დაშორებით (ე.წ. მჟავა წყლის კომპლექსი). აქ მიმდინარეობდა ლუხუნის საბადოს მადნის გამდიდრება, ფლოტაცია, გამოწვა და რაფინირება. გაუქმდა

ძველი ქარხანა სოფელ ურავში. ახალ კომპლექსს გააჩნდა აირის გამწმენდი და სალექარი მოწყობილობები. 1993 წელს კომპლექსმა მუშაობა შეწყვიტა. იმავე წლიდან სოფელ ურავის ჩრდილოეთით 16 კმ მანძილზე მეფიჭალაში საწარმოო უბნებიდან მოზიდული დარიშხანშემცველი ნარჩენების კონსერვაცია ხდებოდა 6 ათასი კუბური მეტრი მოცულობის სამარხში.

1988-1990 წლებში სოფელ ურავში გამოწვისა და რაფინირების ძველ ქარხანას გაუკეთდა სარკოფაგი, რომელშიც მოლიანად მოექცა ძველი ქარხნის და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე გაბნეული ნამწვი და სხვა ნარჩენები.

სადღესოდ ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიებზე დასაწყობებულია და მიმოხეულია ~100-110 ათასი ტონა დარიშხანშემცველი ნივთიერებები, დარიშხანის საერთო შემცველობით ~4-5 ათასი ტონის ოდენობით, ძირითადად სულფიდური მადნის ნამწვისა და ჰაერიდან დალექილი უაღრესად მომწამლაკი თეთრი დარიშხანის სახით. ნარჩენების 20% თავიდანვე მიმოხეული იყო გარემოში, ხოლო 80% მოთავსებული იყო სამარხში (სარკოფაგში) და სალექარებში დროებით შესანახად. უკვე 1982 წელს რეგიონში შეიმჩნეოდა ნიადაგის დარიშხანით დაბინძურების მაღალი დონე. 1993 წელს წარმოების შეწყვეტის შემდეგ ბუნებრივი გამორეცხვის შედეგად დარიშხანით დაბინძურების დონის შემცირებას ვარაუდობდნენ. მაგრამ 2001-2002 და 2009-2010 წლებში სხვადასხვა ავტორების მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა ნიადაგების დარიშხანით დაბინძურების ზრდა. ნარჩენების არასათანადო წესით დასაწყობებამ გამოიწვია დაბინძურების მეორადი წყაროების წარმოქმნა.

ჩატარებული დაკვირვებისა და შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ რაჭის სამთო-ქიმიური ქარხნის, ძველი ქარხნის სარკოფაგის, საწარმოო უბნებისა და მუჯვე წყლის კომპლექსის ნაგებობები, სამარხი, გამწმენდი ნაგებობები, სალექარები, აგრეთვე მეფიჭალის სამარხის უკლებლივ ყველა შენობა და ნაგებობა დანგრეულია ან ავარიულ მდგომარეობაშია. 6 ათასი კუბური მეტრი ნარჩენისათვის განკუთვნილ მეფიჭალის სამარხში ამჟამად მოთავსებულია ქარხნის საწარმოო უბნებიდან მოტანილი 600-700 ტონამდე საწარმოო ნარჩენი. სამარხის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში ჩანგრეულია ~ 60 კვადრატული მეტრი ფართობის სახურავი და იქ თავისუფლად ჩადის ატმოსფერული ნალექები. ~15 ათასი ტონა დარიშხანშემცველი ნარჩენი (თეთრი დარიშხანი, რეალგარი, აურიპიემენტი და სხვ.) მოთავსებულია მუჯვე წყლის კომპლექსის სალექარის სამ გადაუხურავ განყოფილებაში. ატმოსფერული ნალექები და სანიაღვრე წყლები ავსებს სალექარს, რის შედეგადაც დარიშხანშემცველი ნივთიერებები თავისუფლად გადმოედინება სამარხიდან და აბინძურებს მიმდებარე გარემოს ობიექტებს (სურ. 1).



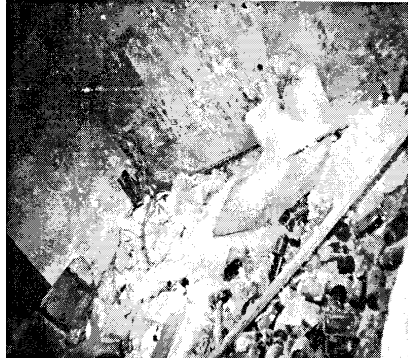
სურ. 1. სალექარის პანორამა

ძველი ქარხნის სარკოფაგის შიგნით მოქცეულია ძველი ქარხნის შენობა და ნაგებობა, აგრეთვე 55-60 ათასამდე ტონა ნამწვი, შემოზიდული თეთრი დარიშხანი და სხვა მომწამლაკი ნივთიერებები. სარკოფაგის წყალგაუმტარობა დარღვეულია და მასში აღწევს ატმოსფერული ნალექები, რის შედეგადაც ბინძურდება მიმდებარე ტერიტორია (სურ. 2).



სურ. 2. ურავის ქარხნის ობიექტები

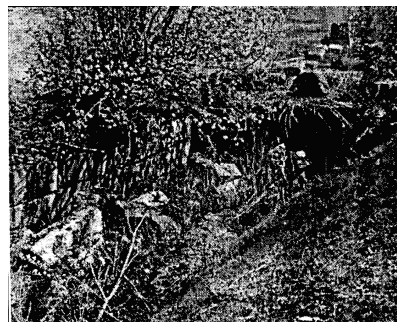
ქიმიური ქარხნის ტერიტორიაზე განთავსებულ გამწმენდი ნაგებობის სალექარში თავმოყრილია 8-10 ათასამდე ტონა დალექილი ნარჩენი, ძირითადად დარიშხანშემცველი მარილები: შეიმჩნევა თეთრი დარიშხანი, Ti, W, Ga, V, Cu, Cr, Pb და სხვ. ლითონთა კვალი. გამწმენდი ნაგებობის სალექარის სამივე განყოფილება გადაუხურავია, კედლებისა და ფსკერის მთლიანობა დარღვეულია, რის შედეგადაც ნარჩენები თავისუფლად ხვდება მიმდებარე გარემოს ობიექტებში (სურ. 3).



სურ. 3. დარიშხანშემცველი ნარჩენები

ცანის დარიშხანის საწარმო 1934 წელს აშუშავდა არსენობირიტის საბადოს ბაზაზე. მადნის ყოველწლიური ამოღება 0,4-1,5 ათას ტონას შეადგენდა. ლენტეხის რაიონში მუშაობდა ორი ქარხანა – ცანისა და ყორულდაშის. ცანის ქარხანამ 1986 წელს შეწყვიტა არსენობირიტის გამოწვა. თითქმის 50 წლის განმავლობაში გადამუშავდა 55-60 ათასი ტონა არსენობირიტის მადანი, რის შედეგადაც ნარჩენის სახით დაგროვდა 42-45 ათასი ტონა ნაშვნი. 1986 წლიდან ყორულდაშის ქარხანა მთლიანად გადავიდა რუსეთის ფერადი მეტალურგიის საწარმოებიდან შემოზიდული ნელლეულის გადამუშავებაზე. 1993 წელს ყორულდაშის ქარხანა დაიხურა, ამიტომ რუსეთიდან შემოტანილი ნარჩენების უმეტესი ნაწილის რაფინირება ვერ მოესწრო და დარიშხანშემცველი ნარჩენების დიდი რაოდენობა დღესაც ღია ცის ქვეშ ყრია. ამჟამად 15 მ³ (~60 ტონამდე) თეთრი დარიშხანი მიმოხრეულია ქარხნის მთელ ტერიტორიაზე.

1983 წელს დულარეში ამოქმედდა ზესუფთა ლითონური დარიშხანის საწარმო. დულარეში ქარხანაში ყოველწლიურად იღებდნენ 300 ტონამდე თეთრ და ერთ ტონამდე ლითონურ დარიშხანს. აქაც ღია ცის ქვეშ ყრია რუსეთიდან შემოზიდული დიდი რაოდენობის ნარჩენი და გადაუშვავებელი თეთრი დარიშხანი (~30-40 ტონა). ცანის საბადოს არსენობირიტის მადნის გამოწვა ხდებოდა წინასწარი გამდიდრების გარეშე პრიმიტიულ ლუმელებში. სარაფინაციო დანადგარების, სალექარის მოძველებული კონსტრუქციისა და ცუდი ჰერმეტიზაციის გამო გარემოში მოხვედრილი დარიშხანის მნიშვნელოვანი რაოდენობა აბინძურებდა მიმდებარე ტერიტორიას. სვანეთის ტერიტორიაზე განლაგებულ არც ერთ ქარხანას არ გააჩნია სამარხი და არც დროებითი საცავი. დარიშხანით ნიადაგის დაბინძურება ზოგიერთ ადგილზე 15 000-ჯერ და მეტჯერ აღემატება დადგენილ ნორმას. ნარჩენები დარიშხანთან ერთად შეიცავს ტოქსიკურობის საშიშროების I და II კლასის სხვა მომწამლავ ნივთიერებებს: Hg, Cd, Pb, Sb, Cr, Bi (სურ. 4 ა, ბ).



სურ. 4. ცანას ობიექტი: ა) ზოგადი ხედი; ბ) მიწისქვეშა შახტები

გამოკვლევით დადგინდა, რომ ყორულდაშში მთლიანობაში დაგროვილია ~42-45 ათასი ტონა ნაშვისა და არსენობირიტის მადნის ნარევი, 40-50 ტონამდე რუსეთიდან შემოტანილი ნარჩენი.

დულარემის ქარხნის ტერიტორიაზე დაყრილი ნარჩენის საერთო რაოდენობა უახლოვდება 1700 ტონას. მათ შორის განსაკუთრებით საშიშია რუსეთიდან შემოზიდული გამოუყენებელი 20-25 ტონა თეთრი დარიშხანის შემცველი ნაყარი და 60-70%-ის შემცველობის As_2O_3 . ნარჩენები დაყრილია ღია ცის ქვეშ, ყოველგვარი დაცვის გარეშე და სერიოზულ საფრთხეს უქმნის როგორც გარემოს ობიექტების დაზიანებას, აგრეთვე ადამიანის ჯანმრთელობას.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Мышьяк в окружающей среде Грузии. Под ред. Г.Д. Супаташвили, изд. Тбилисского университета. Тбилиси 2006
2. V. Gvakharia et al. Environmental Audit and Prospective of Decontamination-Remediation Methods to be Used in Highlands of Georgia Contaminated with Toxic Waste. Conference 2011 International Workshop Environmental Forensics, Tbilisi, Georgia, September 12-16, 2011. Government Canada, Environment Canada, ISTC, STCU.
3. V. Gvakharia et al. Arsenic contamination and related health-risks in Racha and Lower Svaneti, development of appropriate physical, chemical, biological technologies for hazard mitigation. International Scientific Conference: Physical Research Methods in Medicine, 27-29 October 2011, Tbilisi. Proceedings, 43-47 physical, chemical and biological technologies for hazard mitigation: Results and Findings. Georgia Chemical Journal, January 2011, to be published.
4. A. Chirakadze et al. Examination of arsenic contamination and related health-risks in Racha and Lower Svaneti, development of appropriate physical, chemical and biological technologies for hazard mitigation: Preliminary results. International Conference „Applied Geophysics and Geoecology”, September 2011, Tbilisi, Georgia.

DESCRIPTION OF THE ECOLOGICAL STATE OF STORAGE AND DISPOSAL FACILITIES OF ARSENIC BEARING WASTE

Nino Bagrationi, Leila Gverdtsiteli, Vakhtang Gvakharia, Archil Chirakadze, Tamar Sharashidze
*Georgian Technical University
 Union "Association Gamma"*

SUMMARY

Ecological state of storage and disposal facilities of arsenic mining and processing waste on the territory of Lower Svaneti and Racha is described.

ОПИСАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ МЫШЬЯКА

Н.Д.Багратиони, Л.В.Гвердцители, В.Г.Гвахария, А.А.Чиракадзе, Т.А.Шарашидзе
*Грузинский Технический Университет
 Союз «Ассоциация Гамма»*

РЕЗЮМЕ

Описано экологическое состояние объектов хранения и складирование отходов добычи и переработки мышьяка на территории нижней Сванетии и Рачи.

დარიშხანის ტოქსიკური ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების ძირითადი და შესაძლო მიმართულებები

ნინო ბაგრატიონი, ლეილა გვერდწითელი, არჩილ ჭირაქაძე, ვახტანგ გვახარია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
კავშირი „ასოციაცია გამა“

შესწავლილია ქვემო სვანეთისა და რაჭის ტერიტორიაზე დარიშხანის ტოქსიკური ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების ძირითადი და შესაძლო მიმართულებები.

დარიშხანის საწარმოო ნარჩენების შენახვისა და დასაწყობების პირობების დარღვევის გამო უაღრესად მძიმე ეკოლოგიური მდგომარეობაა შექმნილი დასავლეთ საქართველოს რამდენიმე რეგიონში. დარიშხანის საწარმოო ნარჩენები ხვდება წყალში და ნიადაგში. ტოქსიკური ნივთიერებების ნიადაგში დაგროვების შედეგად თანდათანობით იცვლება ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა, ირღვევა გეოქიმიური არისა და ცოცხალი ორგანიზმების ერთიანობა. დარიშხანს გააჩნია ბიოკუმულაციის უნარი, რაც განაპირობებს მცენარეული საფარის (მათ შორის საკვები პროდუქტების) ძლიერ დაბინძურებას.

სადღესოდ მწვავედ დგას ქვემო სვანეთისა და რაჭის ტერიტორიაზე უკონტროლოდ დაყრილი და მდინარეებში ჩარეცხილი დარიშხანის ნარჩენების ტოქსიკური ზემოქმედების საკითხი.

საფრთხე ემუქრება გარემოს, ათასობით ადამიანის ჯანმრთელობასა და სიცოცხლეს. დარიშხანის ტოქსიკური ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების შესწავლა უაღრესად აქტუალური საკითხია.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და საგანგაშოა ნიადაგების დაბინძურება. დარიშხანის მადნების მოპოვება-გადამუშავების შეწყვეტის შემდეგ დაბინძურების გავრცელებას განაპირობებს ე.წ. „მეორადი წყაროები“, ანუ ნარჩენების განთავსების ადგილები, რომელთა მდგომარეობა უკვე სამი ათეული წელია უარესდება და საშიშია. სოფელ ურავის ჩრდილოეთით 16 კმ მანძილზე არსებულ მეფიჭალის სამარხის ჩრდილო დასავლეთ ნაწილში ჩანგრეულია დაახლოებით 60 კვადრატული მეტრი ფართობის სახურავი, საიდანაც თავისუფლად ჩადის ატმოსფერული ნალექები. ამის შედეგად სამარხიდან გადმოედინება დარიშხანშემცველი ნივთიერებები, ბინძურდება ნიადაგი და მდინარე ლუხუნი, რომელიც მიედინება 200-250 მეტრის დაშორებით.

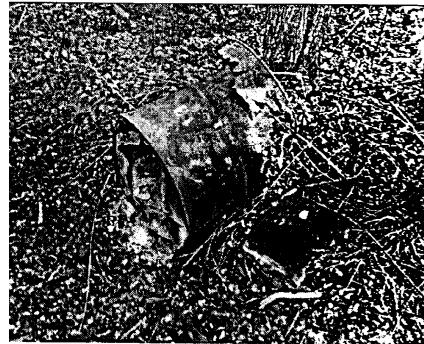
მჭავე წყლის კომპლექსის სალექარის სამ გადაუხურავ განყოფილებაში მოთავსებული დარიშხანშემცველი ნარჩენები ატმოსფერული ნალექებისა და ნიაღვრების საშუალებით გადმოედინება სალექარიდან (რის შედეგადაც ბინძურდება მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგი) და ასევე ჩაედინება მდინარე ლუხუნში, რომელიც სალექარიდან 400 მეტრში მიედინება.

სოფელ ურავში ძველი ქარხნის სარკოფაგი აშენებულია ბეტონის ბლოკებით და გადახურულია ასფალტის ფენით. დღევანდელი მდგომარეობით მისი წყალგაუმტარობა დარღვეულია, მასში აღწევს ატმოსფერული ნალექები. სარკოფაგის აღმოსავლეთი კედლიდან 5-10 მეტრში მიედინება მდინარე ლუხუნი და ყოველი წყალდიდობისას გამორეცხავს დარიშხანშემცველ ნარჩენებს. ატმოსფერული ნალექებითა და მდინარის წყლით გამოტანილი ნარჩენები აბინძურებს ნიადაგს მთელ მიმდებარე ტერიტორიაზე. ნარჩენები, ძირითადად სულფიდური მადნის ნამწვი თეთრი დარიშხანი მიმოხეულია ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე. 50 ტონამდე ეს ნარჩენები დალექილია მდინარის პირას, ნიადაგში და ჩარეცხილია მდინარე ლუხუნში. თავიდანვე სამარხში, სარკოფაგში და სალექარში დროებით შესანახად მოთავსებული იყო 80% ნარჩენი, ხოლო 20% მიმოხეული იყო გარემოში. დარიშხანშემცველი ნარჩენების დიდი რაოდენობა მიმოხეულია სოფელ ურავის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

ცანის (ყორულდაშის) დარიშხანის გადამამუშავებელი ქარხნის ტერიტორიაზე დარიშხანშემცველი ნარჩენების დიდი რაოდენობა ყრია ღია ცის ქვეშ, მიმოხეულია ქარხნის მთელ ტერიტორიაზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე, რაც იწვევს ნიადაგის დაბინძურებას.

დუღარეშის ზესუფთა ლითონური დარიშხანის საწარმოს ტერიტორიაზეც ღია ცის ქვეშ ყრია რუსეთიდან შემოზიდული დიდი რაოდენობის ნარჩენები და გადაამუშავებელი თეთრი დარიშხანი, რომლის საერთო რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 30-40 ტონას. დუღარეშის ქარხნის ტერიტორიაზე დაყრილი ნარჩენების საერთო რაოდენობა აღწევს 1700 ტონას.

ქარხნის ჩრდილო-აღმოსავლეთით ლითონის კასრებში მოთავსებულია ~500 ტ ოდენობის ნარჩენი, რომელიც უმეტესად ურთულად არის დატოვებული. კასრების თითქმის მთელი ნაწილის ჰერმეტიკობა კოროზიის შედეგად დარღვეულია და დაშლილია, საიდანაც გადმოხვეული ნარჩენები აბინძურებს გარემოს ობიექტებს (სურ. 1 და 2).



სურ. 1. ტყეში მიმოფანტული დარიშხანიანი კასრები

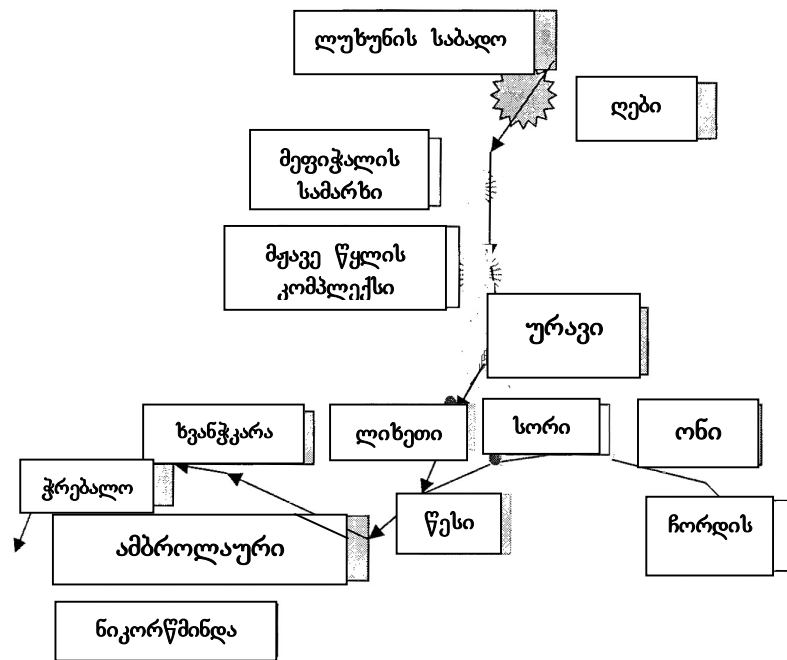


სურ. 2. დარიშხანის შემცველი კასრი მდინარის კალაპოტში

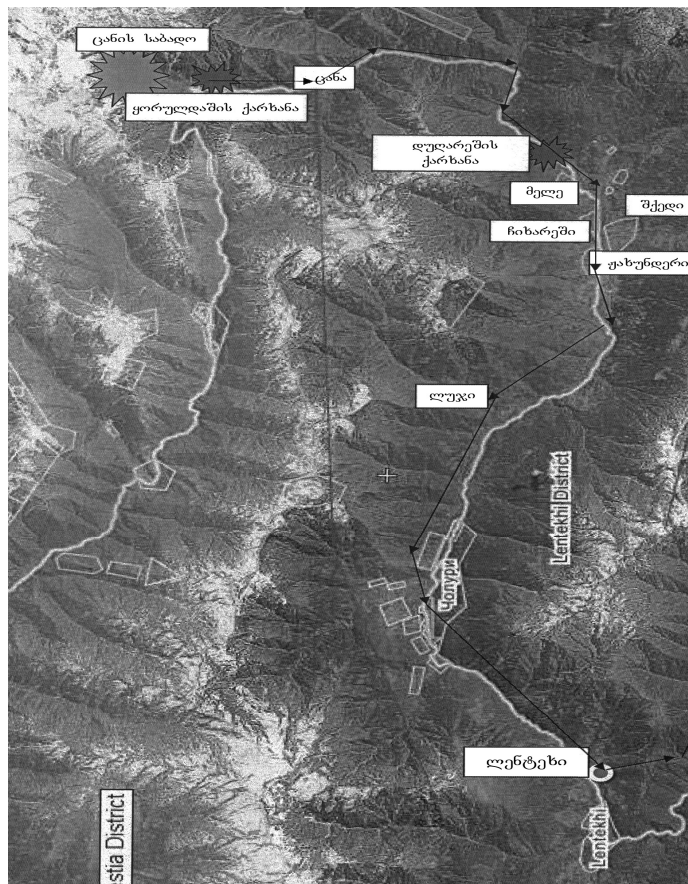
გასული წლის შემოდგომაზე სწორედ ამ ნარჩენების დაახლოებით მეათედი მოხვდა მდინარეში, რამაც გამოიწვია მთელ რიგ დასახლებულ პუნქტში (მათ შორის – ქუთაისშიც) სასმელი წყლის მიწოდების შეფერხება.

ამგვარად, დარიშხანის ნარჩენების დაბინძურების გავრცელება ძირითადად დაკავშირებულია ატმოსფერული ნალექებითა და ადიდებული მდინარეების წყლით ტოქსიკური ნარჩენების გამორეცხვასა და გადატანასთან. ბუნებრივია, რომ ეს პროცესები (და შესაბამისად, ეკოლოგიური დაბინძურების გავრცელება) უპირატესად მიმდინარეობს მდინარეების: ლუხუნის, ცხენისწყლისა და რიონის ხეობებში, სადაც განლაგებულია რაჭა-ლეჩხუმის და ქვემო სვანეთის მსხვილი დასახლებული პუნქტები; ეკოლოგიური დაბინძურების გავრცელების დამახასიათებელი სივრცე ხეობების გასწვრივ შეადგენს რამდენიმე ათეულ კილომეტრს, ხოლო ხეობების მართობულად – რამდენიმე კილომეტრს.

ეკოლოგიურად ყველაზე მეტად დაბინძურებულია მდინარე ცხენისწყლის (ყორულდაში, ცანა, მელე და ა.შ.) და ლუხუნის (ურავი, ლიხეთი და ა.შ.) ხეობები. ამასთანავე, გარდა ნარჩენების განლაგების ადგილებისა, უშუალოდ საშიშროება ნიადაგის მაღალი დაბინძურების გამო შეიძლება ემუქრებოდეს ბევრ სხვა დასახლებულ პუნქტსაც, მათ შორის ლენტეხსა და ამბროლაურს (სურ. 3 და 4). აგრეთვე, საშიშროებას წარმოადგენს საძოვრებისა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების დარიშხანით დაბინძურება, რის შედეგადაც ეკოლოგიურად ბინძურდება საკვები პროდუქტები, მათ შორის რძეც.



სურ. 3. რაჭაში დარიშხანის საწარმოო ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების სავარაუდო ძირითადი მიმართულება



სურ. 4. ქვემო სვანეთში დარიშხანის საწარმოო ნარჩენებით დაბინძურების გავრცელების სავარაუდო ძირითადი მიმართულება

ცხრილი 1. ნარჩენების საერთო რაოდენობა და დარიშხანის შემცველობა ნარჩენებში

ობიექტის დასახელება	ნარჩენების საერთო რაოდენობა, ათასი ტ	დარიშხანის მიახლოებითი საერთო შემცველობა ობიექტზე, ათასი ტ.
რაჭა		
ურავი, საწარმოო უბნების სალექარი	ნარჩენი 15	2,6
სარკოფაგი	50-52	რანაკლე, 2,5
მჟავე წყლის კომპლექსის სალექარი	15	1,46
მეფიჭალის სამარხი	0,7	0,02
სულ რაჭაში (არანაკლებ)	80	6,5
ქვემო სვანეთი		
ყორულდაშის ქარხნის ჩრდილოეთით	10-11	1,80
ყორულდაშის ქარხნის დასავლეთით	11-12	0,2
ყორულდაშის ქარხნის სამხრეთ-დასავლეთით	11-12	0,1
ყორულდაშის ქარხნის სამხრეთ-დასავლეთით	11	0,07
დულარემის ქარხნის აღმოსავლეთით	1,7	0,06
დულარემის ქარხნის ჩრდილო-აღმოსავლეთით	0,5	0,03
სულ ქვემო სვანეთში (არანაკლებ)	45	2,5

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Мышьяк в окружающей среде Грузии. Под ред. Г.Д. Супаташвили, изд. Тбилисского университета. Тбилиси 2006
2. V. Gvakharia et al. Environmental Audit and Prospective of Decontamination-Remediation Methods to be Used in Highlands of Georgia Contaminated with Toxic Waste. Conference 2011 International Workshop Environmental Forensics, Tbilisi, Georgia, September 12-16, 2011. Government Canada, Environment Canada, ISTC, STCU.
3. V. Gvakharia et al. Arsenic contamination and related health-risks in Racha and Lower Svaneti, development of appropriate physical, chemical, biological technologies for hazard mitigation. International Scientific Conference: Physical Research Methods in Medicine, 27-29 October 2011, Tbilisi. Proceedings, 43-47. Physical, chemical and biological technologies for hazard mitigation: Results and Findings. Georgia Chemical Journal, January 2011.
4. A. Chirakadze et al. Examination of arsenic contamination and related health-risks in Racha and Lower Svaneti, development of appropriate physical, chemical and biological technologies for hazard mitigation: Preliminary results. International Conference „Applied Geophysics and Geoecology”, September 2011, Tbilisi, Georgia.

BASIC AND POSSIBLE DIRECTIONS OF SPREAD OF CONTAMINATION OF ARSENIC TOXIC WASTE

Nino Bagrationi, Leila Gverdtsiteli, Archil Chirakadze, Vakhtang Gvakharia
*Georgian Technical University
 Union "Association Gamma"*

SUMMARY

Basic and possible directions of arsenic toxic waste contamination at the territory of Lower Svaneti and Racha are studied.

ОСНОВНЫЕ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ МЫШЬЯКА

Н.Д. Багратиони, Л.В. Гвердцители, А.А. Чиракадзе, В.Г. Гвахария
*Грузинский технический университет.
 Союз «Ассоциация Гамма»*

РЕЗЮМЕ

Изучены основные и возможные направления распространения загрязнения токсическими отходами мышьяка на территории нижней Сванетии и Рачи.

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

**HEAVY METALS CONTENT IN THE LEAVES OF MELISSA (*MELISSA OFFICINALIS*)
ON THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT STAGES**

Tamar Chelidze, Liana Enukidze, Manana Chankashvili, Teona Loladze, Manana Churadze*

*Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University***Tbilisi State Medical University, I. Kutateladze Institute of Pharmakochemistry*

The work is dedicated to the quantitative determination of the heavy metals (copper, lead, zinc and cadmium) in treatment plant - *Melissa officinalis* leaves at the different stages of phenological development them. *Melissa* is used as soothing, spasmolytic remedy, it improves the appetite, enhances the secretion of gastric juice, reduces the fermentation problems. During the use the *Melissa* medicinal the patient is freed from khu feeling, weakens or undermines takhikardic events and cardio pain. The differential-pulse polarographic method was used at the research of the content of heavy metals in *Melissa* leaves. It was established that quantitative content of the trace elements (Cu, Pb, Zn, Cd) in the leaves of *Melissa* is characterized by decrease of the concentration from spring to autumn. Of course, their concentration depends on environmental factors. The maximum decrease of the concentration coincides with of vegetation at the last two stages and corresponds to phenological development stages – “adult leaves” and “old leaves”. This period is recommended for medicinal plant collection.

In the XXI century studies all over the world establishment of the degree of contamination by toxic elements in plant extracts as well as in a living organism is one the most important direction. The work is dedicated to the determination of heavy metals of treatment plant - *Melissa* leaves in various stage of their phenological development

Despite of the fact, that a number of obtained new, high-performance synthetic medicines, in recent years on interest to the medicinal vegetation is significantly increased; doctor and pharmacists themselves pay more attention to the plants. The preparations, which are produced from medicinal plants are characterized by low toxicity, by absence of secondary effects and addiction, they also do not accumulated in the human body [1].

It is well known in phytochemistry, that the content of the active substances in plants varies depending on the time of year and plants collection. We understand that how important is the study of harmful toxic substances quantity in the plants on each of these stages, which will allow us to recommend to pharmacists the appropriate stage for collection of the plant.

In the middle years of the last century the first objective data were obtained on the accumulation of heavy metals in medicinal plants, which laid the basis of their research, as of environmental monitoring objects. Many studies have been conducted in this field in the last two decades. According to the World Health Organization report [2] there is estimation 65 to 80 % of the world population relying on traditional (alternative) medicine as their primary form of health care. Heavy metals from medicinal raw material passed to the drug forms, and then get into the human body. It is well known that none of the metals does not leave easily human body, even showing a slight dose of one-time deposit of initial 20 % - during one month [3] which may lead to unforeseen results. In this regard, the study in the medicinal plants, not only of biologically active compounds but also toxic elements is of great importance, whose content is caused by factors like environmental pollution and plant phenological development factors. For this reason, as in the medicinal herbal raw materials as well as in the pitopreparations is a standard content of heavy metals is one of the most important tasks of a modern pharmaceutical science.

The aim of our research is investigation of the content of heavy metals in leaves of *Melissa officinalis*, namely, copper and zinc which are considered as essential elements and lead and cadmium which are nonessential. Zinc and copper are essential trace elements for plant growth and also play an important role in various cell processes, including normal growth, brain development. Lead and cadmium are non-essential trace elements having no functions neither in human body nor in plants. They induce various toxic effects in humans even at low doses [4].

Melissa officinalis is a perennial medicinal, oils, lemon grasses characteristic aroma and branched roots. Straight-stalked trunk, tetrahedral, branched leaves are opposite. As raw materials are used leaves and top part. They contain 0.3 % - to the essential oils, which contain citronellal, copaene, mircin, tannin, as well as ascorbic, coffee and Ursula oleic acids. Melissa Essential Oil – one of the most effective and valuable essential oil [5]. Despite of the fact that the plant is widely spread in many countries, it remains rare and costly oil. The price of pure therapeutic Melissa oil is within the range from \$35 to \$100 for a 5 ml bottle. Melissa has been successfully used for over 2000 in the world's public and scientific medicine. The pharmaceutical industry is made galeniar medicines, tea and medicines in the form of drug.

Melissa - healing is used as a soothing, spazmolitic remedy, it improves the appetite, enhances the secretion of gastric juice, reduces the fermentation problems. During the use the Melissa medicinal the patient is free from khu feeling, weakens or undermines takhikardic events and cardio pain.

Materials and Methods

Studies was conducted from April to September of 2013 year. Leaves samples from different phenological stages of its development were provided by Tbilisi State Medical University, laboratory of Pharmakobotanics of the I.Kutateladze Institute of Pharmacochemistry, and they were taken from the experimental plot. Sample selection, preparation and processing was carried out according to our previously developed methods [6]. Heavy metals (copper, lead, cadmium and zinc) in the Melissa leaves were determined by differential - pulse polarographic method using PU-1 polarograph. Polarographical process was performed in the thermostatic cell ($t=25\text{ C}$) with three electrodes by dropping mercury electrode ($t=3.5\text{ sec}$, $m=2.6\text{ mg/sec}$). The value of potentials was taken with respect to the saturated calomel electrode potential. In the course of research the following substances were used distilled water, purified hydrochloric and nitric acids and standard solution of lead, cadmium, copper and zinc salts.

At the Fig.1 the polarograms of the copper, lead, cadmium and zinc are shown of the content of heavy metals in Melissa leaves. The research was carry out at the development of four phenological stages; the first stage – “the rise of the beginning”, the second – “intense build”, the third - “adult leaves” and the fourth - “old leaves”, 1, 2, 3 and 4 respectively. At the Fig.2 presented results of investigation of quantitative content of heavy metals – copper, lead, zinc and cadmium at the 1, 2, 3 and 4 stages respectively.

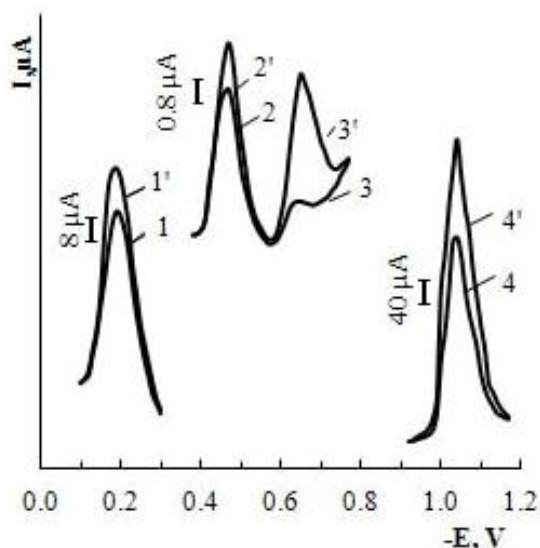


Fig.1. Polarograms for Cu(II), Pb(II), Cd(II) and Zn(II) in 1 g of Melissa leaves in the supporting electrolyte of 0.1 M HCl: 1-Cu(II), 2-Pb(II), 3-Cd(II), 4-Zn(II); 1', 2', 3', 4' - corresponding standard solutions

Results and Discussion

The results analysis of the levels of heavy metals content in the selected Melissa leaves are discussed in this section and seasonal variation of the concentration of copper, zinc. Lead and cadmium are presented at the diagram (Fig.2). Studies have shown that trace elements (Cu, Pb, Zn, Cd) content in Melissa leaves are distinguished by substantial seasonal dynamics. The maximum concentration of all studied elements was of the first phonological development stage -1 and the minimum ones - at the last 4. Particular, in the dry leaves a copper concentration changes from 1 to 4 stages from $21.8\div 38.6\text{ ppm}$ up $11.3\div 16.9\text{ ppm}$; in the case a lead amounted 1- from $1.5\div 3.2\text{ ppm}$, 4 up $0.5\div 2.32\text{ ppm}$; for cadmium from 1 – $1.7\div 0.75$

ppm, 4 - up $0.38 \div 1.02$ ppm. As for zinc, according literature data [7] Melissa belongs to the group of plants that are well accumulated zinc, which is confirmed by our data. If we have previously [8] studied Sage medicinal leaves at the stage – 1 concentration of zinc was $42 \div 46.5$ ppm and at the 4 stage - $14.8 \div 17.3$ ppm, Melissa - treatment of the zinc concentration in accordance with the following: $71.2 \div 100$ ppm and $50.9 \div 59.1$ ppm.

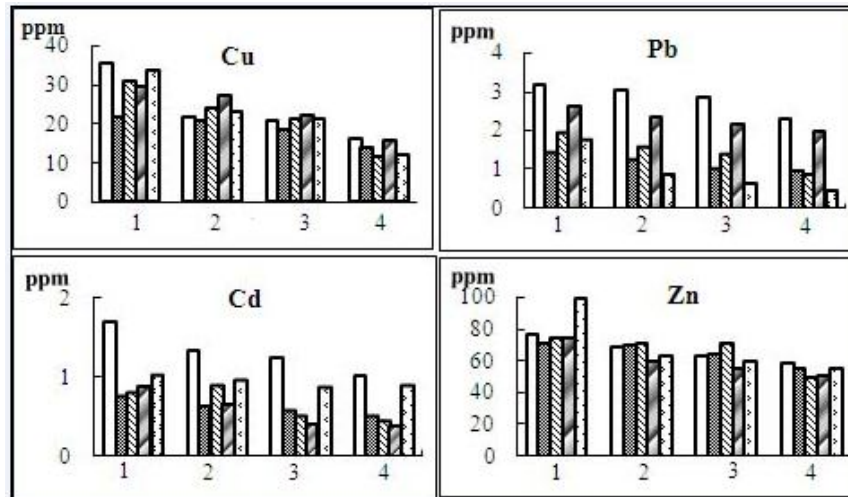


Fig.2. The content of heavy metals in the 5 bushes of Melissa leaves at the different phenological stages of their development: 1 - rise in the beginning; 2 - intensive growth; 3 - adult leaves; 4 - old leaves.

Conclusions

It was established that the content of the trace elements (Cu, Pb, Zn, Cd) in the leaves of Melissa is characterized by decrease of the concentration from spring to autumn. Of course, their concentration depends on environmental factors. The maximum decrease of the concentration coincides with the vegetation at the last two stages and corresponds to phenological development stages – “adult leaves” and “old leaves”. This period is recommended for medicinal plant collection. We have established that all of the heavy metals quantitative content in leaves of Melissa does not exceed the permissible level. The results suggest that medicinal plants, used for human consumption or for preparation of herbal products and standardized extracts should be collected from an unpolluted natural habitat.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Vaikosen E.N. and Alade G.O. Evaluation of pharmacodiagnosical parameters and heavy metals in some locally manufactured herbal drugs. *Journal Chemical and pharmaceutical Research.*, 2011, 3(2), p.p. 88-97.
2. Patel P., Pate N.M., Patel P.M. Who Guidelines on Quality Control of Herbal Medicines. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 2011, V. 2, No. 4, p.p. 1148-1154.
3. Jabeen S., Shah M., Khan S. and Hayat M. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2010, 4(7), p.p. 559-566.
4. Khan S.A., Khan L., Hussain I. Profile of Heavy Metals in Selected Medicinal Plants. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 2008, 14(1-2), p.p. 101-110.
5. Chagelishvili S., Gogorishvili M. Medicinal plants of Georgia and their used quality. Tbilisi, 1991. 141 p. (in Georgia).
6. Enukidze L., Chelidze T., Shavgulidze N., Khavtasi N., Khokhashvili M., Gurgenzidze I. and Chankashvili M. Elaboration of a New Method of Determination of some Heavy Metals in Vegetable Materials by Differential-pulse Polarography. *Georgian Engineering News*, 2009, No. 1, p.p. 158-160 (in Russian).
7. Putirski I.N., Prokhorov V.N. *Lekarstvennie rasteniia*, Minsk, 2005. 704 p. (in Russian).
8. Enukidze L., Chelidze T., Chankashvili M., Loladze T., Churadze M. Maintenance of some Heavy Metals in Medicinal Vegetative Row Materials – Leaves of the Sage (*Salvia Officinalis* L.) at Various

Phenological Stages of its Development. Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences, Chemical Series 2012, V. 38, No. 4, 333-335 (in Georgia).

**მძიმე ლითონების შემცველობა მელისა სამკურნალოს (*MELISSA OFFICINALIS*)
ფოთლებში ფენოლოგიური განვითარების ეტაპებზე**

თამარ ჭელიძე, ლიანა ენუქიძე, მანანა ჩანკაშვილი, თეონა ლოლაძე, მანანა ჭურაძე*

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რაფიელ ავლადის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

*თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტი

რეზიუმე

წარმოდგენილი სამუშაო ეძღვნება სამკურნალო მცენარის - მელისას (*Melissa Officinalis*) ფოთლებში მძიმე ლითონების (სპილენძის, ტყვიის, თუთიისა და კადმიუმის) რაოდენობრივი შემცველობის დადგენას მისი ფენოლოგიური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. მელისა სამკურნალო გამოიყენება როგორც დამამშვიდებელი, სპაზმოლიტური საშუალება, იგი აუმჯობესებს მადას, აძლიერებს კუჭის წველის სეკრეციას, სპობს ფერმენტაციის პრობლემებს. მელისა სამკურნალოს გამოყენების დროს ავადმყოფს ეხსნება ხუთვის შეგრძნება, სუსტდება ან სულ ისპობა ტანიკარდიის მოვლენები და ტკივილები გულის არეში. კვლევები ტარდებოდა დიფერენციალურ-იმპულსური პოლაროგრაფიის გამოყენებით. დადგენილი იქნა, რომ მელისა სამკურნალოს ფოთლებში განსაზღვრული მიკროელემენტების (Cu, Pb, Zn, Cd) შემცველობა ხასიათდება კონცენტრაციის კანონზომიერი შემცირებით გაზაფხულიდან შემოდგომამდე. ბუნებრივია, რომ მათი კონცენტრაცია დამოკიდებულია ეკოლოგიურ ფაქტორებზე. კონცენტრაციის მაქსიმალური შემცირება ემთხვევა ვეგეტაციის ბოლო ორ ეტაპს და შეესაბამება განვითარების ფენოლოგიურ ეტაპებს - „ზრდასრული ფოთლები“ და „ძველი ფოთლები“ ანუ ამ პერიოდში არის რეკომენდირებული სამკურნალო მცენარის შეგროვება.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*MELISSA OFFICINALIS*) НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ

Т.Р.Челидзе, Л.Г.Енукидзе, М.В.Чанкашвили, Т.Ж.Лоладзе, М.И.Чурадзе*

Тбилисский Государственный Университет им. Ив.Джавахишвили, Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе

*Тбилисский Государственный Медицинский Университет, Институт фармакохимии им. И. Кутателадзе

РЕЗЮМЕ

Представленная работа посвящена определению содержания ионов тяжелых металлов (меди, свинца, кадмия и цинка) в лекарственном растении - Мелисса (*Melissa Officinalis*) на различных фенологических этапах его развития. Мелисса лекарственная используется в качестве успокаивающего и спазмолитического средства, она улучшает аппетит, повышает секрецию желудочного сока, устраняет проблемы ферментации. При применении Мелиссы лекарственной у больного снимается чувство удушья, ослабляется или полностью устраняется тахикардия и боль в области сердца. Исследования проводились с использованием дифференциально-импульсной полярографии. Установлено, что в листьях мелиссы лекарственной содержание микроэлементов (Cu, Pb, Zn, Cd) характеризуется закономерным снижением концентрации от весны к осени. Естественно, их концентрация зависит от экологических факторов. Максимальное снижение концентрации наблюдается на последних двух этапах вегетации и соответствует фенологическим этапам развития «взрослые листья» и «старые листья», т.е. этот период рекомендуется для сбора лекарственного растения.

საქართველოში წიწმანა-სემლის (*Camelina sativa*) ბიომასიდან საწვავის წარმოების პერსპექტივები

ავთანდილ დოლიძე, ირმა მიქაძე, თეიმურაზ უჩანეიშვილი, ნინო ქავთარაძე, ლიპარიტ დოლიძე, ნინო ნონიკაშვილი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ენერგორესურსების დეფიციტის შედეგად იზრდება ალტერნატიულ წყაროებზე გადასვლის აუცილებლობა, რაც განპირობებულია ნამარხი საწვავების გაძვირებით, ასევე კლიმატის გლობალური ცვლილების მუქარით. ბიოსაწვავის წარმოების განვითარების პერსპექტივა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის ასევე ენერჯის არატრადიციული წყაროების კონკურენციაზე (მაგ. ქარი, მოქცევა, ჰელიოენერჯია). დაწყებულია სამუშაოები მრავალფეროვან მცენარეულ ნარჩენებზე, რომლებიც ადრე არ გამოიყენებოდა (მაგ. სიმინდის ღეროები, ცელულოზა და სხვ.). ბიოსაწვავის გამოყენებაზე მთლიანი გადასვლა ზოგიერთ მეცნიერს არ მიაჩნია მართებულად, რადგან მათი აზრით გაიზრდება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ღირებულება და პროდუქტების ფასი. წიწმანა-სემლის ზეთის მრავალმხრივი გამოყენების გამო (დიეტური საკვები, საღებავები, მედიცინა, პარფიუმერია, სამკურნალო კოსმეტიკა, არომათერაპია) მიღებული პროდუქტი სავარაუდოდ მთლიანად გაიყიდება შიდა ბაზარზე.

ენერგორესურსების დეფიციტის შედეგად იზრდება ალტერნატიულ წყაროებზე გადასვლის აუცილებლობა, რაც ამასთან ერთად განპირობებულია ნამარხი საწვავების გაძვირებით, ასევე კლიმატის გლობალური ცვლილების პერსპექტივით [1]. სადღეისოდ ყველაზე მეტად გავრცელებულია ბიოსაწვავის მიღება განახლებადი მცენარეული ბიომასიდან. ბოლო პერიოდში განსაკუთრებით დიდი ყურადღება ექცევა სასურსათო კულტურების ბიომასის შეცვლას, არასასურსათო მცენარეების ბიომასით. მიუხედავად დიდი მცდელობისა, ბიოსაწვავის გამოყენების წილი აკმაყოფილებს საავტომობილო საწვავის მსოფლიო მოთხოვნილების მხოლოდ 3-5%-ს [2]. ამჟამად ბიოსაწვავის ძირითად ნედლეულს წარმოადგენს სიმინდი, შაქრის ღერწამი და მცენარეული ზეთები. ბიოსაწვავის მსოფლიო წარმოების 90% მოდის აშშ, ბრაზილიასა და ევროკავშირის ქვეყნებზე. სიმინდის და შაქრის ღერწამიდან სპირტის მიღება და შემდგომ გამოყენება ბიოსაწვავის მისაღებად, მთლიანობაში ნაკლებად რენტაბელურია, მაგრამ აშშ და ბრაზილიის მთავრობები მოსახლეობის დასაქმების გაზრდის მიზნით განაგრძობენ საკმაოდ ფართო მასშტაბებით წარმოებას [3].

ბიოსაწვავის წარმოების განვითარების პერსპექტივა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, კერძოდ ნედლი ნავთობის ფასზე, სახელმწიფო მხარდაჭერაზე, გამოყენებული ტექნოლოგიების ეფექტურობაზე, რამაც შეიძლება შეამციროს მეორე თაობის ბიოსაწვავის თვითღირებულება, ასევე ენერჯის არატრადიციული სახეობების წყაროების კონკურენციაზე (მაგ. ქარი, მოქცევა, ჰელიოენერჯია).

სადღეისოდ მოძიებული ნავთობის მსოფლიო მარაგის 2/3 განლაგებულია სპარსეთის ყურის ქვეყნებში და ჯერ-ჯერობით მსოფლიო დამოკიდებულია ამ ნავთობზე. ქვეყნების დამოკიდებულების შემცირება იმპორტულ ნავთობზე შესაძლებელია ალტერნატიული წყაროების გამოჩენით და ეს გარემოება სულ უფრო აქტუალურია. ბიომასა განახლებადი წყაროა და ამასთან ერთად ამცირებს კლიმატის გლობალური ცვლილების პერსპექტივებს, რაც განპირობებულია ადამიანის ანტროპოგენული ზემოქმედებით გარემოზე. ამის შედეგად ხდება ატმოსფერული CO₂-ს კონცენტრაციის გაზრდა. XX საუკუნის მეორე ნახევარში პლანეტის ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურა გაიზარდა 0.8°C, ხოლო სადღეისოდ ზრდის ტემპი შეადგენს 0.2°C ყოველ ათწლეულში. ბოლო წლებში ზოგიერთი მეცნიერი მიუთითებს ტემპერატურის გაზრდის ტემპის შემცირების ტენდენციაზე, რაც მათი ვერსიით მსოფლიო საზოგადოების ძალისხმევით შედეგია (კიოტოს ოქმი, ეკოლოგიური ნორმების გამკაცრება გაფრქვევაზე ატმოსფეროში და ა. შ.). ფოტოსინთეზის მეოხებით მცენარეები გარდაქმნიან მზის ენერჯიას ქიმიურ ენერჯიად CO₂ შთანთქმით და ქმნიან ბიომასას, ხოლო აქედან მიღებული ბიოსაწვავი აღარ იწვევს CO₂ კონცენტრაციის გაზრდას [4]. უნდა აღინიშნოს, რომ ბიომასის ენერჯის სიმკვრივე დაბალია და მხოლოდ მისი გამოყენება ვერ უშველის პლანეტის კლიმატის სტაბილიზაციას. საჭიროა ენერჯის სხვა ალტერნატიული წყაროს უფრო ფართო სპექტრის ამოქმედება. ასეთ ალტერნატიულ წყაროს აქვს თავისი ნაკლოვანებებიც, ამიტომ ყველა ქვეყანა ადგილობრივი რეალური პირობების გათვალისწინებით იყენებს ბიოსაწვავის განსხვავებულ კომპოზიციებს. უმეტესწილად ბიო და ჩვეულებრივი საწვავის ისეთ კომპოზიციებს, რომელიც არ მოითხოვს ტრანსპორტის მრავლების გადაკეთებას. ბუნებრივია, რომ ყველა ქვეყანაში ცდილობენ შედარებით ეკონომიური ტრანსპორტის რაოდენობის გაზრდას.

ზოგ შემთხვევაში ასეთ ტრანსპორტში საერთოდ არ იყენებენ საწვავს. მოსალოდნელია, რომ 2025 წლისათვის აშშ 75% შეამცირებს დამოკიდებულებას იმპორტულ ნავთობზე. ჩვეულებრივ ტრანსნაციონალური კომპანიების მოგება ნავთობმოპოვებაზე შეადგენს 17%, მაშინ როდესაც ბიოსაწვავზე მოგება არ აღემატება 5-8%. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის შედეგად მოსალოდნელია ბიოსაწვავის წარმოების თვითღირებულების შემცირება [5,6]. დაწყებულია სამუშაოები მრავალფეროვან მცენარეული ნარჩენებზე, რომლებიც ადრე არ გამოიყენებოდა (მაგ. სიმინდის ღეროები, ცელულოზა და სხვ.) ბიოსაწვავის გამოყენებაზე მთლიანი გადასვლა ზოგიერთ მეცნიერს არ მიაჩნია მართებულად, რადგან მათი აზრით გაიზრდება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ღირებულება და პროდუქტების ფასი.

საქართველოში იყო მცდელობები ევროკავშირის ქვეყნების მსგავსად რაფისის გაშენებისა და შესაბამისი ბიოდიზელის მიღების შესაძლებლობის შესწავლის დარგში გრანტული დაფინანსებით. სტატიაც დაიბეჭდა, მაგრამ სოფლის მეურნეობის სამინისტროში არსებული მონაცემებით რაფისის კულტურის გაშენება მთელი რიგი მიზეზების გამო არ არის რენტაბელური. საქართველოში, გერმანიისა და უკრაინისაგან განსხვავებით არ გამოიძებნება თავისუფალი ათეულათასობით ჰექტარი მიწები, ძირითადად აუთვისებელია ნაკლებად ნაყოფიერი, ხრიოკი მიწები მთიან ზონაში მკაცრი კლიმატის პირობებით. სპეციალისტები თვლიან არაპერსპექტიულად ბიომასის მიღებას დიდი რაოდენობით ბიოსაწვავის დამზადების მიზნით სამხრეთ კავკასიაში და მიმდებარე ქვეყნებში. ამასთან ერთად, შესაძლებელია საქართველოსათვის მომგებიანი გახდეს ბიომასის კომპლექსური გამოყენება.

წიწმატა-სელის (*Camelina sativa*) კულტურის განვითარების საფუძველზე შესაძლებელია გამოიყენებელი მიწების ჩართვა სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში და მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მიღება: ზეთი, კომბსაკვები და საწვავი ბრიკეტები. მცენარეული ბიომასიდან ზეთის გამოწურვის შემდეგ ნარჩენი მასა გამოყენებული იქნება კომბსაკვებისა და საწვავი ბრიკეტების კომპოზიციის მისაღებად (მინერალური და სხვა დანამატებით), რომელიც ხელს შეუწყობს ტყეების გაჩეხვის მინიმალური საწვავად გამოყენებისათვის, განსაკუთრებით მთიან რაიონებში, სადაც ნაკლებად არის მინერალური საწვავის მოხმარების შესაძლებლობა. ამგვარი მიდგომა გამოყენებულია მსოფლიო პრაქტიკაში.

ამჟამად წიწმატა-სელი ზეთოვანი კულტურების მსოფლიო წარმოებაში ერთ-ერთ წამყვან ადგილზეა. ეს განპირობებულია მისი თესლის მაღალი პოტენციალური მოსავალით (2,5 ტონა ჰექტარზე), შრობადი ზეთის (36-40%) და ცილების (25-30%) დიდი შემცველობით. წიწმატა-სელის ზეთი გამოიყენება კვებაში (დიეტური კვება), საღებავებში (ოლიფის დასამზადებლად), მწვანე საპნის წარმოებისათვის, მედიცინასა და პარფიუმერიაში (მასაჟის კრემების, სამკურნალო კოსმეტიკის, არომათერაპიის კომპონენტის სახით). ეს ზეთი შეიცავს ლინოლენის (ომეგა 3) 36-41% და ლინოლის (ომეგა-6) 16-20% მჟავებს, ხასიათდება ერუკის მჟავის შედარებით მცირე შემცველობით (1,5-4,2 % ჯიშის მიხედვით). ზეთის შემადგენლობაში შედის ტოკოფეროლები. იგი პერსპექტიულია ასევე ბიოდიზელად გადასამუშავებლად, ვინაიდან შეიცავს გრძელჯაჭვიან ცხიმის მჟავებს (ეიკოზენისა და ერუკის მჟავები, ჯამურად 17-24%), რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი წვის სითბოთი. აღნიშნული ზეთი გამოიყენება ასევე ავიაციაში საწვავის დანამატად.

წიწმატა-სელი იზრდება სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში, არ მოითხოვს პესტიციდების მასიურ გამოყენებას, გამოირჩევა მდგარადობით სიცვიისა და გვალვისადმი, ასევე ადრეული დამწიფებით (მარცვლოვან კულტურებზე გაცილებით ადრე). წიწმატა-სელის მნიშვნელოვანი თვისებაა სწრაფი დამწიფება, რაც შესაძლებლობას იძლევა შემცირდეს მოსავალის აღების დაძაბულობა. იგი არ არის მომთხოვნი ნიადაგების მიმართ. მისი დათესვა ხდება 26 აპრილიდან 10 მაისამდე (საადრეო ჯიშში) და 25 აგვისტო - 10 სექტემბერი საშემოდგომო. ჩვეულებრივ იყენებენ რიგში დათესვას (10-15 კგ თესლი ჰექტარზე), აქვს შედარებით მცირე სავეგეტაციო პერიოდი 90 დღემდე.

წიწმატა-სელის ზეთის ღირსება პოლიუჯერი მჟავების მაღალი შემცველობა 60%-ზე მეტი, რომლებიც იცავენ ათეროსკლეროზისაგან. მასში ასევე ბევრია ვიტამინი E, რომელიც იცავს ორგანიზმს უანგბადური ზემოქმედებისაგან ე.ი. არის ანტიოქსიდანტი. როგორც ყველა მცენარეული ზეთი, წიწმატა-სელის ზეთი არ შეიცავს ქოლესტერინს, ამასთან, ზეთში არსებული სტეროლები თრგუნავენ ქოლესტერინის შეწოვას ნაწლავში სხვა პროდუქტებიდან. მედიცინაში მრავალფეროვან გამოყენებასთან ერთად წიწმატა-სელის ზეთი ბრწყინვალედ კურნავს კანის გაღიზიანებას, არბილებს მას, კარგად შეიწოვება კანში და აახალგაზრდავებს დრეკადობის ამაღლებით, ასევე ასწორებს მცირე ნაოჭებს, ამაღლებს კანის ტონუსს და სხვ. ეს ზეთი ფართოდ გამოიყენება კულინარიაში სხვადასხვა სალათებისათვის, ასევე სხვადასხვა ბურლულეული საჭმლის დასამზადებლად. თავის დროზე ეს ზეთი ფართოდ გამოიყენებოდა მრავალ ქვეყანაში, სანამ ის არ ჩაანაცვლა მხესუმზირამ, რომელიც იძლეოდა შედარებით მეტ ზეთს.

წიწმატა-სელის ზეთის მრავალმხრივი გამოყენების გამო მიღებული პროდუქტი სავარაუდოდ მთლიანად გაიყიდება შიდა ბაზარზე, თუმცა შესაძლებელია წარმოების განვითარებასთან ერთად და გადამუშავების ტექნოლოგიების გაუმჯობესებით საქსპორტო დონის პროდუქციის დამზადებაც.

ბიოსაწვავად გამოყენების წილის გაზრდისათვის გარკვეული პოტენციური აქვს გადამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიებს და მათ შორის ძირითადად ე.წ. სწრაფ პიროლიზს, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას თხევადი მასის გამოსავალი ჩვეულებრივად მიღებული 50%-დან გაიზარდოს 70-75%-მდე. ეს გარემოება შეამცირებს წიწმატა-სელისაგან მიღებული ბიოსაწვავის თვითღირებულებას და რამდენადმე კონკურენტუნარიანი გახდება ნამარხ საწვავებთან შედარებით [7-9].

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Howarth, N.A.A; Foxall, A. The Veil of Kyoto and politics of greenhouse gas mitigation in Australia. *Political Geogr.* 2010, 29, 167-176;;
2. Ramage, J., Scurlock, J. Biomass. In *renewable Energy-power for a Sustainable Future*; Boyle, G., Ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 1996;
3. Zhang, O., Chang, J., Wang, T; Xu, Y. Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. *Energy Convers. Manag.* 2007, 48, 87-92;
4. Tsai, W.T; Lee, M.K.; Chang, Y.M. Fast pyrolysis of rice husk: product yields and compositions. *Bioresour. Technol.* 2007,98, 22-28;
5. Bridgwater, A.V. Biomass fast pyrolysis. *Therm. Sci.* 2004, 8, 21-49;
6. Donwie, A. BEST Pyrolysis Technology: A Solution for the Greenhouse Challenge. BEST Energies, Australia. *ThermalNet Newsl.* 2007, 5, 5;
7. Demirbas, A. Arin, G. An overview of biomass pyrolysis. *Energy Source Part A*2002, 24, 471-482;
8. Brammer, J.G., Lauer, M., Bridgwater, A.V. Opportunities for biomass-derived “bio-oil” in European heat and power markets. *Energy Policy* 2006, 34, 2871-2880;
9. Jahirul M., M., Rasul M.G., Chawdhury A.A., Ashwath N. Biofuels Production through Biomass pyrolysis-A Technological Review. *Energies* 2012, 5, 4952-5001.

PERSPECTIVES OF FUEL PRODUCTION FROM BIOMASS OF *CAMELINA SATIVA* IN GEORGIA

Avtandil Dolidze, Irma Mikadze, Teimuraz Uchaneishvili, Nino Kavtaradze,

Liparit Dolidze, Nino Nonikashvili

Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

at Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Due to shortage of energy resources the necessity of transition to alternative sources grows, which is caused by increase in prices of fossil fuels, as well as by threat of global climate change. Prospect of development of biofuel production depends on many factors, including competition of nontraditional energy sources (wind, helioenergy). Works on diverse remains of plant, which were not applied earlier (corn trunk, cellulose, etc.) are begun. Some scientists do not consider the full transition to the application of biofuels expedient, as they believe it will increase the costs of agricultural production and food prices. It is expected that due to multilateral use of oil of camelina sativa (diet, paint, medicine, perfumery, medical cosmetics, aromatherapy), received product supposedly completely will be sold in the domestic market.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА ИЗ БИОМАССЫ *CAMELINA SATIVA* В ГРУЗИИ

А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, Т.Г.Учанеишвили, Н.А.Кавтарадзе, Л.А.Долидзе, Н.У.Ноникашвили

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

Институт физической и органической химии им. П.Г. Меликишвили

РЕЗЮМЕ

В связи с дефицитом энергоресурсов возрастает необходимость перехода на альтернативные источники, что обусловлено увеличением цен ископаемых топлив, а также угрозой глобального изменения климата. Перспектива развития производства биотоплива зависит от многих факторов, в частности, конкуренции нетрадиционных видов источников энергии (ветер, прилив, гелиоэнергия). Начаты работы по растительным отходам, которые раньше не применяли (ствол кукурузы, целлюлоза, и т.д.). Полный переход на применение биотоплива некоторые ученые не считают целесообразным, так как по их мнению, это увеличит расходы сельско-хозяйственного производства и цены продуктов питания. Из-за многостороннего применения масла Рыжика посевного (диетическое питание, краски, медицина, парфюмерия, лечебная косметика, ароматерапия) полученный продукт полностью будет продан на внутреннем рынке.

**ფლავონოიდები – ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ბიოლოგიურად აქტიური
ბუნებრივი ნაერთები**

ლეილა ტატიაშვილი, მაია სტეფანიშვილი, ნანა წეროძე, ირმა მიქაძე

*ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

შესწავლილია ფლავონოიდების სხვადასხვა ჯგუფის ნაერთების სპექტრი. შერჩეულია მცენარეული ნედლეულიდან ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ნივთიერებების გამოყოფის რაციონალური მეთოდიკა. შემუშავებულია ქონდარიდან წყალში ხსნადი ფლავონოიდების ეთილაცეტატური ფრაქციის მიღების ტექნოლოგია.

უკანასკნელ წლებში, მსოფლიოში, სულ უფრო და უფრო იზრდება ინტერესი მცენარეული წარმოშობის წამლების მიმართ. ყოველივე ეს გამოწვეულია იმით, რომ ბუნებრივ, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს ახასიათებს დაბალი ტოქსიკურობა. მათ შეუძლიათ ზემოქმედება მოახდინონ ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე და აქედან გამომდინარე ამალღებენ მათ ბუნებრივ დაცვას. გარდა ამისა, მცენარეული ნედლეულიდან სამკურნალო საშუალებების მიღების პროცესი, ქიმიურ სინთეზთან შედარებით გაცილებით ხელსაყრელია.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, რომელთა ნედლეულის ბაზა საკმარისად ფართოა. მრავალი მცენარე შეიცავს ფლავონოიდებს, პოლისაქარიდებს, მიკროელემენტებს, აგრეთვე კუმარინს, ამინომჟავებს და სხვ. ამ სპექტრიდან განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებენ ფლავონოიდები, როგორც ადვილად ხელმისაწვდომი P-ვიტამინის პრეპარატები, რომლებიც ამაგრებენ და ელასტიურს ხდიან სისხლძარღვების კედლებს [1,2]. ამ უკანასკნელს განსაკუთრებით დიდი როლდენობით შეიცავს: ვაშლი, ატამი, კომში, მოცხარი, გარგარი და სხვ. ქალბატონებისათვის ძალიან სასარგებლოა სოიოსა და ქერის შემადგენლობაში შემავალი ფლავონოიდები, რომლებიც თავიანთი სტრუქტურით არიან ქალის ჰორმონების–ესტროგენების მსგავსნი. *ფლავონოიდები* - ესაა მცენარეული წარმოშობის ფენოლური ნაერთების ფართო კლასი, რომელთაც გააჩნიათ საერთო დიფენილპროპანის სტრუქტურა. ეს უკანასკნელი გამოირჩევა სისხლძარღვებისა და კაპილარების კედლებზე დადებითი ზემოქმედებით. P-ვიტამინის შემცველ პრეპარატებს ასევე წარმატებით გამოიყენებენ გულსისხლძარღვთა, კუჭნაწლავის და სხვა დაავადებების სამკურნალოდ და პროფილაქტიკის მიზნით. მიმდინარეობს ტექნოლოგიების დახვეწა მათ მისაღებად მცენარეული ნედლეულის ნარჩენებისაგან [3,4].

სახელწოდება ფლავონოიდები ან ბიოფლავონოიდები – წარმოდგება ლათინური სიტყვისაგან “flavus”, რაც ნიშნავს ყვითელს. ფლავონოიდების ბიოლოგიური როლის შესახებ პირველი სამუშაოები გამოქვეყნებულ იქნა ნობელის პრემიის ლაურეატის ფიზიოლოგისა და მედიცინის დარგში ალბერტ დე სენტ-დიორდის მიერ 1936 წელს. როგორც აღვნიშნეთ, 30-იან წლებში ნივთიერებათა ეს კლასი აღწერილი იყო, როგორც ვიტამინი P. ფლავონოიდების სისხლძარღვებსა და კაპილარებში მაღალი შეღწევადობის და ზემოქმედების გამო, ამჟამად მათ აღარ მიაკუთვნებენ ვიტამინების კლასს, მაგრამ ამის მიუხედავად მათი გამოყენება მედიცინაში ძალიან ფართოა. ფლავონოიდების მიმართ გამოჩენილი ინტერესის ახალი ტალღა დაიწყო 1990-იან წლებში, რაც დაკავშირებულია მათი ანტიოქსიდანტური თვისებების აღმოჩენასა და თავისუფალი რადიკალების ნეიტრალიზაციის უნართან.

ფლავონოიდების ფუნქციები მცირედაა შესწავლილი. ვარაუდობენ, რომ ულტრაიისფერი გამოსხივების და ხილული სინათლის ნაწილის შთანთქმის უნარის შემწეობით ისინი იცავენ მცენარეულ ქსოვილებს ზედმეტი რადიაციისაგან. ყვავილის ფურცლების შეფერილობა, რასაც განაპირობებს მათში ფლავონოიდების შემცველობა, ეხმარება მწერებს იპოვონ საჭირო მცენარე და ამით ეს უკანასკნელი ხელს უწყობენ დამტვერვას. ფლავონოიდები გვევლინებიან მცენარის ზოგიერთი პათოგენური სოკოებისაგან დაზიანებული ადგილების დამცველ ფაქტორად. ცხოველებს არ შეუძლიათ ფლავონოიდური ჯგუფების სინთეზირება, ხოლო ფლავონებს შეიცავს ზოგიერთი პეპლის ფრთები, რომელიც მათ ორგანიზმში ზედება საკვებისგან. დღესდღეობით მიიჩნევა, რომ ფლავონოიდები გვევლინებიან ადამიანების და სხვა ძუძუმწოვრების საკვების შეუცვლელ კომპონენტებად. მათ ორგანიზმში ფლავონოიდებს შეუძლიათ შეცვალონ ნივთიერებათა ცვლის მრავალი ფერმენტის აქტიურობა [5].

ფლავონოიდები წარმოადგენენ ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებიც საკვებთან ერთად აღწევენ ადამიანის ორგანიზმში და ზემოქმედებას ახდენენ ფერმენტების აქტიურობაზე. მათ იყენებენ, როგორც კლასიკურ, ასევე ხალხურ მედიცინაში. ფლავონოიდებისაგან დღესდღეობით მზადდება სამკურნალო და ვიტამინური პრეპარატები, ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები, მათ იყენებენ პარფიუმერულ წარმოებაში. ფლავონოიდებს შეიცავს მცენარის ყველა ნაწილი, თუმცა განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მათ შეიცავს მცენარის ფოთლები და ყვავილები. ფლავონოიდები ანეიტრალურად თავისუფალ რადიკალების ზემოქმედებას, იცავენ უჯრედებს დაშლისაგან, აქედან გამომდინარე ხელს უშლიან ორგანიზმის ადრეულ სიბერეს და ათეროსკლეროზის განვითარებას. მათ ახასიათებთ უნარი შეცვალონ ადამიანის ორგანიზმის რეაქცია ალერგენებზე, კანცეროგენებსა და ვირუსებზე. ამის დასტურია ფლავონოიდების ანტივირუსული, ანთების საწინააღმდეგო, შეშუპების საწინააღმდეგო და ანტიალერგიული თვისებები. გარდა ამისა, მათ გააჩნიათ იმუნური სისტემის ნორმალიზაციის უნარი, ანელებენ ანთებით პროცესებს და ებრძვიან სიმსივნური უჯრედების გამრავლებას [6-8].

ფლავონოიდები გამოიყენება სისხლძარღვებისა და ნაწლავების სპაზმის დროს, ჰეპატიტის, კუჭის წყლულის, თორმეტგოჯა ნაწლავისა წყლულისა და სხვა დაავადებების სამკურნალოდ.

ამ მიზნით საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება მოცვის ნაყოფის ექსტრაქტი, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ანტოციანურ ფლავონოიდებს. მოცვის ექსტრაქტი ასევე სასარგებლოა გულსისხლძარღვთა და თვალის ბადურის სამკურნალოდ, აგრეთვე ვენების ვარიკოზული გაფართოების დროს. ანტიოქსიდანტური ზემოქმედებით გამოირჩევა ფლავონოიდები, რომლებსაც შეიცავს წითელი და იისფერი ბოსტნეული და ხილი. მათ შორის: ბადრიჯანი, ყურძენი, ბროწეული, წითელი კომბოსტო, წითელი ვაშლი, ალუბალი.

მეცნიერთა კვლევების თანახმად ფლავონოიდების ნატურალურ წყაროებად მიჩნეულია: ციტრუსების ცედრა, ხახვი, ქაკვი, წითელი ყურძენი, მოცვი, წითელი ღვინო, მწვანე ჩაი, ტუნბერგია, შავი შოკოლადი, შავი ლუდი. საქმე იმაშია, რომ ვერც შოკოლადი, ვერც ლუდი და ვერც ხილი ვერ უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმს ფლავონოიდების საჭირო მარაგით. ამ პრობლემის გადასაჭრელად სპეციალისტები მთელ მსოფლიოში იყენებენ ბიოლოგიურად აქტიურ დანამატებს. ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების რეგულარული მიღებით ადამიანს შეუძლია თავისი კვების ეფექტურად კორექტირება.

ფლავონოიდები კლასიფიცირდება ამგვარად:

- ფლავონები 2-phenylchromen-4-one(2-phenyl-1,4-benzopyrone). მაგალითად: კვერცხტინი, რუტინი და ნარინგინი. ფლავანოლი მაგალითად: კატეხინი, ეპიკატეხინი და სხვ.;
- იზოფლავონოიდები 3-phenylchromen-4-one(3-phenyl-1,4-benzopyrone), რომლებიც იყოფიან იზოფლავანებად, იზოფლავანებად და ჰტეროკარპანებად;
- ნეოფლავონოიდები 4-phenylcoumarine(4-phenyl-1,2-benzopyrone), მაგალითად: იზოფლავანი. ანტოციანინდინები.

განვიხილოთ ფლავონოიდების კლასის რამოდენიმე მნიშვნელოვანი ნაერთი. ფლავონიდები – ფიტონციდების დიდი ჯგუფია, რომლებსაც შეიცავს ხილი, ბოსტნეული, ღვინო და ჩაი. ანტიოქსიდანტური თვისებების გარდა ეს ნივთიერებები სასარგებლოა ბოლიბილდერებისთვის და თავისი ძლიერი ანტიანთებითი თვისების გამო.

კვერცხტინი არის ხახვის, ჩაის, ბროკოლის, წითელი ყურძნის, ალუბლის და ღვინის შემადგენლობაში. იგი წარმოადგენს ვიტამინ E-სთან შედარებით უფრო ძლიერ ანტიოქსიდანტს, რომელიც ხელს უშლის ორგანიზმში კანცეროგენული ნივთიერებების წარმოქმნას, ანელებს სიმსივნური უჯრედების ზრდასა და გავრცელებას. კვერცხტინი განსაკუთრებით სასარგებლოა გულისათვის.

პროანტოციანინი აღმოჩენილია ყურძნის წიბწის ექსტრაქტში და არის ძლიერი ანტიოქსიდანტი. ცნობილია ე.წ. ფრანგული პარადოქსი, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ ფრანგები უფრო ნაკლებად ავადდებიან სიმსივნით და გულსისხლძარღვთა სისტემის დაავადებებით, ვიდრე ამერიკელები, მიუხედავად იმისა, რომ მათი რაციონი გაჯერებულია ცხიმებით და ქოლესტერინით. მეცნიერები ამ პარადოქსს ხსნიან იმით, რომ ფრანგები სვამენ ბევრ წითელ ღვინოს. წითელი ღვინო შეიცავს ფლავონოიდებს, კერძოდ კვერცხტინს, რომელიც ხელს უშლის ქოლესტერინის დალექვას სისხლძარღვების შიდა კედლებზე [9].

რესვერატროლს შეიცავს წითელი ყურძნის ჩენჩო. ითვლება, რომ იგი განაპირობებს წითელი ღვინის ანტიქოლესტერინულ ეფექტს. გარდა ამისა მას ახასიათებს ანტიოქსიდანტური და ანტიანთებითი თვისებები და ხელს უშლის სიმსივნეების წარმოშობას. თუ თქვენ არ გიყვართ წითელი ღვინო მასში ალკოჰოლის შემცველობის გამო და არ გინდათ მისი მიღება არ არის პრობლემა, შეგიძლიათ მიირთვათ წითელი ყურძნის წვენი. სხვათა შორის ამ მხრივ წითელ ღვინოს თითქმის არ ჩამორჩება მოცვი. ასე რომ შეიძლება წითელი ღვინო წარმატებით შეიცვალოს მოცვის წვენით ან ჯემით [10,11].

იზოფლავონს შეიცავს სოიოს პროდუქტები, რომლებსაც მრავალი გამოკვლევის თანახმად გააჩნიათ ანტიისქიმიური თვისება. ისინი აგრეთვე დაბლა სწევენ სისხლში ქოლესტერინის შემცველობას და ეწინააღმდეგებიან ანთებით პროცესებს. სწორედ აქედან გამომდინარეობს მედიკოსების რეკომენდაციები, მივიღოთ სოიოსგან წარმოებული პროდუქტები დიდი რაოდენობით.

კატეხინის შეიცავს დიდი რაოდენობით ჩაი და ითვლება საჭირო პროფილაქტიკურ საშუალებად სიმსივნის წინააღმდეგ. იგი არის ძლიერი ანტიოქსიდანტი და თავისი დამცველი თვისებებით აღემატება ვიტამინებს C და E-ს, ასევე ბეტა-კაროტინს, რაც დამტკიცებულია მრავალი გამოკვლევით. ცნობილია ჩაის სასიკეთო მოქმედება სისხლძარღვებზე. აქედან გამომდინარე სასარგებლოა დილის ყავას ვარჩიოთ დილის ჩაი, მაგრამ მასში არ არის საჭირო რძის დამატება, რაც იწვევს მისი ეფექტის შესუსტებას [12,13].

სილიმარინი აღმოჩენილია არტიშოკში. მისი ანტიოქსიდანტური თვისება იმდენად ძლიერია, რომ მას იყენებენ ალკოჰოლიკების ღვიძლის სამკურნალოდ და იგი იყიდება აფთიაქში ყავისფერი ტაბლეტების სახით.

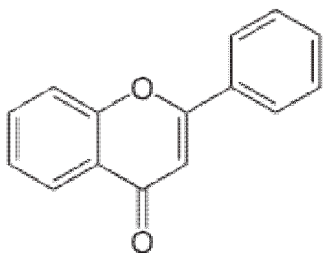
ტანჯერიტინები, ნობილეტინები, ლიმონოიდები და ლიმონინები არიან ციტრუსების შემადგენლობაში. პირველ ორს ფართოდ მოიხმარენ კულტურისტები და აგრეთვე გამოიყენება სიმსივნის საწინააღმდეგო პროფილაქტიკურ საშუალებად. ისინი ააქტიურებენ ფერმენტულ სისტემას, რაც აჩქარებს ვარჯიშის შემდეგ აღმდგენ პროცესებს. ლიმონოიდები განსაკუთრებით ბევრია ფორთოხლისა და გრეიპფრუტის წვენში, ხოლო ლიმონინს ციტრუსების გარდა შეიცავს სხვადასხვა ხილი, ბოსტნეული და ხორბლეული.

ბოსტნეული არა მარტო კარგი ანტიოქსიდანტია, არამედ მასში შედის ნივთიერება, რომელიც ააქტიურებს უჯრედთა შორის ფერმენტულ სისტემას: ინდოლინი, იზოთიოციანიტი და სულფორაფანი. ფერმენტული სისტემა ბლოკავს ან მინიმუმ ასუსტებს ვარჯიშის შემდგომ უჯრედების რღვევას, აგრეთვე ხელს უწყობს მათ აღდგენას. აღნიშნული ფიტოციდები მიზანმიმართულად აჩქარებენ აღდგენით პროცესებს ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ. მათი საუკეთესო წყაროა – კომბოსტო, ბროკოლი, ბრიუსელის კომბოსტო, ყვავილოვანი კომბოსტო, ყაბაყი და სალათი. ცილების მაღალი შემცველობის მქონე პარკოსანი მცენარეები შეიცავენ ინჰიბიტორებს, რომლებიც ხელს უწყობენ ვარჯიშის შემდგომ აღდგენით პროცესებს [14].

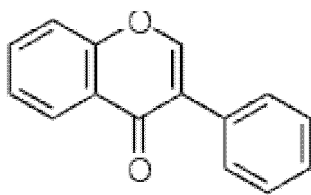
დიალილ სულფიდი და ალილ მეთილ ტრისულფიდი, რომლებიც შედიან ხახვსა და ნიორში, ააქტიურებენ ენზიმების მოქმედებას. ეს უკანასკნელი პასუხისმგებელი არიან ორგანიზმის დეტოქსიკაციაზე. როცა ეს ენზიმები მუშაობენ დაჩქარებულ რეჟიმში ორგანიზმი სწრაფად თავისუფლდება არასასურველი მიმოცვლის პროდუქტებისაგან და შესაბამისად ჩქარდება აღდგენითი პროცესი. საყოველთაოდაა ცნობილი ნიორის ანტიბაქტერიული თვისებები. გარდა ამისა, ის ხელს უწყობს წნევასა და სისხლში ქოლესტერინის შემცველობის შემცირებას. მრავალი მწვანილი, მათ შორის კამა, ქონდარი და ნიახური, ისევე როგორც ნიორი ხელს უწყობენ ფერმენტული სისტემის მუშაობის აქტივიზაციას. როზმარინი, ძირტკბილა და პიტნა ხასიათდება ძლიერი ანტიოქსიდანტური თვისებებით, მაგალითად როზმარინი და ძირტკბილა შეიცავენ კარნეოლსა და უროსოლმფავას და ხასიათდებიან შეშუპების საწინააღმდეგო თვისებებით [15].

ფლავონოიდები მიეკუთვნება ნივთიერებებს, რომლებიც ხშირად გვხვდება ბუნებრივ ნედლეულში. ქიმიურად ეს ჰეტეროციკლური ნაერთები, ბირთვში ჟანგბადის ატომით, წარმოადგენს ფლავონის წარმოებულს და ჟანგვის ხარისხზე დამოკიდებულებით იყოფა ჯგუფებად: ფლავონი, ფლავანოლი, ფლავანოლოლი, იზოფლავონი, ჰალკონი, აურონი და სხვ. მცენარეები მათ გლიკოზიდების, იშვიათად თავისუფალი აგლიკონების სახით შეიცავს, რომლებიც ადვილად ხსნადია წყალსა და სპირტში და ძნელად იხსნება ან თითქმის უხსნადია ორგანულ ნაერთებში. ბოლო დროს ამ ნაერთებმა მედიცინაში ფართო გამოყენება ჰპოვეს, როგორც სპაზმის მომხსნელმა და წნევის დამწევა საშუალებებმა გულსისხლძარღვთა დაავადებებისა და ათეროსკლეროზის დროს. ასევე ღვიძლისა და ნაღვლის ბუშტის მკურნალობისას. აღნიშნულ ნივთიერებებს შეიცავს: კუნელი, წყლის წიწკა და ლავანდა [16,17].

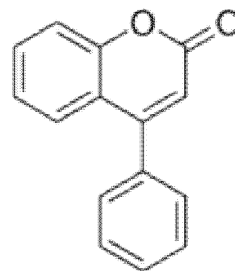
ფლავონოიდები ეს არის მცენარეული პოლიფენოლების უმსხვილესი კლასი. ქიმიური თვალსაზრისით ფლავონოიდები წარმოადგენს ფლავონის, იზოფლავონის, 4-ფენილკუმარინისა და აურონის პიდროქსიწარმოებულს.



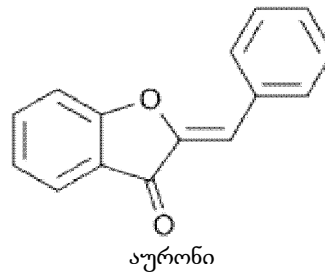
ფლავონი



იზოფლავონი



4-ფენილკუმარინი



ფლავონოიდებს ასევე განეკუთვნება $C_6-C_3-C_6$ რიგის სხვა ნაერთებიც, რომლებსაც გააჩნიათ ერთმანეთთან სამნახშირბადოვანი ფრაგმენტით დაკავშირებული ორი ბენზოლური ბირთვი – ჰალკონი, დიჰიდროჰალკონი და აურონი [18].

ფლავონოიდების ანტიოქსიდანტური აქტივობის ეფექტურობის იდენტიფიკაციისათვის გამოიყენება ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობა. მის შესაფასებლად ისაზღვრება რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი მალონის დიალდეჰიდის რაოდენობა მჟავა არეში, მაღალ ტემპერატურაზე (100°C). მალონის დიალდეჰიდი მოქმედებს 2-თიობარბიტურის მჟავასთან და იძლევა ჟოლოსფერ ტრიმეთილურ კომპლექსს შთანთქმის მაქსიმუმით 532 ნმ-ზე [19].

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მცენარეთა ფართო სპექტრში მნიშვნელოვანი პოზიცია უკავია ქონდარს, როგორც ფერმენტების ძლიერ მასტიმულირებელ პროდუქტს. ამის გათვალისწინებით, აქტუალურია ქონდარიდან წყალში ხსნადი ფლავონოიდების ეთილაცეტატური ფრაგციის მიღების ტექნოლოგიის დახვეწა.

ცდები ტარდებოდა ბადის (*Satureja hortensis* L.) ან მთის (*Satureja spicigera* L.) ჩრდილში გამშრალი ქონდარის დაქუცმაცებულ მწვანე მასაზე. პროდუქტი თავსდებოდა თერმოდგრად ჭურჭელში, ემატებოდა 600 მლ წყალი 1:6 მოცულობით, რომ ქონდარის მასა წყალში ყოფილიყო ჩაძირული და ცხელდებოდა მდულარე წყლის აბაზანაზე 15°C -ის მანძილზე. მიღებულ ხსნარს ემატებოდა ტყვიის აცეტატი $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$. შენჯღრევის შემდეგ ხდებოდა ხსნარის ცენტრიფუგირება 5 წთ 2000 ბრ/წთ. მიღებული სუპერნატანტი იღვრებოდა და ნალექში რჩებოდა Pb-ჩანაცვლებული ნაერთები. ნალექი იხსნებოდა 200 მლ 2% H_2SO_4 -ში. მიღებული შემჟავებული ხსნარი ($\text{pH}=1-2$) ცენტრიფუგირდებოდა 5 წთ 2000 ბრ/წთ. მიღებულ სუპერნატანტს დეკანტაციით შორდებოდა PbSO_4 -ის ნალექი და ხდებოდა ბენზოლით მისი 3-ჯერადი ექსტრაქცია (1:2; 1:4; 1:4) ლიპიდებისა და ლიპოიდური ნაერთების მოსაცილებლად, რომლებიც იხსნებოდნენ და გადადიოდნენ ბენზოლში. შემდეგ ხდებოდა დარჩენილი ხსნარის ხელახალი ექსტრაგირება ეთილაცეტატით. Na_2SO_4 -ით გაუწყლოვნებისა და გაფილტვრის შემდეგ მიღებული ექსტრაგენტი კონცენტრირდებოდა ვაკუუმ-გადამდენით $55-65^{\circ}\text{C}$. ამ დროს რჩებოდა ფლავონოიდების კონცენტრირებული მასა, რომელიც შრებოდა ანაეროსტატში ვაკუუმში 70°C 48 სთ-ის განმავლობაში.

ამგვარად, ბუნებრივი წარმოშობის ფლავონოიდები დიდი უპირატესობით სარგებლობენ მცენარულ სხვა ნაერთებთან შედარებით თავისი ანტიოქსიდანტური და სამკურნალო-ვიტამინური თვისებების გამო.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Минеджэн Г.З. Сборник по народной медицине и нетрадиционным способам лечения. М., 1997. 268 с;
2. Журавель И.А. Фенольные соединения околоплодника гречихи посевной и синтез их аналогов : автореф. дис. канд. фарм. наук. Харьков, 1991. 23 с;
3. Лобанова А.А., Будаева В.В., Санович Т.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2004. №1. Стр. 47–52;
4. Sokoloff B., Walter H.E., Redd J.B. The biological activity of a flavonoid (vitamin "P") compound // Clin Invest. 1951, V. 30. N. 4. P. 395-400;
5. Лобанова А.А., Будаева В.В., Санович Т.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2004. №1. Стр. 47–52;
6. Кондакова Н.В., Заичкина С.И., Розанова О.М., Сахарова В.В. Противолучевые свойства лекарственного средства "диквертин" по микроядерному тесту in vivo при умеренных малых дозах ионизирующей радиации // Вопр. биол. мед. фарм. хим., 2002, N. 4. Стр. 46-49;
7. Бранд-Гарнис Э., Вандансик П. Флавоноиды в косметике // Косметика и медицина. 2001, N. 5. Стр. 22-45;

8. Сизова Н.В. Биофлавоноиды антиоксиданты, иммуномодуляторы, капилляропро- в косметологии: антиоксидантное, бактерицидное и солнцезащитное действие. Тезисы на IX международной научно-практической конференции // Сырье и упаковка. 2001, N. 22. Стр. 17-18;
9. Lea G.H., Bridle A.P., Timberlake C.F., Singleton V.L. The procyanidins of white grapes and wines // Am. J. Enol. Vitic. 1979, V. 30. N.4. P. 289-300;
10. Handbook of Enology. The Chemistry of Wine P. Ribereau-Gayon, Y. Glories, etc., Assessing the Phenol Content of Red and White Wines. France 2006, Volume 2., pp.172-173;
11. Квливиძე Д. Г., Бежуашвили М. Г. Исследование антоцианов винограда сорта Саперави и приготовленных из него столовых сухих виноматериалов по месту их происхождения. «Магарач. Виноградарство и Виноделие», 2005, №1, Стр. 25-27;
12. Fujii M.M. Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cells: structure-activity relationship and mechanisms involved // Int. J. Oncol. 2003, V. 23. P. 705712;
13. Fuleki T., Silva R.D. Catechin and procyanidan composition of seeds from grape cultivars grown in Ontario // J. Agric. Food Chem. 1997, V. 45. P. 1156-1160;
14. Detre Z, Jellinek H, Miskulin M, Robert A.M. Studies on vascular permeability in hypertension: action of anthocyanosides // Clin. Physiol. Biochem. 1986, N.4. P. 143-149;
15. Gu M., Singh R.P., Dhanalakshmi S., Agarwal C., Agarwal R. Silibinin inhibits inflammatory and angiogenic attributes in photocarcinogenesis in SKH-1 hairless mice // Cancer Res. 2007, V. 67. N.7. P. 3483-3491;
16. Prieur C., Rigaud J., Cheynier V., Moutounet M. Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds // Phytochemistry, 1994, V. 26. P. 781-784;
17. Mazza G. Anthocyanins in grapes and grape products // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1998, V.35. N.4. P. 341-371;
18. Ломбоева С.С., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н. Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в надземной части ортилии однобокой (*Orthilia secunda* (L.) House) // Химия растительного сырья. 2008. №2. Стр. 65–68;
19. Стальная И.Д., Гаришвили Т. Г., Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. Современные методы в биохимии. М. Медицина 1977, Стр.66-68.

FLAVONOIDES – BIOLOGICALLY ACTIVE NATURAL COMPOUNDS WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES

Leila Tatiashvili, Maia Stepanishvili, Nana Tserodze, Irma Mikadze
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Petre Melikishvili Physical and Organic Chemistry

SUMMARY

The range of different flavonoide group compounds are being studied. A rational method for separation of substances with antioxidant properties from plant raw materials is selected. The technology for receiving water-soluble flavonoide ethyl acetate fraction from savory is developed.

ФЛАВОНОИДЫ – БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Л.Т.Татиашвили, М.А.Степанишвили, Н.П.Церодзе, И.И.Микадзе
*Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили
Тбилисского Государственного Университета им. Ив.Джавахишвили*

РЕЗЮМЕ

Изучен спектр веществ разных групп флавоноидов. Подобрана рациональная методика выделения веществ с антиоксидантными свойствами из природного сырья. Разработана технология получения этилацетатной фракции растворимых флавоноидов из чабера.

მოდიფიცირებულ სინთეზურ ცეოლითებზე ორთო-ჰსილოლის ღრმა დაჟანგვის შედეგები

რევაზ ზედგინიძე, ქეთევან ჩხაიძე

სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თანამედროვე ატმოსფერო სიცოცხლის განვითარებასთან ერთად ჩამოყალიბდა. მოლეკულური ჟანგბადის კონცენტრაცია ატმოსფეროში, მწვანე მცენარეების გავრცელების პარალელურად იზრდებოდა.

ჩვენს დროში ატმოსფეროს შედგენილობა მისი ძირითადი კომპონენტების მიხედვით მეტ-ნაკლებად სტაბილურია.

ატმოსფეროსთანაა დაკავშირებული ჟანგბადის, ნახშირბადის, აზოტის, წყლის და სხვათა წრებრუნვა. საჰაერო სივრცე გიგანტური რეზერვუარის როლს ასრულებს, რომელიც უზრუნველყოფს ამ ნივთიერებების დედამიწაზე განაწილებას.

ბიოსფეროში ჟანგბადის დაგროვებას მცენარეული საფარი, მწვანე საფარი განაგებს, მაგრამ მათი საერთო მასა კატასტროფულად ეცემა, რაც უპირველესად გარემოს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა კოლოსალური რაოდენობითაა გამოწვეული. ჟანგბადის გამოყოფის ინტენსივობა ინდუსტრიულ რაიონებში საშუალოდ ორჯერ დაბალია, ვიდრე სუფთა გარემოში. ატმოსფეროს დაბინძურება გლობალური პრობლემაა. განვითარებულ სამრეწველო ცენტრებში მრეწველობისა და ავტოტრანსპორტის მომატებული რაოდენობის გამო გარემოს დაბინძურებამ გადააჭარბა ეკოლოგიურად უსაფრთხო ზღვარს.

ეკოლოგთა ერთერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა გარემოს დაცვის ტექნოლოგიური საკითხების გადაწყვეტისათვის ფიზიკური, ქიმიური და ინჟინრული ეფექტური გზების ძიება.

ჩვენი მიზანი იყო ჰეტეროგენულ-კატალიზური რეაქციების გამოყენებით ისეთი მაღალტოქსიკური ნივთიერების, როგორცაა ორთოქსილოლი უვნებელ პროდუქტებად გარდაქმნა. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ამოცანა იყო მაღალაქტიური და სელექტიური კატალიზური სისტემების შექმნა.

კვლევის ერთერთ ნაწილს წარმოადგენდა ზოგიერთი მოდიფიცირებული სინთეზური ცეოლითის კატალიზური თვისებების შესწავლა ორთო-ჰსილოლის ღრმა დაჟანგვის რეაქციაში.

ცდებში გამოყენებული იყო ნატრიუმიანი და კალიუმიანი ფორმები ცეოლითებისა $Y(SiO_2/Al_2O_3=4.2)$, მორდენიტი ($SiO_2/Al_2O_3=10.2$), $L(SiO_2/Al_2O_3=5.29)$, ერიონიტი ($SiO_2/Al_2O_3=6.8$). ცეოლითების რკინაშემცველი ფორმები მოზადებული იყო ორი მეთოდით: ა) იონური მიმოცვლით, ცეოლითების $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ -ს წყალხსარით ხუთმაგი დამუშავებით ოთახის ტემპერატურაზე $pH \approx 5.5 - 6$. ბ) გაზური ფაზიდან $Fe(CO)_5$ აღსორბციით.

დადგინდა, რომ ცეოლითში რკინის კათიონების შეყვანა სისტემაში "ჟანგბადი-ცეოლითი" აჩქარებს ჟანგვით პროცესებს. ამასთანავე რკინაშემცველი ცეოლითების აქტიურობა დამოკიდებულია რკინის კათიონების კონცენტრაციაზე, ცეოლითებში შეყვანის მეთოდზე და ასევე ნიმუშების წინასწარი დამუშავების პირობებზე. ცდები ტარდებოდა გამჭოლ დანადგარზე. ცდების წინ Fe - ცეოლითები სტანდარტულად მუშავდებოდა ჰაერის ნაკადში $450^{\circ}C$ -ზე 1-1.5 საათის განმავლობაში. ასეთი დამუშავების შემდგომ ტემპერატურას ვაყენებდით ცდის ტემპერატურაზე და ვატარებდით ორთოქსილოლი - ჰაერის ნარევის ($C=3$ მგ/ლ) ნაკადს. ცდები ტარდებოდა ნაკადის $20\ 000$ სთ⁻¹ მოცულობით სიჩქარეზე. იხ. ცხრილი 1.

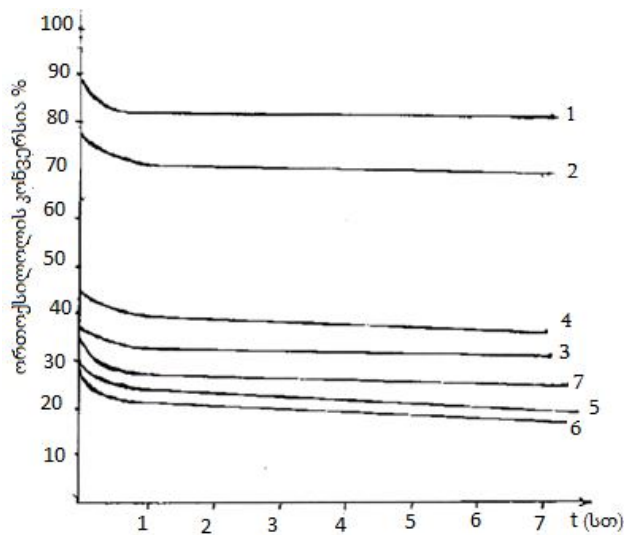
ზემოთ აღნიშნული მეთოდით დამუშავების შედეგად გამოკვლეული ნიმუშები ამჟღავნებდნენ არამდგრად მომატებულ აქტიურობას უკვე $250^{\circ}C$ -ზეც კი. 30-40 წუთის განმავლობაში მყარდებოდა შედარებით სტაციონალური აქტიურობა, რომელიც 5-6 საათის შემდეგ უმნიშვნელოდ მცირდებოდა (5 - 10%). იხილეთ ნახაზი 1.

ცხრილი 1. ზოგიერთი მოდიფიცირებული სინთეზური ცეოლითის კატალიზური თვისებების შესწავლა ორთო-ქსილოლის ღრმა დაჟანგვის რეაქციაში

ცეოლითი	შემცველობა Fe %	ო-ქსილოლის კონვერსია %				CO ₂ -ის რაოდენობა პროდუქტში %			
		250 ⁰ C	300 ⁰ C	350 ⁰ C	400 ⁰ C	250 ⁰ C	300 ⁰ C	350 ⁰ C	400 ⁰ C
Na-Y ^{**}	-	17.8	40.2	75.2		10.2	13.8	17.0	
K - Y [*]	-		60.5	67.5			13.8	16.0	
Na - M [*]	-		10.7	19.4	29.0		11.2	12.8	14.2
K - L [*]	-		21.4	24.0	43.4		12.1	13.0	15.2
Na-L [*]	-			18.7	32.2			13.0	14.0
K -ER [*]	-		10.6	12.7	40.6		12.7	14.0	14.8
Fe,Na-Y _{აღს} ^{**}	8.6	35.5	63.2	91.3		42.0	43.0	48.0	55.0
Fe,H,Na-Y _{აღს}	3.1	20.4	51.7	70.7	82.2	40.0	43.0	49.0	51.0
Fe,K-L _{აღს} [*]	1.67		23.3	32.2	50.1		38.0	41.0	43.0
Fe,K-L _{ი.მ.} ^{**}	7.2		29.4	40.2	53.5		38.0	40.0	41.0
Fe,Na-M _{ი.მ.} [*]	6.5		14.5	27.4	49.2		31.0	35.0	36.0
Fe,H,Na-M _{აღს}	2.9		13.2	23.7	40.6		32.0	34.0	37.0
Fe,Na-DM _{აღს}	3.7		13.7	28.0	50.0		40.0	43.0	49.0

შენიშვნა:

- * - პარციალური დაჟანგვის ფისისებრი პროდუქტი;
- ** - პარციალური დაჟანგვის კრისტალისებრი პროდუქტები;
- აღს - მომზადებულია აღსორბციული მეთოდით;
- ი.მ. - მომზადებულია იონური მიმოცვლის მეთოდით.



ნახ. 1. ორთოქსილოლის დაჟანგვაში კატალიზატორების მუშაობის სტაბილობა
 1. Fe,Na-Y_{აღს} 2. Fe,H,Na-Y_{აღს}
 3. Fe,K-L_{აღს} 4. Fe,K-L_{ი.მ.}
 5. Fe,Na-M_{ი.მ.} 6. Fe,H,Na-M_{აღს}
 7. Fe,Na-DM_{აღს}

ორთოქსილოლის კონვერსიისა და რეაქციის პროდუქტებში CO₂-ის მნიშვნელობები ცხრილში მოცემულია კატალიზატორების სტაციონალური აქტიურობის პირობებში. ორთოქსილოლის კონვერსია Fe - ცეოლითზე მცირდება შემდეგი რიგით:



როდესაც ნიმუში FeNaY_{აღს} (8.6%Fe) 1-1.5 საათის განმავლობაში 450⁰C ჰაერის ნაკადში დამუშავების შემდეგ მუშავდებოდა He ნაკადში, რომელიც შეიცავდა 15% (მოცულობითი პროცენტი) წყალბადს, აღმოჩნდა, რომ საწყისი აქტიურობა ჰაერის ნაკადში დამუშავებულ ნიმუშთან შედარებით

გაიზარდა. ერთი საათის შემდეგ მყარდება სტაციონალური აქტიურობა, რომელიც ახლოსაა ან ტოლია სტანდარტული მეთოდით დაზუსტებული ნიმუშების აქტიურობის.

უნდა აღინიშნოს, რომ Fe -შემცველ ცეოლითებზე პარციალური დაჟანგვის პროდუქტების წილი მცირდება საწყის ცეოლითებთან შედარებით. ღრმა დაჟანგვის პროდუქტების წილის მიხედვით Fe - ცეოლითები ლაგდება შემდეგი რიგის მიხედვით:



ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. G.V.Tsitsishvili, I.G.Borisovich, G.V.Maisuradze, V.G.Metreveli, G.V.Antoshin, R.Z. Zedgunidze. Catalytic oxidation of o-xylene over zeolites modified with transition elements. 8-th Int. Zeolite Conference, Amsterdam. July 10 - 14, 1989. p. 469.
2. R.Z.Zedginidze, I.G.Borisovich, G.V.Anyoshin. The investigation of combustion on the basis of different structural type zeolites modified by chemisorption $\text{Fe}(\text{SO})_5$. Proceedings of Soviet - French seminar on catalysis, Novosibirsk - 90, June 18 - 21. p. 252.

RESULTS OF THE DEEP OXIDATION OF O-XYLENE ON MODIFIED SYNTHETIC ZEOLITES

Revaz Zedginidze, Ketevan Chkhaidze

Samtskhe-Javakheti State University

SUMMARY

The given work is the study of the catalytic properties of ortho-xylene synthetic zeolites modified by deep oxidation reaction Sodium and potassium forms of zeolites were experimented. Y($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=4.2$), Mordenit ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=10.2$), L($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=5.29$), Erionit ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=6.8$). Iron forms of zeolites were used by two forms: a) Ion exchange b) $\text{Fe}(\text{CO})_5$ adsorption from gas phase. It was cleared up that inputting metal cations in zeolites quickens oxidation processes. At the same time the activity of iron substitute depends on concentration of metal cations, the method of inputting zeolites as well as pre-treatment conditions. Ortho-xylene conversion Fe- zeolites reduces:



According the sharing the oxidation products Fe- zeolites are arranged in the following order:



(ads - Prepared by adsorption method, I.E. - Prepared by the method of ion exchange).

ИТОГИ ГЛУБОКОГО ОКИСЛЕНИЯ О-КСИЛОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТАХ

Р.Ш.Зедгинидзе, К.К.Чхаидзе

Самцхе - Джавахетский Государственный Университет

РЕЗЮМЕ

В работе приведены каталитические свойства некоторых модифицированных синтетических цеолитов в реакции глубокого окисления о-ксилола. В работе были использованы натриевые формы синтетических цеолитов Y($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=4.2$), Морденита ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=10.2$), L($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=5.29$) и Эрионита ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=6.8$). Железозамещенные формы цеолитов готовили двумя методами: а) путём ионного обмена из водных растворов $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ пятикратной обработкой, при комнатной температуре и pH=5,5-6. б) путём адсорбции летучего пентакарбонила железа - $\text{Fe}(\text{CO})_5$ из газовой фазы. Установлено, что введение катионов железа в цеолиты ускоряет окислительный процесс. При этом, активность железосодержащих цеолитов зависит от концентрации катионов железа, метода введения и предварительной обработки образцов. Конверсия о-ксилола на Fe- цеолитах уменьшается по следующему ряду:



По доли образования продуктов глубокого окисления Fe- цеолиты располагаются в следующий ряд:



(ads - приготовленные методом адсорбции, I.E. - приготовленные методом ионного обмена).

**მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების
გამოყოფის (ექსტრაგირების) მეთოდები**

ქეთევან ქოჩიაშვილი, თამარ დგებუაძე, მაია ჯაფარიძე, მაია სტეფანიშვილი, რუსუდან
ცისკარიშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

მცენარეებიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა ფარმაცევტული პრეპარატების მიღების უმნიშვნელოვანესი ეტაპია. ძირითადად გამოყოფის ტექნოლოგიაზეა დამოკიდებული მიღებული სამკურნალო პრეპარატების სისუფთავის ხარისხი და ეფექტურობა. ამდენად, ბიოაქტიურ ნივთიერებათა გამოყოფის თანამედროვე მეთოდების ძიება და ანალიზი, როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით, ძალიან საინტერესოა [1]. არსებულ მეთოდთაგან ფართოდ გამოიყენება ექსტრაქციული მეთოდი. ექსტრაქციის უნარის მქონე მრავალი ორგანული ნივთიერების არსებობის გამო ექსტრაქციის არაერთი მეთოდი შექმნილია.

თანამედროვე ქიმიურ-ტექნოლოგიურ ანალიზში ექსტრაქციის მეთოდი ხშირად გამოიყენება ბიოლოგიური წარმოშობის ობიექტებიდან ტოქსიკურ ნივთიერებათა გამოსაყოფად, ბიოლოგიური მასალის მინარეებისაგან გასასუფთავებლად. ექსტრაქცია არის სხვადასხვა ობიექტებიდან შესაბამისი გამხსნელის მეშვეობით ნივთიერებების გამოყოფის მეთოდი. ნივთიერებებიდან მიზნობრივი კომპონენტების ექსტრაქციის პროცესი მრავალსაფეხურიანია [2]. მისი ძირითადი საფეხურებია სხვადასხვა ობიექტების ქსოვილებსა და უჯრედებში იმ ექსტრაგენტის შეღწევა, რომელშიც გამოსაკვლევი ნივთიერებაა; ექსტრაგენტში სამიზნე კომპონენტის გახსნა; ბიოლოგიური ნაერთების ქსოვილებსა და უჯრედებში სამიზნე კომპონენტისა და ექსტრაგენტის ურთიერთქმედება; გახსნილი სამიზნე კომპონენტის უჯრედის გარსიდან უჯრედთაშორის სივრცეში გადატანა და ძირითადი ექსტრაგენტის უჯრედიდან გამოყოფილ ნივთიერებებთან შერევა. საკვლევი ნივთიერების ბიოლოგიური მასალებიდან იზოლირების ხარისხი დამოკიდებულია ექსტრაგენტში აღნიშნული ნივთიერების ხსნადობაზე, ბიოლოგიური მასალის სტრუქტურაზე, ექსტრაგენტის ბიოლოგიური მასალის უჯრედებში შეღწევის უნარზე, დაქუცმაცების ხარისხზე, ნარევის ინტენსიურ მორევაზე, ტემპერატურაზე, pH-არესა და რიგ სხვა ფაქტორზე. თხევადი ექსტრაქცია ორ უხსნად ფაზაში გახსნილი ნივთიერების გადანაწილების პროცესია: უმეტესად, ერთ-ერთი მათგანი წყალია, მეორე კი წყალში უხსნადი ორგანული გამხსნელი. ორგანული გამხსნელის ფაზიდან წყლის ფაზაში ნივთიერების გამოყოფას რეექსტრაქცია ეწოდება. ექსტრაქციის მეთოდის ზოგიერთი უპირატესობა მხოლოდ იმით არ აიხსნება, რომ იგი ტოქსიკოლოგიურ ქიმიაში გამოიყენება: მას იყენებენ ქიმიურ ტექნოლოგიაში, ბიოქიმიაში და ა.შ. ამ დროს გვერდითი პროდუქტები არ გამოიყოფა და ეს მეთოდი ხელს უშლის გამოსაყოფი ნივთიერებების ქიმიურ ურთიერთქმედებას.

ნივთიერებები, რომლებიც ექსტრაქციის მეთოდით გამოიყოფა, როგორც წესი, არ შეიცავს ადსორბციის და ოკლუზიის პროცესებთან დაკავშირებულ მინარევებს. ეს მეთოდი ამართლებს თერმოლაბილური ნივთიერებების დაყოფის დროსაც. დაგროვებისათვის გამოყენებული ექსტრაქციის მეთოდი საშუალებას იძლევა ნივთიერებები გადავიყვანოთ ძლიერ გაზავებული ხსნარებიდან ნაკლები მოცულობის ორგანულ გამხსნელში. ექსტრაგირებული ნივთიერების გადასვლა ერთი გამხსნელიდან მეორეში მიმდინარეობს გამხსნელში ორივე ამ ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის და ხსნადობის გამო. ეს პროცესი მანამ გრძელდება, სანამ ორივე გამხსნელში გამოსაყოფი ნივთიერების კონცენტრაციის წონასწორობა. კვლევებმა აჩვენა, რომ ექსტრაქციისათვის გამოსაყენებელი ქიმიური ნაერთების ექსტრაგირება დამოკიდებულია წყალში მათ ხსნადობასა და წყალში უხსნად ორგანულ გამხსნელებზე. ამის დასტურია, რომ ზოგიერთი ნივთიერების ხსნადობის კოეფიციენტი ორგანულ გამხსნელში და წყალში დაახლოებით თანაბარია. აღმოჩნდა, რომ ორგანული ნაერთების ექსტრაქციისათვის გამოყენებული ორგანული გამხსნელები გამოუსადეგარია არაორგანული ნაერთების ექსტრაქციისთვის. ამიტომ ჩატარდა ცდები, რათა მოიძებნოს შესაბამისი ექსტრაგენტები წყალხსნარიდან არაორგანული ნაერთების გამოსაყოფად. ამისათვის გამოიყენება ზოგიერთი კარბო- და სულფომჟავები, ცალკეული

ფოსფორორგანული ნაერთი, მაღალმოლეკულური ამინები და ა.შ. [3].

საექსტრაქციო სისტემებში, რომლებშიც ექსტრაქცია მიმდინარეობს გამოყოფილი ნივთიერებებისა და ექსტრაგენტების ქიმიური ურთერთქმედებით, ნივთიერებათა დაყოფის ეფექტურობა დამოკიდებულია წარმოქმნილი ხსნარებისა და კომპლექსების სიმტკიცეზე. ასეთი საექსტრაქციო სისტემები გამოიყენება არაორგანული ნივთიერებების გამოსაყოფად. ეს პროცესი უფრო რთულია, რადგან წარმოიქმნება გვერდითი რეაქციები. შეიძლება ერთდროულად რამდენიმე სხვადასხვა ნაერთის ექსტრაქცია [4]. ექსტრაგენტად გამოყენებული ზოგიერთი ორგანული გამხსნელის თავისებურებანი მოცემულია ცხრილში № 1.

ცხრილი №1. ექსტრაქციისათვის გამოსაყენებელი ზოგიერთი ორგანული გამხსნელის ქიმიური თვისებები

გამხსნელები	სიმკვრივე, გ/სმ ³	T _{დუღ} , °C	დიელექტ-რული უღწვევადია	დიპოლური მომენტი, ლობაი	ხსნადობა 20°C	
					წყალში, % (მასს)	წყალი ექსტრაგენტში, გ/100 მკ
ნ-ამილაცეტატი	0.875	149.2	4.75	1.91	0.79	0.18
ნ-ამილის სპირიტი	0.814	138.5	13.9	1.8	9	2.7
ბენზოლი	0.874	80.1	2.28	0.0	0.054	0.082
ნ-ბუთილის სპირიტი	0.813	117.7	17.1	1.68	20.5	7.9
ნ-ჰექსანი	0.659	68.7	1.89	0.0	0.072	0.014
ნ-ჰექტანი	0.684	98.5	1.92	0.0	0.015	0.005
1,2-დიქლორეთანი	1.257	83.5	10.36	2.06	0.15	0.87
დიეთილის ეთერი	0.719	34.5	4.34	1.15	1.47	6.5
იზოამილის სპირიტი	0.813	132	14.7	1.82	1.79	2.67
იზობუთილის სპირიტი	0.817	107.9	17.7	1.79	16.9	9.5
გოგირდნახშირბადი	1.262	46.3	2.64	0.0	0.005	0.22
ქლოროფორმი	1.489	61.2	4.80	1.15	0.072	0.8
ოთხქლორიანი ნახშირბადი	1.595	76.7	2.24	0.0	0.01	0.08
ეთილაცეტატი	0.901	77.2	6.02	1.81	3.3	8.6

წყალხსნარებში ორგანული მჟავების არადისოცირებული მოლეკულები ელექტრონეიტრალურია და სუსტად ჰიდრირებენ წყლის მოლეკულებით. წყალხსნარების ორგანულ გამხსნელებთან ურთიერთქმედებით მჟავის ელექტრონეიტრალური მოლეკულები ადვილად სოლვატირებენ და ამიტომ, ორგანული გამხსნელის ფენაში გადადიან. წყალხსნარებში სუსტი მჟავების დისოციაციის დროს წარმოქმნილ იონებს აქვთ შესაბამისი მუხტი და ადვილად ჰიდრირებენ წყლის დიპოლებით. მჟავების იონებისა და წყლის მოლეკულების ურთიერთობა შედარებით მტკიცეა, რის გამოც ასეთი იონები სუსტად სოლვატირებენ ორგანული გამხსნელების მოლეკულებით და წყალხსნარებიდან ორგანული გამხსნელებით არ ექსტრაგირდებიან.

მრავალი ორგანული ფუძე, რომლებსაც მიეკუთვნება ალკალიდები და მათი მრავალრიცხოვანი სინთეზური ანალოგი, ფარმაცევტული პრეპარატია. ეს ფუძეები ნეიტრალურ გარემოში არადისოცირებულ მდგომარეობაში არიან. ორგანულ ფუძეებზე მჟავების მოქმედებით წარმოიქმნება მათი მარილები, რომლებიც წყალხსნარებში იონებად დისოცირდებიან. ორგანული ფუძეების მარილების დისოციაციისას წარმოქმნილი იონები კარგად ჰიდრატირებენ წყლის მოლეკულებით, ორგანული გამხსნელის მოლეკულებით კი სუსტად სოლვატირებენ. ამიტომ ორგანული ფუძეების ზოგიერთი მარილი (რამდენიმე მათგანის გამოკლებით) ორგანული გამხსნელებით არ ექსტრაგირებენ. ორგანული ფუძეები სუსტი ელექტროლიტებია. მათი დისოციაციის ხარისხი დამოკიდებულია pH-გარემოზე. ორგანული ფუძეების მჟავიანობის მომატებით ისინი გადადიან მარილებში. ამ დროს იონების რაოდენობა იზრდება და არადისოცირებული მოლეკულების რაოდენობა მცირდება. შესაბამისად, მცირდება ამ ნივთიერებათა ორგანული გამხსნელებით ექსტრაქციის ხარისხიც. ორგანული ფუძეების მარილზე ტუტის დამატებით

მცირდება იონების რაოდენობა, ხოლო ამ ფუძეების არადისოცირებული მოლეკულების რაოდენობა იზრდება. ამის გამო, ტუტე გარემოში ორგანული ფუძეების ექსტრაქციის ხარისხი იზრდება [5].

ორგანული გამხსნელებით ნივთიერების ექსტრაქციაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორი (საექსტრაქციო ნივთიერების ბუნება, ექსტრაგენტის ბუნება, ტემპერატურა, pH-გარემო, წყალხსნარებში ელექტროლიტების არსებობა და სხვ.).

ექსტრაგირებული ნივთიერებების ტემპერატურის ცვლა მოქმედებს ხსნადობის კონსტანტაზე, რაც იმით აიხსნება, რომ ყოველ ფაზაში ექსტრაგირებული ნივთიერებების ხსნადობა იცვლება. ტემპერატურის შეცვლით ასევე იცვლება ორგანული და წყლის ფაზის ურთიერთხსნადობა. თუმცა, ტემპერატურის შეცვლით ნივთიერებების ხსნადობა ყოველ ფაზაში ერთნაირად არ იცვლება. ეს ერთ-ერთი მიზეზია ტემპერატურის ცვლილებისას ნივთიერებების ხსნადობის მუდმივას ცვლილებისა. ტემპერატურის ცვლილებით შესაბამის ფაზაში შეიძლება შეიცვალოს ნივთიერების დისოციაცია და ასოციაცია. ამიტომაც ტემპერატურის ცვლილებით იცვლება ქიმიური ნაერთების ჰიდრატაცია და ექსტრაგირება. ორგანული ნივთიერებების ექსტრაგირება ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული, რომელთა რიცხვშია pH-გარემო. ექსტრაგირებული ნივთიერების რაოდენობა დამოკიდებულია წყლის ფაზაში მის დისოციაციაზე. ეს იმას უკავშირდება, რომ ნივთიერების არადისოცირებული მოლეკულები და მათი იონები ორგანული გამხსნელებით წყალხსნარებიდან ერთნაირად არ ექსტრაგირდებიან. ექსტრაქციის დროს არადისოცირებული მოლეკულები გადადიან ორგანულ ფაზაში, წყლის მოლეკულებით კარგად ჰიდრატირებული იონები კი წყლის ფაზაში რჩება. ამიტომ, წყალში იონებად კარგად დისოცირებული ძლიერი ელექტროლიტები ორგანული გამხსნელებით არ ექსტრაგირდება [6].

ორგანული გამხსნელისათვის ექსტრაქციისთვის წაყენებული მოთხოვნები:

1. ორგანულმა გამხსნელმა წყლის ფაზიდან კარგად უნდა გამოყოს გამოსაკვლევი ნივთიერება;
2. სასურველია, გამოსაყენებელი გამხსნელი იყოს არჩევითი. მან ხსნარებიდან უნდა გამოყოს მხოლოდ ერთი ნივთიერება ან მონათესავე ნაერთთა ჯგუფი;
3. გამხსნელი უმნიშვნელოდ უნდა იხსნებოდეს წყალში, წყალი კი გამხსნელში შესამჩნევად არ უნდა გაიხსნას. ნივთიერება უნდა იხსნებოდეს ამ გამხსნელში. ორგანულ გამხსნელს აჯერებენ წყლით, წყალს კი - ორგანული გამხსნელით. მხოლოდ ამის შემდეგ აწარმოებენ ექსტრაქციას;
4. ორგანული გამხსნელი, შეძლებისდაგვარად, არ უნდა იყოს დაბალმდულარე. გამხსნელის დუღილის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 50°C -ს. დაბალმდულარე ორგანული გამხსნელები ოთახის ტემპერატურის დროსაც კი სწრაფად ორთქლდებიან, ამიტომ ექსტრაქციისას მათი მოცულობა მცირდება, გამხსნელში კი ექსტრაგირებული ნივთიერების კონცენტრაცია იზრდება. სწორედ ამან შეიძლება გამოიწვიოს შეცდომა ექსტრაგირებული ნივთიერების ხსნადობის კონსტანტისა და კოეფიციენტის დაანგარიშებისას. თუმცა, ორგანული გამხსნელის დუღილის დაბალი ტემპერატურა დადებითი ფაქტორია ექსტრაქციის შემდეგ მათი რეგენარაციის თვალსაზრისით;
5. ორგანული გამხსნელის სიმკვრივე უნდა განსხვავდებოდეს წყლის ან წყალხსნარის სიმკვრივისაგან. სიმკვრივის დიდი განსხვავების დროს ფაზების გაყოფა სწრაფად მიმდინარეობს;
6. გამხსნელი არ უნდა იყოს ცეცხლსაშიში ან მომწამლავი.

ხშირად ექსტრაქციის კონკრეტული მეთოდის სპეციფიკის ნიუანსების გამო ძნელია პროცესებს შორის ზღვრის დადგენა. ეფექტურობით გამოირჩევა მარტივად შესასრულებელი მეთოდები: მაცერაცია, დეკანტირება, პერკოლაცია, პერფორაცია და ექსტრაგირება. მცენარეებიდან ბიოაქტიური ნივთიერებების გამოსაყოფად იყენებენ ექსტრაქციის მეთოდების ფართო სპექტრს. ექსტრაქციისთვის ნედლეულის მომზადების პირველი ეტაპია ლიპიდების მოცილება. ამისათვის ხშირად იყენებენ სპირტს და მის მინარევებს [7]. ლიპიდებთან ერთად მცენარის ქლოროფილებით მდიდარი მიწისზედა ნაწილის დამუშავებისას აცილებენ მწვანე და ყვითელი პიგმენტების დიდ ნაწილს, რომელიც მნიშვნელოვნად აიოლებს საძიებელი ნაერთების შემდგომ გამოყოფას. ჰაერმშრალი მცენარეული ნედლეულიდან ჰექსანით და ქლოროფორმით ფიტოქედისტრიოდების გამოყოფა საწყისი ეტაპია. აღსანიშნავია, რომ თუ ლიპიდები კვლევის საძიებელი ობიექტია, მაშინ გამოყენებულია სხვადასხვა გამხსნელი ან მათი ნარევი: ქლოროფორმი, ჰექსანი, დიეთილეთერი, აცეტონი, სპირტი და მისი ნარევი. ინტერესი სამკურნალო და სხვა სასარგებლო მცენარეების ლიპიდების ფუნქციების და ბიოლოგიური თვისებების მიმართ საგრძნობლად იზრდება. ინდივიდუალური ლიპიდების გამოყოფა რამდენიმე ეტაპისაგან შედგება. პირველი მათგანია მშრალი ნედლეულის დაქუცმაცება. შემდეგი ეტაპი ნეიტრალური ლიპიდების ექსტრაქციაა.

ბოლო ეტაპია ფოსფო- და გლიკოლიპიდების ექსტრაქცია, ფრაქციებისა და სუფთა ნივთიერებების გამოყოფით. ლიპიდების გამოყოფის ეფექტურობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მცენარის დასამუშავებელი ნაწილის ზედმიწევნით დაქუცმაცებაზე, პოლარულ გამხსნელებზე (მეთანოლი და ეთანოლი). სპირტის გამოყენება ფოსფოლიპიდების ექსტრაქციისას მოსახერხებელია, რადგან ლიპოლიტური ფერმენტების დეზაქტივაცია ხდება აქტიურ ფაზაში, რაც ახდენს ლიპიდების დეგრადაციას [8].

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა მკვლევართა ინტერესი მცენარეული პრეპარატებისადმი. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების წყაროდ გვევლინება მცენარეები. ამასთან, სამკურნალო მცენარეებში ნივთიერებათა თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა დამოკიდებულია მცენარეების აღმოცენების პირობებზე, განვითარების ფაზებზე, შეგროვების დროზე, ნედლეულის გაშრობისა და შენახვის მეთოდებსა და სხვა ფაქტორებზე [9]. მცენარეული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავთ ფლავანოიდებს.

ფლავანოიდები მცენარეული წარმოშობის ფენოლური ნაერთების (პოლიფენოლების) ფართო ჯგუფია, რომელსაც დიფენილპროპანული სტრუქტურა აქვთ [10]. ფლავანოიდებს და სხვა პოლიფენოლებს თითქმის ყველა მცენარე შეიცავს, რომელთაგან 4000-ზე მეტი იდენტიფიცირებულია [11]. ამ ნივთიერებებით უფრო მდიდარია მცენარეების ფოთლები და ყვავილები, ასევე - ღეროები და ქერქი (3%-მდე-ფლავანოიდები). ამ ნაერთთაგან ზოგი უფრო მეტად ანტიოქსიდანტია, ვიდრე β -კაროტინი, C და E ვიტამინები. ფლავანოიდები და სხვა პოლიფენოლები ფართოდ გამოიყენება კიბოსა და სისხლძარღვოვანი დაავადებების პროფილაქტიკისათვის [12]. მცენარეული ნედლეულიდან ფლავანოიდების გამოსაყოფად უფრო ხშირად იყენებენ ეთანოლს. ექსტრაქტებში ფლავანოიდების რაოდენობის გასაგებად უფრო ეფექტური მეთოდი ემყარება კომპლექსური ფლავანოიდების Al^{3+} იონებით სპექტროფოტომეტრიას [13].

ამრიგად, ექსტრაქცია ერთ-ერთი უძველესი პროცესია, რომელიც დღემდე აქტუალურია ბუნებრივი ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა გამოსაყოფად. სხვადასხვა ადგილობრივი მცენარეული ნედლეულიდან ექსტრაქციის შედეგად გამოყოფილი ფლავანოიდები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას როგორც ანტიოქსიდანტი – ფარმაცევტულ და პარფიუმერულ წარმოებაში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Коничев А.С., Баурин П.В. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки//Вестник МГОУ. Серия естественные науки, 2011 №3 С. 49-54;
2. Чуешов В.И., Гладох Е.В., Ляпунова О.А., Сайко И.В., Сичкарь А.А., Рубая Е.А., Крутских Т.В. Промышленная технология лекарств. Харьков, Национальный фармацевтический университет, 2010, 208 с.;
3. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. Киев, изд. „Выща школа“, 1989, 255 с.;
4. Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ, М.: Химия, 1977. — 200 с.;
5. Ширшова Т. И. Экстракция как метод выделения биологически активных соединений: краткий обзор. Труды БГТУ, Химия и технология органических веществ и биотехнология, 2012, № 4, с. 180-183;
6. Препаративная биохимия липидов/Л.Д. Бергельсон, Э.В. Дятловицкая, Ю.Г. Молотковский и др. М., Наука, 1981, 259 с.;
7. Степанов А.Е., Краснопольский Ю.М., Швец В.И. Физиологически активные липиды. М., Наука, 1991, 135 с.;
8. Тихонов Б.Б., Сидоров А.И., Сульмен Э.М., Ожимкина Е.В. Комплексная экстракция гликанов и флаваноидов из растительного сырья. Вестник ТвГТУ, 128 (Вып. 19), с. 57-63;
9. Ушанова В.М. Исследование влияния компонентов лекарственного растительного сырья. 2001№3 С. 105-110;

10. Лобанова А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья (Текст)/ А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г. В. Сакович//Химия растительного сырья. 2004.№1 С. 47-52;
11. Vinson J.A. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods (Текст)/J.A. Vinson, Y. Hao, X. Su, L. Zubik//J. Agric. Food Chem. Vol. 46, No.9.1988. P. 3630-3634;
12. Kahkonen M.P. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds (Текст)/M.P. Kahkonen, A.I. Hopia, H.J. Vuorela, J.-P. Rauha, K. Pihlaja, T.S. Kujala, M. Heinonen//J. Agric. Food Chem. 1999. Vol. 47. P. 3954-3962;
13. Авторское свидетельство СССР№ 1507394. Способ количественного определения флавоноидов в растительном сырье/В.В. Беликов, Н.Т. Колесник. 1989.

მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფის (ექსტრაქციის) მეთოდები

ქეთევან ქოჩიაშვილი, თამარ დგებუაძე, მაია ჯაფარიძე, მაია სტეფანიშვილი, რუსუდან ცისკარიშვილი
*ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
 პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
 რეზიუმე*

მცენარეებიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების - ფლავანოიდების გამოყოფა სამკურნალო პრეპარატების მიღების უმნიშვნელოვანესი ეტაპია. ადგილობრივი ნედლეულიდან მიღებული ფლავანოიდების სისუფთავე ექსტრაქციის მეთოდზე და პირობებზეა დამოკიდებული.

EXTRACTION METHODS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM PLANT MATERIALS

Ketevan Kochiashvili, Tamar Dgebuadze, Maia Dzaparidze, Maia Stepanishvili, Rusudan Tsiskarishvili
*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,
 Petre Melikishvili Physical and Organic Chemistry*

SUMMARY

Extraction of biologically active agents – flavonoids from vegetable raw materials the major stage for receiving medical preparations. Purity of the received flavonoid depends on endemic raw materials, a methods and extraction conditions.

МЕТОДЫ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

К.Н.Кочиашвили, Т.А.Дгебуадзе, М.З.Джапаридзе, М.А.Степанишвили, Р.П.Цискаришвили
*Тбилисский Государственный Университет им. Ив.Джавахишвили,
 Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили*

РЕЗЮМЕ

Выделение биологически активных веществ – флаваноидов из растительного сырья важнейший этап для получения лечебных препаратов. Чистота полученного флаваноида зависит от эндемного сырья, метода и условий экстракции.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РАДИОНУКЛИДАМИ В САМЦХЕ-ДЖАВАХЕТИ

Кетеван К. Чхаидзе, Реваз Ш. Зедгинидзе

Самцхе-Джавахетский государственный Университет

В окружающей среде самыми опасными для человека являются радиоактивные изотопы, которыми в результате развития атомной промышленности и, особенно испытании атомного оружия, оказались глобально загрязненными атмосфера и поверхность земли. При загрязнении радиоактивными изотопами биосферы возникает опасность двойного характера: с одной стороны опасность внешнего облучения, а с другой - опасность внутреннего облучения в результате потребления пищи растительного и животного происхождения, загрязненное радиоактивными изотопами.

Радиоактивные изотопы, так же как пестициды и многие другие биологически активные вещества, попадают в организм человека в основном с растительными продуктами питания. Поэтому у специалистов по защите растений появилось дополнительная забота- защита растений от загрязнения радиоактивными веществами.

Для прогнозирования загрязнения растений в условиях повышенной радиоактивности внешней среды и для выработки мероприятий по их защите необходимо знать закономерности загрязнения растений радиоактивными веществами в зависимости от местных условий.

Важность изучения радиоактивного загрязнения территории Грузии, в частности долгоживущими радионуклидами стронция-90 и цезия-137, обуславливает ее географические, климатические, ландшафтные и другие факторы. Известно, что максимум выпадения радионуклидов и загрязнения почвы и растения, происходит на средние широты (40-50⁰) в обоих полушариях нашей планеты. В северном полушарии где находится Грузия, эти максимумы в 3-4 раза выше, чем в южном. Кроме этого ее территория может загрязниться крайне неравномерно из-за сложного горного рельефа. Более 75% территории Грузии занято горами, и только 25%-равнинами в силу чего вертикальная зональность выражена резко. Наряду с этим, близость Черного моря, с одной стороны и наличие восточных степей с другой обуславливает пестроту растительного покрова, разнообразность почвенных типов, разных годовых осадков и т.д.

Во время аварии на Чернобыльской атомной электростанции Грузия стала четвертой страной среди сильно загрязненных стран после Украины Белорусии и России. Надо отметить, что особенно пострадала западная часть ее территории в общем и Кавказский регион в целом.

Известно, что после уменьшения аэрального загрязнения растительного покрова приоритетом их загрязнение принадлежит почвенному каналу. Также известно, что радионуклиды в почве существуют в разных формах: водоростворимой, обменной, необменной, которые в будущем определяют их поведение в почвах и в системах: почва-растение, почва-поверхностные воды, почва-грунтовые воды. По этому мы задались целью исследовать и проводить мониторинг загрязнения долгоживущими радионуклидами стронция-90 и цезия-137 растительного покрова и почв Грузии, учитывая при этом климатические, ландшафтные, рельефные и другие особенности ее территории.

Зависимости от вида растений отбор образцов для анализа производился разное время в течение всего вегетационного периода, кормовых трав-в конце фазы цветения, зерна, соломы, фруктов и картофеля- во время сбора урожая; Образцы брались в 20-25 точках по возможности ровного и открытого участка площадью примерно в 1000м², а для анализа из собранного материала усредненная проба в количестве 1кг, усредненные пробы доводились до воздушно-сухого веса и затем озолялись при 500⁰С. Для количественного выделения стронция-90 использовался метод добавок, а в качестве носителя в подвергавшуюся анализу смесь вносилось определенное количество ионов стабильного стронция. Выход стабильного стронция определялся на пламенном фотометре, а радиометрические измерения производились с помощью радиометра 4л-счётчиком. (Павлоцкая, Левина,1964).

Повышенная загрязненность травосмеси стронция-90 отмечалась высокогорных районах Тrialetско-Джавахетского нагорья, в которых она была в 3-8 раз больше, чем в неизменных районах. Из кормовых трав больше всего загрязняются растения бобовых, а меньше всего травы из семейства злаковых. В Грузии в пищу употребляется зелень, как в сыром виде, так и в виде приправ. И поэтому она может быть для населения одним из главным непосредственных источников поступления в организм стронция-90. Исследован: петрушка, сельдерей, кориандр и кресс –салат взятые с одного и того же участка. Результаты показали, что они загрязняются почти одинаково. Картофель и другие с/х культуры не загрязнены радионуклидами.

Из овощей исследованию подвергалась свекл, морковь, лук, картофель, помидоры, капуста, огурцы и фасоль. В овощах стронция-90 значительно меньше, чем в зелени и максимальное содержание в них этого радионуклида не превышало 9Бк/кг.

По загрязненности стронция-90 на одно растения исследованные части пшеницы располагаются в следующем убывающем порядке: листья, шелуха, стебли, зерно, корни. Фрукты (яблоко, персик, груши, виноград) содержали меньше стронция-90 и содержание в них колебалась в небольших пределах.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Квачантиრადзе М., Твалчрелидзе Э., Урушадзе Т. Некоторые вопросы загрязнения Грузии радионуклидами- Проблемы аграрной науки, сборник научных трудов. 2004.
2. Твквачантиრადзе М., Урушадзе Т. Почвенно-экологические особенности распределения ^{90}Sr and ^{137}Cs в Грузии. Проблемы аграрной науки Груз. Гос. Аграрный Университет. Институт Генетики и селекции АН Азербайджана. Тбилиси-Баку. 2000
3. Иванов Д.И. Пламеннофотометрический метод определения кальция в растении. Ж. «Аналитическая химия» ст.20-24. №6. 1954.

სამცხე-ჯავახეთის მცენარეობის რადიონუკლიდებით დანაგვიანება

ქეთევან ჩხაიძე, რევაზ ზედგინიძე
სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

პროექტის ფარგლებში შესწავლილი იქნა სამცხე ჯავახეთის რეგიონში მცენარეობის რადიონუკლიდებით დაბინძურება. კერძოდ დავადგინეთ, რომ მაღალმთიან რეგიონებში კარტოფილი და სხვა ს/ს კულტურები (ნიადაგის 0-20სმ სისქის ფენაში) სტრონციუმ-90-ით არ არის დანაგვიანებული. საერთო რადიაქტიურობა განისაზღვრა 500 მცენარეულ ნიმუშში (ხილი, მარცვლეული, ბოსტნეული. საკვები ბალახი) აღებული სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში. დადგინდა, რომ მრავალწლიანი მერქნიანი და ფოთლოვანი მცენარეები შეიცავს სტრონციუმ-90-ს 5-ჯერ მეტს, ვიდრე წიწვოვანი. საკვებ ბალახში სტრონციუმ-90-ით დანაგვიანება მომატებული იყო თრიალეთ-ჯავახეთის მთიანეთში, სადაც ის 3-8-ჯერ მეტი იყო, ვიდრე დაბლობ რეგიონებში.

POLLUTION OF AGRICULTURAL PLANTS WITH RADIONUCLIDES IN SAMTSKHE-JAVAKHETI REGION

Ketevan Chkhaidze, Revaz Zedginidze
State University of Samtskhe-Javakheti

SUMMARY

Within the framework of project it has been studied the agricultural plants polluted by radioluclides in the the region of Samtskhe-Javakheti. In particular it was estimated, that potatoes and other agricultural crops (in soil - 20 sm. lier) are not poluted with stroncium-90 in mountainous areas. The common radioactivity is determined in 500 vegetatia samples (fruits, grains, vegetables, food greens) which are taken from the different soil and climat conditions. It was cleared that woody perinnial and deciduous plants contain stroncium-90 5-times more, than softwood plants. The pollution with stroncium-90 was increased in food-grass in highlands of Trialeti - Javakheti, where it was 3 - 8 times more then in lowlands.

ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА

Д.В.Эристави, Н.Ш.Бибилури, Ш.Н.Андгуладзе, Л.В.Гвердцители, И.Г.Базгадзе, А.Р.Гогишвили,
Э.Л.Мацаберидзе, М.К.Гугешидзе

Грузинский технический университет, Тбилиси

Коллоидное серебро – продукт нанотехнологий, состоящий из микроскопических частиц серебра, взвешенных в деминерализованной и деионизированной воде. Этот продукт высоких научных технологий производится электролитическим методом [1].

Эффект уничтожения бактерий препаратами серебра чрезвычайно высок, он в 1750 раз сильнее действия карболовой кислоты (фенола) и в 3,5 раз сильнее действия сулемы. Наиболее эффективным обеззараживающим средством для воды является коллоидное серебро. Проведенные Л.А. Кульским исследования раствора коллоидного серебра в воде показали, что вода, обработанная (обеззараженная) при помощи 0,2 мг/л Ag^+ , хранится в течение 3,5 лет, сохраняя при этом бактерицидность [2].

Как известно, получение водных растворов ионов коллоидного серебра основано на электролитическом методе – пропускании постоянного электрического тока через погруженные в воду электроды. При этом серебряный электрод (анод), растворяясь, насыщает воду ионами серебра Ag^+ . Концентрация получаемого раствора зависит от силы тока, времени работы источника тока и объема обрабатываемой воды [3].

Поскольку количество серебра переходящего в коллоидный раствор определяется формулой:

$$m = \eta \cdot k \cdot J \cdot \tau$$

где m – масса растворенного серебра;

η – выход по току, т.е. отношение количества фактически растворенного продукта к теоретическому в %;

k – электрохимический эквивалент серебра = 4,025г/а·час;

J – сила тока в цепи;

τ – время процесса в час.

Мы знаем, что количество серебра, переходящего в раствор при прохождении 1 мА в минуту при 100% выходе по току должно быть:

$$m = 1 \cdot 4,025г : 1000 : 60 = 0,000067г = 0,067мг.$$

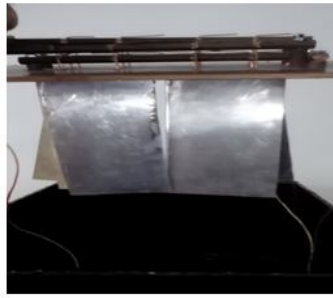
Но, так как η зависит от температуры воды и её электропроводности, в интервале температур $5^{\circ}C \div 20^{\circ}C$ количество растворенного серебра при прохождении тока в 1мА/мин не превышает 0,035мг. Предельно допустимая концентрация серебра в питьевой воде не должна превышать 0,05 мг/л. Вместе с тем, в так называемых биодобавках, производимых в США, концентрация серебра (в зависимости от назначения) колеблется в пределах 12-24 мг/л, а дезинфицирующий раствор, применяемый в медицинской практике, имеет концентрацию от 0,5 до 5 мг/л.

Исходя из вышесказанного, задачей нашего исследования являлась разработка, проектирование и изготовление электролизера для получения раствора коллоидного серебра различной концентрации, что и было успешно осуществлено Рис. 1. Прибор представляет собой 50-и литровую толстостенную стеклянную прямоугольную ёмкость в виде аквариума, внешние стенки которого покрыты светонепроницаемым слоем. В приборе расположено 10 электродов (Рис. 2. и Рис. 3.) 4 анода, изготовленных из технически чистого серебра (Ср 999,9) и 6 катодов из нержавеющей стали. Размеры каждого электрода 220ммX100мм, но рабочая часть – 200ммX100мм

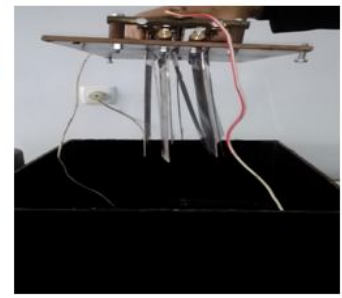
$$S_{\text{раб}} = 200\text{мм} \times 100\text{мм} = 20000\text{мм}^2 = 200 \text{ см}^2 = 2\text{дм}^2 \quad \delta = 2\text{мм}$$



რის.1. Электролизер



რის. 2. Электроды



რის. 3. Электроды

При подключении прибора к источнику тока образованные ионы коллоидного серебра переходят в воду и придают ей бактерицидные свойства – происходит обеззараживание воды с последующим получением концентрата коллоидного серебра 100 мг/л.

Можно также полученный первичный концентрированный раствор Ag^+ - 100 мг/л разбавить чистой водой и развести до различных нужных концентраций:

- $C_{\text{Ag}^+} = 0,05$ мг/л – применяется для бактерицидной обработки питьевой воды. 1 литра концентрата коллоидного серебра хватает на бактерицидную обработку 2000л питьевой воды. Необходимо отметить, что Ag^+ - пдк = 0,05 мг/л;

- $C_{\text{Ag}^+} = 2,5$ мг/л – концентрат применяют для дезинфекции белья и посуды, а также для обработки цветов и пищевых продуктов, что способствует их длительному хранению. Таким же раствором дезинфицируют любые помещения для превенции эпидемии гриппа и других вирусных заболеваний. Для этого первичный концентрат Ag^+ - 100 мг/л разбавляют 40л воды;

- $C_{\text{Ag}^+} = 5,0$ мг/л – концентрат может применяться для вторичной стерилизации медицинских хирургических инструментов. Раствором дезинфицируют любые помещения для превенции гриппа и при различных эпидемиях. Соответственно, в первом случае 1л первичного концентрата разбавляют 40л воды и обрабатывают площадь 400м^2 , а при эпидемии тот же концентрат разбавляют 20л воды и обрабатывают площадь 200м^2 ;

- $C_{\text{Ag}^+} = 25$ мг/л – концентрат (БАД), получаемый следующим образом: 1л концентрата коллоидного серебра (100 мг/л) разбавляют 3 литрами воды.

БАД – биологически активная добавка, широко используется в санитарии и косметологии.

Также, нами в работе [4] рассмотрено концепция создания устройств для получения коллоидного серебра, описана суть метода его получения, представлены эскизы устройств. Кроме разработки этих приборов и, в конечном счете, их производства, мы изучили влияние действия ионов серебра на неорганические вещества в питьевой воде г.Тбилиси [5].

В будущем, хотим изучить возможность нанесения наночастиц серебра на камуфляжную форму и нательное бельё применяемые в армии, для предупреждения инфицирования огнестрельных ран. Коллоидное серебро, обладая противомикробными и бактерицидными свойствами, должно предохранять раны от инфицирования.

Планируется разработать технологию производства влажных марлевых салфеток, способных дезинфицировать протираемые ими поверхности, будь то части человеческого тела или любые инфицированные поверхности. Салфетки должны быть пропитаны раствором коллоидного серебра с концентрацией не ниже 5 мг/л (так как при этом практически все патогенные бактерии гибнут в считанные минуты) и храниться в герметически запаянных конвертах, наподобие выпускаемых дезодорирующих средств с лосьоном или с перекисью водорода.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. www.bio.su/page
2. Л.А.Кульский, «Серебряная вода», изд. 7 доп., Киев, «Наукова думка», 1977, стр. 19.
3. www.zen-zen.ru/catalogue/.../servodgeorg/
4. Бибилури Н.Ш., Чхубиანიшвили Н.Г., Андгуладзе Ш.Н., Эристави Д.В., КуциавაН.А., Гогишвили А.Р., Кавтарадзе М.Л.
5. Концепция создание приборов для производства коллоидного серебра и использования их с целью обеззараживания питьевой воды. Georgian Engineering News, №1. (vol.61),. 2012. с. 94-96.
6. Бибилури Н.Ш., Чхубиანიшвили Н.Г., Андгуладзе Ш.Н., Эристави Д.В., Гогишвили А.Р., Куциавა Н.А., Кавтарадзе М.Л. . "Разработка приборов для обеззараживания питьевой воды ионами серебра и определение влияния коллоидного серебра на основные неорганические анионы в питьевой воде г. Тбилиси". Грузинский Технический Университет,
7. Международная Научно-Техническая Конференция "Устойчивое Развитие и Охрана Окружающей Среды". Труды. Изд. Дом "Технический Университет". Тбилиси 2010г.с. 48-51.

DEVICE FOR RECEIPT OF COLLOIDAL SILVER CONCENTRATE

Dimitri Eristavi, Nodar Bibiluri, Shalva Andguladze, Leila Gverdtsiteli, Izolda Bazgadze, Anna Gogishvili, Ekaterina Matsaberidze, Maya Gugeshidze

Georgian Technical University gverdtsiteli

SUMMARY

Designing and manufacturing of colloidal silver device with the use of nanotechnologies is considered in this work, by means of which water solution of colloidal silver with various concentrations will be received and used for necessary purposes.

დანადგარი კოლოიდური ვერცხლის კონცენტრატის მისაღებად

დიმიტრი ერისთავი, ნოდარ ბიბილური, შალვა ანდგულაძე, ლეილა გვერდწითელი, იზოლდა ბაზგაძე, ანა გოგიშვილი, ეკატერინე მაცაბერიძე, მაია გუგეშიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში განიხილება ნანოტექნოლოგიის გამოყენებით კოლოიდური ვერცხლის ხელსაწყოების პროექტირება-დამზადება, რომლის საშუალებითაც მიიღება კოლოიდური ვერცხლის სხვადასხვა კონცენტრაციის წყახსნარები და გამოიყენება საჭირო დანიშნულებით.

მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწეული სილიციუმის ქიმიური შემადგენლობის გამოკვლევა რენტგენოსპექტრალური ანალიზით

ელზა ხუციშვილი, ნუნუ ხუციშვილი*, იაგო კუპრეიშვილი, ლეონტი გაბრიჭიძე, ნანა ქობულაშვილი, ნელი გონჯილაშვილი, გულნარა ურუშაძე, ნოდარ კეკელიძე

ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი;

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
elzakhutsishvili@yahoo.com

სამუშაოს მიზანია რენტგენოდიფრაქციული ანალიზით სილიციუმის კრისტალის ქიმიური შემადგენლობის დადგენის შესაძლებლობა და მინარევების გამჟღავნების ზღვრის განსაზღვრა. კვლევის ობიექტი იყო მეტალურგიული სილიციუმი და მის ნადნობიდან ამოწევით მიღებული სილიციუმის კრისტალები. კვლევებმა გვიჩვენა, რომ რენტგენოდიფრაქციული ანალიზით სილიციუმის სისუფთავის დადგენა შემოსაზღვრულია 99,99%-ით. ამ მეთოდს არ გააჩნია საკმარისი მგრძობიარობა რომ განისაზღვროს მინარევის მცირე რაოდენობა $<10^{-2}\%$ და გამოდგება მხოლოდ სისუფთავის ამ ღონემდე.

თანამედროვე მაღალეფექტური ნახევარგამტარული ხელსაწყოების ძირითადი აქტიური კომპონენტია სილიციუმი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სილიციუმი ფოტოელექტრული ხელსაწყოებისათვის. სხვა ნახევარგამტარებთან შედარებით სილიციუმს გააჩნია მთელი რიგი თვისებები, რომლებიც აკმაყოფილებენ გარკვეულ კრიტერიუმებს და ანიჭებს უპირატესობას ნახევარგამტარულ ხელსაწყოებში გამოსაყენებლად. ამიტომ მეტად აქტუალურია მასში არსებული კონტროლდაუქვემდებარე მინარევების შემადგენლობის დადგენა. მინარევები განსაზღვრავენ სილიციუმის ფუძეზე დამზადებულ ხელსაწყოების მუშაობის ხარისხს. სილიციუმის ქიმიური შემადგენლობის განმსაზღვრელი მეთოდების და მინარევების გამოვლინების ზღვრების მიმართ მოთხოვნები დამოკიდებულია მეთოდების დანიშნულებაზე.

ასეთია მეტალურგიული სილიციუმის ანალიზი, სილიციუმის გაწმენდის სხვადასხვა ტექნოლოგიების კონტროლი, “მზიური“ სილიციუმის ანალიზი, ინტეგრალური სქემებისთვის განკუთვნილი სილიციუმის ანალიზი, სამეცნიერო კვლევებისათვის და სხვა [1]. სილიციუმი ხშირ შემთხვევაში შეიცავს მრავალ ელემენტს მინარევების სახით. ამიტომ ქიმიური შემადგენლობის განმსაზღვრელი მეთოდები უნდა იყოს მრავალელემენტური და გამჟღავნების დაბალი ზღვრებით.

წარმოდგენილი სამუშაოს ძირითადი მიზანია მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწევით მიღებული სილიციუმის კრისტალის ქიმიური შემადგენლობის გამოკვლევა რენტგენოსპექტრალური ანალიზით. ამავე დროს ჩვენი ამოცანაა სილიციუმში ქიმიური შემადგენლობის განმსაზღვრელი მრავალელემენტური რენტგენოსპექტრალური ანალიზის შესაძლებლობების და მინარევების გამჟღავნების ზღვრის დადგენა. სილიციუმის ექსპერიმენტული ნიმუშები შეიცავენ მინარევების მთელ კრებულს. ამიტომ ქიმიური შემადგენლობის განმსაზღვრელი მეთოდები უნდა იყოს გამჟღავნების დაბალი ზღვრებით. საკვლევი ობიექტი იყო მეტალურგიული სილიციუმი და მისი ნადნობიდან ამოწევით მიღებული სილიციუმის კრისტალები.

ექსპერიმენტული ნაწილი

საწყის მასალად აღებული იყო MG-Si 98 წონ%-ით და 2% მინარევების შემადგენლობით: Fe, Al, P, Ca, Cu, Mg, Mn, Ni, Ti და მეტალურგიული სილიციუმის ნადნობიდან ამოწევით მიღებული სილიციუმის კრისტალი. სისუფთავის დასადგენად რენტგენოსპექტრალური ანალიზის გარდა გამოყენებულ იქნა ემისიურ-სპექტრალური ანალიზი გამოსხივების რკალური აგზებით და მიკროსტრუქტურული ანალიზი.

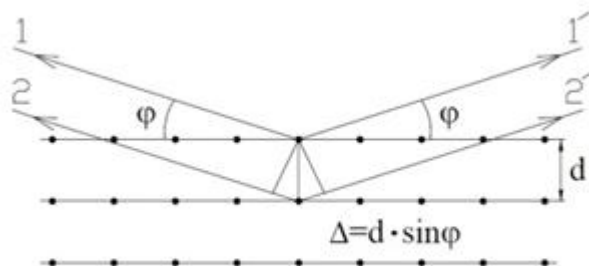
ექსპერიმენტის შედეგები და განხილვა

სილიციუმის ექსპერიმენტული ნიმუშების მახასიათებლები დადგენილ იქნა ემისიურ-სპექტრალური ანალიზით და მოყვანილია ცხრ.1-ში [2].

ცხრილი. 1. სილიციუმის ექსპერიმენტული ნიმუშების მახასიათებლები

ნიმუშები	მინარევის შემადგენლობა, წონ%									Si-ის ამოწვევის სიჩქარე, მმ/წთ
	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Ti	Cu	
MG-SI	98.30	0.40	0.02	0.3	0.5	0.04	0.02	0.15	0.003	
1	99,930	0,003	0,040	-	0,020	-	-	0,010	0,001	0,15
2	99.992	0.001	0.001	-	0.002	-	-	0.005	-	0.25
3	99,800	0,003	0,003	-	0,050	-	-	0,120	0,002	0,25
4	99.980	0.002	0.002	-	0.001	-	-	0.014	0.001	0.3

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი გვაძლევს საშუალებას გამოვიკვლიოთ მრავალფაზური ნივთიერება, როგორცაა მეტალურგიული ხარისხის სილიციუმი: მრავალკომპონენტური MG-Si-ის მდნარში თითოეული ფაზის იდენტიფიცირება და მათი პროცენტული შემადგენლობის განსაზღვრა მდნარში. ეს მეთოდი დაფუძნებულია რენტგენული სხივების გაბნევაზე კრისტალური მესრის ატომებით. ვთქვათ კრისტალური ობიექტის ზედაპირზე ეცემა პარალელური მონოქრომატული რენტგენული სხივები φ კუთხით, სადაც φ კუთხის ათვლა ხდება ობიექტის სიბრტყიდან (სურ. 1).



სურ.1. რენტგენული სხივების გაბნევა კრისტალური მესრით.

რენტგენული გამოსხივების სხივები სვლის შორის $\Delta=2 \cdot d \cdot \sin\varphi$ სხვაობით, რომელნიც აირეკლება მეზობელ ატომური სიბრტყეებიდან და ედება ერთმანეთს, წარმოქმნიან დიფრაქციულ მაქსიმუმებს, თუ სვლათა სხვაობა ტოლია ტალღის სიგრძეთა მთელი რიცხვისა, ეი ექვემდებარება ვულფ-ბრევის განტოლებას

$$2 \cdot d \cdot \sin\varphi = n \cdot \lambda, \tag{1}$$

სადაც n – დიფრაქციული მაქსიმუმის რიგია და ტოლია, 1, 2, 3 და ა.შ.

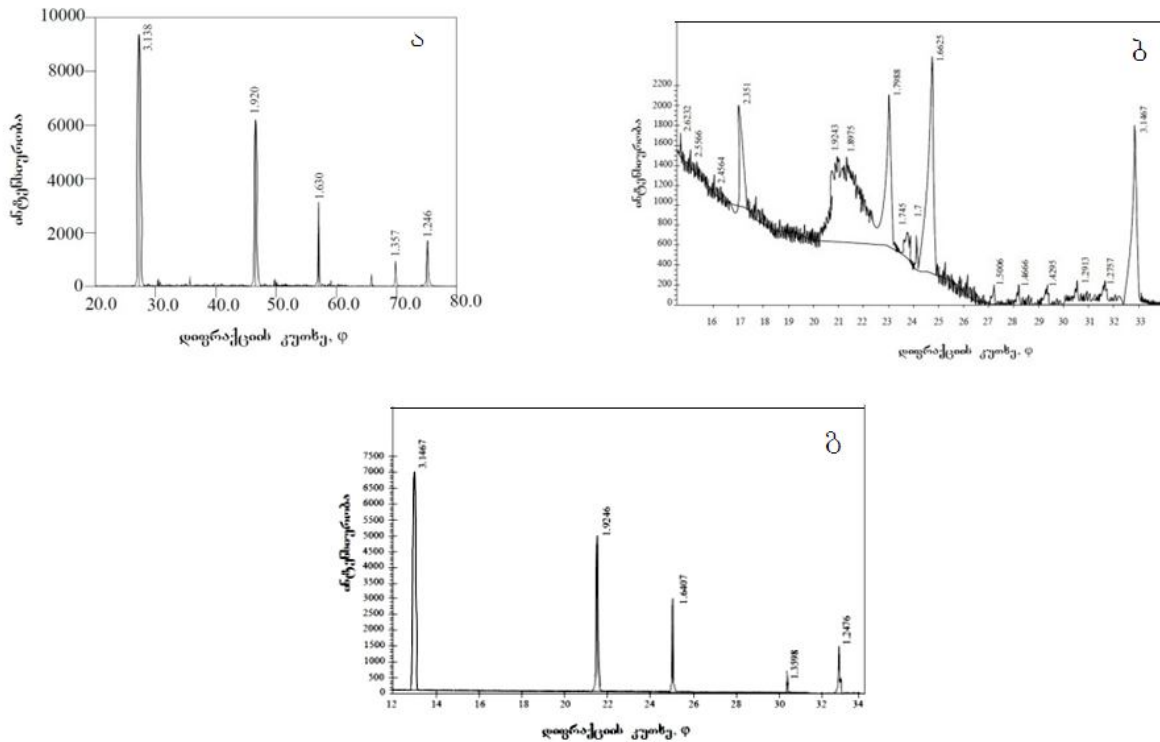
ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ შეიძლება განვსაზღვროთ სიბრტყეთა შორის მანძილი d , თუ ცნობილია ტალღის სიგრძე λ და დიფრაქციული მაქსიმუმების მდებარეობა φ . სიბრტყეთა შორის მანძილების d ოჯახის განსაზღვრა, რომელნიც მთლიანად ახასიათებენ მასალის კრისტალური მესრის ტიპს, ხდება რენტგენული დიფრაქტომეტრის ბრევის-ბრენტანოს სქემის საფუძველზე[3]. გამოყენებული იქნა მოლიბდენის გამოსხივება.

სურ.2-ზე მოცემულია Si-ის ექსპერიმენტული ნიმუშების რენტგენული დიფრაქტოგრამები, სადაც ორდინატაზე მოცემულია რენტგენული გამოსხივების ინტენსივობა, აბსცისათა ღერძზე-დიფრაქციული კუთხე φ .

სურ. 2ბ-ზე წარმოდგენილი მეტალურგიული სილიციუმისთვის რენტგენული დიფრაქტოგრამა ტიპიურია კონტროლს დაუქვემდებარე მინარეგების მქონე და მრავალფაზიანი სილიციუმისთვის. ფაზური ანალიზი ხორციელდება ხაზების განლაგებით და ინტენსივობით. სტანდარტად აღებული სილიციუმი იძლევა სხვადასხვა ინტენსივობის მკვეთრ ხაზებს რენტგენოგრამაზე. დიფრაქციულ მაქსიმუმად შეიძლება მიღებულ იქნას პიკები, რომელთა სიდიდე 3-ჯერ აღემატება სიდიდეს ფონისთვის.

სურ. 2გ რენტგენული დიფრაქტოგრამა ამოწვეით გაწმენდილი ნიმუშისთვის გვიჩვენებს, რომ ამოწვევის შედეგად Si, არის ერთფაზიანი და გაიწმინდა უმრავლეს მინარევისაგან. ამის დასტურია, რომ რენტგენული დიფრაქტოგრამა ემთხვევა ეტალონურს. ყველა ძირითადი დიფრაქციული მაქსიმუმი, რომელიც დამახასიათებელია სუფთა სილიციუმისთვის. გამოვლინდა გაწმენდილ Si-ის დიფრაქტოგრამაში.

უკვე ერთფაზიანი სილიციუმის დიფრაქტოგრამის სრული გაშიფრისთვის დიფრაქციული მაქსიმუმების შესაბამის კუთხეების განსაზღვრის შემდეგ ვულფ-ბრევის ფორმულით გამოითვლება სიბრტყეთა შორის მანძილი დამოკიდებული მიღერის ინდექსებზე (hkl) კომპიუტერული ბაზის მონაცემების გამოყენებით. ეს მონაცემები მოყვანილია ცხრ.2-ში. ატომური სიბრტყეების ოჯახთა რაოდენობა შეიძლება იყოს უსასრულო მაგრამ პრაქტიკულად განიხილებიან ატომური სიბრტყეები მიღერის ინდექსების მცირე მნიშვნელობებით.



სურ.2. Si-ის ექსპერიმენტული ნიმუშების რენტგენული დიფრაქტოგრამები: ა – ეტალონი, ბ – მეტალურგიული Si, გ – გაწმენდილი ამოწვეით ნიმუში 2 (ცხრ.1).

ექსპერიმენტული Si ნიმუში №2-თვის 99.99წონ%-ის სისუფთავით სიბრტყეთა შორის მანძილი და კუთხეები, რომელიც შეესაბამება დიფრაქციულ მაქსიმუმებს პრაქტიკულად თანხვედრაშია Si-ის ეტალონის მონაცემებთან. სილიციუმის სისუფთავეზე ერთმნიშვნელოვან დასკვნას გვაძლევს დამატებით დიფრაქციულ მაქსიმუმების ფარდობითი ინტენსივობის ინფორმაცია. გაწმენდილი Si ნიმუშებისათვის ეტალონურს ემთხვევა არა მარტო დიფრაქციული მაქსიმუმების მდებარეობა, არამედ მათი დამახასიათებელი ინტენსივობაც.

ცხრილი 2. სიბრტყეთაშორის მანძილები და ძირითადი ხაზების ინტენსივობა Si-ის რენტგენოდიფრაქტოგრამაზე.

Si-ის ნიმუშები	ეტალონი [3]	1	2	3	4
სიბრტყეთა	3,138/100	3,1467/100	3,1467/100	3,1486/100	3,1486/100
შორისი	1,920/60	1,9246/60	1,9253/60	1,926/60	1,9253/60
მანძილები/	1,63/35	1,6407/35	1,6413/35	1,6413/35	1,6413/35
ინტენსივობა	1,357/8	1,3598/8	1,3605/8	1,3609/8	1,3609/8
	1,246/13	1,2476/13	1,2482//13	1,2482/13	

ცხრილ 2-ში მოყვანილია რენტგენოგრამაზე ასახული და კომპიუტერით გამოთვლილი სიბრტყეთაშორის მანძილების მნიშვნელობები. მოყვანილია აგრეთვე ინტენსივობის ხაზების ფარდობითი მნიშვნელობები. სიბრტყეთაშორის მანძილები ცხრილში გამოსახულია ანგსტრემებში. ფარდობითი

ინტენსივობა კი 100 ქულიანი ციფრული შკალით. რენტგენოგრამაზე ხაზების ინდექსები მოყვანილია ცხრილ 2-ში.

თვისობრივი ფაზური ანალიზი ხორციელდება ცნობარის [3] ცხრილის მიხედვით გამოკვლეული სილიციუმის და ეტალონის სიბრტყეთაშორის მანძილის და ხაზების ინტენსივობის შედარების გზით, რომელთა არსებობა (მაღალი ინტენსივობის ხაზები) შესაძლებელია რენტგენოგრამაზე.

აღსანიშნავია, რომ ხაზების ინტენსივობა, რომელიც შეესაბამება სილიციუმის განსაზღვრულ შემადგენლობას, განსხვავებულია სილიციუმის სხვადასხვა ხაზებისათვის. თანხვედრა ხდება ყველა ხაზებით. რენტგენული ანალიზების შედეგები დასტურდება მიკროსტრუქტურული ანალიზით

ცხრ.1 გვიჩვენებს, რომ სილიციუმი გაიწმინდა უძრავლესი მინარევისაგან ეფექტურად 1.5-3 რიგით. სილიციუმის შემცველობა 99,99წონ% მინარევის ჯამური შემცველობა 10^{-2} წონ% ცდომილების ფარგლებში. ამავე დროს ეს ნარჩენი მინარეგები 10^{-2} წონ% არ ფიქსირდება რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით, ეს მიუთითებს იმაზე, რომ რენტგენო-სტრუქტურული ანალიზით სილიციუმის სიუფთავის დადგენა შემოსაზღვრულია 99,99წონ%, არ გააჩნიათ საკმარისი მგრძნობიარობა რომ განისაზღვროს მინარევის მცირე რაოდენობა $<10^{-2}$ წონ% და გამოდგება მხოლოდ სისუფთავის ამ ღონემდე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. И.Р. Шелпакова, А.В. Шаверина, Аналитика и контроль. 2011, т.15, № 2, с.141-150.
2. ლ.გაბრიჭიძე, ე.ხუციშვილი, ნანა ქობულაშვილი, ნუნუ ხუციშვილი, თემური გიგიტაშვილი, რამაზ ხარატი, გულნარა ურუშაძე, იავო კუპრეიშვილი, ნოდარ კეკელიძე. მაცნე, ქიმიის სერია, 2014, ტ.40, №1, გვ.96-101.
3. Л.И. Миркин. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. ред. Я.С.Уманский . Изд. физ-мат. литературы, Москва, 1961, с.488.

X-RAY STRUCTURAL RESEARCH OF CHEMICAL CONTENT OF SILICON PULLED FROM METALLURGICAL SILICON MELT

Elza Khutsishvili, Nunu Khutsishvili*, Iago Kupreishvili, Leonti Gabrichidze, Nana Kobulashvili, Neli Gonjilashvili, Gulnara Urushadze, Nodar Kekelidze

Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science

**Georgian Technikal University*

elzakhutsishvili@yahoo.com

SUMMARY

The possibility of X-ray structural analysis for determination of chemical composition of metallurgical Si and silicon pulled from its melt has been established.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРЕМНИЯ, ВЫРАЩЕННОГО ИЗ РАСПЛАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ, МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Э.В.Хуцишвили, Н.Т.Хуцишвили*, И.Л.Купреишвили, Л.Л.Габричидзе, Н.В.Кобулашвили, Н.Д.Гонджилашвили, Г.Г.Урушадзе, Н.П.Кекелидзе

Институт металлургии и материаловедения им. Фердинанда Тавадзе

**Грузинский технический университет*

elzakhutsishvili@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Установлены возможности рентгеноструктурного анализа для определения химического состава металлургического кремния и кремния, выращенного из его расплава.

**მაცნე მინარევების განაწილების ეფექტური კოეფიციენტი სილიციუმში
მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწმების დროს**

ნუნუ ხუციშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
nunuki55@mail.ru

წარმოდგენილ სამუშაოში შესწავლილია მავნე მინარევების განაწილების ეფექტური კოეფიციენტი მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწმებით მიღებულ სილიციუმის კრისტალში. სამუშაოს შესრულების მიზნით, გამოყენებულ იქნა სილიციუმის მიღების პირველი ეტაპის ნედლეული - მეტალურგიული Si (MG-Si). ჩატარდა Si-ის კრისტალის ამოწმდა MG-Si-ს ნაღობიდან. დადგენილი შემადგენლობის საფუძველზე გამოთვლილ იქნა და გაანალიზებული კონტროლდაუქვემდებარე მინარევების ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი. ნიმუშების თვისებების შესასწავლად გამოყენებული იყო: რენტგენოდიფრაქციული, მიკრორენტგენოსპექტრალური და ემისიურ-სპექტრალური გამოსხივების ანალიზები და აგრეთვე ელექტრული თვისებების გაზომვები და მიკროსტრუქტურული ანალიზი.

მზის ენერგეტიკა ძლიერ მიმზიდველია და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსათვის, რადგან შეზღუდულია მომარაგება ენერჯის ორგანული წყაროებით, ტრადიციული ენერგომატარებლებით (ნავთი, გაზი და სხვა). ამის გარდა რთული რელიეფური (მაღალმთიანი) და კლიმატური (დიდთოვლობის, ზვავების, მეწყერების) პირობების გამო ბევრი დასახლებული ადგილი (200-ზე მეტი 1000-მდე კომლიანი სოფელი), ორმოცდაათზე მეტი სასწავლო საგუშაგო, მონასტრები და სხვა დღემდე არ არიან ელექტროფიცირებული, ობიექტის სიმორის, ძნელად მისადგომობის და აქედან გამომდინარე ეკონომიური მიზანშეუწონლობის გამო და თუ ელექტროფიცირებულია ელექტრული ხაზები ხშირად დიდი ხნით გამოდინან მწყობრიდან [1]. ამიტომ მიზანშეუწონილია მზის ელემენტების გამოყენება. ხოლო ფოტოელემენტების, როგორც სხვა თანამედროვე მაღალეფექტური ნახევარგამტარული ხელსაწყოების ძირითადი კომპონენტია სილიციუმი [2].

ძნელია შეაფასო სილიციუმის მიღების მიმართულებით კვლევების პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგან სპეციალისტების აზრით სილიციუმი იქნება მოწინავე მასალა უახლოეს ათეულ წლებში, არა მარტო მიკროელექტრონიკაში, მზის ენერგეტიკაში, არამედ სხვა საძებნ კვლევებში დაკავშირებულ კვანტური კომპიუტერების შექმნასთან. ხოლო ნახევარგამტარი ხელსაწყოებისათვის სილიციუმის ვარგისიანობის ერთერთი ძირითადი კრიტერიუმია ქიმიურ სისუფთავე. ამიტომ მეტად აქტუალურია სილიციუმიდან კონტროლ დაუქვემდებარე მინარევების განდევანასთან დაკავშირებული პრობლემების გამოკვლევა.

კრისტალიზაცია მდნარიდან ფართოდ გამოიყენება ნახევარგამტარული მასალების გასაწმენდად. კონტროლდაუქვემდებარე მინარევების მოშორების შესაძლებლობა დამოკიდებულია მათი განაწილების ეფექტურ კოეფიციენტზე სილიციუმში. ნაღობიდან კრისტალიზაციისას მინარევებისაგან ნივთიერების გაწმენდის ეფექტურობის შეფასების საშუალებას იძლევა განაწილების ეფექტური კოეფიციენტი (k).

წარმოდგენილ სამუშაოს მიზანია მავნე მინარევების განაწილების ეფექტური კოეფიციენტის შესწავლა მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწმებით მიღებულ სილიციუმის კრისტალში.

ექსპერიმენტული ნაწილი

სილიციუმის ნაღობიდან ამოწმებით სილიციუმის კრისტალის მიღების ტექნოლოგია აღწერილია წინა სამუშაოში [3]. ექსპერიმენტული სილიციუმის ნიმუშების თვისებების შესასწავლად გამოყენებული იყო: რენტგენო დიფრაქციული, მიკრო რენტგენო სპექტრალური და ემისიურ-სპექტრალური გამოსხივების ანალიზები, ელექტრული თვისებების გაზომვები და მიკროსტრუქტურული ანალიზი. ელექტრული თვისებების მონაცემები მიღებული იქნა ჰოლის ეფექტის და ელექტროწინალობის გაზომვებიდან კომპენსაციის მეთოდით მუდმივი დენის გამოყენებით. დადგენილი შემადგენლობის საფუძველზე გამოთვლილი იყო ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი. ექსპერიმენტული მეტალურგიული სილიციუმი იყო n -ტიპის, ხოლო ამოწმების შემდეგ გადავიდა p -ტიპში.

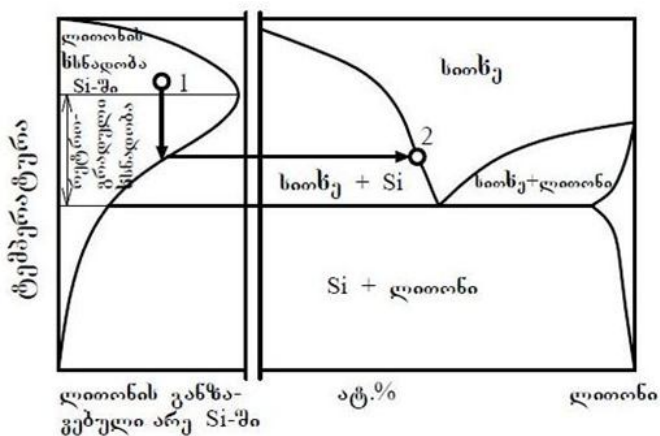
მიღებული შედეგები და განხილვა.

ეფექტურ განაწილების კოეფიციენტი. ჩვენს სამუშაოში გამოყენებულ იქნა მეტალურგიული Si (MG-Si) როგორც სილიციუმის მიღების პირველი ეტაპის ნედლეული. მეტალურგიული სილიციუმი იყო 98 წონ% სისუფთავით და 2 წონ% Fe, Al, P, Ca, , Cu, Mg, Mn, Ni, Ti, კონტროლ დაუქვემდებარე მინარევებით. ეს მინარევები ხვდებიან MG-Si-ში კვარციტიდან და ალდგენითი მასალებიდან სილიციუმის ალდგენისას SiO₂-დან დნობის პროცესში. სილიციუმის კრისტალების ამოწვევისას მინარევები გადაწველებიან კრისტალსა და ნაღობს შორის გარკვეული თანაფარდობით და ეს პროცესი ხასიათდება მინარევის განაწილების კოეფიციენტით მყარ და თხევად ფაზებს შორის. განაწილების კოეფიციენტი წარმოადგენს მყარ ფაზაში გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციის ($C_{მყ}$) შეფარდებას მის კონცენტრაციასთან თხევად ფაზაში(ნაღობში) ($C_{თხ}$):

$$k = C_{მყ}/C_{თხ} \quad (1)$$

იმის და მიხედვით თუ რა ძირითადი კომპონენტი – მინარევის სისტემა გვაქვს k განაწილების კოეფიციენტი მეტია ან ნაკლებია ერთზე. განაწილების კოეფიციენტი შეიძლება იცვლებოდეს 10⁻⁵-10 ფართო ფარგლებში. განაწილების კოეფიციენტი დამოკიდებულია მთელი რიგი ფაქტორებზე – ძირითადი კომპონენტი – მინარევის ფაზურ დიაგრამაზე, კრისტალიზაციის პირობებზე, კრისტალიზაციის ფრონტის გადაადგილების სიჩქარეზე, თხევადი ფაზის (ნაღობის) არევის ინტენსიურობაზე და დიდ როლს თამაშობს კრისტალიზაციური გაწმენდის მეთოდებში. განასხვავებენ წონასწორულ (k_0) და ეფექტურ (k) განაწილების კოეფიციენტებს. წონასწორულ განაწილების კოეფიციენტით ახასიათებენ ნარევის კომპონენტების განცალკავების ეფექტს კრისტალსა და ნაღობს შორის წონასწორობის ყოველ მომენტში.

ტრადიციული მინარევების მიკრიდიაგრამებს მეტალურგიულ სილიციუმში ძირითადად აქვთ ერთნაირი დამახასიათებელი სახე, ძირითადად ევტექტიკური ტიპისაა და შეიძლება გამოვხატოთ ზოგადად შემდეგი სახით (სურ.1).



სურ.1. სილიციუმ-ძირითადი მინარევების (Fe, Al, P, Ca, Cu, Mg, Mn, Ni, Ti) სისტემის ფაზური დიაგრამების განზოგადოებული სახე.

ჩვეულებრივ უმრავლესი ნივთიერება გახურებისას დნება, ე.ი გადადის მყარ მდგომარეობიდან თხევადში. ზოგიერთი მასალა მათ შორის სილიციუმი, ამჟღავნებს რეტროგრადული დნობის თვისებას. ეს ხდება როცა სილიციუმი შეიცავს მასში გახსნილ გარკვეული მინარევების მაღალ კონცენტრაციას. რეტროგრადული (*retrogradus* – ლათინურად “ქვემოთ მიმავალი”) ეწოდება სოლიდუს, რომელიც მოტრიალდება კომპონენტის ორდინატასკენ ტემპერატურის დაწვევისას. რეტროგრადული დნობის დროს წარმოიქმნება თხევადი ფაზა, რომელიც მკვეთრად განსხვავდება თავისი ქიმიური შემადგენლობით საწყისი მყარი ხსნარისაგან. რეტროგრადული დნობის დროს მყარი ხსნარიდან გამოიყოფა ადვილად დნობადი ნივთიერებები.

ამრიგად უმრავლესი მინარევების ხსნადობა სილიციუმში არ არის დიდი, აქვს განსაკუთრებული ტემპერატურული დამოკიდებულება - შებრუნებული ხსნადობა (*retrograde*) და აქვს მაქსიმუმი დნობის ტემპერატურის დაბალ ტემპერატურებზე (სურ. 1). ამასთანავე მინარევის ხსნადობა მყარ და თხევად ფაზებში სხვადასხვაა. როგორც წესი მინარევების ხსნადობა იზრდება მყარი ფაზიდან თხევად ფაზაში

გადასვლისას. სილიციუმში მინარევის მაქსიმალური შესაძლო ხსნადობა არ აღემატება $2 \cdot 10^{21}$ ატ/სმ³ (3ატ%) [4-6]. ამიტომ შესაძლებელია მინარევი-სილიციუმის სისტემის მიმსგავსება ძლიერ განზავებულ მყარ ხსნართან.

ექსპერიმენტალურ მეტალურგიულ სილიციუმში შემაგალი მინარევის წონასწორული განაწილების კოეფიციენტები მოყვანილია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1. მეტალურგიულ სილიციუმში შემაგალი მინარევის წონასწორული განაწილების კოეფიციენტები

ინარევი	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Ti	Cu	C	O ₂
სეგრეგაციის კოეფიციენტი	$2 \cdot 10^{-3}$	$3.2 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-1}$	1.25-1.40

სილიციუმში უმრავლესი მინარევის (Fe, Al, P, Ca, Cu, Mg, Mn, Ni, Ti) განაწილების კოეფიციენტები თერმოდინამიკურ წონასწორობისას $k_0 \ll 1$, ესე იგი მათ "ურჩევნიათ" დარჩენ სითხეში. ეს ნიშნავს, რომ მათი ხსნადობა ბევრად მეტია თხევად ვიდრე მყარ სილიციუმში. მინარევის წონასწორული განაწილების კოეფიციენტი სილიციუმის დნობის ტემპერატურაზე ახასიათებს მაქსიმალური ხსნადობის ცვლილების ტენდენციას მყარ ფაზაში: რაც უფრო ნაკლებია განაწილების კოეფიციენტი მით ნაკლებია მაქსიმალური ხსნადობა.

თუ მინარევის მასის გადატანა ფენაში (ნაღობის სისქე კრისტალიზაციის ფრონტთან) დიფუზიური ხასიათისაა მაშინ წონასწორული (k_0) და ეფექტური (k) განაწილების კოეფიციენტები დაკავშირებულია შემდეგნაირად.

$$k = \frac{k_0}{k_0 + (1 - k_0)e^{-v\delta/D}} \quad (2)$$

ასეთი განტოლებით დაკავშირებულია ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი კრისტალის ზრდის პირობებთან. ამ განტოლებაში $\Delta = v\delta/D$ -უგანზომილო სიდიდეა და ეწოდება კრისტალიზაციის დაყვანილი სიჩქარე, v —კრისტალიზაციის სიჩქარეა, D -ნაღობში მინარევის კონცენტრაციაა, δ - დამოკიდებულია კრისტალის ბრუნვების რიცხვზე [7]. განაწილების წონასწორული კოეფიციენტი დამოკიდებულია მხოლოდ კომპონენტების ბუნებაზე. ე.წ. დიფუზიური ფენის სისქე δ იცვლება 0.1 – 0.001სმ ფარგლებში. (2) ფორმულიდან ჩანს, რომ კრისტალიზაციის დაყვანილი სიჩქარის ზრდა გადაადგილებს ეფექტურ განაწილების კოეფიციენტს ერთისაკენ მიუხედავად იმისა თუ როგორია წონასწორული განაწილების კოეფიციენტი და პირიქით კრისტალიზაციის დაყვანილი სიჩქარის შემცირება k -ს აახლოებს k_0 -თან. აქედან გაწმენდის პროცესის ეფექტურობის გაზრდისათვის აუცილებელია ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი მაქსიმალურად მიუახლოვოთ წონასწორულს. ეს შეიძლება მივალწიოთ კრისტალიზაციის დაყვანილი სიჩქარის შემცირებით. იგივე ეფექტს შეიძლება მივალწიოთ თუ გაწმენდას ჩავატარებთ კრისტალიზაციით თხევადი ფაზის ინტენსიური არევის პირობებში. ამ შემთხვევაში მინარევის მოცილება კრისტალიზაციის ფრონტიდან (შემთხვევა $k_0 < 1$) ხორციელდება არა დიფუზიის ხარჯზე თხევად ფაზაში, არამედ კონვექციის ხარჯზე. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს მინარევის შემცველობას კრისტალიზაციის ფრონტზე შედარებით იმ შემცველობასთან, რომელიც მიიღება არევის გარეშე და ამცირებს ეფექტურ განაწილების კოეფიციენტს, აახლოებს რა მას წონასწორულ განაწილების კოეფიციენტთან. როგორც ფორმულა (2)-დან ჩანს k პირველ მიახლოებაში დამოკიდებულია პროცესის ჩატარების პირობებზე: არის კრისტალის ზრდის სიჩქარის და ბრუნვის რიცხვის (ნაღობის არევის პირობები) ფუნქცია. ამრიგად ზემოთქმულიდან ჩანს, თუ რა დიდ როლს თამაშობს ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი ნახევარგამტარის გაწმენდის პროცესში. ამიტომ ჩვენი ექსპერიმენტული ნიმუშებისათვის სილიციუმში მინარევის შემადგენლობის საფუძველზე გამოთვლილი იყო ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი.

ექსპერიმენტული Si-ის ნიმუშებისათვის გამოთვლებმა აჩვენა, რომ სილიციუმის ძირითადი მინარევის ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი აქმაყოფილებს $k_0 \leq k \leq 1$ უტოლობას და იზრდება ამოწვევის სიჩქარის ზრდასთან და უახლოვდება 1-ს. ეს შედეგი თანხმობაშია ბარტონ-პრიმა სლიხტერის თეორიასთან [7]. ჩვენს შემთხვევაში სეგრეგაციას აქვს დიდი ეფექტი და ის ძლიერ მგრძობიარეა ამოწვევის სიჩქარისადმი.

მინარევის განაწილება სხმულის გასწვრივ კრისტალის მიმართული გამყარებისას.

კრისტალის ამოწვევისას ნაღობიდან ნახევარგამტარის სხმულის გასწვრივ მინარევის განაწილების მათემატიკური აღწერისათვის დაშვებები პირველად მკაფიოდ ჩამოყალიბებული იყო პფანის მიერ [7]. ესენი არიან:

1. მყარ ფაზაში დიფუზიური პროცესები შეიძლება უგულვებელყოფილიყოს.
2. კომპონენტების გადანაწილება თხევად ფაზაში ხდება მაშინვე ე.ი ხდება თხევადი ფაზის სრული შერევა.
3. განაწილების ეფექტური კოეფიციენტი k მუდმივი სიდიდეა. ეს დასაშვებია მინარევის მცირე კონცენტრაციისას.
4. მასალის მოცულობები არ იცვლება გაღობისას და გამყარებისას.
5. არ ხდება გაცვლა თხევად ფაზებსა და აირად ფაზებს შორის.

კრისტალის ამოწვევისას ნაღობიდან მინარევის განაწილება სხმულის სიგრძის გასწვრივ აიწერება შემდეგი ფორმულით[7]:

$$C_{my} = kC_0(1 - g)^{k-1} \dots\dots\dots (3),$$

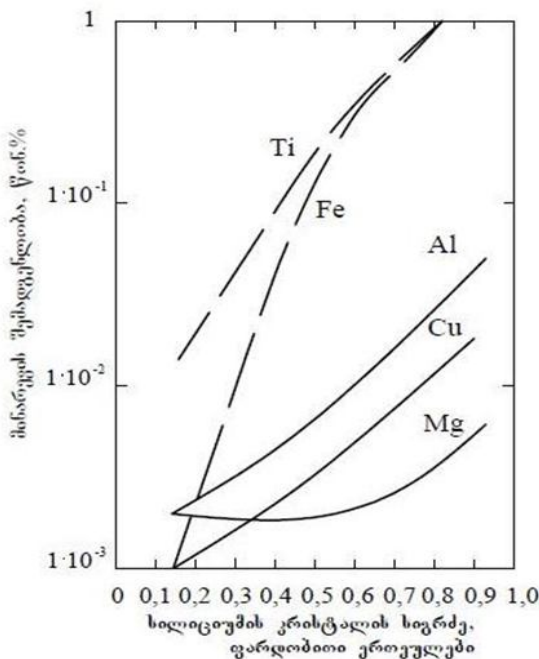
სადაც, $g = V_{მყ}/V_0$, g არის საწყისი მოცულობის დაკრისტალებული ნაწილი, $V_{მყ}$ – დაკრისტალებული ფაზის მოცულობა, V_0 – თხევადი ფაზის საწყისი მოცულობა.

როცა $g=0$ მინარევის კონცენტრაცია ნაღობში C ტოლია მისი საწყისი მნიშვნელობისა ნაღობში C_0 .

ეს არის გალივერის განტოლება. როცა $k \ll 1$ ფორმულა (3) შეიძლება გადავწეროთ ასე:

$$C_{my}(X) \cong \frac{kC_0}{1-g} \dots\dots (4)$$

სადაც $k \cdot C_0$ — მუდმივი სიდიდეა. ფორმულა(4) გვიჩვენებს, რომ $C_{მყ}(X)$ უკუპროპორციულია ნაღობის დარჩენილი ნაწილისა. სილიციუმის მყარ ფაზაში მინარევის კონცენტრაციის დამოკიდებულება გამყარებული ნაწილისაგან ფარდობით ერთეულებში ნაჩვენებია სურ.2.



სურ.2. ამოზრდილ სილიციუმში მინარევის განაწილება სხმულის გასწვრივ.

დასკვნა

ექსპერიმენტული ნიმუშებისათვის სილიციუმში დადგენილი მინარევის შემადგენლობის საფუძველზე გამოთვლილი იქნა ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი. აღმოჩნდა, რომ სილიციუმის ძირითადი მინარევის ეფექტური განაწილების კოეფიციენტი აკმაყოფილებს $k_0 \leq k \leq 1$ უტოლობას და იზრდება ამოწვევის სიჩქარის ზრდასთან და უახლოვდება 1-ს დიდი სიჩქარეებისათვის.

მაღლობას ვუხდი თემის ხელმძღვანელს ბატონ ნოდარ კეკელიძეს რჩევებისთვის და დახმარებისთვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. K.Kobakhidze at alias, Proc.of Renewable EnergyWorld Congress, Scotland-Glasgow, 2008.
2. W.Koch, A.L.Endros, D.Franke, C.Haßler, J.P.Kalejs and H.J.Moller. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. Edited by A. Luque and S. Hegedus. John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-471-49196-9,2003.
3. ლ.გაბრიჭიძე, ე.ხუციშვილი, ნ.ქობულაშვილი, ნ.ხუციშვილი, თ.გიგიტაშვილი, რ.ხარატი, გ.ურუშაძე, ი.კუპრეიშვილი, ნ.კეკელიძე. მაცნე, ქიმიის სერია, 40, №1, 96-101, 2014.
4. С.С.Горелик, М.Я.Дашевский Материаловедение полупроводников и диэлектриков: Учебник для вузов. – М.: МИСИС, 2003. – 480 с.
5. В.С.Земсков.Физико-химические основы легирования полупроводников.изд.Наука, Москва,1967,365 с.
6. F.A.Trumbore. *Bell Syst Tech J* ,v.39p.205-33,1960.
7. J.A. Burton, R.C. Primm, W.P.Slichter. *J. Chem.Phys.*,1953,21,1987

DETRIMENTAL IMPURITIES EFFECTIVE DISTRIBUTION COEFFICIENT IN Si AT PULLING FROM MG-Si MELT

Nunu Khutsishvili
Georgian Technical University
nunuki55@mail ru

SUMMARY

Effective distribution coefficient of detrimental impurities in Si at the crystal pulling from MG-Si has been studied in the presented paper. The content of contaminating impurities in Si before and after the directional crystallization have been established by X-ray diffraction method, micro X-ray spectral analysis and emissive spectral analysis. Electrical properties and microstructure analysis of Si experimental samples have been implemented too. *n*-MG-Si goes into *p*-type Si.

ЭФФЕКТИВНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В КРЕМНИИ ПРИ ВЫТЯГИВАНИЯ ИЗ РАСПЛАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Н.Т.Хуцишвили
Грузинский Технический Университет
Nunuki55@mail ru

РЕЗЮМЕ

В представленной работе изучен эффективный коэффициент распределения вредных примесей в кремнии при его вытягивании из расплава MG-Si. На основании данных по составу примесей был вычислен эффективный коэффициент распределения неконтролируемых примесей в вытянутом кремнии. Свойства экспериментального кремния были изучены методами рентгенодифракционного, микрорентгеноспектрального, эмиссионного спектрального и микроструктурного анализа, а также измерениями электрических свойств. *n*-MG-Si после вытягивания переходит в *p*-тип.

ქიმიური ტექნოლოგია

**მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწვევის მეთოდით
რაფინირებული სილიციუმის თვისებების ბამოკვლევა**

ლევონტი გაბრიჭიძე, ელზა ხუციშვილი, ნანა ქობულაშვილი, ნუნუ ხუციშვილი*, ნელი
გონჯილაშვილი, გულნარა ურუშაძე, იაგო კუპრეიშვილი, ნოდარ კეკელიძე

ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
elzakhutsishvili@yahoo.com*

გამოკვლეულია 98%-იანი მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან მიღებული სილიციუმის კრისტალების თვისებები. ჩატარდა რენტგენო- და ემისიურსპექტრული ანალიზები. ელექტრული თვისებები შესწავლილი იქნა ჰოლის ეფექტის და წინაღობის გაზომვებით. მიკროსტრუქტურის შესწავლის მიზნით განხორციელდა კრისტალის ქიმიური მოწამვლა 30%KOH-ის ხსნარში. დადგენილია სილიციუმის კრისტალების თვისებების ცვლილება სილიციუმის ამოწვევის სინქარისგან დამოკიდებულებით.

”მზიური” სილიციუმის მიღების თანამედროვე მეთოდების დამუშავება ტარდება ისეთი მიმართულებით, როგორცაა ტრადიციული მეთოდების სრულყოფა, სილიციუმის პირდაპირი მიღება გამწმენდი აირადი ფაზის ავლით და იაფი მეტალურგიული სილიციუმის რაფინირება. დიდი ძალისხმევა იყო ფოკუსირებული სილიციუმის ტექნოლოგიის გასაუმჯობესებლად[1-7]. მაგრამ წარმატება მიღწეული იქნა მხოლოდ ნაწილობრივ. კრისტალიზაციის მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ნახევარგამტარული მასალების გასაწმენდად. როგორც წესი ეს მეთოდი გამოიყენება ნივთიერების გაწმენდის ბოლო საფეხურზე. წინამდებარე სამუშაოს ძირითადი მიზანია მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწვევით მიღებული სილიციუმის კრისტალის თვისებების შესწავლა.

ექსპერიმენტული ნაწილი

სილიციუმის მისაღებად SiO₂-ს ქვიშას აღადგენენ ქოქსით რკალურ ღუმელში დაახლოებით 1800°C-ის ტემპერატურაზე. ღუმელში მიმდინარე რამოდენიმე შუელებური რეაქციის შედეგად მიიღება მეტალურგიული სილიციუმი. მეტალურგიული სილიციუმის დამუშავების პროცესის თანხლები მინარევები დამოკიდებულები არიან საწყისი მასალის ხარისხზე. მაგალითად, 1კგ სილიციუმის მისაღებად იხარჯება ~2.5კგ კვარციტი, ~1.2კგ ნახშირი, ~0.14კგ ნავთობის კოქსი, ~0.2კგ ქვანახშირის აირის კონცენტრატი [8]. ჩვენს მიერ გამოყენებული ტექნიკური სილიციუმის სისუფთავე არის 98% ფარგლებში. აღდგენილი კვარცის ქვიშიდან კარბოთერმული მეთოდით ტექნიკური სილიციუმი წარმოადგენს პოლიკრისტალური სტრუქტურის სილიციუმის ბლოკებს, სადაც ძირითადი მინარევია ნახშირბადი. მეტალურგიულ სილიციუმში კაზმიდან გადადიან დანარჩენი მინარევები: Fe, Al, Au, B, P, Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, Ni, Ti, V (ჯამში 2წონ %). მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწვევით სილიციუმის კრისტალის მიღების ტექნოლოგია აღწერილია წინა სამუშაოში[9]. სილიციუმის თვისებების შესასწავლად გამოყენებული იყო: რენტგენო და ემისიურ-სპექტრული ანალიზები გამოსხივების რკალური აგზებით, ელექტრული თვისებების გაზომვები და მიკროსტრუქტურული ანალიზი. ელექტრული თვისებების მონაცემები მიღებული იქნა ჰოლის ეფექტის და ელექტროწინაღობის გაზომვებიდან კომპენსაციის მეთოდით. ექსპერიმენტალური ნიმუშებისათვის დამახასიათებელი მიკროსტრუქტურა შესწავლელ იქნა მიკროსკოპ МИМ-7- და Neophont-ზე. მიკროსტრუქტურის გამოსავლენად გამოყენებული იქნა ქიმიური მოწამვლა დაფუნებული სტრუქტურული შემადგენლების და კრისტალის ნაწილების სხვადასხვა ქიმიურ აქტივობაზე. კერძოდ, ნიმუშების მოწამვლა ტუტთან 30%KOH-ის ხსნარში 50-100°C-ზე, 1-5 წუთამდე სწრაფად ავლენს სტრუქტურის დეტალებს.

მიღებული შედეგები და განხილვა

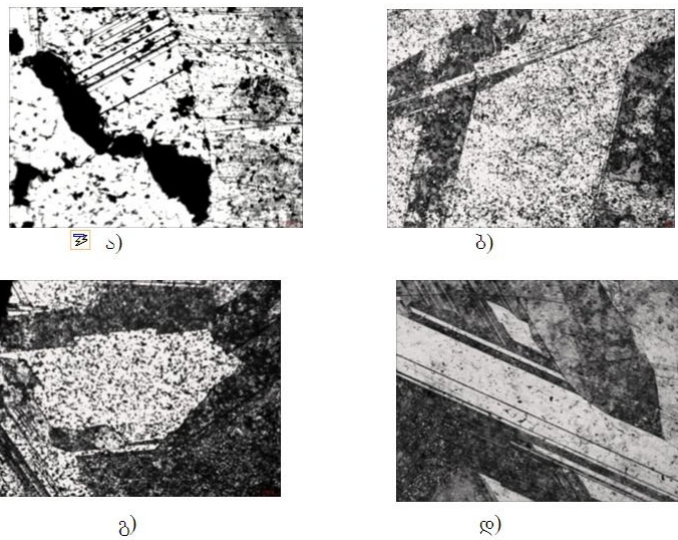
ელექტრული თვისებები. მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწვევით მიღებული სილიციუმის ელექტრული თვისებები და გაწმენდის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. სილიციუმის ექსპერიმენტული ნიმუშების ელექტრული თვისებები

ნიმუშები	Si, წონ%	დენის მატარებელთა კონცენტრაცია, p , n , $см^{-3}$	კუთრი ელექტრული წინაღობა, ρ , $ом см$	დენის მატარებელთა ძვრადობა, μ , $см^2/ვ\cdotწ$	გამტარობის ტიპი	Si-ის ამოწვევის სიჩქარე, მმ/წუთ
MG-Si	98.30	$1.2 \cdot 10^{18}$	0.22	25	n	-
1	99.930	$8 \cdot 10^{16}$	53	417	p	0,15
2	99.992	$4.5 \cdot 10^{17}$	35	480	p	0,25
3	99,800	$1.3 \cdot 10^{16}$	50	240	p	0,25
4	99.980	$2 \cdot 10^{16}$	39	510	p	0.3
5	99,950	$5 \cdot 10^{16}$	1	133	p	0,35

მიკროსტრუქტურულ და ემისიურ-სპექტრული ანალიზებთან სრულ შესაბამისაშია ელექტრული თვისებების გაზომვების შედეგები.

მიკროსტრუქტურა სურ.1-ზე მოყვანილია ნაღობიდან ამოწვევის მეთოდით მიმართული გამყარებით მიღებული ექსპერიმენტული ნიმუშების გაწმენდილი Si-ის მიკროსტრუქტურა კრისტალის ამოწვევის სხვადასხვა სიჩქარის დროს. თუ საწყისი ტექნიკურ სილიციუმის მიკროსტრუქტურაში დაიკვირვება კონტროლდაუქვემდებარე მინარევების ფუძეზე ფაზების ჩანართების კვალი, გაწმენდის პროცესში ფაზის ჩანართები თითქმის ქრება მთელ მოცულობაში.



სურ.1 სხვადასხვა სისუფთავის სილიციუმის ექსპერიმენტული ნიმუშების მიკროსტრუქტურა. ა) MG-Si, x100; ამოწვევის სიჩქარე, მმ/წთ: ბ) 0.15, x50; გ) 0.25, x50; დ) 0.3, x100.

როგორც სურ.1-დან ჩანს ამოწვევის სიჩქარის გაზრდით მიკროსტრუქტურა ხდება ნაკლებ დეფექტიანი და უფრო მსხვილმარცლოვანი. 0.15 მმ/წთ სიჩქარით ამოწვეულ სილიციუმში ჯერ კიდევ დაიკვირვება მეორე ფაზის ჩანართები. სილიციუმის ამოწვევის სიჩქარის გაზრდით მეორე ფაზის ჩანართები მცირდება და 0.30 მმ/წთ-ით ამოწვეულ კრისტალებში მეორე ფაზის ჩანართები ქრება. ეს დაკავშირებულია სილიციუმის გაწმენდის ხარისხის გაუმჯობესობასთან.

ცხრ.1 გვიჩვენებს, რომ სილიციუმი გაიწმინდა უმრავლესი მინარევისაგან ეფექტურად 1.5-3 რიგით. მინარევის ჯაჭური შემცველობა შეადგენს 10^{-2} წონ%.

დასკვნა

ამრიგად მეტალურგიული სილიციუმის ნაღობიდან ამოწვეული რაფინირებული სილიციუმის თვისებების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ამოწვევის სიჩქარის გაზრდით კრისტალის მიკროსტრუქტურა

ხდება ნაკლებად დეფექტური და რომ უმრავლესი მინარევებიდან გაწმენდა ყველაზე კარგად და ეფექტურად ხორციელდება 0,3 მმ/წთ სიჩქარით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. S. Hudelson , B. K. Newman , S. Bernardis , D. P. Fenning , M. I. Bertoni , M. A. Marcus , S. C. Fakra, B.Lai T. Buonassisi. *Adv. Mater.*, v.22, p.3948–3953, 2010.
2. K. Tang , G. M. Tranell , E. J. Øvrelid , M. Tangstad , in *Crystal Growth of Silicon for Solar Cells* (Eds: K. Nakajima , N. Usami), Springer , Berlin, 2010.
3. D. P. Fenning, J. Hofstetter, M. I. Bertoni, S. Hudelson, M. Rinio et al. *Appl. Phys. Lett.* 98, 162103, 2011; doi: 10.1063/1.3575583.
4. Fritz Kirscht, Matthias Heuer, Martin Kaes, Til Bartel, Terry Jester, Clemens Hofbauer, Alain Turenne. Metallurgically refined silicon for photovoltaics. Third International Symposium NES-2013, August 6-8, 2013, Almaty . Kazakhstan.
5. Jing-wei Li, Zhan-cheng Guo, Hui-qing Tang, Jun-cheng Li, *High Temperature Materials and Processes*. v. 0, Issue 0, p. 1–8, ISSN (Online) 2191-0324, ISSN (Print) 0334-6455, DOI: [10.1515/htmp-2012-0157](https://doi.org/10.1515/htmp-2012-0157), April 2013
6. H. Kazuhiro, Y Kenkichi, S. Yasuhiko, K. Yoshihide, A. Matao. Pat-ent of Japan. № 08-288219. Publ. 26.05.1998.
7. J.C.S. Pires, et al. *Solar Energy Materials & Solar Cells* 79 ,p. 347–355. 2003.
8. Э.С.Фалькевич, Э.О.Пульнер, И.Ф.Червоный. Технология полупроводникового кремния. М.: Металлургия, 1992,408с.
9. ლ.გაბრიჭიძე, ე.ხუციშვილი, ნანა კობულაშვილი, ნუნუ ხუციშვილი, თემური გვიგიაშვილი, რამაზ ხარატი, გულნარა ურუშაძე, იაგო კუპრეიშვილი, ნოდარ კეკელიძე. მაცნე, ქიმიის სერია, 40, №1, 96-101, 2014.

RESEARCH OF PROPERTIES OF REFINED SILICON BY THE METHOD OF PULLING FROM METALLURGICAL SILICON MELT

Leonti Gabrichidze, Elza Khutsishvili, Nana Kobulashvili, Nunu Khutsishvili*, Neli Gonjilashvili, Gulnara Urushadze, Iago Kupreishvili , Nodar Kekelidze
Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science
 *Georgian Technical University
 elzakhutsishvili@yahoo.com

SUMMARY

Properties of silicon crystals obtained by pulling from melt of 98% metallurgical silicon have been studied. X-ray spectral microanalyzer, emissive spectral analysis, electric properties measurements, and microstructura investigations have been applied. The dependence of investigated properties on the velocity of crystal pulling has been established.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КРЕМНИЯ, РАФИНИРОВАННОГО ВЫТЯГИВАНИЕМ ИЗ РАСПЛАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Л.Л.Габричидзе, Э.В.Хуцишвили, Н.В.Кобулашвили, Н.Т.Хуцишвили*, Н.Д.Гонджилашвили, Г.Г.Урушадзе, И.Л.Купреишвили, Н.П.Кекелидзе
Институт металлургии и материаловедения им. Фердинанда Тавадзе
 *Грузинский технический университет
 elzakhutsishvili@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Исследованы свойства кристаллов кремния, полученного методом вытягивания из расплава 98%-ного металлургического кремния. Проведены рентгеноспектральный, эмиссионный спектральный и микроструктурный анализы. Электрические свойства изучены измерениями эффекта Холла и сопротивления. Установлено изменение свойств кристаллов кремния в зависимости от скорости вытягивания.

შენადუნაკერიანი საჯავშნი ფოლადის კონსტრუქციის კოროზიული მედეგობა ბათუმის ნოტიო სუბტროპიკულ ატმოსფეროში

დალი რამაზაშვილი, ლია ახვლედიანი, რუსუდან ბაგრატიონი, გურამ დადიანიძე, ნოდარ ლუარსაბიშვილი, მანანა მიქაბერიძე, ვაჟა ცინცაძე

ვერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

შესწავლილია შენადუნაკერიანი 30XHMA ტიპის საჯავშნი ფოლადის კონსტრუქციის კოროზიული მედეგობა და დაზიანების მიზეზები ბათუმის ნოტიო სუბტროპიკულ ატმოსფეროში. დადგენილია, რომ ხელით ელექტროკალური შედეგებისთვის გამოყენებული იყო მაღალლევირებული ფოლადების შესაღებელი X18H9 ტიპის ელექტროდი და დარღვეული იყო შედეგების ტექნოლოგია. შედეგად ძირითადი ფოლადი, თერმული გაკლენის ზონა, ნაკერი და დანადგარი ლითონი მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ქიმიური შედეგებით, სტრუქტურით და მექანიკური თვისებებით. მათ შორის ელექტროდული პოტენციალების სხვაობა ზღვის წყლის თხელ შრეებში იწვევდა გალვანური პროცესების გააქტიურებას და კონსტრუქციის რღვევას შედეგების ხაზის გასწვრივ. ამასთან დარღვეული იყო შედეგების რეჟიმი, რამაც გამოიწვია მიკრო-და მაკროზარების წარმოქმნა და ღრეჩოვანი კოროზიის განვითარება. დადგენილია, რომ 30XHMA ფოლადის შენადუნაკერიანი კონსტრუქციის კოროზიული მედეგობის გასაზრდელად მიზანშეწონილია НИАТ-3М მარკის სტანდარტული ელექტროდის გამოყენება შედეგების შესაბამისი ტექნოლოგიის დაცვით.

სამუშაოს მიზანი იყო ბათუმის ნოტიო სუბტროპიკულ ატმოსფეროში ექსპლუატირებული ფოლადის ფურცლებისგან ხელით ელექტროკალური შედეგების მეთოდით დამზადებული კონსტრუქციის კოროზიული მედეგობის და დაზიანების მიზეზების დადგენა. საკვლევად გამოყენებული იყო 0,1 მ² ფართის ტექნოლოგიური მოწმე ნიმუშები შუაზე ნაკერით. ფურცლის სისქე შეადგენდა 0,5 მმ-ს. ფოლადი განეკუთვნება საშუალო ნახშირბადიან (0,317%) ქრომით (1,8%), ნიკელით (0,666%) და მოლიბდენით (0,473%) ეკონომიურადლევირებულ და ბორით, ვანადიუმით და ტიტანით მიკროლევირებულ 30XHMA ტიპის მაღალმტკიცე ფოლადების კლასს.

რენტგენოსპექტრალური მიკროანალიზით ფოლადის ზედაპირზე ელემენტების განაწილების შესწავლით დადგინდა, რომ ფუძე ლითონის შედეგების ხაზიდან 150 მკმ სივანის ზონაში ქრომის და ნიკელის შემცველობა შესაბამისად ტოლია 1,5 და 0,45 %-ის, რაც თითქმის იდენტურია ფუძე ლითონში ქიმიური ანალიზით დადგენილი შემცველობისა. სხვაობა გამოწვეულია შედეგების პროცესში განვითარებული თერმული პროცესებით. გარდამავალ ზონაში დაფიქსირდა მნიშვნელოვნად მეტი და სხვადასხვა წერტილში განსხვავებული რაოდენობის ელემენტები: ქრომის მინიმალური რაოდენობა – 11,4%, ხოლო ნიკელის – 2,6%. დანადგარ ნაკერში ზოგ უბანზე მათი შემცველობა აღწევდა 16,3 და 8,92%-ს შესაბამისად.

ძირითადი ლითონის სისაღე შეადგენს 51 HRC –ს. თერმული გაკლენის ზონის სისაღე 45,5 HRC-დან ეცემა 36,5 HRC-მდე; გარდამავალი ზონის სისაღეა 53,5 - 54 HRC, ხოლო გარდამავალ ზონასა და ნაკერს შორის საზღვარზე მერყეობს 29,5 – 37,5 HRC –ს ფარგლებში. დანადგარი ნაკერის სისაღე 22 – 24 HRC – ს ზღვრებშია.

ფუძე ლითონის მიკროსტრუქტურა ძირითადად მარტენსიტულია მცირე რაოდენობის ბენიტით, ხოლო ნაკერის მიკროსტრუქტურა წარმოადგენს თხევადი ლითონის სწრაფი კრისტალიზაციის შედეგს, რის გამოც აკლენს დაბალ სისაღეს. ამასთან ნაკერში შეინიშნება შავი ფერის წილის ჩანართები. შედეგების ზონის მიკროსტრუქტურა ფერიტო-პერლიტურია ფერიტის ვიდმანშტეტური მორფოლოგიით, რის გამოც ხასიათდება დაბალი სისაღით. ძირითადი ფოლადის მხარეს მიკროსტრუქტურა თანდათან გადადის ბენიტურ და მარტენსიტულ სტრუქტურაში. შედეგების ზონაში, ე.წ. გარდამავალ შრეში, ძირითად ლითონთან შედარებით უფრო მაღალი სისაღე იმის მაჩვენებელია, რომ ამ ზონაში მიღებულია ფუძე ფოლადზე უფრო მაღალლევირებული შენადნობი. სავარაუდოდ კონსტრუქციის დაზიანებისთვის ყველაზე სახიფათო იქნება შედეგების ზონა.

დანადგარის დაზიანების მიზეზების დასაზუსტებლად შესწავლილი იქნა ელექტროდული პოტენციალები შენადუნაკერიანი ნიმუშების სხვადასხვა უბნებზე. კვლევა ხორციელდებოდა ბათუმის აკვატორიდან აღებულ ბუნებრივ ზღვის წყალში ჩაძირვისას, მის თხელ შრეებში და ელექტროლიტური

გასაღების წვერის შეხების წერტილში. შედარების ელექტროდად გამოიყენებოდა ქლორვერცხლის ელექტროდი. შემდგომში პოტენციალები გადაითვლებოდა წყალბადის სტანდარტული ელექტროდის მიმართ.

ნიმუშების ნაწილი გამოიცადა ბათუმში ღია ატმოსფერულ სტენდზე და ზღვის წყალში მუდმივი ჩაძირვის პირობებში. კოროზიის სიჩქარე შეფასდა მასის დანაკარგით დროში ფართის ერთეულიდან.

ფოლადის ზედაპირი ექსპლოატაციაში გაშვებამდე დაფარული იყო რუხი ფერის მქრქალი ხენჯით. ზღვის წყალში პოტენციალი დროში იცვლებოდა $-0,06$ ვოლტიდან(ვ)-დან $-0,40$ ვ-მდე, ხოლო მის თხელ შრეში – $-0,02$ ვ-დან $-0,38$ ვ-მდე. მქრქალი ფურჩის ზუმფარის ქაღალდით მოხსნის შემდეგ რჩება რუხი ფერის კრიალა ფურჩი, რომლის პოტენციალი წყლის თხელ შრეში იცვლება $-0,12$ ვ-დან $-0,46$ ვ-მდე, ხოლო წერტილში – $-0,10$ ვ-დან $-0,36$ ვ-მდე.

შემდგომი ექსპერიმენტები ჩატარდა ჩარხზე მაღალი კლასით დამუშავებული ნიმუშების ზედაპირებზე. წყალში დაფიქსირდა გაზომვის შედეგების კარგი თანხვედრა. ნაკერიდან მოშორებით ფოლადის საწყისი პოტენციალი ტოლი იყო $-0,15$ ვ-ის, ხოლო სტაციონალური აღწევდა $-0,52$ ვ-ს, ანუ იყო უფრო უარყოფითი, ვიდრე ხენჯიანი ზედაპირის. ჟანგეულების ფურჩის წარმოქმნა იწყებოდა ნიმუშის ზედაპირზე დამაგრებული ტეფლონის წრიული უჯრედის ცენტრში და კონცენტრიულად ვრცელდებოდა მთელ ზედაპირზე. გაწმენდის შემდეგ ნიმუშის ცენტრში დაფიქსირდა ლითონური კრიალი, ხოლო პერიფერიაზე ფოლადის ზედაპირი იყო გამუქებული. დადგინდა, რომ ნიმუშის ცენტრში ფურჩი შედგება Fe_3O_4 -სგან, ხოლო პერიფერიაზე – FeO -სგან, რაც განპირობებულია უჯრედის სპეციფიკით – ცენტრში ჟანგბადის გაადვილებული მიწოდებით და უპირატესად მაღალი დაცვითი თვისებების მქონე სამკვლევარ რკინის ჟანგეულების, ხოლო პერიფერიაზე ჟანგბადის შეზღუდული მიწოდების გამო დაბალი დაცვითი უნარის ორგანული რკინის ჟანგეულების ფორმირებით.

ზღვის წყლის თხელ შრეში ფოლადის საწყისი პოტენციალი ტოლი იყო $-0,14$ ვ-ის, ხოლო სტაციონალური მერყეობდა $-0,42$ – $-0,43$ ვ-ის ზღვრებში ელექტროლიტის ფურჩის სისქისგან დამოკიდებულებით. წერტილოვანი გაზომვისას პოტენციალი დროში იცვლებოდა $-0,07$ ვ-დან $-0,38$ ვ-მდე. ამკარად გამოიკვეთა პოტენციალის გაკეთილშობილების სურათი წყლის სიღრმიდან წერტილამდე: წყალში $-0,52$ ვ, თხელ შრეში $-0,42$ ვ და წერტილში $-0,38$ ვ, რაც ადვილად აიხსნება ფოლადის ზედაპირთან ჟანგბადის მიგრაციის გაადვილებით.

დანადულ ნაკერზე ელექტროდული პოტენციალების განაწილების შესასწავლად გამოყენებული იყო წერტილოვანი მეთოდი. ელექტროლიტური გასაღების გადაადგილება ხორციელდებოდა დანადურის ცენტრიდან შედულების ხაზისკენ. გაზომვის დრო არ აღემატებოდა 5 საათს. პოტენციალების სიდიდეების თანმიმდევრობა იყო შემდეგი (ვ): $+0,02$, $-0,045$, $-0,07$, $-0,105$, $-0,35$. ნაკერის ზოგ წერტილში პირველ წუთებში დაფიქსირდა $+0,21$ – $+0,38$ ვ-ის ფარგლებშიც.

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენდა შეღობის ზონის პოტენციალები, რადგანაც შენადულნაკერიანი ნაკეთობების აგრესიულ გარემოში ხანმდეგობა სწორედ შედულების ხარისხზეა დამოკიდებული. ექსპერიმენტი განმეორდა მრავალჯერ სხვადასხვა ნიმუშებზე და სხვადასხვა წერტილებში. შედეგები იყო მსგავსი და პოტენციალები მერყეობდა $-0,032$ – $+0,02$ ვ-ის ზღვრებში. შედულების ზღვარზე პოტენციალები იყო შედარებით უარყოფითი – $-0,085$ – $-0,35$ ვ-ის ფარგლებში.

პოტენციალების სიდიდის ანალიზით ამკარად იკვეთება სურათი, რომ ზღვის წყალსა და ნოტიო ატმოსფეროში ძირითადად იმუშავებს ორი მაკროწყვილი: “ძირითადი ლითონი – გარდამავალი ზონა” და “გარდამავალი ზონა – დანადური ნაკერი”. პირველ წყვილში რღვევას დაექვემდებარება ძირითადი ლითონი, ხოლო მეორეში – თერმული გავლენის ზონა.

ანოდური და კათოდური პოტენციოკინეტიკური პოლარიზაციული მრუდები გადაღებული იქნა ზღვის წყლის მოცულობაში. სტაციონალური პოტენციალი დაფიქსირდა $-0,52$ ვ-ზე. კათოდური პროცესები მიმდინარეობდა დამუხრუჭების გარეშე. ანოდური პროცესები $-0,35$ – $-0,05$ ვ-ის ზღვრებში მცირე შენელების შემდეგ აჩქარდა. ტაფელის უბნების დახმარებით გათვლილმა კოროზიის სიჩქარემ შეადგინა $0,104$ გ/მ²სთ. დანადურ ნაკერზე გართულდა პოლარიზაციული მრუდების გადაღება ზედაპირის ქიმიური და ფიზიკური არაერთგვაროვნების გამო. სტაციონალური პოტენციალი დაფიქსირდა $-0,20$ ვ-ზე. $+0,05$ ვ-ზე აღინიშნა ანოდური გახსნის სიჩქარის შენელება. ტაფელის მრუდების დახმარებით გათვლილი გახსნის სიჩქარე გაუტოლდა $0,083$ გ/მ²სთ-ს. ზედაპირზე დაფიქსირდა მრავლობითი, ქლორიონების შემცველ ელექტროლიტებში უჟანგავი ფოლადებისთვის დამახასიათებელი პიტინგები, რომელთა ზომები მერყეობდა $0,056$ – $0,267$ მმ-ის ზღვრებში.

ზღვის წყალში ერთვიანი დაყოვნების შემდეგ მასის დანაკარგით გათვლილმა კოროზიის სიჩქარემ შეადგინა 0,0899 გ/მ²სთ. წყლულოვანი კოროზიული პროცესები განვითარდა ძირითად ფოლადზე ნაკერმიმდებარე ზონაში. ექსპოზიციის დროის გაზრდით ოთხ თვემდე საერთო კოროზიის სიჩქარე შემცირდა 0,041 გ/მ²სთ-მდე, მაგრამ წყლულების რაოდენობა და სიღრმე გაიზარდა. ორი მეთოდით გათვლილი სიჩქარეების შედარებით ჩანს, რომ ფოლადების ზღვის წყალში კოროზიამდებლობის შეფასებისთვის დასაშვებია დაჩქარებული ელექტროქიმიური მეთოდის გამოყენება. შედარებით ნაკლებად აგრესიული აღმოჩნდა ბათუმის ნოტიო ატმოსფერო. პირველ თვეში საერთო კოროზიის სიჩქარემ შეადგინა 0,031 გ/მ²სთ, ოთხ თვეში შემცირდა 0,013 გ/მ²სთ-მდე და კლების ტენდენცია გაგრძელდა.

ზოგი საკვლევი ნიშნის დანადგარ ნაკერზე და შეღებვის ზონაში დაფიქსირდა 0,164 – 0,255 მმ სიგანის ბზარები, რომელთა პოტენციალები ელექტროლიტის მოცულობაში აღწევდა -0,412ვ-ს. ყველაზე უარყოფითი პოტენციალები დაფიქსირდა თერმული გავლენის ზონის სიახლოვეს. ბზარების არსებობა განაპირობებს ღრეოვანი კოროზიის განვითარებას, რომლის მიზეზია აგრესიული კომპონენტების გრადიენტი მის შიგნით და გარეთ, რაც იწვევს გალვანური წყვილის წარმოქმნას და ანოდური უბნის (ღრეოს) გახსნის დაჩქარებას. ღრეოში ტენი უფრო ხანგრძლივი დროით შენარჩუნდება და გარდა ამისა, მასში ჟანგბადის შეზღუდული მიწოდების გამო ფორმირდება ძირითადად ორგანული რკინის ჟანგეულები [1].

ყველა მონაცემების შეჯერებით აშკარად იკვეთება სურათი – კონსტრუქციის დამზადებისას გამოყენებული იყო მაღალლევრებული ფოლადებისთვის გამოიზნული X18H9 ტიპის შეღებვის ელექტროდი. დანადგარი ნაკერი ფუძე ლითონთან შედარებით დადებითი პოტენციალის გამო იმუშავებს კათოდად. მცირე ფართის კათოდი და დიდი ფართის ანოდი საერთო კოროზიის თვალსაზრისით არ წარმოადგენს დიდ საფრთხეს, მაგრამ გარდამავალ უბნებზე პოტენციალთა სხვაობის გამო გააქტიურდება გალვანური კოროზია, რაც გამოიწვევს ნაკეთობის რღვევას. სწორედ ასეთი სურათი გამოიკვეთა საკვლევი კონსტრუქციიდან კოროზიის პროდუქტების მოშორების შემდეგ: კოროზიული წყლულები განლაგებული იყო შეღებვის ზონაში ძირითად ლითონზე შეღებვის ხაზის გასწვრივ.

საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბათუმის ნოტიო სუბტროპიკულ ატმოსფეროში ექსპლואტირებული კონსტრუქციის დაზიანება გამოწვეულია შეღებვის ტექნოლოგიის სრული დარღვევით. გამოცდილებაზე დაყრდნობით ჩავთვალეთ, რომ დანადგარის ხანგრძლივი და უსაფრთხო ექსპლואტაციისთვის მიზანშეწონილია ხელით ელექტრორკალური შეღებვისთვის ელექტროდად გამოყენებული იქნას ამ ტიპის ფოლადებისათვის გამოიზნული სტანდარტული ელექტროდი შეღებვის შესაბამისი რეჟიმებით, ან დამზადდეს სპეციალური ელექტროდი, რომელიც ქიმიური შედგენილობით და მექანიკური თვისებებით უფრო ახლოს იქნება კონსტრუქციის ფოლადთან. ასევე აუცილებელია შეღებვის ტექნოლოგიის მკაცრი დაცვა [2, 3].

ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლილი იქნა პოტენციალების განაწილება საკვლევი ფოლადის ზედაპირზე, რომელიც შეღებული იყო სტანდარტული НИАТ-3М მარკის და სპეციალური ელექტროდების დახმარებით. კვლევა წარმოებდა ბუნებრივ ზღვის წყალში. სტანდარტული ელექტროდის გამოყენების შემთხვევაში ნაკერის და თერმული გავლენის ზონის პოტენციალები ტოლი იყო -0,40 ვ-ის და პრაქტიკულად არ განსხვავდებოდა ძირითადი ფოლადის პოტენციალისგან (-0,42ვ). სპეცელექტროდით შეღებული ნაკერის პოტენციალი ტოლი იყო -0,37ვ-ის, ხოლო თერმული გავლენის ზონისა – -0,38ვ-ის. ამდენად მიზანშეწონილია 30ХНМА მარკის ფოლადისაგან დამზადებული შენადუნაკერიანი კონსტრუქციის საიმედო ექსპლואტაციისთვის შეღებვის ელექტროდად გამოყენებული იქნას НИАТ-3М მარკის სტანდარტული ელექტროდი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. И.Л.Розенфельд, И.К.Маршаков. Механизм коррозионных процессов, протекающих в условиях ограниченного доступа электролита. Успехи химии, XXXIII, вып. 7, М., 1964, стр. 500-515.
2. Б.Е.Патон. Технология электрической сварки металлов и сплавов. М., 1974, стр. 461-567.
3. Контроль сварных швов. Методические указания. Киевский политехнический институт. Киев. 1970. стр. 3-16.

CORROSION RESISTANCE OF THE WELDED ARMOUR STEEL CONSTRUCTION IN THE HUMID SUBTROPICAL ATMOSPHERE OF BATUMI

Dali Ramazashvili, Lia Akhvlediani, Rusudan Bagrationi, Guram Dadianidze, Nodar Luarsabishvili, Manana Mikaberidze, Vaja Tsintsadze
Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science

SUMMARY

The reasons of breakdown of engineering design collected by manual arc welding from armour steel of type 30XНМА in the humid subtropical atmosphere of Batumi are investigated. It is established that for welding was used the electrode applicative for high-alloyed steels. As a result of the main metal, a zone of thermal influence, a weld and the weld metal are different on a chemical composition, structure and mechanical properties. Distinction of electrode potentials in sea water and the atmosphere promoted formation of galvanic couples and destruction of the engineering design along a welded joint. Besides the welding condition had been violated contributing to make for micro both macro cracks and the development of crevice corrosion. By laboratory research it is established that for welding of the steel grade 30XНМА it is necessary to use a standard electrode of the type НИАТ-3М.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ БРОНЕВОЙ СТАЛИ ВО ВЛАЖНОЙ СУБТРОПИЧЕСКОЙ АТМОСФЕРЕ Г.БАТУМИ

Д.Р.Рамазашвили, Л.А.Ахвледиани, Р.Ю.Багратиони, Г.Н.Даданидзе, Н.Н.Луарсабишвили,
М.П.Микаберидзе, В.И.Цинцадзе
Институт металлургии и материаловедения им.Ф.Н.Тавадзе

РЕЗЮМЕ

Исследованы причины выхода из строя конструкции, собранной ручной электродуговой сваркой из листов броневой стали типа 30XНМА во влажной субтропической атмосфере г. Батуми. Установлено, что для сварки был использован электрод Х18Н9, предназначенный для высоколегированных сталей. В результате основной металл, зона термического влияния, шов и наплавленный металл отличаются по химическому составу, структуре и механическим свойствам. Различие электродных потенциалов в морской воде и атмосфере способствовало образованию гальванических пар и разрушению конструкции вдоль сварного шва. Кроме того, был нарушен режим сварки, способствовавший образованию микро- и макротрещин и развитию щелевой коррозии. С целью повышения коррозионной стойкости сварной конструкции из броневой стали типа 30XНМА установлено, что для сварки следует использовать стандартный электрод марки НИАТ-3М.



ცნობილ ქართველ მეცნიერსა და პედაგოგს, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სრულ პროფესორს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ვიცე-პრეზიდენტს

არჩილ სარუხანიშვილს

შეუსრულდა დაბადებიდან 80, სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის 55 წელი

ღრმად პატივცემულო ბატონო არჩილ,

თქვენ მიეკუთვნებით მეცნიერთა იმ რიგს, რომელთა განვლილი გზა სამშობლოს საკეთილდღეოდ, მეცნიერებისა და უმაღლესი სკოლის განსავითარებლად უმწიკლო, თავდადებული და პატიოსანი მოღვაწეობის მაგალითია. არაორგანულ, არალითონურ ნაერთთა და მასალათა ფიზიკური ქიმიის სფეროსა და ტექნიკური პროფილის უმაღლესი სკოლის სასწავლო პროცესში თქვენს მიერ შეტანილი წვლილი შესამჩნევ კვალს დატოვებს მრავალკომპონენტური სისტემების შესწავლა-შემეცნებაში, სწავლების სხვადასხვა დონის სტუდენტების თანამედროვე მოთხოვნათა შესაბამისი ცოდნით აღჭურვის საქმეში.

საქმის სიყვარული და პასუხისმგებლობა, ცხოვრებაში კანონმორჩილება, ირგვლივ მყოფი ადამიანებისადმი კეთილგანწყობა, ინტელიგენტურობა - აი ის თვისებები, რომლითაც გამოირჩევა ბატონი არჩილი.

ღვთით მინიჭებული თვისებების გარდა, თქვენი პიროვნების ჩამოყალიბებაში არანაკლები როლი ითამაშა ოჯახმა და იმ გარემომ, რომელშიც ბატონ არჩილს უწევდა და უწევს ურთიერთობა.

მამა - ვლადიმერ სარუხანიშვილი, პროფესიით ინჟინერ-მექანიკოსი იყო, მაგრამ მოღვაწეობის უმეტესი ნაწილი ძალოვან სტრუქტურებში გაატარა. მისგან ისწავლა ბატონმა არჩილმა თავისი მოქმედებისადმი კრიტიკული მიდგომა და ადამიანთა ქცევის ობიექტური განსჯა. დედამ - ქალბატონმა მარგალიტა ბიაძემ, სათნოებითა და კეთილშობილებით გამორჩეულმა ქალბატონმა, უმაღლესი სკოლის არა ერთი ათასეული ქიმიკოსის ღვაწმოსილმა პედაგოგმა, დიდი წვლილი შეიტანა ბატონ არჩილის, როგორც პიროვნების, მეცნიერისა და პედაგოგის ჩამოყალიბების საქმეში.

ბატონმა არჩილმა წარმატებით დაამთავრა თბილისის მე-10 ვაჟთა საშუალო სკოლა და ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტზე (ამჟამად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი). შემდეგ სწავლა ლენსოვეტის სახ. ლენინგრადის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის (ამჟამად სანკტ-პეტერბურგის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი) ასპირანტურაში გააგრძელა.

ბატონ არჩილს, მისი სიტყვებით, სწავლის პროცესში ბედი წყალობდა. მას მოუხდა შესანიშნავ მასწავლებლებთან ურთიერთობა, რომელთა სახელებს დღესაც უდიდესი მოწიწებითა და სიყვარულით მოიხსენიებს. მათ შორის იყვნენ საქართველოსა და მის საზღვრებს გარეთ საყოველთაოდ აღიარებული მეცნიერები და პედაგოგები: კალესტრატე ქუთათელაძე, ნიკოლოზ ლანდია, რუსუდან ნიკოლაძე, დიმიტრი ერისთავი, ბიძინა კანდელაკი და სხვები. სანკტ-პეტერბურგში იგი ურთიერთობდა საქართველოზე უზომოდ შეყვარებულ არკადი ავგუსტინიკთან, საოცრად ობიექტურ კონსტანტინე ევსტროპიევთან, სახელმწიფოსაგან უაღრესად შეურაწხობილ და შევიწროვებულ, კეთილშობილ რუდოლფ მიულერთან, ვირტუალურ ევგენი კორაი-კოშიცასა და ოლეგ მაზურინთან, ენერგიულ ვლადიმერ ვარგინთან და სხვებთან.

ბატონი არჩილის, როგორც მეცნიერისა და პედაგოგის ჩამოყალიბება მიმდინარეობდა მრავალნაციონალურ ახალგაზრდა მკვლევარების წრეში, რომლებიც შემდგომში თავიანთ ქვეყნებში ცნობილ მეცნიერებად იქცნენ. მათ შორის იყვნენ ნ.ფიოდოროვი, ვ.ხალილევი, დ.უშაკოვი (რუსეთი),

ს.ჯავუქციანი, ა.მარგარიანი (სომხეთი), ნ.სირაჟდინოვი (უზბეკეთი), ჰ.ჰოფმანი (გერმანია), ი.შაშვილი (ჩეხეთი), ბ.სამუნევა (ბულგარეთი), ი.იაშიშინი (უკრაინა).

ბატონმა არჩილმა თავის მოღვაწეობაში განვლო გზა თბილისის საშენ მასალათა სამეცნიერო-ტექნიკური ინსტიტუტის ლაბორანტიდან დაწყებული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (სტუ) ფიზიკური ქიმიის კათედრის გამგით დამთავრებული, რომელსაც ხელმძღვანელობდა 23 წლის განმავლობაში. დღეს იგი სტუ-ს ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტის სრული პროფესორია.

სტუ-ში ბატონი არჩილი 1966 წლიდან მოღვაწეობს. განვლილ დროში იყო სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის ჯერ დოცენტი, შემდეგ კი პროფესორი, სტუ-ს ახალგაზრდა მეცნიერთა საბჭოს პირველი თავმჯდომარე, ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის დეკანი, ყოფილი სსრკ-ს მეცნიერებისა და ტექნიკის კომიტეტის სამეცნიერო საბჭოს ორი სექციის (მინანქრისა და ხურვალმედეგი მასალები) წევრი, სსრკ-ს მეცნიერთა აკადემიის „მყარი ელექტროლიტები“ სექციის წევრი, ლეზულობდა რა მონაწილეობას აღნიშნულ სფეროებში მიმდინარე კვლევების განხილვა-კოორდინაციაში, ხელმძღვანელობდა და ლეზულობდა მონაწილეობას რესპუბლიკური, საკავშირო და საერთაშორისო სხვადასხვა რანგის ქვორუმების ორგანიზაციაში, არჩეული იყო მინანქრისა და მომინანქრების აკადემიის აკადემიკოსად, ასრულებდა საქართველოს გამომგონებელთა და ინტელექტუალურ მესაკუთრეთა ასოციაციის „პარაგონი“ მთავარი მრჩეველის ფუნქციებს, იყო „ევროსაიენსის“ საქართველოს განყოფილების წევრი, დ. მენდელეევის სახ. საქართველოს ქიმიური საზოგადოების პრეზიდენტის წევრი, იყო და არის სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალის „კერამიკა“ მთავარი რედაქტორის მოადგილე.

ბატონი არჩილის სამეცნიერო ინტერესები პირობითად შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგ სფეროებად:

- მინისა და მინაკრისტალური მასალების (პიროკერამისა და პეტროკერამის) ფიზიკური ქიმია და ტექნოლოგია;
- მინანქრის (მომინანქრების), ნარჩენების (დარჩილვის) ფიზიკური ქიმია და ტექნოლოგია;
- მრავალკომპონენტური სისტემების ქიმიური თერმოდინამიკა და ფაზური წონასწორობა.

პირველ სფეროში ბატონი არჩილისა და მისი კოლეგების (ვ.ვარგინი, მ.ზორინა, ე.მილუკოვი, ი.იაშიშინი, ნ.ქუთათელაძე, მ.ბიამე) ძირითად მიღწევად შეიძლება ჩაითვალოს პეტროკერამის მიღების უნუკლეატორო ტექნოლოგიის პრინციპების ჩამოყალიბება, ამ მასალის სტრუქტურისა და ფორმირების დასახასიათებლად ინფრაწითელი სპექტროსკოპიისა და მიკროსისალის განსაზღვრის მეთოდების შემოთავაზება. ბატონ არჩილისა და მისი მოწაფეების (ნ.ქუთათელაძე, თ.ჭეიშვილი, ნ.დამბაშიძე, ვ.კურცხალია) მნიშვნელოვანი მიღწევაა უხვმანგანუმანი ბორატული, ბორსილიკატური და სილიკატური მინების კვლევის შედეგად მიღებული შედეგები. თეორიულად ნავარაუდები და პარაქტიკულად დასაბუთებულ იქნა მანგანუმის ორმაგი ბუნება ამორფულ მყარ სხეულში და მათი თანაფარდობის შეცვლით სხვადასხვა თვისებების მასალათა მიღების შესაძლებლობა, მათ შორის ზედაპირულად ნახევარგამტარებისა.

პირველ სფეროში შესწავლილ იქნა ბრილის (ძვ.წ. აღ. V-III სს), სამთავროსა და ურბნისის სამაროვნების გათხრისას აღმოჩენილი მინის ნაკეთობების კვლევა, რომელიც ექსპერიმენტულად დადასტურდა არქეოლოგების მიერ შემოთავაზებული მოსაზრება, რომ ძველი საქართველო შეიძლება მივაკუთვნოთ „მინის კეთების“ მსოფლიოში აღიარებულ ცენტრებს, სადაც პირველად ჩამოყალიბდა და განვითარდა აღნიშნული ხელოსნობის დარგის ხელოვნება (მ.კაპანაძე, რ.ჩაგანავა).

მეორე სფეროში აღსანიშნავია იმ კვლევათა შედეგები, რომელიც დაკავშირებულია ბუნებით სხვადასხვა მასალის დარჩილვისა და ლითონის ზედაპირის გაკეთილშობილების ფიზიკურ ქიმიასა და ტექნოლოგიასთან. საკვლევი ობიექტების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის საფუძველზე მიღწეულ იქნა არაერთი ათეული ინოვაციური გადაწყვეტილება. მაგალითად, Mn-ისა და სხვა d-ელემენტის ოქსიდთა წყალხსნარებში ქვევის შედეგების გამოყენებით ნავარაუდები და განხორციელებულ იქნა თვითმეწონადი სუსპენზიების მიღება (ვ. გორდელაძე, მ.რაზმაძე, ი.ზედგინიძე, ლ.ებანოიძე). ყურადღებას იქცევს ზღვის წყლის მიმართ მედეგი მინანქრების შექმნა წყალქვეშა ნაგებობებისა და მოძრავი აპარატებისათვის, ამ მიზნებისათვის დამცავი აფსკის ლითონის ზედაპირზე დატანების ელექტროსტატიკური ტექნოლოგიის დახვეწა (თ.ლაბაძე, ვ.გორდელაძე, ი.ზედგინიძე, მ.რაზმაძე, თ.ერისთავი, ი.ბერძენიშვილი).

მესამე სფეროში ჩატარებულ კვლევათა შორის აღნიშვნის ღირსია ბატონი არჩილის, მისი კოლეგებისა და მოწაფეების (ა.გოგიშვილი, თ.ერისთავი, ე.ნიკოლეიშვილი, ვ.მახვილაძე, ვ.გორდელაძე, მ.გუგუშვილი, ე.მაცაბერიძე და სხვ.) მიერ ჩატარებული კვლევათა ციკლი მრავალკომპონენტური სისტემებში თერმულ დამუშავებისას მოსალოდნელ მოვლენათა პროგნოზირება-დადგენის საქმეში. შემოთავაზებულ და განხორციელებულ იქნა ამგვარი სისტემების ანალიზის კომპლექსური მეთოდი, თერმოდინამიკური თვისებების მონაცემთა ბაზაში არსებული მარტივი და რთული ნაერთების სტანდარტული მოლური თერმოდინამიკური პარამეტრების დასადგენად საანგარიშო, სტრუქტურული ანალოგიისა და ადიტიურობის პრინციპებზე დაფუძნებული მეთოდები.

ბატონი არჩილისა და მისი კოლეგების მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგები ფართოდაა გაშუქებული სამამულო და უცხოეთის სამეცნიერო-ტექნიკურ პერიოდიკაში (300-მდე პუბლიკაცია), ხუთ მონოგრაფიაში. მათ მიღებული აქვთ 60-მდე საავტორო მოწმობა გამოგონებებზე და პატენტი. თეორიული თუ ექსპერიმენტების შედეგები მოსმენილ იქნა 100-ზე მეტ რესპუბლიკურ და საერთაშორისო სხვადასხვა რანგის კვორუმზე, პლენარულ ან რიგითი მოხსენებების სახით და როგორც წესი, იწვევდა გაცხოველებულ დისკუსიას.

არანაკლები ნაყოფიერებით გამოირჩევა ბატონი არჩილის მოღვაწეობა პედაგოგიურ ასპარეზზე. მის მიერ და კოლეგებთან ერთად შექმნილია მინის, მინანქრის, კომპოზიციური მასალების, აგრესიული მედიების მიმართ მასალათა მედეგობის, ფიზიკური-ქიმიის კურსების ძირითადი სახელმძღვანელოები, დამხმარე სახელმძღვანელოები ამავე დისციპლინებში (30-მდე). აქტიურად მონაწილეობდა და მონაწილეობს ახალგაზრდა მეცნიერთა და პედაგოგთა მომზადებაში. იგი 19 საკანდიდატო ნაშრომის ხელმძღვანელია, 2 სადოქტოროს კონსულტანტი. მისი ხელმძღვანელობით შესრულდა 5 დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი ნაშრომი.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ ბატონი არჩილი ყურადღებიანი მეუღლე, მამა და ბაბუაა. უყვარს კითხვა, კლასიკური და საესტრადო მუსიკა, თევზაობა. ამ უკანასკნელშიც ჰყავს მოწაფეები, რომლებმაც მას ბევრად გაუსწრეს და ნატობს, რომ მათ ძირითად საქმეშიც გაუსწრონ.

ბატონო არჩილ, გილოცავთ დაბადების დღეს. გისურვებთ ჯანის სიმრთელეს, დღეგრძელობას, დაუშრეტელ ენერჯიას, კვლავ გეჩუქებინოთ თქვენ გარშემო მყოფ ადამიანებისთვის სიკეთე და სითბო, ასევე უსაზღვროდ რომ გასცემდით ყოველთვის

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის
ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის განყოფილება,
ჟურნალ „საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიური სერიის“
სარედაქციო კოლეგია

CONGRATULATION

Department of Chemistry & Chemical Technologies of the Georgian National Academy of Sciences and the Editorial Board of the Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences, chemical series, congratulate Full Professor of Faculty of Chemical Technology & Metallurgy of the Georgian Technical University, Doctor of Technical Sciences, Vice-President of the Georgian Association of Ceramists Archil Surukhanishvili, wonderful person, outstanding scientist and teacher, with jubilee of 80th anniversary.

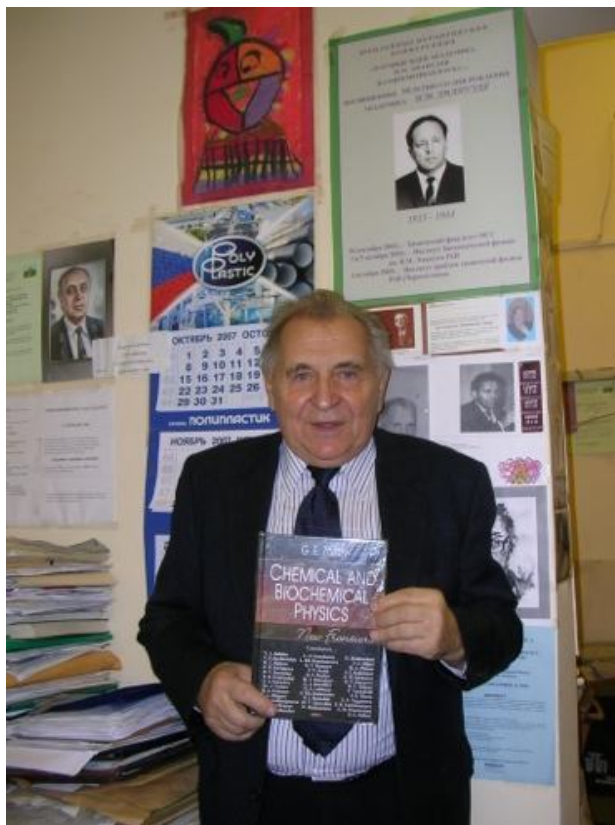
ПОЗДРАВЛЕНИЕ

Отделение химии и химических технологий Национальной Академии наук Грузии и Редакционная коллегия журнала «Известия Национальной Академии наук Грузии. Серия химическая», поздравляют полного профессора факультета химической технологии и металлургии Грузинского технического университета, доктора технических наук, вице-президента Грузинской ассоциации керамиков Арчила Владимировича Саруханишвили, замечательного человека, выдающегося учёного и преподавателя, со славным юбилеем 80-тилетия.

**ПРОФЕССОР ГЕННАДИЙ ЕФРЕМОВИЧ ЗАИКОВ — ЧЕЛОВЕК, УЧЕНЫЙ,
ГРАЖДАНИН
(к 80-летию со дня рождения)**

А.И.Опалко, Д.Н.Анели, О.В.Мукбаниани

Освещены основные вехи жизненного пути и достижения в научно-педагогической работе заведующего отделом биологической и химической физики полимеров Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, доктора химических наук, профессора кафедры химии и физики полимеров и процессов их переработки Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, известного ученого энциклопедиста, автора, соавтора и редактора более четырех тысяч научных работ, в том числе более 400 книг (монографий и сборников), более 300 из которых изданы на английском языке в США, Англии, Германии, Голландии, Польше, Болгарии и Китае, **Геннадия Ефремовича Заикова**, который поддерживает постоянные научные связи с 20 научными центрами за рубежом, с 8 научно-исследовательскими институтами в СНГ и с 20 — в России, входит в состав редакционных коллегий 30 научных журналов, в частности пяти российских и 25 зарубежных, научные интересы которого настолько разносторонние, что обеспечивают ему активное долголетие, оберегают от переутомления, а тонкий юмор, незлобивая ирония и умение посмеяться над самим собой защищают его от стрессов и делают желательным участником любых научных мероприятий не только на Родине, но и в каждой из многих стран мира, в которых ему посчастливилось побывать



Старость приходит тогда, когда количество денег на лекарства и медицину в целом становится равным (или превышает) количество денег на еду, одежду и все удовольствия вместе взятые.

Г.Е. Заиков, 2014

1. *Curriculum Vitae*

Родился Геннадий Ефремович Заиков 7 января 1935 в г. Омск, одном из крупнейших городов Западной Сибири (ныне административный центр Омской области). Омск расположен в месте впадения реки Омь в реку Иртыш. Воспитывался будущий ученый в семье русских интеллигентов: отец — Ефрем Ксенофонович был геодезистом-картографом, а в околотенционном возрасте стал преподавать математику для старшеклассников; мать — Матрена Трофимовна преподавала общую и неорганическую химию в Омском медицинском институте и в средней школе этого же города [1, 2].

Общеобразовательную среднюю, а также музыкальную школу по классу скрипки и фортепиано Геннадий Ефремович закончил в родном городе в 1952 году. У юного Гены Заикова типичные для большинства выпускников колебания относительно выбора профессии имели два варианта: стать профессиональным скрипачом или идти в университет. Однако по совету родителей, которые перед принятием окончательного решения проконсультировались с учителем скрипки Вильгельмом Шпетом, вступил (подражая матери) на химический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, выдержав конкурс (10 претендентов на одно место!) [1], который блестяще окончил в декабре 1957 года. В феврале 1958 года молодой исследователь был принят на

работу в Институт химической физики (г. Москва). В 1996 году этот институт разделился на два: Институт химической физики им. Н.Н. Семенова (ИХФ) и Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля (ИБХФ). Сейчас Заиков Г.Е. работает в ИБХФ. Таким образом, хотя название учреждения и изменилось, Геннадий Ефремович за весь период своей деятельности ни разу не менял места работы [2, 3].

С душевной теплотой Геннадий Ефремович вспоминает школьные годы, отмечая, что учителя в этом отдаленном от столицы сибирском городе были очень высокой квалификации. В университете Геннадий Заиков учился очень хорошо. Его профессиональной подготовке способствовали первоклассные профессора-преподаватели: Л.А. Тумаркин (математика), акад. В. И. Спицын (неорганическая химия), акад. А.Н. Несмеянов — тогдашний Президент Академии наук СССР (органическая химия), акад. Н.К.Кочетков (химия природных соединений), акад. В.А. Каргин (химия высокомолекулярных соединений), акад. П.А. Ребиндер (коллоидная химия) и многие другие. Учитывая успехи в учебе Геннадия Заикова, его после третьего курса перевели в специальную группу, которую руководство химического факультета сформировало из лучших студентов. Им было поручено разработать элементы технологии отделения радиоактивных изотопов лития ${}^6\text{Li}$ от лития ${}^7\text{Li}$. Через 2,5 года исследований молодыми учёными был разработан эффективный способ, который лег в основу дипломной работы Геннадия Заикова и которую он вскоре блестяще защитил и получил диплом с отличием [1].

В Институт химической физики Г.Е. Заикова пригласил профессор Николай Маркович Эмануэль [2, 3]. Геннадий Ефремович вспоминает, что зачислению в это престижное научное учреждение предшествовало собеседование с заместителями Николая Марковича — профессорами Э. А. Блюмберг и З.К. Майзус, после положительного заключения которых и состоялась встреча с Н.М. Эмануэлем. Рассказ Г.Е. Заикова о его разговоре с профессором Н.М. Эмануэлем заслуживает дословного цитирования: «... проф. Эмануэль спросил у меня, что я умею делать в науке. Я ответил, что я знаю химическую кинетику, умею разделять изотопы и еще я умею играть на саксофоне (до этого я играл на саксофоне в кинотеатрах и на танцах)». На что Н.М. Эмануэль пошутил: «Последнее особенно важно, поскольку ни один мой сотрудник не умеет играть на саксофоне» [1]. Цитата свидетельствует о том, что Н.М. Эмануэль не только оценил по достоинству самоиронию молодого выпускника, который причислил к числу научных достижений игру на саксофоне, но и поддержал его иронию собственной очень меткой, пропитанной юмором репликой.

Сочетая ежедневную многочасовую работу в лаборатории с музицированием на танцевальных вечерах, проводившихся по субботам не только для ученых института, но и для гостей из родственных академических научных учреждений, в 1963 году Геннадий Ефремович под руководством Н.М. Эмануэля защищает кандидатскую диссертацию по теме «Сравнение кинетики и механизма окисления органических соединений в газообразной и жидкой фазах». Результаты диссертации сразу нашли применение в отечественной промышленности. В Москве на нефтехимическом заводе в Капотне был построен цех для производства уксусной кислоты (10 тыс. т/год) и метилэтилкетона (5 тыс. т/год) с использованием окисления н-бутана в жидкой фазе в критических условиях (50 атм, 150°C). Существенный вклад в налаживание и развитие этого производства внесли Н.М. Эмануэль, Э.А. Блюмберг, З.К. Майзус, М.Г. Булыгин, Е.Б. Чижев, Л.И. Кораблев и сам Г.Е. Заиков. Через пять лет (в 1968 г.) Г.Е. Заиков защищает докторскую диссертацию по теме «Роль среды в радикально-цепных реакциях окисления», а в 1970 г. получает звание профессора [2, 3]. Всего через месяц после защиты докторской диссертации он едет на стажировку в Национальный научно-исследовательский совет Канады (National Research Council of Canada, Ottawa) к известному британскому химику профессору Кейту Ушервуду Инголду (Keith Usherwood Ingold), с которым Геннадий Ефремович проработал более полугода. Первую монографию по материалам докторской диссертации Г.Е. Заиков издает вместе с Н.М. Эмануэлем и З.К. Майзус в 1973 году в престижном российском издательстве «Наука». Вскоре монография была переведена на английский язык и опубликована в не менее престижном британском издательстве Pergamon Press (Oxford, UK) [1].

Кроме Канады Г.Е. Заиков неоднократно выезжал в США, Великобританию, Японию, Германию, Польшу и многие другие страны мира, где работал в ведущих научных учреждениях по несколько месяцев. Активно изучать полимеры Геннадий Ефремович начал ещё с 1966 года. Сначала под

руководством Н.М. Эмануэля он развернул работу, связанную с решением проблем старения и стабилизации, а позже горения полимеров. В 70-х годах прошлого столетия почти тысяча ученых из 50 научно-исследовательских центров СССР работали над решением этих проблем, и в частности 200 ученых ИХФ АН СССР, которыми непосредственно руководил Г.Е. Заиков. Научные исследования по полимерам проводились по таким направлениям, как термическая деструкция, биодеструкция, фотодеструкция, окисление, озонолиз, гидролиз, механическое разрушение, пиролиз и горючесть. После распада СССР новое российское правительство существенно сократило финансирование науки. Вследствие этого в настоящее время в лаборатории, где работает Г.Е. Заиков в ИБХФ осталось лишь 15 научных сотрудников (вместо 200 в 1970–1980 гг.) Геннадий Ефремович компенсирует сокращение количества научных сотрудников в Институте расширением научных связей с учеными различных зарубежных научно-исследовательских центров. Это более 150 ученых из 29 научных центров, ведущих университетов и фирм, заинтересованных в разработках, касающихся полимеров, в Великобритании, Германии, Франции и США, Южной Африке, Испании, Португалии и Италии, Болгарии, Румынии, Польше и Чехии, Турции, Иране и Таиланде, а также в Армении, Беларуси, Грузии, Киргизии и в Украине. Сотрудничает Геннадий Ефремович с учеными Института физической химии им. Л.В. Писаржевского НАН Украины, Донецкого государственного университета и Днепропетровского государственного аграрного университета. К выполнению исследований он привлек также ученых из 20 российских научно-исследовательских учреждений и научных подразделений вузов [2, 3].

Подытоживая автобиографический очерк, Геннадий Ефремович отмечает: «Мне в работе и в жизни очень помогает моя семья: жена Марина Арцис, сын Вадим, его жена Ольга, мои внуки Александра и Денис. Жизнь очень изменилась за последние 20–25 лет. Вадим с семьей живет и работает в США (г. Перри, штат Огайо), моя внучка Александра является аспиранткой последнего года обучения в Чикаго, штат Иллинойс, мой внук Денис учится в 10 классе в школе г. Перри. Моя супруга (старший научный сотрудник, кандидат химических наук) работает вместе со мной в Институте биохимической физики Российской Академии Наук» [1].

Чувствуется, что Геннадий Ефремович гордится и сыном, и внуками, однако немного грустит, что они так далеко-далеко ...

На этом можно было бы и завершить этот юбилейный очерк о Геннадии Ефремовиче Заикове, перечислив составляющие круга его научных интересов, сосредоточенные (кроме игры на саксофоне, конечно) на вопросах старения и стабилизации полимеров (термораспада, окисления, озонолиза, фото- и радиационного разложения, гидролиза, биодеструкции, механодеструкции), прогнозирования сроков эксплуатации полимерных материалов, особенностей горения полимеров, а также кинетических закономерностей в химии, биологии и медицине (в частности онкологии, гастроэнтерологии, механизмов лучевых поражений) и т.д., назвать все 30 научных журналов, в состав редакционных коллегий которых он входит, добавить, что знаменитый биолог, легенда мутационной селекции и генетики, И.А. Рапопорт, также был в кругу его научных контактов и поставить точку, традиционно пожелав юбиляру творческого долголетия. Однако феномен этого творческого долголетия, уже состоявшегося, и его истоки, а также особенности формирования личности ученого заслуживают более подробного анализа во всех его связях и зависимостях со скоротечными изменениями в современном обществе, и мировом научном сообществе в частности.

2. Личность ученого в противоречиях начала двадцать первого столетия

Центральным элементом процесса научного познания ныне в двадцать первом веке, по-прежнему выступает ученый, личность которого с большими или меньшими уровнями адекватности отражает различные тенденции и веяния времени [4]. Интерес к личности ученого и, особенно возможностям влияния на формирование определяющих черт этой личности в соответствии с социальным заказом, возрос в мире в конце девятнадцатого столетия вследствие известного кризиса классического естествознания, поставившего под сомнение саму веру в адекватность научного познания. Кризис собственно парадигмы в науке всегда назревает постепенно, с накоплением массива полученных в экспериментах аномальных фактов, которые невозможно постичь в рамках привычных аксиологических интерпретаций. Универсальные до недавнего времени теоретические модели постепенно теряют универсальность, что побуждает исследователей к методологическим новациям, поэтому переосмысливая не совсем понятные следствия своей собственной работы, ученый

вынужденно становится философом, и латентная стадия кризиса ускоренно развивается. В открытую стадию кризиса наука переходит с появлением новых теоретических моделей, не уместающихся в прежние границы, однако убедительно объясняющих накопившиеся проблемы познания. Для науки на рубеже девятнадцатого и двадцатого веков такими моделями стали квантовая теория и специальная теория относительности, пошатнувшие почти непререкаемый авторитет трехсотлетних основ классического естествознания [5]. Не вдаваясь в тонкости упомянутых теорий, освоить которые способны не все научные работники до сих пор, сосредоточимся на дальнейшей истории изучения и прежде всего на диагностике качеств, наличие которых делает человека науки способным на решительное преобразование устоявшихся представлений и принципов с целью создания нового. Ведь известно, что «Истина всегда рождается как ересь и умирает как предрассудок». Поэтому, как советовал И.П. Павлов [6], следует иметь прочную основу, то есть изучить азы науки, прежде чем пытаться взойти на её вершины; научиться делать черную работу в науке; сопоставлять, накапливать факты и анализировать их, сочетая при этом скромность, которая обезопасит от поспешных выводов, со страстью, побуждающей работать всю жизнь с полной отдачей, памятуя, что наука требует от человека всей его жизни.

Анализируя жизненный путь Геннадия Ефремовича Заикова по его собственным воспоминаниям [1, 7] и высказываниям его коллег [2, 3], а также учитывая результаты его фундаментальных и прикладных исследований [8–16], касающихся базовых особенностей жидкостно- и газофазного окисления органических соединений; выяснения на количественном уровне роли среды в радикально-цепных реакциях окисления; его новой теории гидролитической деструкции гетерогенных полимеров; существенного вклада в теорию и практику окисления, озонолиза и горения органических соединений, а также в проблему влияния механических напряжений на реакционную способность полимеров и низкомолекулярных аналогов и др., становятся понятными истоки его востребованности в мировой науке.

И, видимо, не только потому, что Геннадий Ефремович (как он сам пишет [7]) «... с удивлением обнаружил, что ... закончил 6 университетов. Один из них — Московский государственный университет. Остальные пять — по поручению заместителя секретаря парткома ИХФ Александра Николаевича Голощапова. Это Университет марксизма-ленинизма, Университет Марксистской философии, Университет Атеизма, Университет пропаганды и агитации и Университет Молодого лектора» и даже не потому, что он играет на саксофоне [1].

Перелистывая страницы книги воспоминаний Геннадия Ефремовича [7], в которой он (по его словам) пишет немного о себе и о других (в том числе со слов третьих), начинаешь восторгаться уже удачным выбором эпитафий, некоторые из которых стоит процитировать:

- Чтобы не иметь завистников и врагов нужно иметь четыре «Б». Нужно быть бедным, бездомным, больным и бездарным. Если хотя бы одно «Б» отсутствует, то будут завистники и враги. Если же не будет ни одного «Б», то подавляющее большинство будет во врагах (Мнение членов Союза Советских Писателей);
- Знание может быть только у того, у кого есть вопросы (Генри Форд);
- Если тебя съели, значит, ты был нужен людям (Император Бокасса I Жан Бедель, Центральная Африканская Империя);
- Главное в жизни мужчины — это удачно жениться. Многие из сегодняшних знаменитостей никогда не прославились бы дальше ближайшей пивной, если-бы не их жены (Джон Майкл Озборн).

Иногда от недавних диссертантов приходится слышать, что почти сразу после защиты они почувствовали настоящее облегчение, как будто-то гора спала с плеч, что можно, наконец, расслабиться и жить в свое удовольствие, меньше работать, меньше напрягать и мозг, и мышцы, а зарплату получать больше. Конечно, далеко недостаточную, значительно меньшую, чем хочется, но больше, чем раньше.

Можно по-разному относиться к таким тенденциям, которые, не будем кривить душой, наблюдались и в «старые, добрые времена» (хотя и значительно реже), можно осуждать их или солидаризироваться с ними (я лично сочувствую их носителям), однако увеличение количества таких горе диссертантов побуждает к анализу проблемы. Следствием такого постдиссертационного облегчения (а может и причиной) обычно бывает резкое снижение активности, как по проведению

исследований, так и в написании научных статей по данным невыполненных экспериментов. Ведь отсутствие экспериментальных результатов сводит на нет все попытки анализировать то, что отсутствует. Под давлением руководства такие кандидаты наук вымучивают тезисы или статьи по материалам давно защищенной диссертации или паразитируют на более активных коллегах по работе, различными способами побуждая их к псевдосоавторству.

Проблема формирования личности ученого не нова, отметим, что первые попытки исследования особенностей становления ученого осуществили сами ученые, в частности, математик, физик и философ А. Пуанкаре и химик В. Оствальд. При этом, следует отметить, что В. Оствальд исследовал биографии выдающихся ученых по заказу японского правительства, которое после русско-японской войны 1904–1905 гг. искало пути интенсивного развития Японии. Материалы выполненных исследований были проанализированы, обобщены и в 1909 году изданы в Лейпциге под названием «Великие люди» [17]. Через год книга была переиздана в Санкт-Петербурге на русском языке [18], а затем многократно переиздавалась в Германии и других государствах. Выводы В. Оствальда, касающиеся проявления выдающихся способностей в молодом возрасте, вполне подтверждаются биографией Г.Е. Заикова, который «сделал себя сам» и стал известным ученым, не достигнув и 30 лет, защитил докторскую диссертацию в 33, а ученое звание профессора получил в 35 летнем возрасте.

В двадцатом веке личность ученого стала предметом специального изучения психологов и социологов. Над своеобразием творчества ученого размышляли выдающиеся естествоиспытатели нашей планеты Г. Гельмгольц, И.М. Сеченов, А. Эйнштейн, М. Планк, В.И. Вернадский и многие другие [5]. Так, В.И. Вернадский утверждал, что для естествоиспытателя важны все природные явления, к которым он причислял и талант отдельного человека, в частности, отмечая, что «В мире реально существуют только личности, создающие и высказывающие научную мысль, проявляющие научное творчество — духовную энергию. Ими созданные невесомые ценности — научная мысль и научное открытие в дальнейшем меняют... ход процессов биосферы, окружающей нас природы» [19]. Результатам анализа особенностей взаимодействия генотипа с условиями среды в процессе становления ученого посвящены обнародованные в конце прошлого столетия труды В.П. Эфроимсона [20], который признавал именно биосоциальные факторы главными источниками высокой интеллектуальной активности].

3. Краткий итог и пожелания юбиляру

Труды Г.Е. Заикова развивают высказанные В.И. Вернадским идеи, в современном прагматическом воплощении, в частности касательно экологических аспектов устойчивости полимеров [10–14]. Рассматривая кислотные дожди как одно из важнейших проявлений загрязнения окружающей среды, связанное с деятельностью химической и других отраслей промышленности, Г.Е. Заиков с коллегами еще в 80-х годах прошлого столетия проанализировал негативное влияние кислотных дождей на сельское хозяйство и лесоводство, водные источники, а также на различные конструкции и сооружения. Он описывает основные промышленные источники загрязнений, механизмы образования кислотных дождей, уделяя внимание предотвращению кислотных дождей и борьбе с их последствиями не только на локальном, но и биосферном уровне [9], добиваясь принятия соответствующих мер от руководителей развитых государств мира.

Не может не восхищать его, свойственная обычно молодому возрасту, чрезвычайная смелость и свежесть творческой мысли в сочетании с многолетним опытом, развившим его природные способности. «От жизни никогда не устаю», любит повторять Геннадий Ефремович слова из известной песни Владимира Высоцкого, и в искренности юбиляра не зарождаются ни малейшие сомнения.

Пожелаем же ему крепкого здоровья, неугасающей энергии, успехов в его истинно благородном труде — научном поиске и в подготовке научных кадров. Пусть крепнет неугасающий юмор Геннадия Ефремовича, а на жизненном пути профессора Г.Е. Заикова всегда светит солнце, голубеет ласковое небо, расцветают нежные цветы, а щедрую душу согревает любовь друзей и близких, а также радуют весомые достижения в науке и лично его и многочисленных благодарных учеников. Убеждены, что мировое научное сообщество еще не раз поздравит его с новыми достижениями.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Заиков Г.Е. Мой жизненный и научный путь (“Curriculum Vitae”) в течение 80 лет // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2014. — № 3 (18). — С. 5–8.
2. Монаков Ю. Б. Профессор Геннадий Ефремович Заиков: более полувека – в науке // Башкирский химический журнал. — 2009. — Т. 16, №4. — С. 7–12.
3. Микитаев А.К. Профессор Геннадий Ефремович Заиков: более полувека в науке / А.К. Микитаев // Заиков Г.Е. Немного о себе и много о других (в том числе со слов третьих): Как бы мемуары [Ред.: А.К. Микитаев]. — Нальчик: Принт Центр, 2009. — Гл. 1.8. — С. 75–83.
4. Бусько И.В. Личность учёного: нарастание противоречий // Культура, наука, образование в современном мире: материалы V Международной научной конференции (Гродненский государственный аграрный университет) / [Редкол.: Л.Л. Мельникова и др.]. — Гродно: ГГАУ, 2011. — С. 36–41.
5. Психология науки: учебное пособие / А.Г. Аллахвердян, Г.Ю. Мошкова, А.В. Юревич, М.Г. Ярошевский. — М.: МПСИ Флинта, 1998. — 312 с.
6. Павлов И.П. Наука требует от человека всей его жизни // Техника — молодежи. — 1936. — № 02-03. — С 79.
7. Заиков Г.Е. Немного о себе и много о других (в том числе со слов третьих): Как бы мемуары [Ред.: А.К. Микитаев]. — Нальчик: Принт Центр, 2009. — 268 с.
8. Афанасьев В.А., Заиков Г.Е. Физические методы в химии. — М.: Наука, 1984. — 175 с.
9. Заиков Г.Е., Маслов С.А., Рубайло В.Л. Кислотные дожди и окружающая среда. — М.: Химия, 1991. — 144 с.
10. Заиков Г.Е. Деструкция и стабилизация полимеров. — М.: Изд-во МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 1993. — 248 с.
11. Zaikov G.E. Degradation and Stabilization of Polymers. — N.Y.: Nova Sci. Publ., 1999. — 296 p.
12. Lomakin S.M., Zaikov G.E. Ecological Aspects of Polymer Flame Retardancy. — Zeist (Netherlands): VSP, 1999. — 158 p.
13. Lomakin S.M., Zaikov G.E. Modern Polymer Flame Retardancy. — Zeist (Netherlands): VSP, 2003. — 265 p.
14. Zaikov G.E., Jiménez A. Homolytic and Heterolytic Reactions: Problems and Solutions. — N.Y.: Nova Sci. Publ., 2004. — 340 p.
15. Monakov Yu. B., Zaikov G.E. Molecular and High Molecular Chemistry: Theory and Practic. — N.Y.: Nova Sci. Publ., 2004. — 346 p.
16. Kozlov G.V., Doblin I.V., Zaikov G.E. The Fractal Physical Chemistry of Polymer Solutions and Melts. — Toronto; New Jersey: Apple Academic Press Press, 2013. — 334 p.
17. Ostwald W. Grosse Männer. — Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h., 1909. — 424 s.
18. Оствальд В. Великие люди. Пер. с нем. Г. Кваша. — СПб: Вятское книгоиздательское товарищество «Народная библиотека», 1910. — 398 с.
19. Вернадский В. И. Мысли о современном значении истории знаний. — Л.: Изд-во АН СССР, 1927. — 205 с.
20. Эфроимсон В.П. Генетика гениальности: Биосоциальные механизмы и факторы наивысшей интеллектуальной активности. — М.: Тайдекс Ко, 2002. — 375 с.

**პროფესორი გენადი ეფრემის ძე ზაიკოვი – პიროვნება, მეცნიერი, მოქალაქე
(დაბადებიდან 80 წლისთავისათვის)**

ა.ი.ოპალკო, ჯ.ნ.ანელი, ო.ვ.მუკბანიანი

რეზიუმე

სტატია ეძღვნება რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის ნ.მ.ემანუელის ბიოქიმიური ფიზიკის ინსტიტუტის პოლიმერების ბიოლოგიური და ქიმიური ფიზიკის განყოფილების ხელმძღვანელის, ქიმიურ მეცნიერებათა დოქტორის, მოსკოვის ლომონოსოვის სახ. ფაქიზი ქიმიური ტექნოლოგიის ინსტიტუტის პოლიმერების ფიზიკისა და ქიმიის განყოფილების გამგის, ენციკლოპედისტის, 4000-ზე მეტი სტატიის, 400 სამეცნიერო წიგნის ავტორის და თანაავტორის, რომელთა შორის 300-ზე მეტი გამოცემულია ინგლისურად აშშ-ში, ინგლისში, გერმანიაში, ჰოლანდიაში, პოლონეთში, ბულგარეთსა და ჩინეთში, ცხოვრებისა და სამეცნიერო და პედაგოგიური მოღვაწეობის მიმოხილვას. გ.ე.ზაიკოვი აქტიურად თანამშრომლობს საზღვარგარეთის 20 სამეცნიერო ცენტრთან, ყოფილი საბჭოთა კავშირის 8 და რუსეთის 20 საკვლევ ინსტიტუტთან. იგი არის 30-ზე მეტი სამეცნიერო ჟურნალის რედაქციის წევრი (5-ის რუსეთში და 25-ის საზღვარგარეთ). გ.ე.ზაიკოვი გამოირჩევა იუმორით და რბილი ირონიით როგორც თავის თავის, ასევე მეგობრების მიმართ. მისთვის დამახასიათებელია ადამიანების მდგომარეობაში დაუზარელად შესვლა და მხარში ამოდგომა არა მარტო თავის ქვეყანაში, არამედ ყველა იმ ქვეყანაში, სადაც მას მოუწია ყოფნა.

**PROFESSOR GENNADY EFREMOVICH ZAIKOV — PERSONALITY, SCIENTIST, CITIZEN
(on the 80th anniversary of his birth)**

A.I.Opalko1, J.N.Aneli, O.V.Mukbaniani

SUMMARY

The main milestones in life and achievements in scientific and pedagogical work of the head of the biological and chemical physics of polymers division in N.M. Emanuel Institute of biochemical physics, Russian academy of sciences; doctor of sciences in chemistry, Professor of chemistry and physics of polymers and processes chair in Lomonosov Moscow State University of fine chemical technologies, the famous scientist encyclopedist, author, co-author and editor of more than four thousand scientific papers, including more than 400 books (monographs and edited volumes), over 300 of which were published in the English language in the United States, England, Germany, Holland, Poland, Bulgaria and China, Gennady Efremovich Zaikov, that supports ongoing research links with 20 research centers abroad, with 8 research institutions in the CIS and 20 in Russia, is a member of the editorial boards of over 30 scientific journals, in particular five Russian and 25 foreign scientific interests is so versatile, providing longevity, prevent fatigue, and subtle humor and gentle irony and the ability to laugh at oneself protect it from stress and make a desirable participant in any scientific events not only at homeland but in each of the many countries in which he was fortunate enough to visit.

ინფორმაცია ავტორებისათვის

ჟურნალი “საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია” აქვეყნებს სტატიებს ქიმიური მეცნიერების დარგში ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე; მიმოხილვებისა და ინფორმაციული ხასიათის მასალების წარმოდგენა შესაძლებელია სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებით. გამოსაქვეყნებელი მასალის მოცულობა, ფორმატი და მისი წარმოდგენის სხვა პირობები შეთანხმებული უნდა იყოს პასუხისმგებელ მდივანთან, ავტორებმა ტექსტი უნდა წარმოადგინონ ელექტრონულ ფორმაში, Microsoft Word ფაილის (*.doc ან *.rtf) სახით, ნახაზები და სურათები – შავ-თეთრი გრაფიკული (*.bmp, *.dib, *.jpg, *.gif და სხვ.) ფაილების სახით. სამეცნიერო სტატიების ავტორების დასახმარებლად რედაქციის მიერ გათვალისწინებულია როგორც სტანდარტული ელექტრონული ფორმატები სამივე ენაზე, ისე სხვა ტექნიკური მომსახურება. Chemical Abstracts-სა (ინგლისურ ენაზე) და საქართველოს რეფერატულ ჟურნალში (ქართულ და ინგლისურ ენებზე) სტატიის რეფერირებისათვის ავტორი ვალდებულია გაითვალისწინოს შინაარსობრივი რეზუმეების მომზადება ორივე ენაზე.

სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებული საფასური უნდა იყოს გადარიცხული სსიპ საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ანგარიშზე, მიმღები ბანკი – სახელმწიფო ხაზინა, მიმღების დასახელება – ხაზინის ერთიანი ანგარიში, ბანკის კოდი – TRESGE22, მიმღების სახაზინო კოდი – 708777499, დანიშნულება – ჟურნალ “მაცნეს” ქიმიის სერიაში სტატიის გამოქვეყნების ჰონორარი. აუცილებელია მიეთითოს ავტორის გვარი ვინც იხდის თანხას.

INFORMATION for AUTHORS

The journal “**Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences. Chemical series**” is publishing articles in a field of chemical sciences in Georgian, English, and Russian, reviews and informational/advertising materials may be submitted after consultations with the Editorial Board. Volume, format, and other details of contribution are to be discussed with the Executive Secretary; Authors submit texts of articles in a form of Microsoft Word files (*.doc or *.rtf), figures and pictures – as monochrome (*.bmp, *.dib) or black/white (*.jpg, *.gif, etc.) files. To help Authors of scientific articles, standard Georgian, English, and Russian formats are provided as well as other technical service and support. For references of the article in the Chemical Abstracts (in English) and in the Georgian Abstracts Journal (in Georgian and in English) authors are obliged to foresight substantial summaries in both languages.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал "Известия Национальной Академии наук Грузии. Серия химическая" публикует статьи и краткие сообщения в области химических наук на грузинском, английском и русском языках; обзорные статьи и материалы информационного характера публикуются по предварительному согласованию с редакционной коллегией. Объем, формат и условия представления материала для публикации следует согласовать с ответственным секретарем; авторы должны представить тексты в виде файлов Microsoft Word (*.doc или *.rtf), а рисунки, чертежи и фотоснимки – в виде черно-белых графических (*.bmp, *.dib, *.jpg, *.gif и др.) файлов. Для оказания помощи авторам научных статей, редакция предусматривает стандартные электронные формы на всех трех языках, а также другую техническую поддержку. Для реферирования статьи в Chemical Abstracts (на английском языке) и Грузинском реферативном журнале (на английском и грузинском языках) авторам следует предусмотреть содержательные резюме на обоих языках.